



SEAMEO
QITEP
in Mathematics

Proceedings

The
2nd

International Symposium on Mathematics Education Innovation

22 - 23 November 2012, Yogyakarta, Indonesia

Theme
Transforming Research into Practice:
Working Towards Joyful
and Meaningful Mathematics

Southeast Asian Ministers of Education Organization (SEAMEO)
Regional Centre for Quality Improvement of Teachers and Education Personnel (QITEP)
in Mathematics

PROCEEDINGS

2nd International Symposium on Mathematics Education Innovation (ISMEI)

Theme

Transforming Research into Practice: Working Towards Joyful and Meaningful
Mathematics

Editors

WAHYUDI
FADJAR SHADIQ

SEAMEO Regional Centre for QITEP in Mathematics

22 – 23 November 2012
Yogyakarta, Indonesia

Director's Address

Teaching and learning is a complex system, not only a matter of transferring knowledge from teachers to students. A good teacher should be able to create a conducive environment as for the students to learn joyfully and meaningfully. Hence, innovation in education is essential for teachers, educators and whoever concerns in education. To be innovative in mathematics education, doing such research is very crucial. The number and quality of the research reflect that teachers and education personnel are always eager to develop their knowledge, challenge the existing theories and seek for the improvement of the theories in the field. The result of the research done should be applied and connected to the teaching and learning practices.



Regarding the mentioned fact, the 'Second International Symposium on Mathematics Education Innovation – Transforming Research into Practice: Working Towards Joyful and Meaningful Mathematics' finds its momentum. This symposium will be held by SEAMEO QITEP in Mathematics today and tomorrow. The aim of the symposium is to provide a great opportunity for mathematics educators and researchers to review issues, exchange of ideas and share experiences especially on innovation in mathematics education at all levels.

Mathematics teachers and education personnel are here today to share their interest and idea as well as experiences in mathematics education innovation. Further, it is expected that they can work hand in hand to conduct a joint research to produce a better and more qualified research result in the future. It is our sincere hope that this symposium will not stop tomorrow after the closing ceremony but continuous in the future with a cooperative relationship among us to plan and carry out some innovative research in mathematics education.

I would like to take this opportunity to address my sincere gratitude to the esteem keynote as well as plenary speakers, University of Western Sydney (UWS) Australia, Victoria University of Wellington, Sriwijaya University (UNSRI), Surabaya State University (UNESA) and our host institution PPPPTK Matematika (Centre for Development and Empowerment of Mathematics Teacher and Education Personnel) for their endless supports to enable this symposium happens and successful. My special thanks goes to our paper presenters from universities and schools in Indonesia, Australia as well as all participants for their invaluable participation in this program.

On behalf of SEAMEO QITEP in Mathematics, I warmly welcome all the participants in this International Symposium on Mathematics Education Innovation. We welcome any inputs and criticisms for the improvement of the program next time. Thank you and wish you have a fruitful conference.

Director,
Prof. Subanar, Ph.D.
NIP. 19510831974121001

Table of Contents

Inside cover	i
Director's Address	iii
Table of Contents	v

KEYNOTES PAPERS

Allan Leslie White MATHEMATICS EDUCATION RESEARCH FOOD FOR THOUGHT WITH FLAVOURS FROM ASIA	3 – 18
Robin Averill ENJOYING MAXIMISING OPPORTUNITIES FOR LEARNING MATHEMATICS	19 – 29
Zulkardi DESIGNING JOYFUL AND MEANINGFUL NEW SCHOOL MATHEMATICS USING INDONESIAN REALISTIC MATHEMATICS EDUCATION	31 – 39
Sitti Maesuri Patahuiddin JOYFUL AND MEANINGFUL LEARNING IN MATHEMATICS CLASSROOM THROUGH INTERNET ACTIVITIES	41 – 54

PARALEL PAPERS

David Nutchey A MODEL ELICITING FRAMEWORK FOR INTEGRATING MATHEMATICS AND ROBOTICS LEARNING	57 – 71
Eka Zuliana LEARNING KITES BY USING PENDIDIKAN MATEMATIKA REALISTIK INDONESIA APPROACH IN FIFTH GRADE STUDENTS OF SD 4 KLALING	73 – 81
Titin Suryati Sukmadewi IMPROVING STUDENTS' MATHEMATICAL THINKING AND DISPOSITION THROUGH PROBING AND PUSHING QUESTIONS	83 - 94
Farahdiba PENDEKATAN KONSTRUKTIVISME DALAM MATEMATIKA	95 – 99
I Wayan Agustiana PEMBELAJARAN TRANSFORMATIF SEBAGAI SALAH SATU LANDASAN PEMBELAJARAN MATEMATIKA	101 – 113
Hendra Lesmana, Cecil Hiltrimartin, Indaryanti FUN AND MEANINGFULL MATH LEARNING THROUGH TRIGONOMETRY COMPUTER-BASED MATH LEARNING IN CLASS X SMA NEGERI 1 BELITANG	105 – 115
Made Sri Yuli Astuti PENGEMBANGAN PERANGKAT PEMBELAJARAN MATEMATIKA REALISTIK UNTUK SISWA SEKOLAH DASAR DI KECAMATAN RENDANG, PROVINSI BALI	117 – 133
Misdalina DESAIN BAHAN AJAR TURUNAN MENGGUNAKAN PENDEKATAN PMRI	135 – 141

Ngakan Putu Suarjana

PENGARUH PEMBELAJARAN DENGAN PENDEKATAN REALISTIK DAN PELATIHAN METAKOGNITIF TERHADAP KEMAMPUAN PEMECAHAN MASALAH MATEMATIKA SISWA SEKOLAH DASAR DI KECAMATAN RENDANG 143 - 161

Nila Kesumawati

PENGUKURAN SELF-ESTEEM SISWA DALAM PEMBELAJARAN MATEMATIKA DI SMP PGRI 1 PALEMBANG 163 – 168

Novi Komariyatiningsih, Ratu Ilma Indra Putri

PENGEMBANGAN MEDIA BERBASIS CETAKAN MELALUI PENDEKATAN PMRI DI KELAS VIII SMP 169 – 175

Ratu Ilma Indra Putri

JOYFUL AND MEANINGFUL MATHEMATICS IN KKG: CASE STUDY IN SOUTH SUMATRA 177 - 183

Risnawati, Mas'ud Zein, Defi

PENGARUH MODEL PROBLEM BASED INSTRUCTION (PBI) DENGAN STRATEGI BELAJAR AKTIF TIPE THE POWER OF TWO TERHADAP KEMAMPUAN PEMECAHAN MASALAH DAN KEMANDIRIAN BELAJAR MAHASISWA PENDIDIKAN MATEMATIKA PADA MATERI ARITMATIKA SOSIAL MATA KULIAH TELAHAH MATERI MATEMATIKA SMP 185 - 192

Risnawati, Annisa Kurniati, Defi

PENGARUH MODEL PROBLEM BASED INSTRUCTION (PBI) DENGAN MIND MAPPING TERHADAP KEMAMPUAN BERFIKIR KREATIF DAN BERFIKIR KRITIS MAHASISWA PENDIDIKAN MATEMATIKA PADA MATA KULIAH GEOMETRI TRANSFORMASI 193 – 201

Siti Khomsatun

PENGUNAAN KONTEKS AGAMA PADA SOAL MATEMATIKA MODEL PISA DI SMP/MTs 203 – 210

Sudarmoyo

MEMBUMIKAN MATEMATIKA DENGAN PEMBELAJARAN BERPETAC (BERBANTUAN PEN TABLET DAN CAMTASIA) 211 - 217

Titin Mulyaningsih

ALAT PERMAINAN MAMUN TEBAL UNTUK MENINGKATKAN KETERAMPILAN HITUNG BILANGAN BULAT KELAS IV SD KOTAGEDE 3 YOGYAKARTA 219 – 225

Zainab

KONTEKS BUDAYA OGAN ILIR DALAM PEMBELAJARAN MATEMATIKA 227 – 237

Sulis Janu Hartatia, I Ketut Budhayasab, Dwi Juniatic

VISUAL AND AUDITORY PROFILE STUDENTS IN UNDERSTANDINGTHE CONCEPT OF DIVISION: A CASE STUDY 239 – 260

KEYNOTES PAPERS

Mathematics Education Research Food For Thought With Flavours From Asia

Allan Leslie White
<al.white@uws.edu.au>
University of Western Sydney, Australia.

Abstract

This paper will dip into the wonderfully rich, internationally flavoured, mathematics education research smorgasbord. In more recent times the focus has concentrated upon the cook (the teacher) and the skills needed (pedagogical knowledge) to produce delightfully pleasing brain food to nourish the growth of students. However, if this focus ignores the other essential ingredients (context, students, parents, and policies) then the results do not meet expectations. These expectations are also many and varied and include academic standards and achievement, engagement and deep understanding, exciting and enjoyable teaching and learning, relevant and meaningful learning, and the development of thinking and reasoning skills. Mathematics education research is a source of many recipes for success, and where the various countries provide their own cultural flavours. This paper will attempt to provide a taste of a range of samples drawn from research in order to satisfy an assortment of expectations while providing food for further thought.

Global Movements In Food And Mathematics Education

Food is essential for humanity to survive and it is truly amazing to consider the enormous variety of food and ingredients that are used across the globe. The variety of food eaten usually reflects aspects of the climate and culture, and this also applies to the cooking styles and the combination of ingredients. As the world has become a global community through the advances in technology and communication, this has also lead to the different food styles and recipes spreading throughout the world. In my own suburb of Sydney Australia, which is near a large international university, I counted twenty-three restaurants offering food dishes from other countries. Currently my television stations offer many shows involving travel cooking by some Australian celebrity cook going into another country. For example '*Luke Nguyen's Greater Mekong*' or '*My Sri Lanka with Peter Kuruvita*', are only two of many shows that include game format cooking shows as well such as '*Master Chef, Junior Chef*' and so on. The reason for focussing on food and cooking is to make a comparison. When we compare the spread of food and cooking styles with the spread of mathematics education styles of teaching and learning, it raises some interesting similarities and differences.

If we consider the global food movement, while we often compare different dishes or recipes, we usually do not get too excited at trying to rank which is best nor do we decide to adopt a recipe from another country and throw away our own well-loved dishes. Instead, we get excited about the rich diversity that these new dishes offer, which according to our tastes, we incorporate certain ingredients or cooking styles into our own to improve or

provide greater variety to our own dishes. Imagine the shock at home if we decided to totally adopt the Japanese cooking style and diet and discard our own.

Why is it that the mathematics education movement seems to do the opposite of what I have described about the global food movement? Why do education authorities and government bodies expend so much energy in ranking countries using international comparison examinations such as TIMMS and PISA? Especially since research has shown these tests to be invalid when comparing countries. In Australia, the current government has introduced a National Assessment Plan in Literacy and Numeracy (NAPLAN) in response to a perceived drop in performance. The teaching community has complained that the testing narrows the curriculum and interferes with the learning cycles of school. The teachers want the many millions of dollars directed to programs that improve student outcomes, not just measure them. Surprisingly the Australian government seemed to be ignorant of the fact that the drop in performance had more to do with changes in the demographics of the sample chosen than changes in the general achievement performance of the children. So it seems that these tests can cause harm when they are not used in a measured and considered fashion.

However, these tests can be very useful, and teachers have adapted and used items in their teaching and the video material of classrooms in different countries has been extremely informative. Watching an Indonesian, German or a Malaysian teacher in the classroom is very interesting and informative and different aspects can be modified and adopted into Australian classrooms in the same manner as watching an Indonesian cooking show on television.

So it is how the international comparison test items and results are used that is the problem and ranking countries is both problematic and unfair.

International studies of mathematics achievement have profound influence on mathematics education worldwide in the past 15 years. Results of studies such as TIMSS and PISA have dominated the agenda of discussion in the mathematics education community as well as among policy makers. Much attention however has been paid on the ranking of countries in the league tables generated from such studies, often without due consideration of the nature of these studies, as well as the contextual factors that affect the performance of students from different countries (Leung, 2012, p. 34).

I find it very heartening to observe that the Southeast Asian Ministers of Education Organisation (SEAMEO) through their regional centres of excellence such as the Regional Centre for Education in Science and Mathematics (RECSAM) in Penang, Malaysia, and the Regional Centre for Quality Improvement of Teachers and Educational Personnel (QITEP) in Yogyakarta Indonesia are developing their own examinations and it is hoped they will learn from the mistakes of the other studies.

Consider one more illustration concerning the global movement of food compared to mathematics teaching and learning. A Japanese recipe for sushi would be adapted in Australian home kitchens using local rice, fish, sauces, and although it would be similar to

the Japanese dish, a Japanese person eating it would notice differences. Compare this with the spread of Japanese Lesson Study. Japanese Lesson Study spread throughout the world and particularly across the Asia Pacific region and it has had a global influence upon the teaching of mathematics. The spread of Japanese Lesson Study has received support through the growth of information communication technologies and the ease of international travel. For example, the World Association of Lesson Studies (WALS: <http://www.worldals.org/>) was formed and this promoted Lesson Study at many levels from systems to individual schools across a range of countries. Another project, one which was supported by the Asian Pacific Economic Cooperation (APEC: http://hrd.apecwiki.org/index.php/Lesson_Study#Lesson_Study_inMathematics), was designed to encourage the spread of Lesson Study across the region. There were admirable projects but the problem was in how this spread was adopted, with some countries adapting it to their educational, cultural and social contexts and others trying to make an exact copy.

Nowadays, most packaged food contains a list of ingredients and warnings about possible food allergies. Regarding Japanese Lesson Study, there were warnings from Japanese scholars against trying to copy exactly their model to other countries.

When thinking about the global issue of improving the quality of education, Lesson Study, which has a dialectical relationship with the theories and practices employed on the front lines of education, must be versatile enough to be applicable beyond the Japanese context" (Baba, 2007, p.6).

Yet in spite of these warning there were attempts to copy exactly the Japanese Lesson Study model into other systems, and some attempts even imported Japanese teachers but the results were unimpressive. It seemed that those countries that used a 'glocal approach were more successful (White & Lim, 2008).

The term 'glocalisation' was constructed to explain the process whereby the global and the local influences interpenetrate each other, creating a hybrid model. This hybrid contains sources of global trends adapted and blended with local conditions and options. In other words, global trends are contextualised by the specifics of the local settings. In terms of food, foreign recipes are modified to cater for local tastes and ingredients. In a global world there is increasing pressure to use and adapt successful mathematics teaching and learning practices from other countries. However, the dangers of adapting these practices require consideration of both the practicality of technical implementation and the extent to which the beliefs underlying the adapted practice resonate with local cultural values.

To summarise this section, a brief comparison between global food movement and the teaching and learning of school mathematics revealed that both were experiencing similar global influences through greater exposure and communication due to improvements in technology but differences were evident in the reactions to these influences. In the rest of the paper, the food metaphor will be used to further highlight some of the current issues facing the teaching and learning of mathematics.

While food and exercise are needed for a healthy body, the brain requires stimulation, challenge and exercise if it is to stay healthy. As a result of brain research, we no longer regard the brain as a fixed organ. Research has shown that the brain can reorganise itself. Neuroplasticity was the term given to the remarkable ways in which the brain adapts and transforms itself as a result of a change in stimuli. Brain researchers showed that:

Children are not always stuck with mental abilities they are born with; that the damaged brain can often reorganise itself so that when one part fails, another can often substitute; ... One of these scientists even showed that thinking, learning, and acting can turn our genes on and off, thus shaping our brain anatomy and our behaviour (Doidge, 2008, p. xv).

In the next section, the paper will consider if the correct brain food is being delivered by some common teaching strategies, or whether students' brains are being starved through lack of stimulation, challenge or exercise.

Are You Starving Your Students?

For many school students, mathematics is more like eating Brussels sprouts or broccoli; they know it is healthy and good for them but no one wants to eat it. Why is this true for mathematics when for cooking a good cook can easily modify the recipe and methods to overcome the taste of the unloved ingredients? Why can't many mathematics teachers do the same? Prominent researchers have criticised the brain food being dished up in some mathematics classrooms and pre-teacher education courses:

There is an urgent need to change school mathematics and mathematics teacher education in fundamental ways... Old patterns and methods are so deeply entrenched in many schools and teacher education institutions, and particularly in the minds of teachers, lecturers and students, that there is an urgent need to problematise existing practice and equip and empower practitioners to achieve change. (Clements, 2003, p. 638)

While many school mathematics teachers work very hard and are very dedicated, and many of their classroom strategies are nourishing for young minds, nevertheless Clements was deeply disturbed by what he regarded as serious examples of cognitive undernourishment. He made use of Brousseau's (1984) didactical contract construct (Clements, 2004) to illustrate the issue and a deeper treatment of this can be found elsewhere (White, 2011). What follows is just a brief summary.

Brousseau (1984) drew attention to how a teacher's intervention could reduce a student's role to answering a series of relatively simple questions, by 'emptying' the task of much of its cognitive challenge for the students. Cognitively challenging questions were removed from the menu and replaced by bite-size portions (I will call it baby food). The seduction of behaviourism that promotes mastery learning and 'breaking a long journey into small steps' was evident. When teachers adopt this style of cognitively emptying the task of challenge and break it into a number of smaller steps, in an attempt to help students tackle higher-level mathematics tasks, they deny their students the opportunity to formulate and apply strategies of their own (Clements, 2004). If this becomes the predominant classroom teaching strategy then the students are starved through being fed mathematics emptied of any goodness and cognitive challenge. They are served small portions that are easily chewed

and digested and totally leave out the mathematical solids that would challenge the brain. Examine the following dialogue.

Teacher: Add one half and two thirds

Student: Cannot

Teacher: Ok multiply 3 and 2

Student: 6

Teacher: Good write that down at the bottom of a fraction, now what is 1 by 3?

Student: 3

Teacher: Good write that on top of that fraction to make a half, and what is 2 by 2?

Student: 4

Teacher: Good write that on top of that fraction to make two thirds, now add 3 and 4

Student: 7

Teacher: So write 7 over 6, now write it as a mixed number

Student: One and one sixth

Teacher: Very good, understand?

Student: Yes.

Skemp (1976) using his distinction between instrumental and relational understanding, would classify the student's understanding here as instrumental. While the teacher's intentions are kind and helpful, good intentions are not enough. The teacher also makes an assumption that if the student answered each step, then the student had learnt what had just been taught, and the student could construct the whole from the parts thus the student should be able to add two fifths and one third following the same procedure. Of course not every student could and the retention by the students was very poor. The strategy of cognitive emptying has been shown by a large number of research studies to produce poor results and students' were often unable to apply this learning to other novel problems. Imagine serving baby food to teenage school students, they would probably spit it back at 'zmuck'.

Brain research provides an alternative and helps explain the poor results of this teaching strategy and why mathematics teachers are often frustrated when students are able to solve problems or use a procedure correctly one day but cannot remember how to do the same things on the next day because the brain treats it as new. The reasons are:

Students may diligently follow the teacher's instructions to memorize facts or perform a sequence of tasks repeatedly, and may even get the correct answers. But if they have not found meaning by the end of the learning episode, there is little likelihood of long-term storage (Sousa, 2008, p. 56).

So in the dialogue presented earlier, unless the students has formed some meaning from the teachers instructions, then the teachers instructions will not be remembered. For longer retention, the teacher needed to help the student with the concepts of fractions and addition of fractions rather than just with the procedures to get the answer. Conceptual change remains one of the most essential outcomes of learning. It is an intentional and constructive effort to bring about deep understanding. The fact that some teachers have to do so much revision and student cramming before the end of year examination points to the methods of teaching and the lack of help to students trying to make meaning. Instead the usual outcome of this cramming process is to blame the poor results on the intelligence of the students.

We will examine another poor example of teaching before looking at some good and successful ones, and examine their ingredients of success. There are many examples reported in research of strategies that reduce the cognitive challenge and high level thinking of the students by stifling discussion and over emphasising drill and practice.

It has been stated that drill and practice are the rice dishes of Asian mathematics classes. While it is common for many Asian meals to have rice as one dish, it would be highly unusual to have a meal of only plain rice and no other dishes of vegetables, fish, or meat. A single plain rice dish diet would quickly become boring and lead to poor health. Some mathematics teaching strategies are used like a diet of single rice and result in bored students who are sick of mathematics. For example, after viewing the TIMMS videotapes of Australian Year 8 mathematics classes, a widely respected mathematics educator, Alistair McIntosh was moved to make the following comment:

What overall picture [do the lessons] give of a typical Year 8 Australian lesson? The teacher talks a lot, the students mainly reply with very few words, most of the time the students work using only pencil and paper, on a repetitive set of low level problems, mostly presented via the board or textbooks or worksheets, discussion of solutions is mainly limited to giving the right answer or going through the one procedure taught. There is little or no opportunity for students to explain their thinking, to have a choice of solution methods or to realise that alternative solution methods are possible; and very few connections are drawn out between mathematical ideas, facts and procedures (McIntosh, 2003, p. 107)

Where is the intellectual challenge? Where is the brain food? Where is cognitive stimulation? How are students supposed to develop thinking skills and construct meaning in such an environment? This seems to be a classic case of cognitive starvation, and it would not be surprising if these students were disengaged with mathematics and gave up study of the subject at the first opportunity.

Luckily not all teaching strategies lead to cognitive starvation and some actually promote the development of thinking by increasing the level of cognitive challenge. There is a crucial distinction between a strategy that empties a mathematical problem of challenge and a strategy that gradually increases the level of challenge presented to the students by differentiating the curriculum and catering for individual needs.

A classical education of the nineteenth and early twentieth involved learning other languages which strengthened auditory memory, precise handwriting that helped strengthen motor capacities which added speed and fluency to reading, and an emphasis on correct speech and pronunciation. As a leading brain researcher states:

... for hundreds of years educators did seem to sense that children's brains had to be built up through exercises of increasing difficulty that strengthened brain functions (Doidge, 2008, p. 41).

Amazingly, cognitive exercises (brain food) have been designed by brain researchers and trialled that have improved memory, problem solving abilities, and language skills in mature aged subjects and children, reversing the aging process by twenty to thirty years in some

adults. These exercises have also been used with autistic children with amazing effects on their language skills and autistic behavioural traits.

For example, Fast For Word is a brain training program consisting of seven brain exercises. It has had remarkable success with language-impaired and learning-impaired children including autistic children. The program which is a series of plasticity based techniques

... have helped hundreds of thousands. *Fast For Word* is disguised as a children's game. What is amazing about it is how quickly the change occurs. In some cases people who have had a lifetime of cognitive difficulties get better after only thirty to sixty hours of treatment (Doidge, 2008, p. 47).

So in considering the question of cognitive starvation, it has emerged that the need for challenge, construction of meaning and rewards are important for nourishment of the brain. An easy reaction is to blame the cook or teacher and this is often the path taken by authorities and sometimes researchers but maybe authorities and researchers are also part of the problem. The next section will briefly consider this proposition.

Stop Blaming The Cook And Fix The Kitchen

If a restaurant has a cook that is producing poor meals then the cook is either fired or is mentored by an experienced chef and sometimes sent for further training. It may also involve changing the kitchen if it is part of the problem.

A good deal of the early research into mathematics pedagogy was based upon a variety of assumptions. A common one was that teachers developed characteristic patterns of behaviour depending upon their classroom situation. These patterns may have been conscious and deliberately chosen, or have arisen from experience and may have been largely unreflected and unconscious. Such teaching patterns were often designated as orientations, styles or modes of teaching.

Many researchers represented teaching styles upon a continuum with their theoretical opposites as end points. Some researchers used more than one continuum. The aim of this type of research was either to present an overall structure for current teaching practice according to the researcher's theoretical presentation, or to categorise teachers according to a particular theoretical orientation. The assumption was that all teachers could be located somewhere along the continuum.

For example, Brady (1985) investigated this area of research and concluded that all the models could be placed upon a series of continuums with the end-points being: (a) teacher centred intentions and behaviour; and (b) child centred intentions and behaviour. A major criticism of Brady's models was that the classification of teaching behaviour or intention by assigning them to a position upon the continuum did little to explain the totality of teacher classroom behaviour.

Another modern example of this type of research can be found in the following study which stated that:

To identify the extremes of teachers' beliefs and to facilitate categorisation of responses, an artificial continuum of teaching and learning was used. At one end of this continuum, mathematics is seen as a fixed body of facts to be delivered by teachers and internalised by students. Referred to as a *traditional* teaching approach, this perspective is associated with individual student work, rehearsal of routine questions, and reliance on textbooks or worksheets. This view may be accompanied by a belief that problem solving is an *end* and that problems should be presented to students after they have mastered basic facts and skills. At the other end of the continuum, termed a *contemporary* teaching approach, mathematics is seen as a dynamic subject to be explored and investigated. Classroom practices associated with this perspective usually involve group work and the use of non-routine questions that promote mathematical thinking, and the development of problem-solving skills. This teaching approach may be accompanied by a belief that problem solving is a *means* to learning mathematics (Anderson, Sullivan & White, 2004, p. 40).

In this example there is an unstated but automatic assumption that student centred pedagogy (or problem solving) is always best. Yet this is too simplistic and ignores the cases of student centred pedagogy existing in a classroom that is intellectually undemanding or empty of cognitive challenge. Using a food analogy, the equivalent is to categorise all humans on a continuum of 'hamburger eaters' and 'not hamburger eaters'. All people must fit along this continuum. Thus some people may gorge themselves on fast foods whereas others are the consumers of healthier alternatives. How useful is this continuum in reflecting what people really eat? How useful is it helping people to change?

Being labelled as 'teacher centred' comes with a significant amount of shame. It usually carries the stigma of being a teacher who does not care for their students. Just as the label 'burger eaters' may attract the stigma of 'unhealthy slobs'. This sort of labelling hardly contributes to an enlightening debate. It is time for research to stop calling teachers names and to help them to develop cognitively challenging classrooms. The classroom teacher who uses the cognitive emptying/elicitation/exposition strategy does so because he or she believes that this is the best way of assisting student learning. It is these beliefs that must be exposed and challenged before the classroom teacher is likely to change strategies.

This section has briefly considered how teaching strategies can starve the brain damaging learning outcomes and how they can be designed to exercise and develop the brain. The brain is a muscle and the more it is used the better it works. Teaching strategies that deliver brain food in the form of stimulation, exercise and challenge are needed in today's mathematics classrooms.

Is there only one best way of teaching or cooking or are there many ways? The next section will briefly consider this proposition.

A Collection Of Recipes Or Pedagogical Repertoires

In 1952 Cunday and Rollett stated that "Mathematics is often regarded as the bread and butter of science. If the butter is omitted, the result is indigestion, loss of appetite, or both" (cited in Ollerton, 2003, p. 57). Does the lack of one ingredient destroy the final dish? A good chef knows that the success of the final dish depends upon the way the individual

ingredients work as a whole. For the teacher it is the same realisation that everything is connected.

There is a need to dismiss the assumption that mathematics classroom teachers use only one pedagogical style within their classroom or for that matter in any one lesson. The context of the mathematics classrooms and the pedagogical strategies employed within the classrooms are more complex than a mere choice between two extremes. Major longitudinal research coming from Singapore has revealed that experienced and successful teachers continually vary their approach where they 'weave' a number of different pedagogical strategies into their classroom (Luke, 2005). This seems to resonate with the popular expression: variety is the spice of life.

Thus the Singaporean teachers present a healthy diet to the class by varying the ingredients according to the conditions. A mathematics teacher doesn't adopt one approach and stick to it, but rather adjusts the pedagogy to the multitude of variables that influence the classroom context in order to create conditions favourable to student learning including cognitive challenge and meaning construction.

Creating such conditions requires the teacher to recognize when it is useful to intervene, when to be strongly didactic, when to offer hints and advice and when to stand back and strategically decide not to 'interfere'. Seeking to offer students choice in their learning inevitably means finding problems that encourage students to make decisions about how to proceed and about what approaches and what resources they might use in order to work towards a solution (Ollerton, 2003, p. 98).

Thus the teachers must be assisted by researchers and authorities to develop a rich repertoire of teaching strategies and challenging tasks in order to deliver brain food in the form of stimulation, exercise, challenge and meaning. It is the function of symposiums such as this one to assist in the transformation of research into practice by working towards joyful and meaningful mathematics.

When food is prepared, the way it is eaten has important outcomes. A person can shovel the food down as quickly as possible or the person can concentrate upon the food and savour the tastes and sensations. While both actions may sustain the body, it is the second that will long be remembered and treasured. Does the same apply to mathematics education? This proposal will be briefly considered in the next section.

Engagement And Intensity

The fast food industry has long understood the value of engagement and uses many promotional strategies to attract people to their products such as product identification (some unique symbol or character), free give away prizes (usually toys to engage the pester power of children), many advertisements that are colourful, lively and target peoples desires for happiness, freedom and having a good time, and finally they use bright, clean, lively premises staffed with happy smiling young faces. So, because of these marketing strategies the attraction is strong, but engagement is something much deeper.

Engagement in mathematics is important in mathematics because it is argued that decreased engagement can have negative effects on students' lives (Sullivan, Mousley, & Zevenbergen, 2005). One of my colleagues (Attard, 2010, 2011a, b, 2012) conducted a longitudinal case study investigating the problem of lowered engagement with mathematics using the students' perspectives of the factors that influenced their engagement during the middle years of schooling within an Australian setting. The study spanned three school years. The study used a multi-dimensional view of engagement which occurs with the meeting of all three facets; cognitive, operative and affective, that leads to students valuing and enjoying school mathematics and seeing connections between school mathematics and their own lives beyond the classroom (Fair Go Team, NSW Department of Education & Training, 2006; Munns & Martin, 2005).

One finding that is worth repeating is in regard to having fun in mathematics classrooms. The data clearly revealed the aspects of lessons that made them fun were not always based on games but involved relevance to the students' lives, an element of challenge built into the tasks, and the ability for students to see the mathematics as useful within practical situations. As in the first section of this paper, students need cognitive challenge, to be able to construct meaning through the relevance and applicability of the mathematics. Lessons that promoted affective, operative and cognitive engagement with mathematics were regarded as fun. It is within this context that brain research can also add some interesting research findings.

Brain research has found that the speed at which we think is also plastic. It is possible to train the brain to fire brain neurons more quickly in response to stimuli. The essence of the training lay in paying close attention.

Merzenich discovered that paying close attention is essential to long-term plastic change. In numerous experiments he found that lasting changes occurred *only* when his monkeys paid close attention. When animals performed tasks automatically, without paying attention... the change did not last. We often praise "the ability to multitask." While you can learn when you divide your attention, divided attention doesn't lead to abiding change in your brain (Doidge, 2008, p. 68).

So it seems that the intensity of engagement is the key for stimulating the control centre to produce acetylcholine (helps concentration) and dopamine (pleasure).

That's why learning a new language in old age is so good for improving and maintaining the memory generally. Because it requires intense focus, studying a new language turns on the control system for plasticity and keeps it in good shape for laying down sharp memories of all kinds (Doidge, 2008, p. 87).

So the classical education of the 1850s to the 1900s involving the learning of other languages and the demands upon students to pay close attention to their hand writing, speech and pronunciation all played a part in developing the capacities of the brain.

Now during a 40 minute lesson, brain research has found that there are optimal times when students are more open to paying close attention. We tend to remember best what comes first and second best what comes last and this is known as the primacy-recency effect. In other words there are windows of time for teachers when there is a learning opportunity

that is best for new material because the students are more predisposed to pay close attention. In the figure below, these windows for learning and retaining new material are shown.

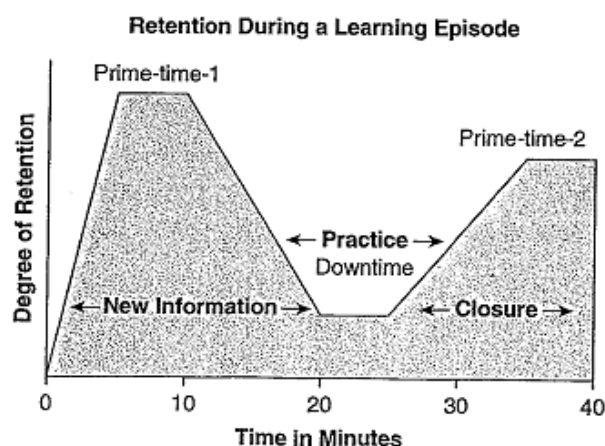


Figure 1. New information can be presented in prime time 1, closure in prime time 2 and practice is appropriate in the downtime. (Sousa, 2008, p. 61).

Just as there seems to be times when people are hungrier for food than at other times, so it seems that there are times when it is best to challenge students with new material and other times when they would be best doing drill and practice.

Now on the surface the importance of intensity may sound like it is supporting the practice of cramming for an examination. Yet students will tell you that cramming for an examination usually results in what has been memorised is lost within a week or two afterwards. This seems a contradiction.

Firstly, the intensity principle is referring to the learning of new material, which I suspect for some crammers may also be true. Secondly, for retention the new material would need a period of practice. There is a distinction made in the literature between massed practice and distributed practice (Sousa, 2008). Cramming is an example of massed practice where material is crammed into the working memory, but will be quickly dropped or forgotten without sustained practice. The material has no further meaning or need for long-term retention. Distributed practice on the other hand is sustained practice over time resulting in long-term storage.

Now all education systems formulate ways of giving feedback to the students in order to communicate both the desired system outcomes and the student's progress towards meeting these outcomes. In the next section, this will be briefly explored.

Student Feedback

When dealing with food, a cook is quickly informed about the customer's satisfaction with the meal. Walking out without paying the bill sends a strong message. Good cooks adjust

their cooking to suit the tastes of their customers. Parents quickly become attuned to the various likes and dislikes of their children. Usually the feedback is directed at the food and not at the cook, but positive feedback encourages the cook to do better.

Early behaviourism studies used stimulus response experiments and relied on rewards and punishments to change behaviour. This was also adopted into teaching strategies and involved using differing feedback strategies to promote behaviour modification, usually with an emphasis on punishments such as hitting with a cane or keeping students in after school. While behaviourism was unable to satisfactorily explain why this seemed to be mostly effective, brain research is able to deepen our understanding of the processes involved.

The, Fast For Word brain training program mentioned earlier consists of seven brain exercises that were developed from the latest brain research. It has had remarkable success with language-impaired and learning-impaired children including autistic children. A reward is a crucial feature of the program because each time the child receives a reward the brain secretes neurotransmitters such as dopamine and acetylcholine which helps consolidate the brain changes the child has made. Dopamine reinforces the reward while acetylcholine helps concentration and sharpens the memory.

The program which is a series of plasticity based techniques has

... helped hundreds of thousands. *Fast ForWord* is disguised as a children's game. What is amazing about it is how quickly the change occurs. In some cases people who have had a lifetime of cognitive difficulties get better after only thirty to sixty hours of treatment (Doidge, 2008, p. 47).

Research into technology and the use of digital games has focussed on extending the thinking of students, particularly in literacy and numeracy and upon using levels and rewards as a means of providing feedback to the student. For example, Lowrie (2005) worked with eight-year old students using the Pokemon environment and found that the children worked well beyond the experiences being provided in the standard school curriculum in terms of spatial representation and visualisation. This work highlighted the possibilities of the digital games environment for enhancing mathematical learning and understandings that were beyond the realms of standard pencil-and-paper representations.

This is the last section of my smorgasbord of the wonderfully rich, internationally flavoured, mathematics education research. It is time to bring all the sections together.

Conclusion

The sign of a good meal is that the consumer is left with the desire to have more, to repeat the experience at another time. I hope this paper has had the same effect.

Brain research is still in its infancy regarding applications to teaching and learning but what has already arisen has added to our understanding. We now have a better understanding of the effect of education upon students and the realisation that the brain requires

nourishment, because the saying, use it or lose it applies to every student in every mathematics classroom.

... post-mortem examinations have shown that education increases the number of branches among neurons. An increased number of branches drives the neurons farther apart, leading us to an increase in the volume and thickness of the brain. The idea that the brain is like a muscle that grows with exercise is not just a metaphor (Doidge, 2008, p. 43).

Cognitively well-nourished mathematics students are the result of a rich and varied diet of challenging, meaningful and rewarding classroom experiences. Recipes that are unhealthy should be removed. Using too much salt is just as unhealthy as using cognitive emptying recipes in the classroom. Teachers must resist becoming mere packet warmers by some educational administrators and systems and seek to adapt international programs rather than just copy.

So I conclude upon a hopeful note. This symposium fills me with hope. It is evident in the desire and passion of the mathematics teacher chefs who give freely of their time to attend. And it is through this collective power via the Regional Centre for Quality Improvement of Teachers and Educational Personnel (QITEP) in Yogyakarta that I feel the mathematics education profession will demand more than just 'microwave warming' solutions that are on offer from other countries. It is my hope that this symposium will assist all participants in transforming research into practice by integrating the best of global mathematics education practices with their own successful teaching and learning practices to produce joyful and meaningful mathematics.

Post Script

An assumption of this paper is that mathematics provokes hunger, passion and desire in teachers and students. Hopefully the staffrooms of mathematics teachers are kitchens of delight staffed by passionate experts that inspire the students. What follows is a very unique but interesting and delightful understanding of the number system.

The famous Danish writer, Peter Høeg is one student who was inspired by his mathematics teachers. In one of his now famous novels he has the lead female character named Smilla trying to explain her 'sense of snow' using mathematics to a man living below her apartment. It fits loosely with the theme of this paper as the man is doing the cooking (making it a fantasy tale for some female readers?). The extracts from the novel are shown in italics (Høeg, 1992, pp. 121-122) and I have added some remarks that appear in normal script.

To set the scene, the male (who is a government operative) lives in a ground floor apartment and has been watching this attractive girl from Greenland (who has been making some uncomfortable enquiries involving the government) pass by his door each day. Finally, he has invited her in for dinner, and while he cooks, they chat and she tells him of her love

of ice, snow and mathematics. Her description may challenge your own view of the number system, at the very least I hope it will cause you to look at numbers in a different way.

It begins with the Smilla, saying:

Do you know what the foundation of mathematics is?' ... 'The foundation of mathematics is numbers. If anyone asked me what makes me truly happy, I would say: numbers. Snow and ice and numbers. And do you know why?

How to answer such a question? How could he respond without making a fool of himself? So,

he splits the claws with a nutcracker and pulls out the meat with curved tweezers.

Undaunted by his silence she continues,

Because the number system is like human life. First you have the natural numbers. The ones that are whole and positive. The numbers of a small child. But human consciousness expands. The child discovers a sense of longing, and do you know what the mathematical expression is for longing?

Obviously he is a strong silent type because

he adds sour cream and several drops of orange juice to the soup. She continues, The negative numbers. The formalization of the feeling that you are missing something. And human consciousness expands and grows even more, and the child discovers the in between spaces.

Between stones, between pieces of moss on the stones, between people. And between numbers. And do you know what that leads to? It leads to fractions. Whole numbers plus fractions produce rational numbers. And human consciousness doesn't stop there. It wants to go beyond reason. It adds an operation as absurd as the extraction of roots. And produces irrational numbers.

Having decided that silence is his best strategy,

he warms French bread in the oven and fills the pepper mill. She continues It's a form of madness. Because the irrational numbers are infinite. They can't be written down. They force human consciousness out beyond the limits. And by adding irrational numbers to rational numbers, you get real numbers.

She notices that he seems to be listening (although still saying nothing), so she continues,

It doesn't stop. It never stops. Because now, on the spot, we expand the real numbers with imaginary square roots of negative numbers. These are the numbers we can't picture, numbers that normal human consciousness cannot comprehend. And when we add the imaginary numbers to the real numbers, we have the complex number system. The first number system in which it's possible to explain satisfactorily the crystal formation of ice. It's like a vast, open landscape. The horizons. That is Greenland, and that's what I can't be without!

There is a long silent pause and now what does a typical male do in such a situation? He is confronted with a beautiful woman bearing her soul, exposing her innermost feelings to him. He cannot remain silent and do nothing so what is he to do?

'Smilla,' he says, 'can I kiss you?'

Disappointed at this ending my students suggested an alternative suggestion

'Ok, Smilla, your number is up!'

References

- Anderson, J., Sullivan, P., & White, P. (2004). The influence of perceived constraints on teachers' problem-solving beliefs and practices. In I. Putt, R. Faragher, & M. McLean (Eds.), *Mathematics education for the third millennium: Towards 2010* (Proceedings of the 27th annual conference of the Mathematics Education Research Group of Australasia, pp. 39-46). Townsville QLD: MERGA
- Attard, C. (2010). *Students' experiences of mathematics during the transition from primary to secondary school*. Paper presented at the 33rd annual conference of the Mathematics Education Research Group of Australasia, Fremantle, Perth.
- Attard, C. (2011a). Engagement with mathematics: The influence of teachers. *Southeast Asian Mathematics Education Journal*, 1(1), 31-39.
- Attard, C. (2011b). "My favourite subject is maths. For some reason no-one really agrees with me": Student perspectives of mathematics teaching and learning in the upper primary classroom. *Mathematics Education Research Journal*, 23(3), 363-377.
- Attard, C. (2012). The influence of pedagogy on student engagement with mathematics during the middle years of schooling. In A. L. White & U. H. Cheah (Eds.), *Transforming School Mathematics Education in the 21st Century* (pp. 140-157). Penang: SEAMEO RECSAM
- Baba, T. (2007). How is lesson study implemented? In M. Isoda, M. Stephens, Y. Ohara & T. Miyakawa (Eds.) (2007). *Japanese lesson study in mathematics: Its impact, diversity and potential for educational improvement* (pp. 2-7). Singapore: World Scientific Pub., Co.
- Brady, L. (1985). *Models and methods of teaching*. Parramatta, Sydney: Prentice Hall.
- Brousseau, G. (1984). The crucial role of the didactical contract in the analysis and construction of situations in teaching and learning mathematics. In H. G. Steiner (Ed.), *Theory of mathematics education* (pp. 110-119). Bielefeld, Germany: Universität Bielefeld.
- Clements, M. A. (2003). Professional practice in mathematics education: Introduction. In A. J. Bishop, M. A. Clements, C. Keitel, J. Kilpatrick, & F. Leung (Eds.), *Second international handbook of mathematics education* (pp. 637-641). Dordrecht, The Netherlands: Kluwer Academic Publishers.
- Clements, M. A. (2004). *Pre-service Teacher Education: Its time for a rethink*. Keynote address delivered at the EduCATE 2004 Conference organized by the Faculty of Cognitive Sciences and Human Development (UNIMAS) in collaboration with the Bahagian Pendidikan Guru (Kementerian Pelajaran Malaysia). Kuching Sarawak Malaysia.
- Doidge, N. (2008). *The brain that changes itself: Stories of personal triumph from the frontiers of brain science (Revised Edition)*. Melbourne: Scribe Publications Pty Ltd.
- Fair Go Team NSW Department of Education and Training. (2006). *School is for me: pathways to student engagement*. Sydney: NSW Department of Education and Training, Sydney, Australia.
- Høeg, P. (1992). *Smilla's Sense of Snow*. New York: Dell Publishing.
- Leung, F. K. S. (2012). What can and should we learn from international studies of mathematics achievement? In J. Dindyal, L. P. Cheng & S. F. Ng (Eds.), *Mathematics education: Expanding horizons*, (Proceedings of the 35th annual conference of the Mathematics Education Research Group of Australasia, eBook,, pp. 34-60). Singapore: MERGA Inc.

- Lowrie, T. (2005). Problem solving in technology rich contexts: Mathematics sense making in out-of-school environments. *Journal of Mathematical Behavior*, 24, 275–286.
- Luke, A. (2005). *Making new Asian pedagogies: Classroom interaction in Singapore classrooms*. Keynote address for Redesigning Pedagogy: Research, Policy, Practice (The first international conference on educational research). Singapore: National Institute of Education.
- McIntosh, A. (2003). A typical Australian Year 8 mathematics lesson. In H. Hollingsworth, J. Lokan & B. McCrae (2003). *Teaching mathematics in Australia: Results from the TIMSS Video Study* (pp. 106-108). Camberwell, Australia: Australian Council for Educational Research.
- Ministry of Education (MOE)(2007). *Ministry of Education Mathematics Syllabus – Primary*, Singapore: Curriculum Planning and Developmental Division.
- Munns, G., & Martin, A. J. (2005). *It's all about MeE: A motivation and engagement framework*. Paper presented at the Australian Association for Academic Research Focus Conference, Cairns. Retrieved 28 September 2012 from <http://www.aare.edu.au/05pap/mun05400.pdf>
- Ollerton, M. (2003). *Getting the buggers to add up*. London: Continuum.
- Skemp, R.R. (1976). Relational understanding and instrumental understanding. *Mathematics Teaching*, 77, 20-26.
- Sousa, D. A. (2008). *How the brain learns mathematics*. Thousand Oaks, CA: Corwin Press.
- Sullivan, P., Mousley, J., & Zevenbergen, R. (2005). Increasing access to mathematical thinking. *The Australian Mathematical Society Gazette*, 32(2), 105-109.
- White, A. L. (2011). School mathematics teachers are super heroes. *South East Asia Mathematics Education Journal*, 1(1), 3-17.
- White, A. L., & Lim, C. S. (2008). Lesson study in Asia Pacific classrooms: Local responses to a global movement. *ZDM The International Journal of Mathematics Education*, 40 (6), 915-925.

ENJOYING MAXIMISING OPPORTUNITIES FOR LEARNING MATHEMATICS

Dr. Robin Averill
robin.averill@vuw.ac.nz
School of Education Policy and Implementation
Victoria University of Wellington
New Zealand

Keywords:

culturally responsive mathematics teaching, learning-focussed relationships, mathematics learning activities

Abstract

In this keynote we will examine and participate in mathematics teaching and learning practices that contribute to strong learning focussed relationships and enjoyment of mathematics learning. Pedagogies, learning experiences, and caring teacher behaviours that include and extend beyond traditional mathematics teaching practices will be presented as examples of how academic relationships can be fostered towards all students making strong mathematics learning gains. The use of contexts that students find realistic, meaningful, and engaging will be discussed. A culturally responsive mathematics education model that encompasses cognitive, social, physical, and spiritual dimensions will be used to consider themes from the keynote session. Examples of research-practice links will be discussed.

Kei hopu tōu ringa ki te aka tāepa, engari kia mau ki te aka matua.
Cling to the main vine, not the loose one.

Introduction

Teaching mathematics in ways that enthuse learners, give them confidence in their mathematical ability, and assist them in seeing real world applications of their learning are all important for effective learning. Teaching in ways that cater for, and respond to, students' ways of being and knowing is important for engagement, maximising pleasure in learning, and for transfer of learning to students' own real world contexts. In this presentation we will consider how teachers can maximise students' engagement in, and passion for, mathematics learning. Reflecting on the proverb above, we will be exploring the 'main vines' of mathematics teaching and learning. To do this we will consider a range of ways to respond to students' cultures, including using pedagogies, protocols, models, and realistic and meaningful contexts to promote mathematics learning. Partnerships between teachers, teacher educators, and researchers are known to inform and promote developments in our field. I will draw from a range of research and writing projects undertaken in New Zealand that collectively involved researchers, teachers, student teachers, and school students.

Making opportunities for strong mathematical classroom investigations and discussions is important for enjoying mathematics teaching and learning. In exploring the themes of this talk we will consider how to create environments that are conducive to students taking an active part in mathematical investigations and discussions. We will explore a range of

factors and mathematics learning activities that help create such environments and open up productive mathematical discussions.

Culture and Mathematics

There are many ways of thinking about 'culture'. Culture refers to everything that helps define who we are – the ways we do things, how we act, how we behave, how we interpret events and interactions and how we respond to these, how we celebrate, and how we ask and answer questions (Banks, 2006; Gay 2010). What does responding to culture mean in mathematics teaching and learning? We are all part of many cultural groups – our professional group (teachers, researchers, teacher educators), our community groups (linked to our religions, hobbies, sports, pastimes), groups determined by where we live, and those of our heritage cultures, often linked to our ethnicity. Our students similarly are part of many cultural groups – school culture, social networks, heritage cultures, religions, sports – that impact on their ways of being and thinking as well as on what they bring with them to their learning. In this talk, I use the word 'culture' broadly to refer to everything that makes students who they are. Which aspects of culture should we attend to in our teaching? Which can we attend to? And, how can we attend to these in ways that acknowledge, empower, enhance comfort, and most importantly, maximise students' mathematics learning? Are the same or different strategies suitable for attending to culture within initial teacher education and professional development?

The international literature offers many ideas to help answer these questions. There are various factors to consider: managing effective teacher-student relationships (Bishop, Berryman, Tiakiwai and Richardson, 2003; Ladson-Billings, 1994); listening to students' perspectives about their learning (Macfarlane, 2004); and linking learning to students' experiences and interests (Gay, 2010; Kanu, 2011; Presmeg, 2007). Teacher education needs to help aspiring teachers learn to teach in culturally responsive ways and realise what knowledge they need to acquire to do so (Nieto and Bode, 2008; Villegas and Lucas, 2002). New Zealand education policy requires that teachers attend to students' cultural heritages in their teaching. There is a particularly strong focus on ensuring schools and classrooms enable Māori students to experience and enjoy academic success as Māori (e.g., Ministry of Education, 2007, 2008, 2011). In our team's research and practice we have sought to find ways to satisfy these policies and their predecessors.

There is a range of factors that contribute to creating classroom environments that attend to students' cultures in mathematics teaching and learning. We will touch on four inter-related areas: using realistic contexts; using pedagogies, protocols, and languages consistent with students' heritage cultures; attending holistically to students' needs; and ensuring effective teacher-student relationships are in place. Mathematics classroom examples will be used to illustrate each. I will use examples from Aotearoa New Zealand. Please consider these in relation to ideologies and practices suitable for the teachers, learners, and researchers you work with.

Realistic and meaningful contexts

We can reflect cultures in our teaching through using realistic and meaningful contexts for our learning tasks (e.g., Harvey and Averill, 2012). In New Zealand the term ‘ako’ means teaching and learning – the one word indicates the reciprocal nature of teaching-learning situations. Every time we teach, we learn – we use informal diagnostic assessment to work out suitable next learning steps, we find out about students’ misconceptions and which concepts they find simplest and which more complicated. When we teach using realistic contexts we can also learn a lot about our students as people. Given the right classroom environment, the contexts can open up opportunities for students (and teachers) to share their knowledge, show their passions and expertise, and bring their own personality and humour to their learning.

Cultural knowledge, sensitivity, care, and respect are very important in using contextual problems as every culture has different dos and don’ts, things that make others feel comfortable or uncomfortable. It is very hard for people to learn well when they feel offended or uncomfortable. For example, internationally, food is often used to help students develop fraction concepts. However, in some New Zealand communities it can be offensive to use food as a classroom material, so it is safest for New Zealand teachers to use alternatives to food. When there are many cultural groups in a classroom it can be a big challenge for teachers to know enough about all of their students to always teach sensitively.

Connectionist learning theories (Askew, 2010) hold that students learn new ideas by being able to connect them with things they already know. Realistic mathematics education (Gravemeijer, 1994) also emphasises the importance of using realist contexts to help learning and to assist students to see the relevance and usefulness of the learning in their everyday lives (e.g., Sembiring, Hadi and Dolk, 2008). Teachers need to know their students well to use contexts safely, particularly contexts linked to heritage cultures (Gay, 2010). However, teaching using contexts can be powerful for learning about our students while promoting mathematical thinking and learning. For example, setting up graphs that use contexts students know about can help them identify personally with the concepts and share their own experiences (e.g., Figure 1). Students can be asked to identify people they know that could be represented by the points marked on the graphs, and to explain why the points represent those people well. Their answers will provide good diagnostic information about their understanding of how graphs work as well as some insights into their own experiences. A next step can be to provide axes with no labels and ask students to choose a context for the graph and labels, to include two or three points, and describe who or what the points could represent. The graphs can be made outdoors using chalk or tape on the playground with students standing inside the graph at the places that best represent them. Students can share information they know about and bring their own ideas and humour to the activity. These things help them engage with the class, the teacher, and with mathematical ideas.

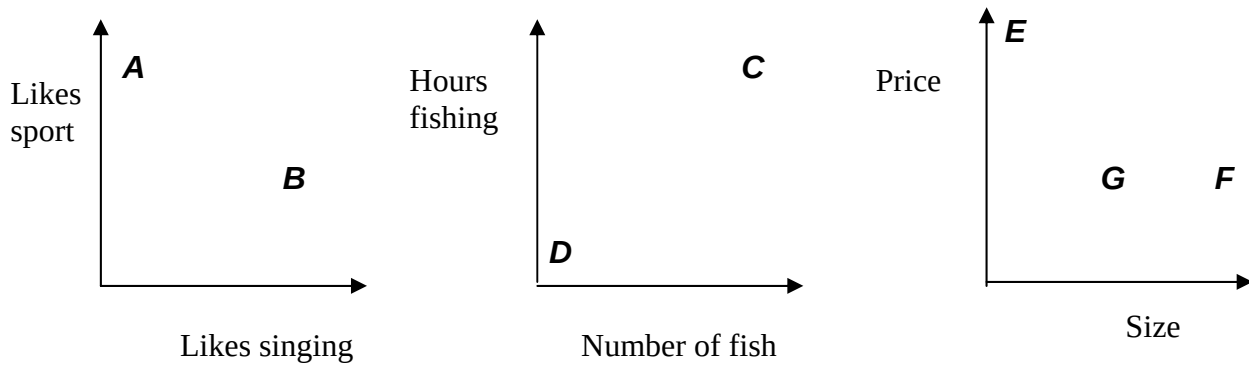


Figure 1: Realistic contexts for developing understanding of graphing

There are many ways of linking the contexts of mathematics learning activities to students' prior experiences and knowledge, while opening up opportunities for acknowledging students' cultural heritages. Some examples of realistic contexts that can open up mathematical and contextual discussions include:

- identifying geometrical features, shapes, properties, and transformations that can be found in flags of different countries (Figure 2) or simple jewellery (Figure 3); and
- collecting statistical information from students and comparing theirs with those of other groups, such as other classes in the school or, if the data are available, students nationally (e.g., Censusatschool, <http://www.censusatschool.org.nz/>).

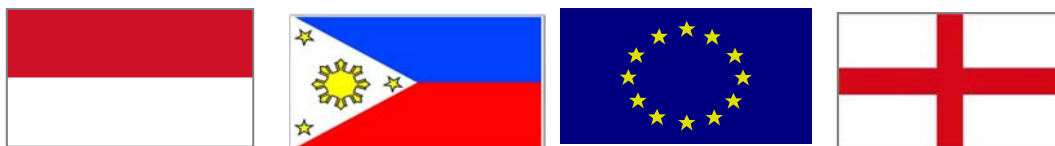


Figure 2: Flags as a context for discussing geometrical features, properties and transformations



Figure 3: Samoan jewellery as a context for geometrical transformations (photographs from Averill, Phillips and French, 2003).

Pedagogies, protocols, and languages consistent with students' heritage cultures

We can reflect cultures in our teaching through using pedagogies and languages consistent with those traditionally and currently used in the cultural groups of our students (Averill et al., 2009). Cultures use a range of pedagogies such as teaching using proverbs, stories,

legends, songs, games, modelling, and working together/participation (e.g., Hemara, 2000). There are many ways of incorporating pedagogies and languages consistent with our students' cultures into our mathematics teaching.

This keynote opened with a whakatauki – a proverb – a pedagogy consistent with many cultures for setting the scene and explaining the purpose of what follows. There are many legends that we can use to introduce mathematical concepts (such as time, distance, mass, estimation, counting, patterns...), and excellent story and picture books that can provide ways to link students' learning to their reading (e.g., Perger, 2010). Songs are also a very useful tool for aiding memory and for having students share an experience that is fun, and that encourages them to breathe, think, and participate. In our teacher education lectures, we often use songs or chants to help students remember terms and rules and to set up and explore number patterns (Figures 4 and 5). We also try to know about and use protocols that enable all students to feel comfortable to participate in learning. This could be by starting the lecture with a prayer and making time to ensure we all have introduced ourselves fully and appropriately when we first meet.



Figure 4: Number Pattern Action Chant

Whanui, whanui	Luas, luas	Wide, wide
Whaiti, whaiti	Sempit, sempit	Narrow, narrow
Teitei, poto, iti	Tinggi, pendek, kecil	High, short, small
Teitei, poto, iti	Tinggi, pendek, kecil	High, short, small
Tawhito, tawhito	Kuno, kuno	Ancient, ancient

Figure 5: Action Song of Measurement Terms

Using games to develop mathematical understanding is another way of using pedagogy consistent with that used in many cultural groups. Many games have mathematical elements (e.g., Mancala) and many depend on decisions about relative likelihood (e.g., Beetle). Games are fun and engaging and can enable children to be themselves. Probability lends itself to investigating using games. Dice games are possibilities as are other games familiar to many children, such as 'Rock, Scissors, Paper'. Children can be asked to predict outcomes, relative likelihoods, then can play the game and systematically record their results to compare the results of their game with their predictions. Theoretical probabilities can be used to analyse the games and to compare with their experimental results.

Many cultural groups use ways of modelling, working together, and mentoring – experts and more experienced people guiding those with less experience. In Aotearoa New Zealand,

tuakana-teina is a pedagogy that is sometimes described as an older sibling mentoring their younger brother or sister. Many New Zealand teachers use some form of student-student mentoring that parallels the tuakana-teina concept.

We have now briefly considered mathematics teaching that uses realistic contexts and pedagogies, protocols, and language consistent with students' heritage cultures. Next we move to investigating culturally responsive classroom practice using a culturally-based holistic model of health and wellbeing. To examine the model, we will return to some of the activity examples we have discussed so far.

Attending to our students' needs, the Whare Tapa Wha: A model for health and wellbeing

In my thesis study, I wanted to find out how teachers make strong teacher-student academic relationships. I observed 100 lessons in three multicultural city schools to record and analyse how teachers made and kept effective relationships (Averill, 2012). I analysed the data using Durie's (1998) model of health and wellbeing. The model uses a four-sided house as a metaphor; the four sides are *te taha hinengaro* (related to thinking), *te taha whānau* (the social side), *te taha wairua* (the spiritual side), and *te taha tinana* (relating to our physical selves). My study looked at how teachers created strong teacher-student relationships in their mathematics teaching in relation to each of these four aspects of health and wellbeing. We will look at each in turn.

Teacher practices that developed cognitive aspects of health and wellbeing (*te taha hinengaro*) included teachers reinforcing firm boundaries, setting high (and attainable) expectations and making sure students were aware of these, sharing the learning purpose, and maintaining a strong focus on learning. Teachers kept students engaged by challenging their thinking, involving them in decision making, varying the lesson activities, and having a sense of urgency for completing activities. Practices such as co-constructing learning, differentiated learning, taking prior learning into account, and feeding back and feeding forward were also important for responding to students' cognitive needs.

Teachers developed social aspects of students' health and wellbeing (*te taha whānau*) through nurturing students' sense of classroom community, for example by encouraging students to be responsible for everyone's learning, themselves, and others. Teachers used inclusive language (e.g., we'll look at..., let's try...), showed they felt students' learning was important, and incorporated activities that encouraged class community (e.g., through students working together and teachers taking part in learning tasks themselves). Teachers used activities that encouraged students' sharing of their own knowledge and personalities.

Students' emotional and spiritual health and wellbeing (*te taha wairua*) was promoted by teachers showing respect for students, providing timely assistance, and encouraging student ownership of their learning. Teachers interacted one-to-one many times with many students every lesson, set work of appropriate challenge, and provided repeated

opportunities for students to feel academic success and satisfaction. Teachers attended to students' emotional and psychological needs, for example by discussing their work in quiet one-to-one discussions and using specific praise and encouragement. They were consistent, explained their decision making, sought and used students' responses to promote learning, and showed they liked their students and enjoyed working with them.

Academic teacher-student relationships were strengthened by teachers attending to students' physical wellbeing (te taha tinana) through ensuring the classroom was well lit, had fresh air and sufficient heat, and showing concern for their students' health. They made opportunities for students to move around inside and outside of the room to carry out learning activities, for example through students writing questions and responses on the board, working outside, with others, and with equipment. Linking mathematics learning to other curriculum areas such as physical education, drama and dance, and science can be one way of incorporating movement in mathematics lessons. For example, links with science learning are possible when measuring the horsepower needed for people moving up steps at different speeds. Horsepower can be calculated using:

$$\text{HP} = \frac{\text{mass (kg)} \times (\text{height moved}) \text{ (in m)}}{\text{time (seconds)}}$$

Some teachers used classroom protocols and routines that students expected and were comfortable with, such as greeting and farewelling each student, starting each lesson with a problem, game or prayer, and having consistent ways of giving feedback on work and homework. Each of these protocols contributed to several of the dimensions of wellbeing. The study indicated that all of the teacher practices mentioned above helped develop teacher-student relationships and helped students enjoy their learning, teachers enjoy their work, and for all to enjoy one another's company, all very important ways to maximise students' learning.

Now we will return to the mathematics learning activities discussed above to see how using them can impact on the four dimensions of students' health and wellbeing. Many of the activities involve mathematical purpose, some social aspects, some physical movement, and various ways for students to share of themselves in their learning (Table 1).

Table 1: Examples of links between mathematics learning activities and the whare tapa wha

	Taha hinengaro	Taha whānau	Taha wairua	Taha tinana
Number chant	Skip counting, Number patterns, algebra	All chanting together	Performance, having fun, having success	Physical movement
Graphs with contexts	Graphing, axes, plotting points, explaining features of graphs	Learning about one another	Acknowledging individuals' knowledge and experiences	Making graphs outside
Flags and jewellery	Noticing and discussing geometrical features and	Learning about one another's heritage groups and nations	Acknowledging individuals' knowledge and experiences	Making own flags and jewellery to given mathematical

	transformations			conditions
Measurement action song	Measurement terminology	All chanting together	Performance, having fun, having success, acknowledging languages	Physical movement
Horsepower activity	Measurement, algebra, statistics	Group work, teacher taking part	Finding something out about themselves	Physical movement
Probability game	Experimental probability, predictions, modifying game to make it more fair	Group work, teacher taking part	Having fun, being successful, using a pedagogy consistent with heritage cultures	Physical movement involved with playing a hand game

Table 1 shows examples of links between the activities we have investigated in this keynote and the four dimensions of the whare tapa whā. How the teacher uses the activity with their own class will affect which dimensions are present and how strongly they are reflected. The activities we have used are all potentially very productive for students' mathematics learning. They are also fun. Students enjoying their work are more likely to be relaxed, comfortable, engaged, and achieving. Enjoying their work contributes to students' mathematical identity, their confidence in their mathematical ability, and their motivation to learn more mathematics. How teachers use the activities is very important in maximising how they can contribute to mathematics lessons that attend to the four dimensions of students' health and wellbeing.

Strong academic teacher-student relationships

Strong teacher-student relationships are very important for effective teaching and learning (Averill, 2012; Gay, 2010). They are particularly important when teaching using contexts and cultural elements that are important to students. They help students feel comfortable to be themselves, ask questions, and offer their ideas. They help increase the chance that teachers will know students well enough to use suitable contexts with care and respect. Above all, respect for others, care for learning, and care for individuals are essential for developing strong teacher-student relationships. Using learning activities that include realistic and meaningful contexts, incorporate a range of pedagogies, and attend to students' academic, social, emotional, and physical needs are most likely to create strong relationships and effective learning.

Conclusion

Mathematics, teaching mathematics, and learning mathematics are all human endeavours. People enjoy having fun, being curious, being able to explore, investigate, discuss, problem solve, and, with suitable support, to work things out for themselves. We like to know the purpose of our activities and to share decisions about, and responsibility for, our learning. Traditional skills and practice type mathematics teaching and resources may not sufficiently capitalise on these human characteristics. Re-examining mathematics teaching and learning in relation to ensuring pleasure, awareness of the uses of mathematics, and confidence-

building, whilst maintaining a keen focus on effective learning and achievement, is timely. Doing so in ways that maximise our own pleasure in our teaching is important for our own learning, developing our field, and developing strong learning-focussed teacher-student relationships. All of these are valuable ingredients towards maximising students' mathematics achievement. Further research is needed to investigate the human elements of teaching and learning mathematics in relation to specific learning contexts, and how these can be emphasised towards maximising students' engagement with mathematics and their achievement.

Implications of this work for teachers include teacher behaviours that promote effective relationships and that go beyond traditional teaching practices. Teachers can develop strong academic relationships by attending to the specific and holistic learning needs of their students through:

- incorporating pedagogies, protocols, and languages of the heritage ethnicities of their students
- using realistic and meaningful contexts of mathematical learning activities
- using learning tasks that involve movement and fun
- expecting and promoting strong academic progress
- prioritising one-to-one teacher-student interactions
- showing respect for students and their learning
- incorporating collaborative learning tasks
- making opportunities for sharing personal identities, and
- ensuring the learning environment is physically and emotionally comfortable.

Learning mathematics is a human activity and attending to all of these needs enables mathematics teaching and learning to be effective and enjoyed by all. In these ways we can test the local vines of mathematics teaching and learning, cling to those that are strongest and strengthen those that are loose – to make all of our students learn mathematics joyfully and well.

Acknowledgements

My sincere gratitude to SEAMEO QITEP for the opportunity to present this work, I am very grateful. My very warm appreciation also goes to the many researchers, advisors, teachers, student teachers, and students who have contributed to the research and teaching projects that have helped inform this talk.

References

- Askew, M. (2010). It ain't (just) what you do: Effective teaching of numeracy. In I. Thompson (Ed.) *Issues in teaching numeracy in primary schools* (2nd ed.), New York: Open University Press, 31-44.
- Averill, R. (2012). Caring teaching practices in multiethnic mathematics classrooms: Attending to health and well-being. *Mathematics Education Research Journal*, 24(2), 105-128.
- Averill, R., Anderson, D., Easton, H., Te Maro, P., Smith, D. and Hynds, A. (2009). Culturally responsive teaching: Three models from linked studies. *Journal for Research in Mathematics Education*, 40(2), 157-186.
- Averill, R., Phillips, K. and French, S. (2003). *Mathematics – Pacific experiences: Activities drawn from contexts in the Pacific*. Wellington: Wellington College of Education.
- Banks, J. A. (2006). *Cultural diversity and education: Foundations, curriculum, and teaching* (5th ed.). Boston: Pearson Education.
- Bishop, R., Berryman, M., Tiakiwai, S. and Richardson, C. (2003). *Te Kōtahitanga: The experiences of year 9 and 10 Māori students in mainstream classrooms*. Hamilton: Māori Education Research Institute (MERI), School of Education, University of Waikato.
- Censusatschool, Available: <http://www.censusatschool.org.nz/>
- Durie, M. (1998). *Whaiora: Māori health development* (2nd ed.). Auckland, New Zealand: Oxford University Press.
- Gay, G. (2010). *Culturally responsive teaching: Theory, research and practice* (2nd ed.). New York: Teachers College Press.
- Gravemeijer, K. P. E. (1994). *Developing realistic mathematics education*. Utrecht: CD-□ Press.
- Harvey, R. and Averill, R. (2012). A lesson based on the use of contexts: An example of effective practice in secondary school contexts. *Mathematics Teacher Education and Development*, 14(1), 41-59.
- Hemara, W. (2000). *Māori pedagogies: A view from the literature*. Wellington, New Zealand: New Zealand Council for Educational Research.
- Kanu, Y. (2011). *Integrating indigenous perspectives into the school curriculum: Purposes, possibilities, and challenges*. Toronto: University of Toronto Press.
- Ladson-Billings, G. (1994). *The dream keepers: Successful teachers of African American students*. San Francisco: Jossey-Bass.
- Macfarlane, A. H. (2004). *Kia hiwa ra! Listen to culture: Māori students' plea to educators*. Wellington, New Zealand: New Zealand Council for Educational Research.
- Ministry of Education. (2007). *The New Zealand curriculum for English-medium teaching and learning in years 1-13*. Wellington, New Zealand: Learning Media.
- Ministry of Education. (2008). *Ka Hikitia – Managing for success: Māori education strategy 2008-2012*. Wellington, New Zealand: Author.
- Ministry of Education. (2011). *Tātaiako: Cultural competencies for teachers of Māori learners*. Wellington, New Zealand: Author.
- Nieto, S. and Bode, P. (2008). *Affirming diversity: The socio-political context of multicultural education* (5th ed.). Boston: Pearson/Allyn and Bacon.
- Perger, P. (2010). All that maths from a kids' book?: Mathematical opportunities in children's literature. In R. Averill and R. Harvey (Eds) *Teaching primary school mathematics and statistics: Evidence based practice*. Wellington, New Zealand: New Zealand Council for Educational Research, 261-273.

- Presmeg, N. (2007). The role of culture in teaching and learning mathematics. In F. K. Lester (Ed) *Second handbook of research on mathematics teaching and learning*. Charlotte, NC: Information Age, 435-458.
- Sembiring, R. K., Hadi, S. and Dolk, M. (2008). Reforming mathematics learning in Indonesian classrooms through RME. *ZDM Mathematics Education*, **40**, 927-939.
- Villegas, A. M. and Lucas, T. (2002). *Educating culturally responsive teachers: A coherent approach*. Albany, NY: State University of New York Press.

DESIGNING JOYFUL AND MEANINGFUL NEW SCHOOL MATHEMATICS USING INDONESIAN REALISTIC MATHEMATICS EDUCATION

Zulkardi

zulkardi@unsri.ac.id

Department of Mathematics Education

Sriwijaya University

Indonesia

Abstract

A new current issue in education in Indonesia is the change of curriculum in 2013. This paper presents what changes in content, media, method, and evaluation of mathematics subject at the school levels. As informed by the minister of education and culture in the national newspaper, the change in the primary school mathematics will connect and integrate science. This way might increase the understanding of students both the concept of mathematics and the application of mathematics in their daily live that is related to the science. Hence, math teachers need a way to design meaningful learning materials by integrating the two subjects. It is called thematic-integrated approach or intertwined among strands or subjects. This article will discuss these both approaches. The former is mentioned in the new curriculum while the latter is one of five characteristics of Indonesian Realistic Mathematics education (PMRI). Then the current development of PMRI after 12 years of implementation and dissemination in Indonesia will be informed. During presentation, it will show how to design and implement joyful and meaningful mathematics learning materials by using Indonesia context or culture.

Keywords:

new curriculum, context, PMRI, joyful and meaningful school mathematics

Issues on Mathematics in Curriculum 2013

Indonesian Minister of Education and Culture, Muhammad Nuh, informed an issue that the curriculum is going to be changed next year (Kompas, 2012). Some reasoning why curriculum will be changed such as the results of PISA and TIMSS are very low, lack of ICT used and too many subjects. Learning from the last PISA results (Stacey, 2011), Indonesia has ranked 61 over 65 countries. From figure 1, one can see that the results of mathematics is sinking down or unstable comparing to the results of reading. In general, Indonesian students only able to solve PISA problems at the level 1-4, but almost none of students are able to solve level 4-6. Hence, the new curriculum is really focusing on the competences that evaluated in PISA such as reasoning, problem solving, argumentation, modeling and communication.

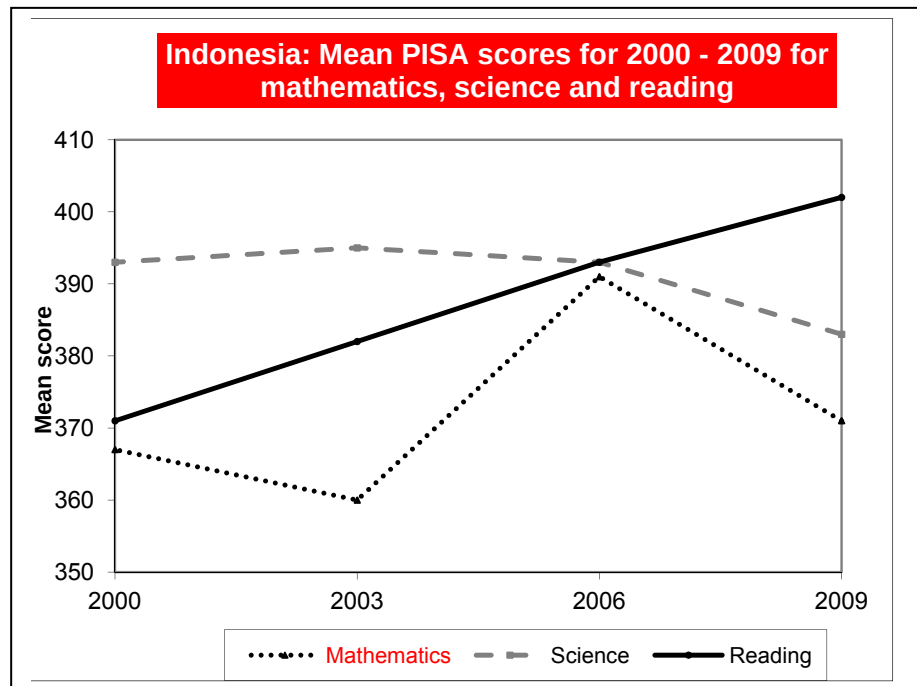


Figure 1. PISA results of Indonesia from year 2000 to year 2009 (Stacey, 2010)

Many subjects including mathematics will be changed in all school levels. The new curriculum on math is analyzed based on the three main components of curriculum that is contents and competences, instructional media and method and assessment. These components are explained below.

Changes in the three school levels

The development of ICT is supported by development of mathematics in the field of number theory, algebra, analysis, probability and discrete mathematics. Hence, students have to better understand in mathematics since young in order to create new technology in the future. Mathematics subjects need to be learned by students at all levels.

In the primary school (SD) some mathematics topics will connect and integrate with some topics of science. This way might increase the understanding of students both the concept of mathematics and the context or application of mathematics in their daily live that is related to the science. Yet, how to develop or design such instructional materials that integrate mathematics and science? Hence, math teachers need a way to design contextual and meaningful learning materials. It is called thematic-integrated approach or intertwined among strands or subjects.

In Junior high school level (SMP), it is also mentioned in the newspaper that information communication and technology (ICT) will be integrated in all subjects including mathematics. ICT or internet will be used as a tutor or a tool in helping students learning mathematics.

In the senior high school (SMA), mathematics will be categorized into three levels namely mathematics A, mathematics B and Mathematics C.

New content and goals

New knowledge and skills need to be mastered through mathematics such as logical thinking, critical thinking, consistent, alternative, innovative, creative and teamwork. These competences are needed in getting, managing and using information for a better living in the competitive world. In addition, the knowledge and skills of problem solving and communication are also important (MoEC, 2012).

Use of context to make interesting and meaningful mathematics

In the new curriculum (MoEC, 2012; Zulkardi, 2012), it is stated in the new curriculum that in each math lesson use contextual problem [Dalam setiap kesempatan, pembelajaran matematika hendaknya dimulai dengan pengenalan masalah yang sesuai dengan situasi (contextual problem)]. This is one of the positive changing in the new curriculum. Lee (2012) stated that use of context in mathematics problems was used in China over 1500 years ago. By using context, moreover, he mentioned that the problem is easy to understand, easy to use and easy to transfer to another problem with different context. In Realistic Mathematics Education, Freudenthal (1991) stated that use of context can help students exploring mathematics and progressing in their mathematical thinking. In PMRI, use of contextual problems has been used to make mathematics more interesting and meaningful for more than a decade (Zulkardi, 2002; Sembiring, Hoogland & Dolk, 2010). In brief, contextual problems play a role in making joyful and meaningful mathematics.

Example of meaningful contextual problems.

The following is an example of student materials. The context is Finding Price.

In this section you will use the strategy of exchanging to solve problems involving money.

1. Without knowing the prices of a pair of glasses or a calculator, you can determine which item is more expensive. Explain how



2. How many calculators can you buy for \$50?
3. What is the price of one pair of glasses? Explain your reasoning

4. Which more expensive, a cap or an umbrella? How much more expensive is it?
5. Use the two pictures above to make a new combination of umbrellas and caps. Write down the cost of combination.



6. Make a group of only caps or only umbrellas Then find its price.
7. What is the price of one umbrella? One cap?

From the contextual problems above, students are guided to use informal method or exchanging strategy before use a formal strategy such as elimination method or substitution method. In fact, when this activity is offered to the student teachers of teachers most of them use the formal one.

New Goals of learning mathematics

The following are the goals of school mathematics in the draft of the new curriculum (MoEC, 2012).

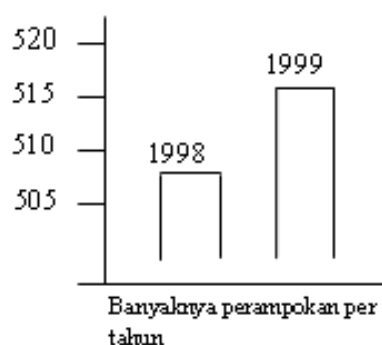
Goal 1: Understanding mathematics concepts by explaining and using them in problem solving. To make easy by teachers, it is suggested to use context and manipulative in instructional process.

Goal 2: Use pattern, reasoning and generalizing based on the availability of data. The goal is to guide students learn how to reason.

Example: 1. If two angles of a triangle are 60° and 100° then the third angle is 20° .

2. How to read and predict data.

A TV reporter stated that data about robbery in the graph from 1998 to 1999 has increased in a big number. Is it a right statement? Give your reasoning.



Goal 3: Using reasoning in manipulating and analyzing the steps in the **problem solving** either in mathematics or out of mathematics (real life, science and technology). The steps are understanding the problem, developing mathematics model, manipulating model and use the results to solve the real life problem.

Goal 4: Able to communicate ideas, reasoning and justify or proof in mathematics using full sentences, symbol, table, diagram or other media to clarify situation of problem.

Goal 5: Having good attitude to mathematics and its use in the daily live such as curiosity, attention and motivation to learn mathematics and confidence in solving problems. Here an interesting and meaningful instructional mathematics plays an important role in supporting students more creative, interactive and joyful.

Goal 6: Having good attitude and habit that match with the value in mathematics and its learning such as consistent, democracy, self confident, openness, discipline and honest.

During presentation it will be elaborated for each goal by giving an example of problem.

New Instructional media and method

In order to achieve the new goals, good media and methods have to be used. For instance, to increase the effectiveness of instructional process, schools are suggested to use simple manipulative and ICT such as computer and internet. For more information of use of ICT in mathematics can be found at <http://p4mri.net>, a learning environment for learning PMRI on the web.

As far as teaching and learning methods are concerned, teachers are suggested to design instructional that foster creativity of students. In other word, the instructional is designed in such a way to stimulate students to develop their ideas in creative and innovative ways. Some technique are proposed such as: (1) use interesting and meaningful context that guide their learning from informal to formal mathematics; (2) give students chances to develop their contributions and productions; (3) use their contribution and products; (4) give them more time; and (5) ask questions that guide them to think in a creative way such as : “ why”, “ how” , “ what if”. (MoEC, 2012).

In addition, teachers are also suggested to use problem solving approach and constructivism learning theory during the instructional process.

New assessment

Two main components of assessment in the new curriculum that is focus on problem solving and use of open problems. Open problem means problem that has multiple solution or multiple strategies. Students are asked to communicate their solutions or strategies in a systematic and logic way. Actually these two have been stated and used in the KTSP or current curriculum, yet not too many used either in the mathematics textbook or in the national exam. This problem is really matching with the domain of problem solving especially for higher-order thinking mathematics.

The following example is a problem that was used in the Mathematics Literacy Contest (KLM). The problem is called PISA-typed problem.

Basic Competence : **Memecahkan masalah yang berkaitan dengan perbandingan dan skala**

Problem: Guess how tall the label name of “Jembatan Barito”. Explain your reasoning.



<http://www.google.co.id/>

Alternative solution is by guessing how tall a man who is standing in the bridge and then use it in guessing the tall of the bridge. The problem has multiple strategies and solution. The important is both the truth and the quality of reasoning. Of course, since this is a guessing problem then the answer has a range from 18-22 meter.

RME or PMRI

Realistic mathematics education (RME) is an instructional or teaching and learning theory in mathematics education that is originally developed in the Netherlands. It stresses the idea that mathematics is a human activity. It is called global philosophy of RME. RME was introduced and developed by Freudenthal in the Netherlands (Freudenthal, 1991).

Three Principles of RME

- (1) *Guided reinvention and didactical phenomenology*. Because mathematics in RME theory is a human activity, so guided reinvention can be described that teacher should give

students a chance to understand and do mathematics process by themselves when mathematics was found. This principal can be inspired by using procedure informally. This effort will be reached if teaching and learning processes use real context in daily life which are related to mathematics concept.

- (2) *Progressive mathematization*. The situation that contained with phenomenon that can be used for material and application area in teaching and learning mathematics should be started from real situation before get to the top (formal mathematics). Two kinds of mathematization should be used as references in teaching and learning mathematics from concrete to abstract (formal).
- (3) *Self-developed models*. The role of self-developed models is as a bridge for students from concrete to abstract or informal to formal.

The characteristics of RME

RME of PMRI has five characteristics: (1) use real-life contexts as a starting point for learning; (2) use models as a bridge between abstract and real, that help students learn mathematics at different levels of abstractions; (3) use student's own production or strategy as a result of their doing mathematics; (4) interaction is essential for learning mathematics between teacher and students, students and students; and (5) connection to among strands, to other disciplines, and to meaningful problems in the real world. PMRI is RME but using Indonesian context and culture.

The development of PMRI in Indonesia

PMRI was initiated how to since 2001 in 12 SD, 4 Madrasah Ibtidayah Negeri (MIN), in collaboration with 4 LPTKs: Universitas Pendidikan Indonesia (UPI), Universitas Negeri Yogyakarta (UNY), Universitas Sanata Darma (USD), dan Universitas Negeri Surabaya (UNESA). This activity was conducted by PMRI team with small budget founded by Dikti and Dutch government. Up to 2012, 23 LPTKs were involved, each LPTK working with a number of schools either SD/MIN or SMP/MTs.

Main activities have been conducted by PMRI team (see also Sembiring & Zulkardi, 2012) as follows: (1) PMRI textbooks writing; (2) PMRI magazine; (3) Designing International Master program on Mathematics Education (IMPoME) in collaborating among Unsri, Unesa and Utrecht University since 2009; (4) Giving training for PGSD lecturers; (5) Training of Character building via mathematics; (6) PMRI in the international forum; (7) PPPPTK and SEAMEO Regional Centre for QITEP in Mathematics; (8) Design research task force; (9) designing web in using Information Communication and Technology (ICT) as dissemination tool; and (10) Mathematics literacy contest and workshop PISA for mathematics teachers since 2010.

The intersections between new curriculum and PMRI

It has been informed that some new components in the new curriculum are similar with the characteristics of PMRI. First, in the content, use of context or theme is an important point both in the new curriculum and PMRI. Then, how to integrate among strands of mathematics and how to integrated mathematics and science. This one of the characteristics of PMRI that is intertwined among strands in mathematics or with other subject. Moreover, an approach that is proposed in the new curriculum is thematic integrated approach while in PMRI it is called design research. The idea is similar to produce good instructional learning materials that use of context or theme as a starting point of learning mathematics.

New competences that are related to assessment are also stressed in the new curriculum that is problem solving, reasoning, communication and modeling. Open-ended problems are also focused in the new curriculum. These competences are used in the three level of assessment in PMRI (Zulkardi, 2002).

In brief, there are similarities between PMRI characteristics and some components of the new curriculum. Therefore, one can say that PMRI is now institutionalized in the curriculum 2013. This is an indicator of sustainability of PMRI in the future (Sembiring,R.K., Hadi, S. Zulkardi, Hoogland),

Concluding Remarks

The curriculum 2013 extensively use of thematic or contextual problems. Our experiences show that context can lead to a joyful and meaningful mathematics concept. Yet, it is not an easy task to find a good context that for a relevant mathematics concept. Also, a mathematics teacher has to design instructional materials that can guide students in learning the concept of mathematics from informal to the formal mathematics. In order to do so, PMRI, its standard (Hadi, Zulkardi and Hoogland) and design research method can be used.

References

- Freudenthal (1991). Revisiting mathematics education- China lecture. Utrecht.
- Hadi,S., Zulkardi, Hoogland, K. (2010). ***Quality assurance in PMRI. Design of standards for PMRI.*** In Sembiring, R.K, Hoogland, K. & Dolk, M. (Eds.). *A decade of PMRI.* Bandung-Utrecht: APS
- Lee, P.Y. (2012). ***Some examples of mathematics in context from Ancient China, and the latest from Singapore.*** Paper presented at the International Seminar & Workshop: *The Use of Contextualized Tasks to Foster Mathematics Learning.*
- MoEC (2012). ***Draft of mathematics guidelines at the primary school.*** Jakarta.
- Sembiring, R.K, Hoogland, K. & Dolk, M. (2010). ***A decade of PMRI.*** Bandung-Utrecht: APS
- Sembiring,R.K., Hadi, S. Zulkardi, Hoogland, K. *The future of PMRI.* In Sembiring, R.K, Hoogland, K. & Dolk, M. (Eds.). ***A decade of PMRI.*** Bandung-Utrecht: APS
- Sembiring, R.k & Zulkardi (2012). PMRI dari KNM 2000 to 2012. Proceeding of KNM 16 in Padjajaran University, Bandung.
- Stacey, K. (2010). PISA view of mathematics literacy in Indonesia. Indonesian Mathematical Society Journal on Mathematics Education (IndoMS-JME), 2(1), 1-24, 2011.
- Zulkardi (2002). ***Designing a learning environment on realistic mathematics education for Indonesian teachers.*** PhD. thesis. Enshcede: University of Twente.
- Zulkardi (2012). ***Context and Content Curriculum in Indonesia School Mathematics.*** Paper presented at the International Seminar & Workshop: *The Use of Contextualized Tasks to Foster Mathematics Learning.*

JOYFUL AND MEANINGFUL LEARNING IN MATHEMATICS CLASSROOM THROUGH INTERNET ACTIVITIES

Sitti Maesuri Patahuddin ¹

State University of Surabaya

<s@maesuri.com>

Abstract

This paper arises from the author experiences over the last eight years with regards to investigating how the Internet could be used as a tool for mathematics learning, mathematics teaching as well as for professional development. This paper illustrates three main categories of the potential of the Internet for learning: the Internet for information, the Internet for communication, the Internet for collaboration, followed by a description on how the use of the Internet could make learning mathematics interesting and meaningfully. Lastly, through the use of a case study and my experiences working with group of students using the Internet, I argue that the success of integrating the Internet into mathematics teaching and learning depends very much on teachers' knowledge and their philosophical beliefs about learning and teaching, learners, mathematics, and technology.

Introduction

The genesis of my investigation about Internet for learning came firstly from my personal experiences. I found that the Internet had been a significant medium to achieve my objectives, namely to improve my qualities as a lecturer, a researcher, and a facilitator for mathematics teachers. This was primarily because in a situation where I lacked learning resources (e.g., current books and journals), the Internet enabled me to find many valuable resources, and even allowed me to communicate with several experts in other countries (e.g., sharing teaching and learning experiences, asking for online references). It has been meaningful and joyful learning experiences for me. This has motivated me to encourage others to take advantages from the accessibility of the Internet (see e.g., Ernawati & Patahuddin, 2009; Patahuddin, 2007; Patahuddin & Rokhim, 2009; Patahuddin, Rokhmah, & Nur, 2010; Rokhim & Patahuddin, 2010; Rokhmah, Patahuddin, & Nur, 2010). This paper focuses on the potential of the Internet as a tool for meaningful and joyful mathematics learning.

What is the Internet and its potential?

The Internet is not one place or one company. It is a descriptive term for a web of thousands of interconnected broad-band and narrow-band telephone, satellite, and wireless networks built on existing and planned communication technology. This infrastructure is a network of networks, reaching out and connecting separate islands of computer, telephone, and cable resources into a seamless web (Gattiker, 2001; p. 3).

¹ Sitti Maesuri Patahuddin is a lecturer in the Department of Mathematics at the State University of Surabaya (Unesa) Indonesia and as a post doctoral fellowship at the University of the Witwatersrand, South Africa.

The citation above shows us the sophistication of current technology which has become part of people's lives. It can be categorised into three main functions: the Internet for information, the Internet for communication, the Internet for collaboration. All these can be linked to mathematics education and has the potential advantages and limitations of the Internet in enhancing mathematics teaching and learning.

The Internet for Information

A wide range of information can be found through the Internet such as information from online books, atlases, newspapers, journals, magazines, dictionaries, radio or television programs, and so on. The Internet, supported by multimedia and good networks, can have multiple functions, for instance, serving as a radio, as a television, as a video, as well as a virtual visiting speaker. The Internet has opened broad opportunities for more communities to access information relatively instantly, regionally, nationally, and internationally. The Internet has also become increasingly familiar to more and more people due to its user-friendliness. Unfortunately, because nobody owns the Internet, anybody is able to post reliable, but also non-reliable information via the Internet. Through the Internet, users can be provided, not only with up-to-date information, but also out-of-date information. Internet users must also be aware of its instability, as information that is available now can be unavailable at any time in the future.

The literature has identified the Internet as a source of information, highlighting potential advantages and disadvantages for educational purposes. For example, Glavac (2004) described three useful websites for teachers and students, that may even be useful for parents, that contain many different educational topics on different subjects, including mathematics. One of the websites has been created by teachers for teachers. Engelbrecht and Harding (2005), in their attempt to classify mathematical sites on the Internet for undergraduate students, have also provided several examples of sites for mathematical enrichment, mathematical visualisation, sites that provide mathematical exercises for practice, quizzes, Olympiad questions, as well as information about full-online courses from a range of universities. Byerly and Brodie (2004) have provided a list of almost thirty mathematical websites, providing a brief description of their contents. Ameis and Ebenezer (2000) have written a book entitled "Mathematics on the Internet, A resource for K-12 Teachers", which includes practical information about using the Internet, a discussion on how mathematics learning can be facilitated via the Internet, and which also provides links to mathematical teaching resources and sites for professional development.

The Internet for Communication

The Internet increasingly has become popular as a means of communication at a regional, national, and global level. There are different ways that communication is enabled through the Internet, including via electronic mail (e-mail), mailing lists, online discussions or conferences, bulletin boards, chat rooms, Facebook, MySpace, Friendster, Twitter, Skype,

and so on. The Internet as a communication tool is distinct from other forms of communication, such as the telephone, telegram, air mail, or face-to-face communication as users are able to send or receive messages relatively instantly and are able to send messages simultaneously to recipients around the globe. Recipients of messages can also benefit from this flexibility because they are able to check their e-mail or participate in discussion forums anytime, anywhere. All these features have opened opportunities to build up learning communities among Internet users from all over the world. However, these positive features can be outweighed by negative features, such as making users vulnerable to receiving harmful messages from unknown senders.

Engelbrecht and Harding (2005) have described sites (e.g., Math Forum) which enable users to share ideas, ask mathematics questions or get answers to mathematic problems, and access links to mathematical resources. Newell, Wilsman, Langenfeld, and McIntosh (2002) described how mathematics teachers from distant areas are communicating with other teachers instantly via the Internet instead of waiting for face-to-face communication at conferences. Further, Frid (2002) described how students benefited from communicating mathematical ideas with other students from different schools in different countries.

The Internet for Collaboration

Collaboration usually involves more than one person, or a group, working together to achieve particular goals. It requires communication between members and usually requires all members to be present at a site at some point. Lack of communication among members will inhibit the effectiveness of collaboration. With the Internet, communication has become increasingly easier, cheaper and even more effective. By using the Internet, people at a distance are able to undertake a project together in a virtual site. Thus, the Internet has clearly opened many opportunities to enable people from all over the world to collaborate.

Chausis (2002), a technology trainer, presents her ideas about tele-collaboration, that is by using the Internet tools and online resources to work together with people in different places. She introduces several Listserv resources, websites that provide opportunities for teachers to interact with other teachers via the Internet, and provide more specific websites to support collaboration between teachers for classroom activities such as TeacherLine, NickNacks Telecollaboration, Teacher-to-Teacher Collaboration, and so on. In the Teacher-to-Teacher Collaboration website, a great number of websites can be found that provide opportunities for teacher professional development.

Clark (2000) highlights the potential of the Internet as an aid to collaboration and reveals several methods to facilitate and stimulate collaboration in online environments. He argues that collaboration is a solution of a problem caused by disadvantages of using the Internet for communication; it is “the loss of student interaction and friendships” (p.8). According to Clark, collaborative skills can be fostered by using e-mails, class bulletin boards, online

conferences, gated conferences and so on, as well as by involving participants in discussions, group projects, and group papers.

Generally speaking, it has been widely accepted that the Internet has advantages and disadvantages as a source of information, as a medium of communication and as a site for collaboration. The rapid growth of the Internet should motivate researchers or educators to explore ways to optimise the use of the Internet for teaching and learning.

Internet activities for Joyful and Meaningful Mathematics Learning

Several important questions are how Internet technology can assist teaching and learning to enable students to learn mathematics joyfully and meaningfully? What mathematical websites that are feasible to use for this purpose? This section, is trying to answer those questions.

The Internet can assist in supporting individual learning needs as well as assist learners in developing skills and knowledge. The Internet provides opportunities for students to engage with more dynamic forms of mathematics with multi-representations of mathematics concepts than those traditionally displayed in textbooks (see for example in <http://illuminations.nctm.org>, <http://www.beenleigss.eq.edu.au>). The role of knowing different representation of a particular concept in mathematics is to enhance conceptual understanding (Alagic, 2003; Crawford & Evelyn, 2003) and this means potentially meaningful for learners (Wiske, Sick, & Wirsig, 2001). As a result, teachers need to be aware of the influence these different representations have on the way students decode information.

Crawford & Evelyn (2003, p. 172) argues that:

Digital manipulatives can be appropriately and successfully integrated into a mathematical learning environment through the use of web-based materials. [this use] provides an interactive environment with immediate feedback to explore indepth mathematical theories that would be difficult to stimulate with concrete models. Additionally, younger students are able to “see” (conceptualize) concepts that would normally be regulated to indepth abstract mathematical principles.

Moor and Zaskis (2000) found that “the interactive aspect of the Internet holds the attention of the student much longer than a regular page of information such as is found in a textbook (p. 103). They also found that words expressed by 25 of 36 students to describe their experiences in using the Web, are such as “fun”, “exciting”, entertaining”, “interesting”. Loong’s study (2012) also “points to the potential of the Internet to motivate students. Interactive web objects that animate or can be virtually manipulated, and provide feedback to students seem to engage and motivate students” (p. 358). This finding indicates that students found using the Web to learn mathematics motivational. In other words, this is potentially joyful for learners.

The Internet could be used for a range of classroom activities, including direct access to learning objects and manipulatives, exploring investigations by students, comparing and communicating ideas with others, finding research on mathematical ideas, exploring lesson ideas, and also for accessing to community resources and excursion activities. In the following paragraphs, I briefly describe several websites in terms of what they look like, the mathematical concepts involved and how these activities engaged the students joyfully and meaningfully.

Fido Puzzle

The Fido puzzle (Figure 1) is an interactive game where the computer will “read the user’s mind” (see <http://www.digicc.com/fido/>). In this game, the Internet users need to click through screens that instruct them, first to write down a 3 or 4 digit numbers, then to jumble the digits to make another number. Then they are instructed to subtract the smaller number from the larger one. Next, they are asked to draw a circle around one of the digits in their answer without letting the computer “see” the answer. Finally the Internet users are instructed to jumble the answer and type the number into the computer, excluding the number they circled. The computer then gives them the number they circled.

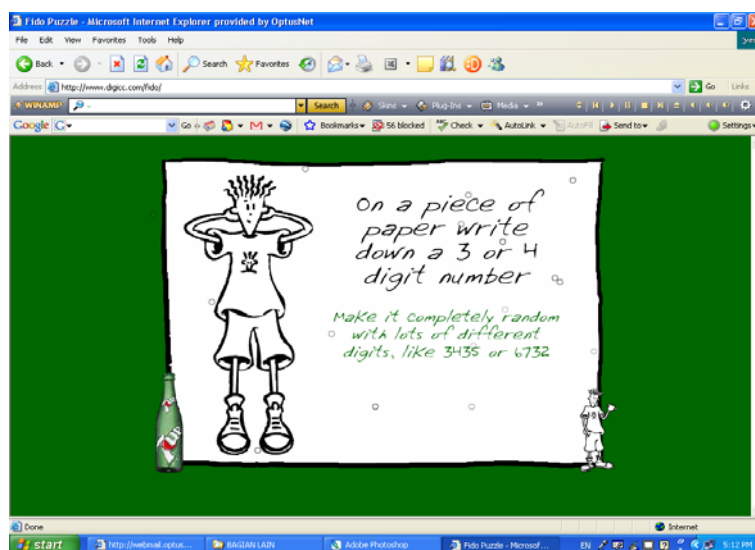


Figure 1 A page from Fido Puzzle website

In my study in one classroom in Australia, through the observation, I saw two pairs of students very excited about how the computer could know the number they were hiding. A pair of students was thrilled when they found that the computer was wrong and they reported to the teacher proudly that they could win. In fact, they did the wrong computation. They went back to check their computation after the teacher said that the computer was never wrong. At another time, I saw a student being helped by his peer. With the Fido Puzzle, it appeared that some students were learning a lot about computation in an engaging and motivating virtual game situation that required them to reflect upon their own

thinking and calculation strategies. This Internet activity seemed to foster a dynamic learning of several students in the computer groups.

Geometry

The geometry website (<http://illuminations.nctm.org/>) in figure below, which is provided by National Council of Teachers of Mathematics (NCTM, 2005), allows students to explore the properties of various geometric solids, such as the number of faces, edges, and vertices. The teacher can also formulate his/her own questions to suit the students' age and ability. This website was used by students in one classroom I studied in Australia through rotational activities and a group of students in Surabaya. This website was used to assist students to look at the features of different geometrical shapes and finding relationship between their components.

My experiences observing or working with students using this website, I found that students could easily navigate this website. It was a tool for students to observe different solid shapes since it allowed students to turn around the solid, to colour the faces of three dimensional figures. It appears to me that this “manipulatives website” is potential to develop students' mathematical thinking compared to the uses of physical models and the printed visual model. I also found from my observation in an Australian class and Indonesian groups of students that the students appeared to be on task and engaged in their learning joyfully and meaningfully using this geometric website.

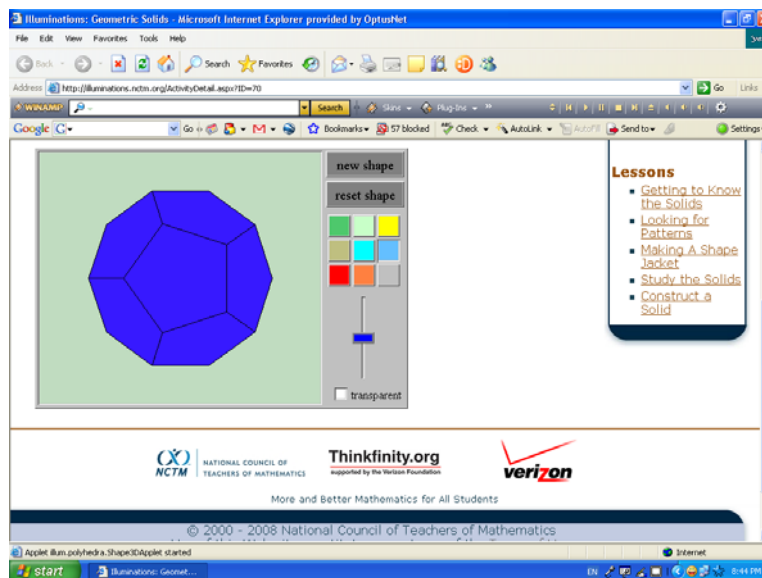


Figure 2 A page from Geometry website

Learning about time

There are many websites about “Time”. One that I identified was called “Stop the clock” (Figure 3). The picture in the screen showed five clocks set in analogue time and five boxes set in digital time. The instruction asked the user to drag the five digital times to the correct



Figure 3 A page from a website “Stop the clock”

analogue times and then press “STOP THE CLOCK” to check the answer and to show how long the user took. I found there were three levels of difficulty in this exercise. In Level 1, the times were set at either the hour or the half hour. In Level 2, the times were set at either half hour or at quarter hourly intervals. In Level 3, the times were in five minute intervals.

I also found other games such as “Set the Clock” (Figure 4) in which the user has to click the arrow to demonstrate on a clock face the hour given in words; a matching game (Figure 5) where the user has to match the time on the clock with digital time or words; and a game requiring deep concentration in which the user has to match the hidden times that appear when cards are flipped by clicking.

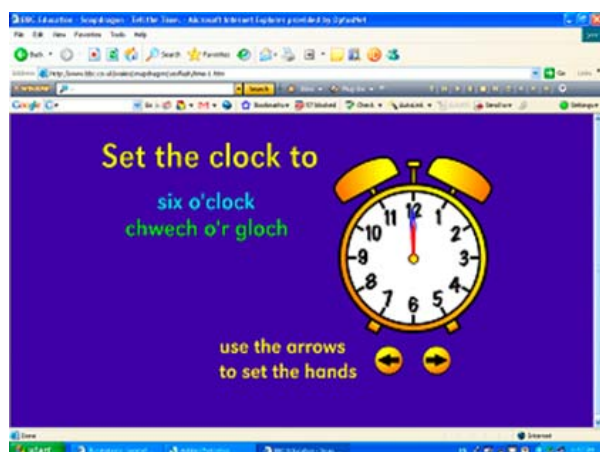


Figure 4 A page from a website “Set the clock”



Figure 5 A page of matching game

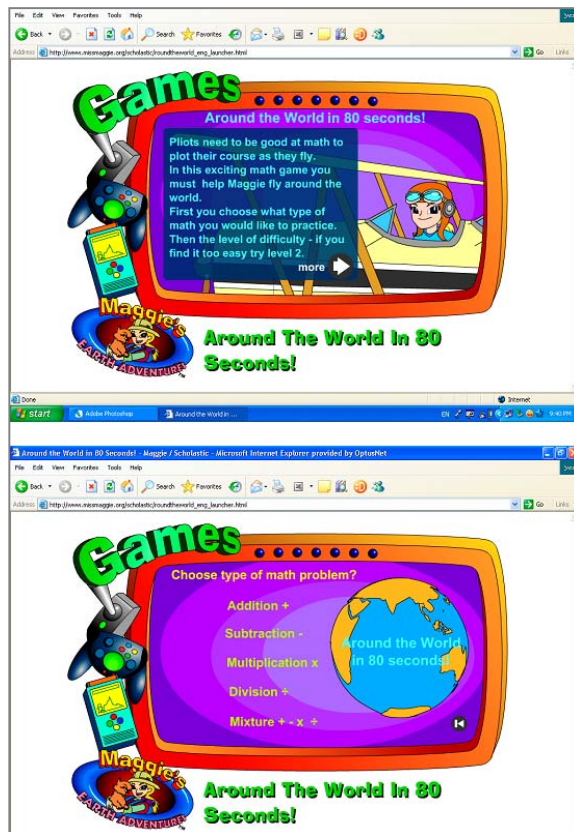
My fieldnotes described what occurred when I offered the clock websites to Grade 2 students in Australia.

I worked with four students using the websites on two computers. The four students worked in pairs. I facilitated them to do Level 1; the students worked out the problem and in just several minutes most of these students could match the digital clock and the analogue clock very quickly: many of them said "it's getting easy." They asked, "Can we go to the next level?" I let them click Level 2. With some discussion amongst the four students, they eventually solved the problems quickly. Several minutes after that, students commented that Level 2 was getting easier. They agreed to go to Level 3. With a little help from me, they could do the tasks at this level very well. Eventually, students asked permission to do the matching game.

Some other students came to see this learning and asked for a chance to do the computer activity. They looked curious and interested and one commented on these websites by saying "Cooooooool." One of the students touched the mouse, indicating that he wanted to have a turn in doing the Internet activities. While I facilitated the students with the website for about 20 minutes, their teacher continued his teaching about addition strategies. [27/04/06]

During this Internet activity, the students were very enthusiastic. They engaged in discussion and worked out the problem in pairs. They seemed to be challenged by the different levels and variety of the websites. I could see students were capable of higher level tasks than their teacher indicated when he checked the websites.

Geography and Computations skills



Another online game that I had found in which students could practise mathematics at different levels as in the figure. This could be used to give students an opportunity to learn mathematics while playing games, or that this website could also be appropriate for students for extension work. Some other websites will be presented in the symposium.

Figure 6 A page of "around the world in 60 second

Through the Internet, we could also find websites for online teaching resources which were already categorised into the syllabus strands. As a result, we can have access to “ready made strands”. For examples

http://www.beenleigss.eq.edu.au/requested_sites/mathsbyoutcome/index.html (Figure 7)

and <http://nlvm.usu.edu/en/nav/vlibrary.html> (Figure 8)



Figure 7. A page of Beenleigh mathematical website

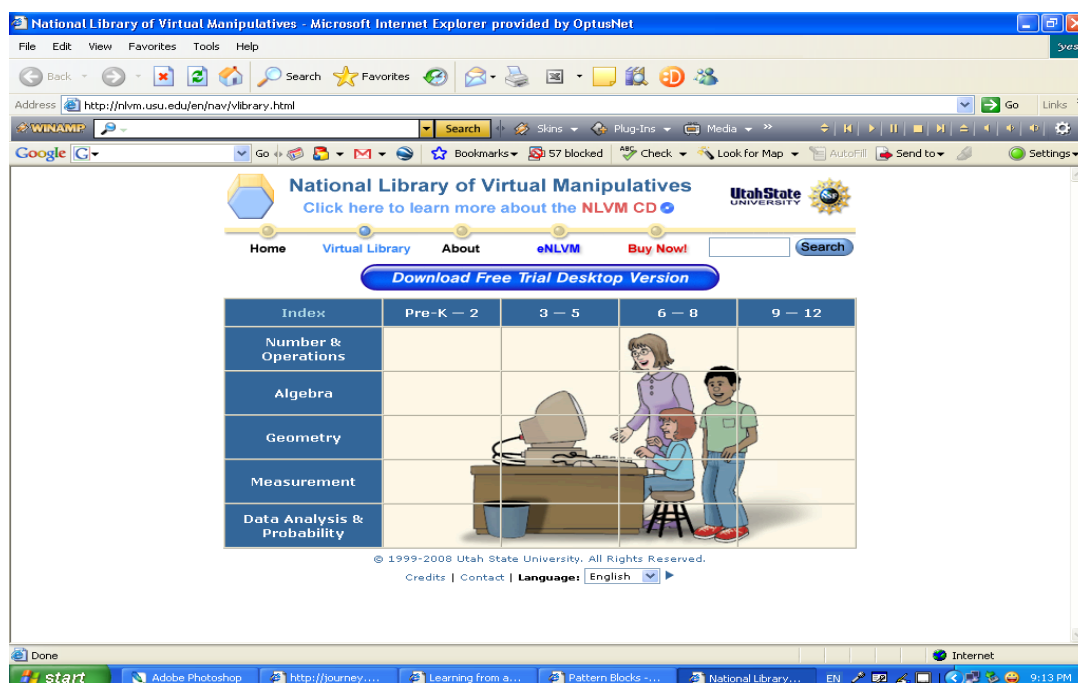


Figure 8. A page of NLVM website

Learning from a case of Ann: joyful and meaningful learning

The most noticeable thing about Ann's classroom was its crowded feel. There was little space for students or the teacher to move. The classroom was very open with no doors, and many people pass the classroom via the verandah. Voices from other classrooms could be heard and people who pass the classroom can be seen by the students. The tables in the classroom were arranged in three long strips with desks facing each other. Four other desks were on the verandah and were usually used for small group teaching.

In Ann's classroom with 26 students (who came from low socioeconomic status families), there were 6 computers (including one very old computer that cannot save any work), but only 2 computers were connected to the Internet. The computers were placed in one corner of the classroom, where they could be monitored by the teacher while she was helping students in other groups. Two of the six computers and one public printer were placed outside the classroom on the enclosed verandah/walkway.

The school did not have ICT staff to support the use of computers in the classroom. In one visit, I saw a student reporting a problem with a computer and Ann tried to help. Since Ann could not solve the problem at the time, she eventually turned off the computer. This problem was unresolved the next day. In a conversation with Ann, she told me that she often solved the technical problems in the classroom by herself. She added that this challenge might factor why other teachers in her school rarely used computers in their classroom for teaching.

Interviewing and observing Ann has provided evidence about how Ann encourages new ways of learning by navigating the Internet. Many students were easily finding websites since Ann had created a list of educational websites in the computer Bookmark. Using this Bookmark, Ann's students could directly use the Internet and become engaged in their own learning. Ann also encouraged and welcomed students' initiatives for using the Internet. During the classroom observations, student learning with the Internet was rarely controlled by the teacher, as happened with students in the non-computer group. However, Ann pointed out that the observed way students interacted with the Internet was not how it was at the beginning of the year, and she stated that "all students required specific assistance in using the Internet in class." Ann further explained how

Ann's experiences using the Internet in her teaching provided her with evidence that the use of the Internet impacted positively upon students' learning. She stated that students were more engaged in learning, they were more active in asking questions and discussing ideas, they collaborated with each other, students who normally did not engage became engaged in lessons that included the Internet, students who had extra needs had the opportunity to extend their mathematics learning, and students with learning difficulties had greater opportunity to engage with the concepts at greater depth and in a range of modes.

Some of these impacts were observed. It was quite often that students in the computer group were enthusiastic in learning. Many students were seen positively interacting with the Internet, for example, by using their hands to count, there was shaking of heads, responding orally when solving problems, asking questions to peers or to the teacher at various times. In mathematical rotations, compared to other groups, the computer group were seen to focus on tasks quicker than non-computer groups and during the transition period in rotational activities, the movement from the non-computer group to computer group was more organised and quicker than the movement from computer group to non-computer group.

Three main reasons for using the Internet in Ann's mathematics teaching were identified, namely (1) to achieve her mathematics teaching objectives that mathematics is everywhere, a great tool to solve daily problems as well as mathematics can support cooperation/collaboration, (2) to facilitate student' learning, and (3) the belief of the important for students to have a good understanding and skill in using ICT.

Ann explained that Internet activities, for example, problem solving, math research, virtual hands-on activities, will help students gain the three objectives above. Furthermore, aligning with her philosophical beliefs about teaching and learning mathematics and individual learners (as examined in Patahuddin & Dole, 2006), she views the Internet as assisting her to act as a facilitator, particularly in engaging learners in their own learning. As she stated

I often find that I can engage them into some appropriate math learning related to what I am teaching, using the Internet. Whereas normally, being the facilitator without the Internet is quite hard because you are there and you've got a whole class in front of you, and you can't often have a focus or enough focus ... to keep the children discussing. Whereas, I find the Internet very good for sustaining kids' discussions and focus.

Also, as a facilitator, she has found it easier to cater to diversity, and to build mathematical knowledge and processes for students, as described in the following quotations.

...you can offer extensions through the Internet. If you have children that are extra gifted who want to go into something a little further than the rest of the class... On the other side, I have used it a lot for those students who can't necessarily engage in the math that I am teaching so often there are Internet activities or resources that will engage them.

Even though Ann stated many positive things about the impact of the use of technology on students' learning, and some were justified by my observations, I often think that this was particularly determined by Ann's ability in facilitating learning. The reason was I also had opportunity to observe Ann's teaching mathematics without computers. For example, students identified mathematics in a newspaper and Ann challenged them with questions to make sense of the mathematics. Students worked in groups investigating mathematical concepts using a monitor box. Students discussed what mathematics they could find through investigating the box. Some students measured the surface of the box and one student went into the box to measure the inside part. Ann's questions led them to a lively discussion between teacher and students and conversation between students and students.

I also observed Ann implement several games to focus students' attention, such as, asking every student to stand up and be ready to catch the ball from Ann and answering Ann's questions. This was to develop the fluency in counting and to explain students' strategies in counting.

The observations on different learning scenarios (with and without the Internet) posed questions about how this dynamic learning contributed to the effective use of the Internet for learning. Focusing my observations on to the teaching with the Internet was problematic since the learning with the Internet could not be isolated from the other scenarios because students worked either individually or in pairs at the computers. However, over my extended day visits to Ann's classroom, I saw a very engaged class, where Ann asked children to elaborate their thinking at every opportunity. From discussions with Ann, and the myriad examples of incorporating the Internet into her teaching that she described, together with my observations, it appeared that Ann was a competent teacher who made the most possible use of any resources that would enhance students' learning.

Concluding comments

The use of the Internet in this digital era seems appropriate and relevant because mathematics curriculum also highlight the importance of the use of communicating technologies in teaching mathematics, encourage context links in real life (computers and the Internet are very much part of life now, and many real life contexts are easily accessible on line), emphasis on thinking, reasoning and working mathematically, and build on conceptual knowledge. Those aspects link directly to the educational potential of the Internet and its capacities as a source of information, a means for communication, and as a site for collaboration.

With the Internet, many new ways of learning are enabled. With the Fido puzzle, students interacted with the Internet, learning about computation. With the geometric sites, students explored virtually the properties of geometric solids. With the Clock websites, students have chance to learn in different level and in different format such as matching game, recognising ways of writing the time in different ways. Those are possible if teacher's role in teaching mathematics is not one of being a transmitter or a centre of learning, but as a facilitator.

Through using the Internet, the teacher could engage students in learning and to cater to the various needs of different students. One thing to remember that the Internet cannot replace the role of the teacher as facilitator, as teachers must set up the task, pose questions, provide appropriate websites, and give feedback.

Due to its obvious potential for enhancing educational improvement (Dogruera, Eyyamb, & Menevisab, 2011), it seems clear that Internet availability and access should be optimised. Many studies (e.g., Cuban, Kirkpatrick, & Peck, 2001; Gibson & Oberg, 2004), however, have

raised the issue that the increasing amount of Internet accessibility for teachers does not necessarily indicate the effective use of the Internet by teachers.

From my study and my experiences working with teachers and learners, I argue that the Internet has potential as a medium for learning mathematics in a richer and meaningful way. However, this is determined by many factors including teachers' knowledge and their philosophical beliefs about learning and teaching. It also depends on their beliefs and expectations of learners, teacher's personal situation as well as their own knowledge and beliefs about mathematics and technology. In addition, technology does not necessarily mean student engagement. Internet use could enhance student motivation, but also the fact that it does not always lead to student engagement, motivation and learning.

References

- Alagic, M. (2003). Technology in the Mathematics Classroom: Conceptual Understanding. *Journal of Computers in mathematics and Science Teaching*, 22(4), 381-399.
- Ameis, J. A., & Ebenezer, J. V. (2000). *Mathematics on the Internet. A resource for K-12 Teachers*. New Jersey: Prentice-Hall, Inc.
- Byerly, G., & Brodie, C. S. (2004, April). Math magic on the web. *School Library Media Activities Monthly*, 20, 35-36.
- Clark, J. (2000). Collaboration tools in online learning. *the Journal of Asynchronous Learning Networks (JALN)*, 4(1), 7-14.
- Crawford, C., & Evelyn, B. (2003). Integrating Internet-based mathematical manipulatives within a learning environment. *Journal of Computers in Mathematics and Science Teaching*, 22(2), 169-180.
- Cuban, L., Kirkpatrick, H., & Peck, C. (2001). High access and low use of technologies in high school classrooms: Explaining an apparent paradox. *American Educational Research Journal*, 38(4), 813-834.
- Dogruera, N., Eyyamb, R., & Menevisab, I. (2011). The use of the internet for educational purposes. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 28, 606 – 611.
- Engelbrecht, J., & Harding, A. (2005). Teaching undergraduate mathematics on the Internet Part 2: Attributes and possibilities. *Educational Studies in Mathematics*, 58(2), 253 - 276.
- Ernawati, A., & Patahuddin, S. M. (2009, 5 Desember). *Pemanfaatan internet dalam mempersiapkan guru mengajar di kelas RSBI*. Paper presented at the Seminar Nasional Matematika dan Pendidikan Matematika Jurusan Pendidikan matematika FMIPA UNY, Yogyakarta.
- Frid, S. (2002). Engaging primary students in working mathematically within a virtual enrichment program. [Journal-articles]. *Mathematics Education Research Journal*, 14(1), 60-79.
- Gibson, S., & Oberg, D. (2004). Visions and realities of Internet use in schools: Canadian perspectives. *British Journal of Educational Technology*, 35(5), 569-585.
- Glavac, M. (2004). Notable sites for teachers [www.schoolhistory.co.uk] [www.sciencemaster.com] [www.laerningbox.com/i_index.htm]. *Teach* Retrieved November 16, 2004, from <http://proquest.umi.com/pqdweb>

- Loong, E. Y.-K. (2012). Web-based Mathematics: Student Perspectives. Retrieved from http://www.merga.net.au/documents/MERGA33_Loong.pdf
- Moor, J., & Zazkis, R. (2000). Learning mathematics in a virtual classroom: Reflection on experiment. *Journal of Computers in Mathematics and Science Teaching*, 19(2), 89-113.
- NCTM. (2005). Geometric solid Retrieved August, 2005, from <http://illuminations.nctm.org/ActivityDetail.aspx?ID=70>
- Newell, G., Wilsman, M., Langenfeld, M., & McIntosh, A. (2002). Online professional development: Sustained learning with friends. *Teaching Children Mathematics*, 8(9), 505.
- Patahuddin, S. M. (2007). Encouraging a novice teacher to use the Internet in primary school mathematics. In L. C. Sam (Ed.), *The 4th East Asia Regional Conference on Mathematics Education (EARCOME 4)* (pp. 259-266). George Town, Penang: School of Educational Studies, Universiti Sains Malaysia.
- Patahuddin, S. M., & Dole, S. (2006). Using the internet in teaching mathematics in primary school. In P. Grootenboer, R. Zevenbergen & M. Chinnappan (Eds.), *The 29th Annual Conference of the Mathematics Education Research Group of Australia (MERGA)* (Vol. 2, pp. 400 - 407). Canberra: MERGA Inc.
- Patahuddin, S. M., & Rokhim, A. F. (2009). Websites of online mathematical games for joyful mathematics learning (Website permainan matematika online untuk belajar matematika secara menyenangkan). *Jurnal Pendidikan Matematika*, 3(2).
- Patahuddin, S. M., Rokhmah, S., & Nur, M. (2010). *Developing mathematics worksheets to facilitate learning using the internet for International-based schools*. Paper presented at the Simposium Nasional Penelitian dan Inovasi Pendidikan Tahun 2010, Jakarta.
- Rokhim, A. F., & Patahuddin, S. M. (2010). *Online mathematical game to develop student's critical thinking*. Paper presented at the Seminar Nasional Matematika dan Pendidikan Matematika 2010, Malang.
- Rokhmah, S., Patahuddin, S. M., & Nur, M. (2010). *Minds-on, hands-on, dan virtual hands-on dalam pembelajaran matematika*. Paper presented at the Seminar Nasional Matematika dan Pendidikan Matematika FKIP Universitas Muhammadiyah Malang. Tema: Peran Matematika, Pendidikan Matematika serta Terapannya dalam Perkembangan Ilmu Pengetahuan dan Teknologi (IPTEK), Malang.
- Wiske, M. S., Sick, M., & Wirsig, S. (2001). New technologies to support teaching for understanding. *International Journal of Educational Research*, 35(5), 483-501.

Acknowledgement: I presented some parts of this paper at The Annual Conference of the Mathematics Education Research Group of Australia (MERGA) in Canberra in 2006.

PARALEL PAPERS

A MODEL ELICITING FRAMEWORK FOR INTEGRATING MATHEMATICS AND ROBOTICS LEARNING

David Nutchey

d.nutchey@qut.edu.au

Faculty of Education, Queensland University of Technology, Australia

Abstract

Robotics is taught in many Australian ICT classrooms, in both primary and secondary schools. Robotics activities, including those developed using the LEGO Mind storms NXT technology, are mathematics-rich and provide a fertile ground for learners to develop and extend their mathematical thinking. However, this context for learning mathematics is often under-exploited. In this paper a variant of the model construction sequence (Lesh, Cramer, Doerr, Post, & Zawojewski, 2003) is proposed, with the purpose of explicitly integrating robotics and mathematics teaching and learning. Lesh et al.'s model construction sequence and the model eliciting activities it embeds were initially researched in primary mathematics classrooms and more recently in university engineering courses. The model construction sequence involves learners working collaboratively upon product-focussed tasks, through which they develop and expose their conceptual understanding. The integrating model proposed in this paper has been used to design and analyse a sequence of activities in an Australian Year 4 classroom. In that sequence more traditional classroom learning was complemented by the programming of LEGO-based robots to 'act out' the addition and subtraction of simple fractions (tenths) on a number-line. The framework was found to be useful for planning the sequence of learning and, more importantly, provided the participating teacher with the ability to critically reflect upon robotics technology as a tool to scaffold the learning of mathematics.

keywords: mathematics, robotics, model eliciting, number line

Introduction

There has been a variety of teaching and research activities at the intersection of mathematics education and robotics (or more broadly, technology education). The integration of mathematics and robotics curricula is the focus an ongoing research project titled 'ELLA – Enhanced Learning through LEGO Activities'. In this paper, the first iteration of the ELLA project is reported upon, in which a class of Year 4 students in a typical Australian primary school were exposed to LEGO robotics and the technology was used to engage and scaffold the students' learning of fraction concepts, in particular tenths. What is novel to this research is the adaptation of the model construction sequence (Lesh et al., 2003) as the basis for designing and reflecting upon two parallel but complementary sequences of classroom activities: the regular mathematics lessons specified in a school curriculum and a sequence of robotics-based activities that were designed specifically to augment the regular mathematics lessons.

In the following sections, a brief review of pertinent literature that outlines the nexus of theory regarding mathematical modelling as a classroom pedagogy, robotics as a vehicle for learning and the analysis and description of mathematical knowledge and understanding is presented. This leads to the proposition of the conceptual framework, and in particular the

proposition of the integrating model eliciting framework, underpinning this work. The frameworks application to the design and analysis of classroom activities related to the learning of fraction concepts is presented. Finally, some comments regarding the success of this first iteration and some implications for future iterations of the project are provided.

Literature Review

The ELLA project is aiming to develop pedagogical theory and practice regarding the use of robotics in the learning of school-level mathematics. This includes the development of theory or principles regarding learning activities and resources and exemplars of such theory activities. Central to this project has been the proposition of pedagogically driven conceptual framework that integrates three related conceptual bases: (1) mathematical modelling (Lesh et al., 2003; Lesh & English, 2005); (2) constructionism (Papert, 1980, 1991); and (3) the genetic decomposition-based description and analysis of learners' knowledge and understanding (Nutchey, 2011a, 2011b). Each of these bases are now discussed in turn, from which the conceptual framework for the ELLA project is synthesised.

MATHEMATICAL MODELLING

Bell (1993), amongst others, describes a model of mathematical problem-solving used by real-world mathematicians that can be thought of in three distinct and cyclical stages: (1) Mathematising; (2) Manipulating; and (3) Interpreting. Problem solving proficiency involves learners working with complex and unfamiliar situations and developing non-routine, or innovative, solutions and should be integral to a contemporary mathematics classroom. This is consistent with the view of Bell (1993), who, whilst recognising the importance of learning about problem solving and learning mathematics for problem solving (i.e., a more traditional applications approach), also stressed that increasing importance should be placed upon learning via problem solving. That is, learners should be challenged by real problems, ones for which there is no clear or obvious path to their solution. It is through such problem solving that a shift from "mathematics as computation" towards "mathematics as "conceptualisation, description and explanation" (Lesh & English, 2005, p. 1) will be achieved and so develop within students the more complex and futures oriented view of mathematics which is needed for work in the 21st Century (Lesh & English, 2005).

In more recent years, the term 'problem solving' is often been replaced by the term 'models and modelling perspective' or more simply 'mathematical modelling'. Galbraith (2011) provided a survey of the usage of this term, and has identified six different meanings or groupings of mathematics education research and practice. Galbraith suggested that of these (i.e., using real problems as a preliminary basis for abstraction, emergent modelling, modelling as curve fitting, and word problems) do not adequately address the need of developing conceptualisation, description and evaluation abilities. The fifth meaning associated with mathematical modelling is described by Galbraith as modelling as a vehicle. Galbraith adopts the term vehicle from the work of Julie (2002) to describe those cases in which a mathematical modelling activity is used with the "prime purpose of eliciting and

consolidating new mathematical ideas” (Galbraith, 2011, p. 286). The sixth meaning of mathematical modelling described by Galbraith takes a very much process-oriented view, or modelling as content (Julie, 2002), which serves the “prime purpose of helping students to access and use their existing store of mathematical knowledge” (Galbraith, 2011, p. 286). In both these latter meanings, the mathematical model is conceived of as some conceptual structure that is constructed or used by the learner to make sense of experience.

Galbraith identifies the model eliciting work of Lesh and associates (e.g., Lesh et al., 2003) as a pedagogical tool that can be used to develop students’ mathematical modelling (or problem solving) abilities, from both modelling as vehicle and modelling as real-world problem solving viewpoints. A sequence of model eliciting activities (MEAs) provides a way for learners to make explicit their developing ideas with regards to the problem at hand and their developing mathematical models. A significant aspect of Lesh et al.’s work is the belief that representational fluency – being able to flexibly express a mathematical concept in a variety of representational forms – is a significant factor that contributes to deep understanding. In terms of Bell’s (1993) principles, this relates to the connectedness of the learner’s developing organisation of mathematical ideas. Whilst model eliciting has a strong product focus (i.e., groups of learners working collaboratively on the solution of some problem), it is through such activities that the learners’ conceptual understanding is revealed.

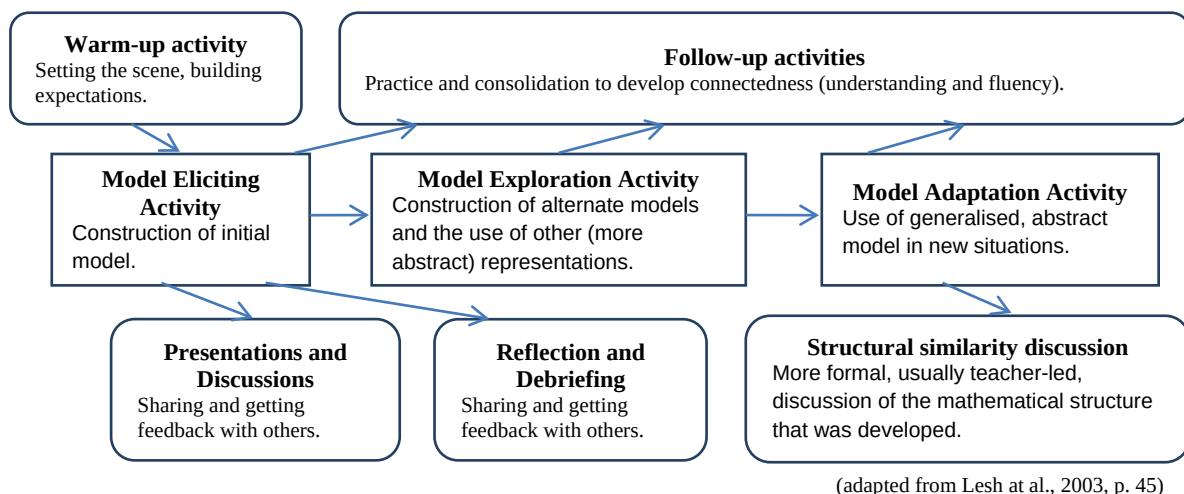


Figure 1. Lesh et al.'s model construction sequence

As suggested by the cycle of mathematisation (Bell, 1993), problem solving is rarely a simple one-pass process: multiple cycles of mathematical work often occur as learners (or any mathematician) either refine a solution or explore and compare a variety of solutions. This cyclical nature is accommodated by Lesh et al. (2003), who suggest that a single MEA should not be used in isolation. Instead, a sequence of model construction activities should be used (in combination with other classroom activities including practice activities aimed at

developing or consolidating computational fluency). Such a sequence is described in Figure 1, which shows three model construction activities: the model eliciting activity, the model exploration activity and the model adaptation activity.

The model construction sequence thus embodies both modelling as vehicle and modelling as real-world problem solving meanings. In the sequence, the earlier model eliciting activity could be aimed at creating a new mathematical idea (i.e., the model). Then, further modelling activities (referred to as model exploration activities by Lesh et al.) provide opportunities for the learner to represent the mathematical ideas in different ways and to realise its connections to other mathematical ideas. Later in the sequence, the modelling activit(ies) aim to adapt the model to new situations that are different to those in which the model was originally developed. Thus, the model construction sequence provides a framework for explicitly applying, discussing and revealing how the mathematical concepts and processes constructed during the modelling activities relate to the overall structure or organisation of mathematics.

Constructionism and LEGO® Robotics

The seminal work of Seymour Papert and his constructionist theory (e.g., Papert, 1980, 1991) has been the basis of several educational technologies, including LOGO Microworlds, the SCRATCH visual programming environment for creating animations and games and the LEGO Mindstorms NXT robotics technology. Central to the constructionist theory is the premise that the use of technology to construct solutions to problems encourages peer-to-peer discussion and allows the teacher to observe the thinking that is going on as the 'product' is being designed, built and evaluated. That is, technology is a vehicle for learning which reveals the learners' thinking process(es) that lead to the product. When considered from a mathematics learning viewpoint, LEGO robotics provides learners opportunities to socially construct meaning related to concepts including: distance and angle measurement; time; whole, decimal and fractional number notation; geometric shapes and reasoning; rate, ratio and proportional relationships and the associated reasoning required to solve equations; and the development and management of multi-step solutions.

Graphical Representation of Knowledge and Understanding

Nutchev (2011a, 2011b) has proposed genetic decompositions as a graphical way in which to describe both the structure of mathematical knowledge shared in a community and the understanding that an individual has of that knowledge. This work is a synthesis of Popper's (1978) three-world conceptualisation of knowledge and Piaget's notion of reflective abstraction (Dubinsky, 1991; Piaget, 2001). Genetic decompositions identify the set of knowledge objects (the problems, concepts and representations of the domain) as well as the reflective abstraction-based knowledge associations. Together, these constructs can be used to weave together a complex description of the knowledge in some mathematical

domain. For the reader's reference, a summary of the graphical language's constructs used to create genetic decompositions is presented as an appendix. Additionally, Nutchey has conceptualised understanding in terms of the sequence of experiences that a learner has as they explore the structure of shared mathematical knowledge. Quite literally, the implication for instruction is that learning experiences should be designed such that the learner has the opportunity to encounter all connections in the organisation of mathematical ideas, such that they too construct the meaningful associations which link together problems, concepts and representations.

Conceptual Framework

Mathematical modelling necessitates a context that is accessible and from which learners can develop intuitive through to formal understanding. It is the premise of this research project that LEGO-based robotics provide such a context in which mathematical modelling can be conducted. Moreover, LEGO-based robotics activities can be carefully designed so that learner's are scaffolded and directed in their exploration the structure of shared mathematical knowledge, either to elicit new mathematical ideas or to consolidate existing mathematical ideas. To organise learning activities to achieve such a scaffolding, a variant of Lesh et al.'s model construction sequence has been proposed and is illustrated in Figure 2. This so called integrating model eliciting framework explicitly sequences regular mathematics lessons with ELLA activities in a zig-zag fashion, such that the more typical mathematics lessons provide the opportunity to prelude and/or follow up the mathematical content of the activities in the ELLA model construction sequence (and vice versa). As with Lesh et al.'s original model, the sequence of ELLA modelling activities progressively expand upon the mathematical model used by the students, firstly eliciting the model, then exploring its use and finally adapting it for new uses. As a model of both curriculum integration and research design, the middle activity design section refers to not only the design of LEGO-based activities to complement the regular mathematics lessons, but also the ongoing research-teacher dialog that features in the ELLA project. Using the proposed integrating model eliciting framework it is the goal of the ELLA project to explore how the use of LEGO-based mathematics model eliciting might provide contribute to the more innovative and futures-oriented interpretation of "mathematics as conceptualisation, description and explanation" (Lesh & English, 2005, p. 1).

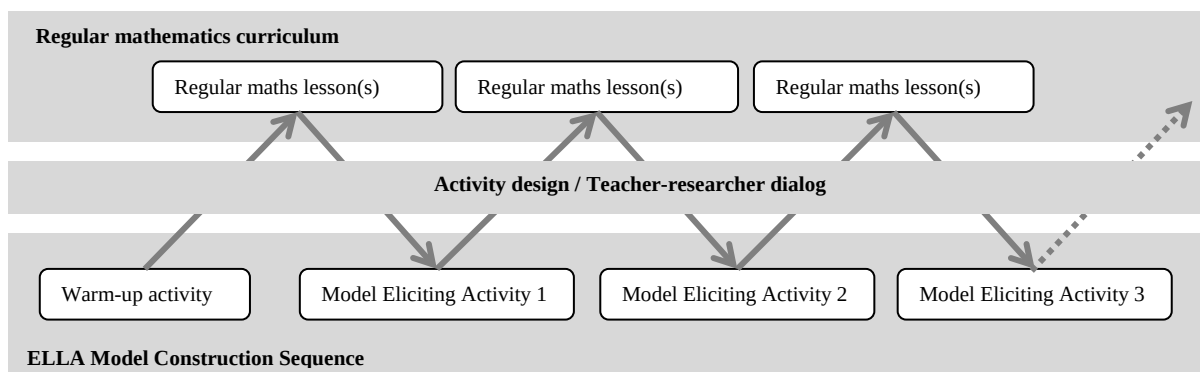


Figure 2. Proposed integrating model eliciting framework

METHODOLOGY

Complementing the design-based problem solving approach to learning mathematics, the ELLA project has adopted a three-tiered teaching experiment methodology in a similar way to Lesh et al.'s own work in the study of model eliciting (Lesh & Kelly, 2000). The ELLA project has considered three tiers: the researcher's developing understanding of LEGO®-based modelling activities; the teacher-participants' use of LEGO®-based modelling activities to inform evidence-based teaching design; the student-participants' developing knowledge and understanding of mathematics, including their proficiencies and content knowledge. Each tier of the teaching experiment can be considered as an iterative, longitudinal study: At each cycle of study, the developing theory used to explain the observations at each level is refined and fed into the next cycle of research.

In this paper, the first iteration of ELLA is reported upon. The participants in this iteration were a class of 26 mixed ability Grade 4 students (aged 9-10 years) in a typical Australian primary school. Their teacher also participated in the iteration; whilst having no substantial prior experience with LEGO robotics, she actively contributed to the design and delivery of the ELLA learning activities, as well as teaching the regular mathematics lessons. This teacher input is central to the ELLA project and the proposed integrating model eliciting framework: the LEGO activities were designed to align to the regular mathematics lessons and to match the specific learning needs of the student participants. Data gathered during the iteration included: student generated artefacts from the robotics sessions (e.g., completed worksheets), teaching plans associated with the regular mathematics lessons (i.e., mathematics teaching and learning that occurred away from the robotics sessions) and field notes of the researcher that reflected upon the robotics activities and the discussions that occurred with the teacher both before and after the ELLA sessions. This data was then analysed to identify the mathematical ideas encountered by the learners in both the regular mathematics and ELLA activities. This analysis was guided by Nutchey's (2011b) knowledge modelling technique and genetic decompositions for both regular mathematics lessons and ELLA activities were created. These genetic decompositions served as a basis for comparing the regular mathematics and ELLA activities, with the view to identifying potential

opportunities for improving the teaching and learning of fraction knowledge in an integrated fashion using the proposed model eliciting framework.

DATA AND ANALYSIS

The iteration of the ELLA project teaching experiment reported upon in this paper was conducted over a month long period in which students participated in four ELLA sessions. Each week the students (working in small groups of 2-3) participated in 70 minute sessions in which they worked on completing different ELLA activities that complemented their regular mathematics curriculum. This particularisation of the integrating model eliciting framework to this iteration is illustrated in Figure 3. The focal mathematics concepts developed during this period included: the construction of fractions using various concrete materials; expression of the fractions using both common fraction (mixed and improper) and decimal notation; the use of a number-line model to represent the relative size, position and equivalence of fractions; and counting by fractions and associated rudimentary addition and subtraction strategies for fractions, in particular tenths;.

In the following sub-sections, the mathematical content explored in the regular mathematics lessons and the activities of the ELLA model construction sequence are summarised and their contribution to the participating learners' development of understanding is discussed. The mathematical ideas experienced (and so potentially understood by the students) have been analysed and described using the genetic decomposition technique.

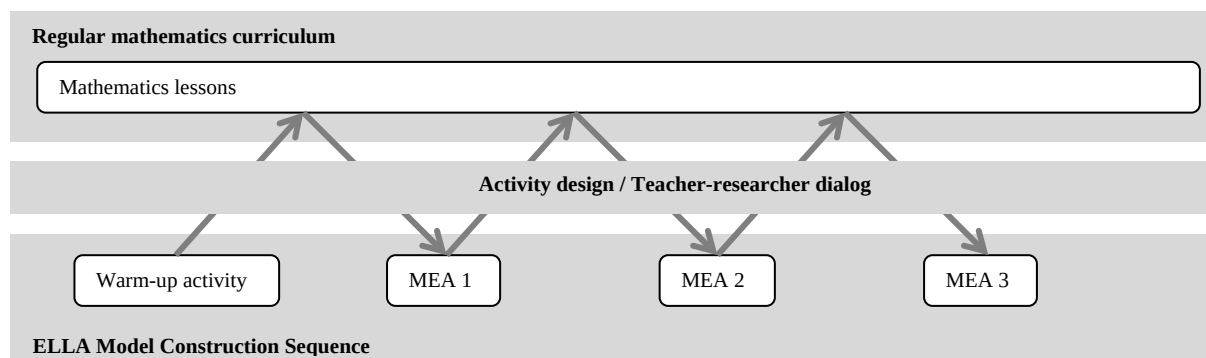


Figure 3. Particular instance of the integrating model eliciting framework

Regular Mathematics Lessons

In the new Australian Curriculum: Mathematics (ACARA, 2012), Year 4 students are expected to study fraction related ideas including: investigating equivalent fractions used in context; count by quarters, halves and thirds, including mixed numbers, and be able to locate these numbers on a number line; extend the place value system into tenths and hundredths; and make connections between decimal and common fraction notation for

fractional numbers. Many of these ideas were developed, often at an introductory level, during the lessons related to this study. During the regular mathematics lessons, the teacher followed a curriculum designed by the state-level public school organisation; the teacher was free to adopt or adapt the materials provided in this curriculum to suit the specific needs of the students, and for the most part the sequence of instruction specified in this state-level curriculum was adhered to.

Lesson sequence

The regular lesson sequence (approximately eight 60 minute sessions) began by using an area model-based approach to the construction of fractions: The children performed activities such as folding a piece of paper to get halves, and then refolding to get quarters and eighths. The equal area of each part was stressed to highlight that the partitioning of a whole into fractional parts requires each part to be of the same size. In addition to the concrete representation of fraction, the symbols (e.g., $\frac{1}{2}$) and the literal names (e.g., one half) were also introduced and linked to each of the fractions created. A similar approach using length model-based paper strips was used to also construct half, quarter and eight sized paper strips. To reinforce the idea that the size of a fraction is not absolute but instead proportional to the size of the whole, different sized 'whole' pieces of paper and paper strips were used. In a related way, it was discussed that as the number of parts increased, the size of those parts decreased. Terminology such as denominator (the name of the part) and numerator (how many of the parts) were also used when discussing the fraction activities. Once halving strategies were soundly developed, alternate partitioning strategies, such as by thirds and by fifths, were introduced to develop a range of fractions including sixths, tenths and fifteenths.

Counting by fractions was then introduced. Students began by counting in halves, using both improper fractions (e.g., 5 halves or $\frac{5}{2}$) and also mixed numbers (e.g., two wholes and one half or $2\frac{1}{2}$). To scaffold this, the number line was used to locate each of the two forms of fractional number and so identify their equivalence.

The relative size of fractions was also considered; the paper strip fractions constructed using various folding strategies (partitioning to halves, thirds fifths and combinations thereof, and all beginning with the same sized whole) were compared with each other, both to identify relative size and also to identify fractions that were equivalent (e.g., $\frac{1}{5}$ is equal to $\frac{2}{10}$).

With the previously developed understanding of partitioning, fraction equivalence and fractional numbers bigger than one, students then returned to a more detailed study of tenths. The students counted in tenths, represented number using improper and mixed number forms and used the renaming strategy to convert between improper and mixed number forms. Number expanders were used to scaffold the students' use of improper and mixed number forms. Decimal notation was then introduced as an alternative symbolic

representation. Just as students previously counted using common fraction representations of tenths, students then used decimal fraction representation to count along number lines in tenths, which was further extended to counting in other patterns, such as two tenths (0.2) and five tenths (0.5). This counting by tenths provided a basis for rudimentary addition and subtraction by tenths using a count all-like strategy (similar to that they would have encountered when first learning whole number addition).

Genetic decomposition of lesson sequence knowledge

A genetic decomposition that summarises the organisation of mathematical knowledge experienced by the students during the regular lesson sequence is shown in Figure 4. This genetic decomposition is only partial: it identifies the problems (tasks) encountered during the lesson sequence and the coordination of mathematical concepts used to solve these problems – the genetic decomposition does not describe the various representations used by the students to express the problems or concepts.

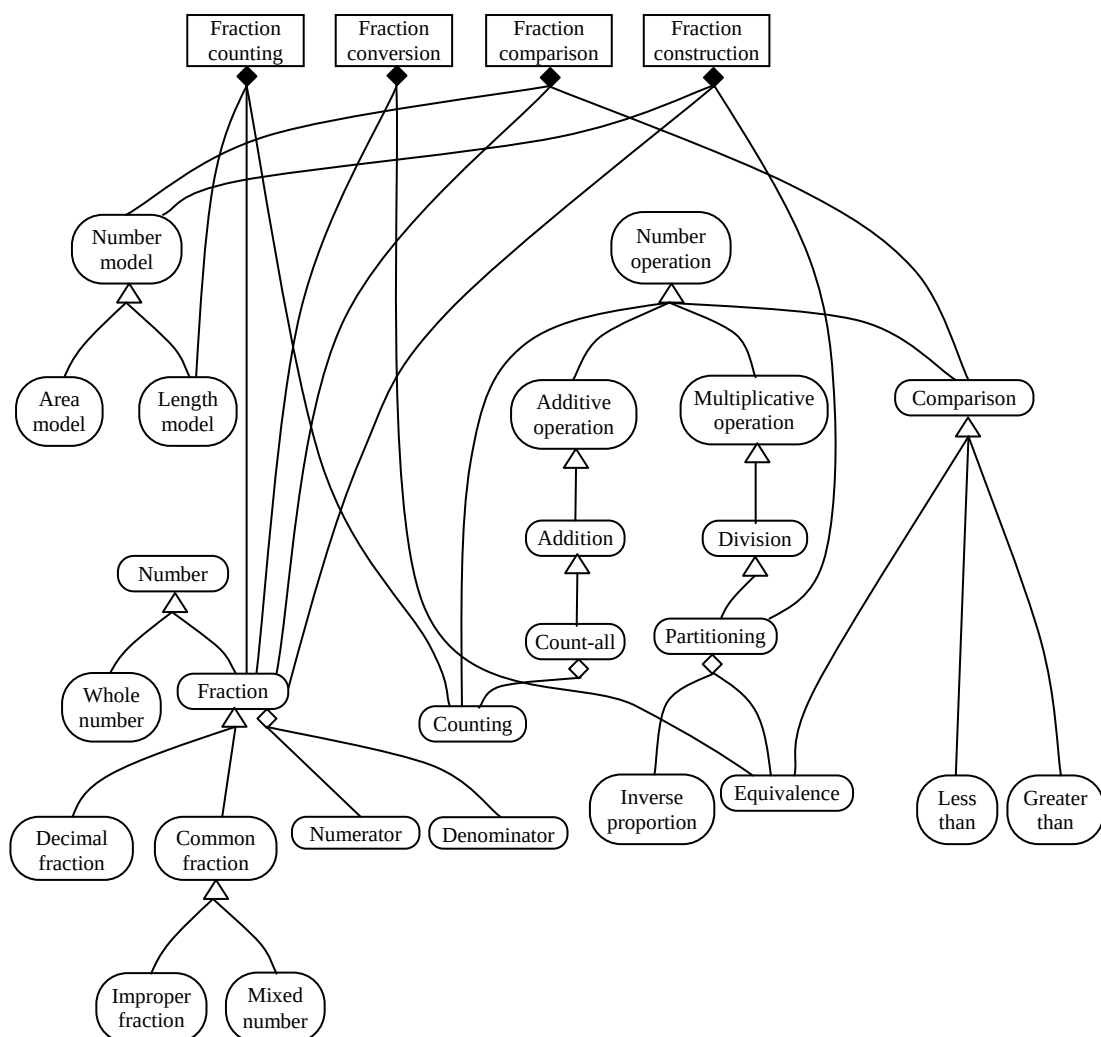


Figure 4. Genetic decomposition of the knowledge covered in the regular mathematics lessons

LEGO-based Model construction sequence

In the LEGO-based model construction sequence, the ultimate aim was to use a simple three-wheeled robot, called the Tribot, and program it to 'act out' relatively simple addition and subtraction problems using tenth operands.

Warm-up activity

In the warm-up activity (aimed at familiarising, engaging and enthusing students to participate in the ELLA activities), each small group followed a set of picture-based instructions to construct the Tribot'. This warm-up activity not only familiarised the students with the LEGO NXT technology, but provided the teacher and researcher opportunity to observe groupwork skills and identify students who might potential struggle to make sense of the technology. By the end of this session, all groups had successfully constructed their robot.

MEA 1

In the first MEA, the students were introduced to programming the robot, and were challenged to program the robot to travel a prescribed distance in a straight line. The bigger aim of this MEA was to scaffold the students' connection of the robot's straight line movement to their prior experience of the number line model – that is, to elicit the number line model in this new setting.

Four marks were put on the floor in a straight line and (unknown to the students) these marks were spaced a distance corresponding to exactly 10 wheel rotations of the robot. The students were then challenged to determine how many wheel rotations were required to move their robot exactly from one mark to the next. They quickly established that ten wheel rotations were required. That is, they applied the process of quotitioning-like division to establish how many wheel-rotation sized parts were in the whole. A whole class discussion then ensued to realise the number-line nature of the marks on the floor, with various positions along the number line being identified (e.g., 1 whole, 1 whole and 5 tenths, 2 wholes, 3 wholes, one half) and also what the equivalent tenth fractions were (e.g., 10 tenths, 15 tenths, 20 tenths, 30 tenths, 5 tenths)

MEA 2

In the second MEA the number-line model used to describe the robot's movement was explored in more detail. Also, the students were introduced to multi-step programming (i.e., programming a sequence of robot moves) so that they would be able to make the robot traverse the number-line in a series of jumps.

After reviewing the previous MEA and the notion that one wheel rotation was equivalent to one tenth of the distance along the number line, the students were given a worksheet prepared by the teacher. The first question was quite direct: it gave explicit instruction regarding where the robot was to start, and how many and what direction the Tribot's wheels should rotate, i.e., "Start at 0 on the number line, move forward 15 rotations,

reverse 3 rotations, move forward again another 8 rotations, where on the number line do you end up?” The next question was similar in structure but, instead of specifying the instructions in number of wheel rotations, the Tribot’s movement was specified in the movement of tenths on the number line, i.e., “Your starting point is at 2. Reverse back 0.6, move forward 1.2, reverse again 0.6. What is your end point?”. The final questions of the worksheet were more open ended, giving the students start and end point and asking them to determine suitable instructions e.g., “If I start at 1.5 on the number line and I want to get to 2.5 can you provide three instructions to get there?”

MEA 3

In the final MEA of the sequence, a larger number line (i.e., 10 wholes) was constructed. Each group was given a set of 10 question cards. The questions ranged in difficulty and covered tenth-based addition, subtraction and equivalence. The answer for each question formed the argument to a 10-step program the students wrote to traverse the large number line (i.e., on each question card, the students were instructed to program the robot to move either forward or backwards by the unknown amount). On the worksheet provided to the students, a 0-10 number line was provided and students were asked to not only write the 10-step program but also to predict/calculate where their robot would finish. Thus, this MEA provided an opportunity for the students to adapt their number-line model of the robot’s movement to a somewhat different context.

Genetic decomposition of ELLA model construction sequence knowledge

A genetic decomposition that summarises the organisation of mathematical knowledge experienced by the students during the ELLA activities is shown in Figure 5. It shows how the students actively engaged in problems requiring them to construct, compare, convert, add and subtract fractions. In each of these tasks, the students drew on a similar set of concepts (compared to their regular mathematics lesson activities), except that instead of partitioning, quotitioning was the process by which the fractional positions along the number line were constructed. Also, because the instructions for programming the robot were often specified in terms of the addition and subtraction problems, new strategies such as count-on and count-back were evidenced in the students solving of these problems. As with the analysis of the regular mathematics lesson sequence, this genetic decomposition does not describe the various representations used to express the mathematical problems and concepts.

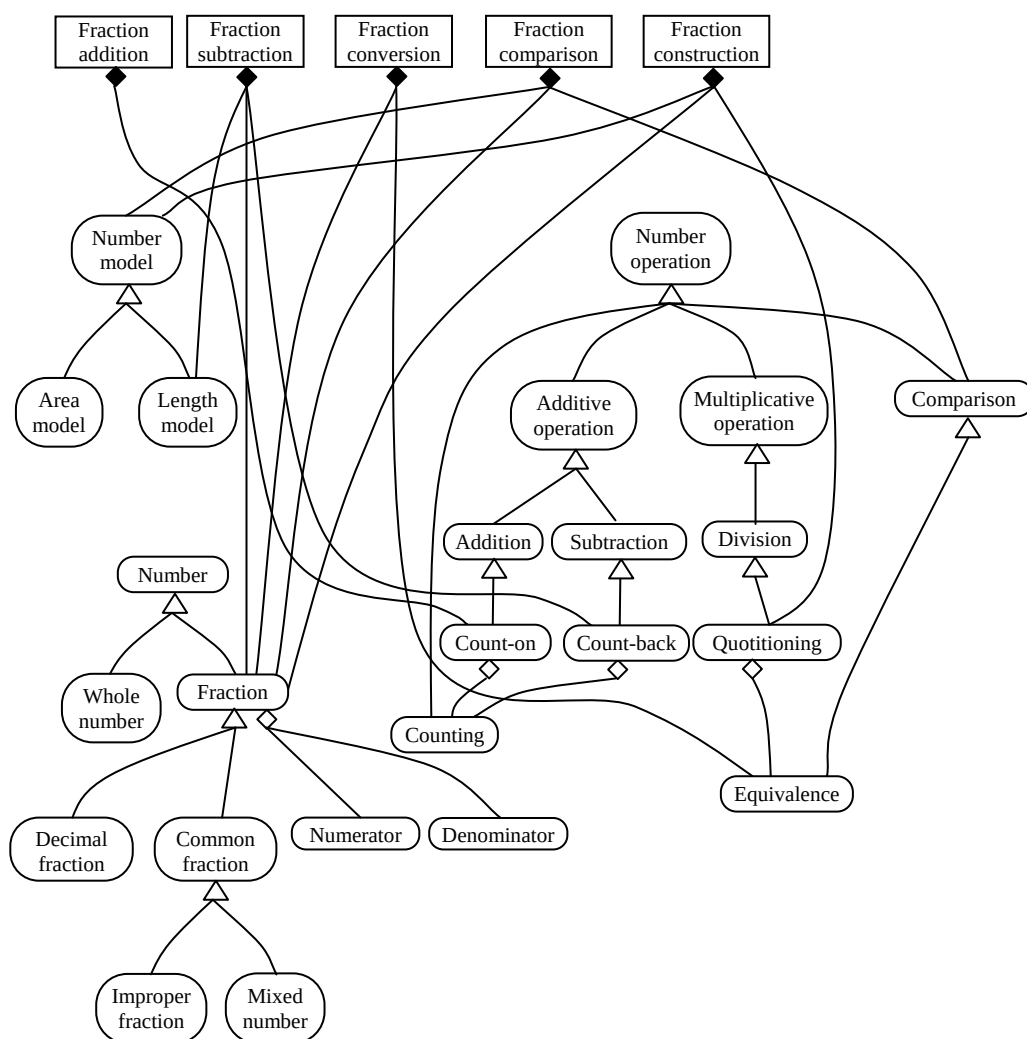


Figure 5. Genetic decomposition of the knowledge covered in the LEGO-based model construction sequence

IMPLICATIONS AND CONCLUSION

The ELLA project is aiming to develop theory and exemplary practices of how LEGO-based activities, in particular those using robotics, can be used in an integrated manner to develop students' understanding of mathematics. The first iteration of this project has demonstrated the viability of the proposed integrating model eliciting framework as a pedagogical approach to bring together mathematics and technology/ICT curricula.

Upon reflection and discussion, both the researcher and teacher involved in this iteration feel that the zig-zag nature of the integrating framework has allowed the robotics activities to be carefully and strategically designed and inserted into the sequence of activities that have contributed to the learners' mathematics understanding. The regular lesson and ELLA activities have been complementary, both in the sense that one has provided opportunity to consolidate the learning of another and also in the sense that one has provided opportunity to introduce new concepts not covered in the other. A particular example of this is the

notion of quotitioning which is an important form of multiplicative (division) thinking and which was not covered in the regular lesson sequence.

The constructionist theory underpinning the LEGO robotics technology has been very evident during the ELLA sessions: students were actively engaged in discussing the robot's movement, both through verbal language and also through the use of mathematical representations such as the number line to predict and/or troubleshoot the robot's movement. The use of the number line model, both on paper and as the 'track' along which the robot moved was very telling of the students' thinking with regards to fractions. Some students' use of the number line model indicated their beginning understanding of fraction counting, addition and subtraction, since they resorted to marking every movement by a tenth on the number line (or their robot only ever moved 1 wheel rotation at a time). Other students, with a more sophisticated understanding of fraction addition and subtraction, were able to show the robot's movements as jumps on the number line and their robot moved in similar ways. Such feedback to the teacher is invaluable in ascertaining learner understanding and to tailor instruction to leverage current understanding and address misconception.

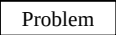
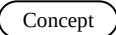
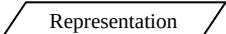
Whilst this first iteration of the ELLA project has been successful, it has identified opportunities for further enhancement of the research methodology and the ELLA activities. The integrating model eliciting framework has been presented as complementary and tightly connecting regular mathematics lessons and robotics activities. From a research methodology as well as classroom practice perspective this could be further strengthened. Greater detail regarding the student's activity in their regular mathematics lessons would allow for much better design of LEGO activities that are timely and relevant to the students' learning. This is as much an issue of research technique as anything else. One way in which this could be improved is more accurate record keeping by the teacher as to what activities (and conceptual challenges they caused) were conducted during the mathematics lessons. Also, this requires an ability to quickly design and prepare/adapt LEGO activities that are of immediate relevance. In a related way, more detailed analysis of the mathematical knowledge and anticipated learning needs to occur before instruction, because this will better inform the design of both the regular classroom activities and the ELLA activities. For example, it was during the post-sequence data analysis that the difference between division strategies (partitioning vs. quotitioning) was identified. Similarly, a greater alignment between the pre-addition (counting) activities of the regular mathematics lessons and the programming of the robot could have been achieved by simply including programming tasks such as making the robot act out fraction counting patterns.

The research activity presented in this paper has proposed a novel adaptation of the model eliciting framework that might allow for a closer integration of mathematics and ICT curricula, with the view to using robotics as a resource to more effectively teach mathematics. Whilst only in its infancy, the data gathered thus far has shown how even

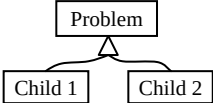
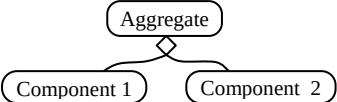
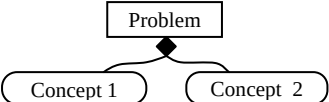
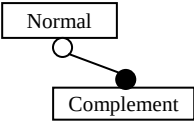
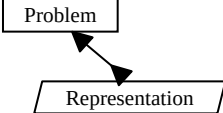
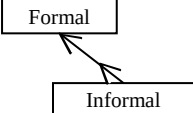
young students are able to use the technology, and that through its use the students application and elicitation of mathematical concepts has been strong. Importantly, the nature of the ELLA tasks has necessitated students to discuss their developing understanding of the embedded mathematical concepts, which has not only contributed to their deeper understanding but has given the teacher (and researcher) valuable insight into the students' mathematical thinking.

APPENDIX –THE GRAPHICAL LANGUAGE

Knowledge objects – the three different types of knowledge objects are used to identify the different mathematical ideas in some domain of knowledge

	The problem object describes a problem, or task, that might be encountered when engaging in mathematical activity
	The concept object describes some process, concept or principle used when conducting mathematical activity
	The representation object describes some way in which a mathematical problem or concept might be expressed.

Knowledge associations – drawing on Piaget's notion of reflective abstraction, the different associations describe the cognitive mechanisms by which the organisation of knowledge is formed.

	Inheritance describes a super-ordinate relationship between an abstract parent and one or more children, and can be applied to problems, concepts and representation objects.
	Aggregation describes an aggregate object composed of one or more component objects, and can be applied to problem, concept and representation objects.
	Solution describes a problem being solved using a coordination of one or more concepts.
	Inversion describes one object (the normal object) having an inverse (the complement object). This association can be applied to problems and concepts.
	Expression describes the expression of either a problem or concept using a representation object.
	Formalisation describes one representation (the formal representation) to be more abstract than another (the informal representation).

REFERENCES

Australian Curriculum Assessment and Reporting Authority (ACARA). (2012). *Australian Curriculum: Mathematics ver. 3.0*.

- Bell, A. (1993). Principles for the design of teaching. *Educational Studies in Mathematics*, 24(1), 5-34.
- Dubinsky, E. (1991). Reflective abstraction in advanced mathematical thinking. In D. Tall (Ed.), *Advanced mathematical thinking* (pp. 95-123). Dordrecht/Boston/London: Kluwer Academic Publishers.
- Galbraith, P. (2011). *Models of modelling: Is there a first among equals?* Paper presented at the 34th Annual Conference of the Mathematics Education Research Group of Australasia.
- Julie, C. (2002). *Making relevance relevant in mathematics teacher education*. Paper presented at the Proceedings of the Second International Conference on the Teaching of Mathematics (at the undergraduate level).
- Lesh, R., Cramer, K., Doerr, H., Post, T., & Zawojewski, J. (2003). Model development sequences. In R. Lesh & H. Doerr (Eds.), *Beyond constructivism: Models and modelling perspectives on mathematics problem solving, learning and teaching* (pp. 35-58). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Lesh, R., & English, L. (2005). Trends in the evolution of models and modeling perspectives on mathematical learning and problem solving. *ZDM: The International Journal on Mathematics Education*, 37(6), 487-489.
- Lesh, R., & Kelly, A. (2000). Multitiered Teaching Experiments. In A. Kelly & R. Lesh (Eds.), *Research Design in Mathematics and Science Education* (pp. 197-230). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Nutchev, D. (2011a). *A Popperian consilience: Modelling mathematical knowledge and understanding*. Paper presented at the 34th Annual Conference of the Australasian Mathematics Education Research Group, Alice Springs, Australia.
- Nutchev, D. (2011b). *Towards a model for the description and analysis of mathematical knowledge and understanding*. (PhD), Queensland University of Technology, Brisbane, Australia.
- Papert, S. (1980). *Mindstorms: Children, computers and powerful ideas*. New York: Basic Books.
- Papert, S. (1991). Situating constructionism. In I. Harel, S. Papert & Massachusetts Institute of Technology Epistemology and Learning Research Group (Eds.), *Constructionism: Research reports and essays, 1985-1990* (pp. 1-12). Norwood, NJ: Ablex Publishing Corp.
- Piaget, J. (2001). *Studies in reflecting abstraction* (R. Campbell, Trans.). Sussex, England: Psychology Press.
- Popper, K. (1978). *Three worlds*. Retrieved from <http://www.tannerlectures.utah.edu/lectures/documents/popper80.pdf>.

Learning Kites by Using Pendidikan Matematika Realistik Indonesia Approach In Fifth Grade Students of SD 4 Klaling

Eka Zuliana
PGSD FKIP Muria Kudus University, Indonesia
zulianaeka@yahoo.co.id

Abstract

The students in fifth grade at SD 4 Klaling had difficulty in understanding the basic concept and solving the problems of kites area. This condition was caused by some factors: the learning model was still conventional, where the teacher explained the definition or theorem orally, students are more likely to be introduced by using formula without finding the concept. Students cannot explain their idea, just memorize and remember their knowledge without learning experience. Based on these conditions, the researcher design a learning method by using Pendidikan Matematika Realistik Indonesia (PMRI) approach by making and playing of kites as a context based on the students experience. The purpose of this research is to look how PMRI approach help the students to understand the basic concept and solve the problems of kites area. The method of research is action research starting by planning, acting, observing and reflecting. The results showed PMRI approach with making and playing of kites as a context based can stimulate and improve students ability to understand the basic concept and solve the problems of kites area.

Keyword: Action Research, PMRI, Learning Kites

INTRODUCTION

There are many researches' found that the students mathematic achievement in Indonesia had not achieved the standard of the students level achievement. A report of Trends in International Mathematics and Science Study (2007) stated that the mean of mathematic scores of Indonesian students is still in the below average level based on the international achievement level and the Indonesian students achievement is in the 36th grade from 49 countries. Relevant on this condition, Program for International Student Assessment (2009) stated that Indonesian students' mastery of mathematic is low, where it is shown by the result of the scores getting by Indonesian students which are only 371. The scores are still lower than the standard of International achievement level, those are 496. The Indonesian students achievement is in the 61th grade from 65 countries all over the world. The observation result done by PISA 2009 shown that the students were getting difficulties in the geometry especially in understanding of plane.

Teaching and learning process was dominated by teacher and the students did not get any space to develop their ideas through the discovery of their thinking processes (Trianto, 2009:3). Almost all the teaching and learning mathematic in the classroom were presented by using conventional method which was shown by presenting some steps. They were : (1) the teacher explained the theory or the definition by giving information to the students, (2) the students were given some examples of the theory by giving information too, (3) the students were given some exercises as the evaluation. The writer also found the same

activities in teaching and learning mathematic, especially material of kite which was taught in SD 4 Klaling. Based on the observation and interview done by the researcher, the teacher of fifth grade students of SD 4 Klaling explained that discovery the formula of kite's area was not able to be delivered clearly caused by the limitation of time in teaching and learning processes. The method that was used by the teacher was the teacher directly explained the concept of the material, then the students were asked to memorize and then they had to do the exercises. In this case, the students were getting obstacle in doing the exercises, especially when they were getting exercises by using stories related with the contextual problems.

Related to the condition, the writer wants to try to conduct the action research by using Pendidikan Matematika Realistik Indonesia (PMRI) approach in teaching and learning material of kite to the fifth grade students of SD 4 Klaling. Learning design of this research refers to five characteristic of PMRI. They are: using of context, using of models, using of student's contribution, interactivity, and intertwining (Gravemeijer, 1994).

The objective of this research is to find out whether PMRI approach is able to improve conceptual understanding and problem solving ability in learning kites to the fifth grade students of SD 4 Klaling.

LITERATURE REFERENCE

The writer using some literatures supporting to this research.

1. LEARNING THE AREA OF KITES

Material of kite's area is one of the material which is stated in the school based curriculum (KTSP) for the first semester of fifth grade students. The materials are as follows:

Area of kites by using triangle's area approach can be seen at figure 1 follows:

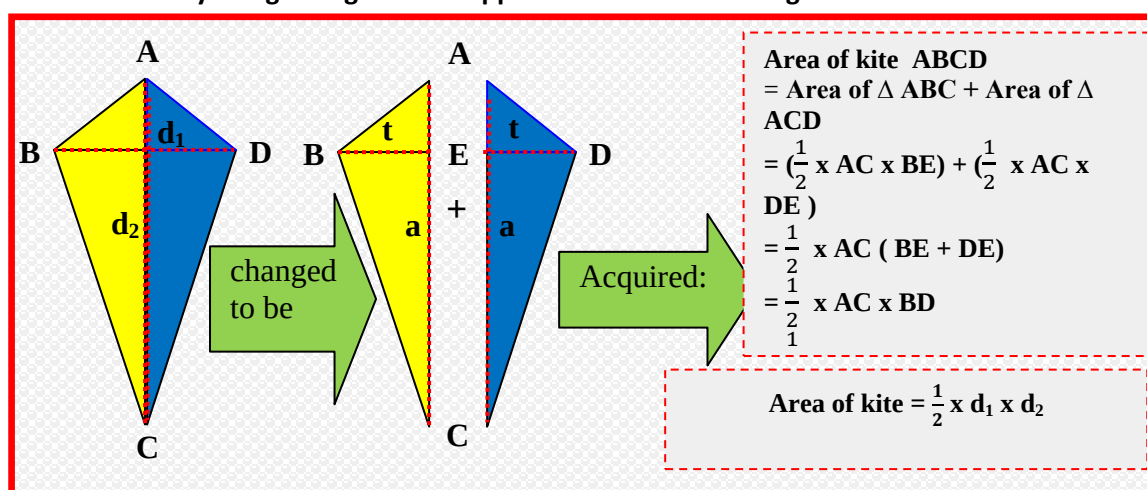


Figure 1. The discovery of kite's area concept by using triangle's area approach

Area of kites by using rectangle's area approach can be seen at figure 2 follows:

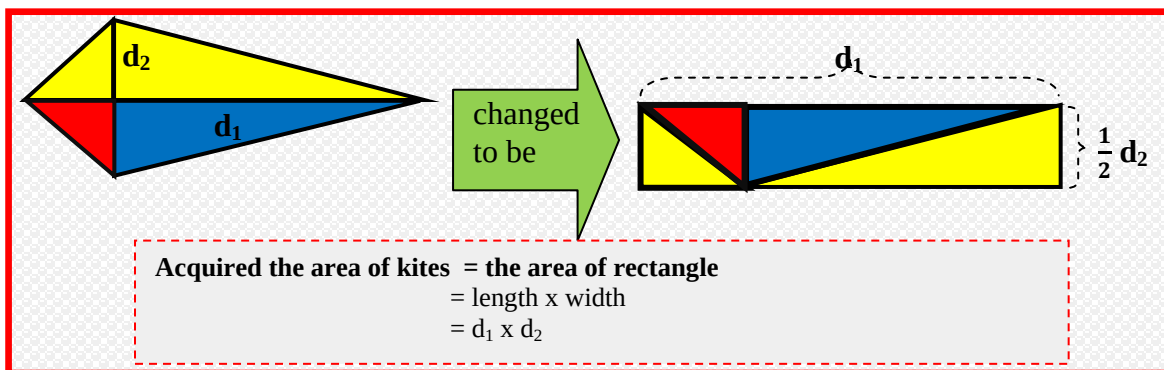


Figure 2. The discovery of kite's area concept by using rectangle's area approach

2. COMPREHENSION OF MATHEMATICAL CONCEPT

The comprehension of mathematical concept is very important to meaningful learning in mathematic. The students comprehension towards mathematical concept based on NCTM (2000) is able to be seen from the students' ability such as : (1) they are able to define the verbal and written mathematical concept; (2) they are able to identify and create the examples and non-examples; (3) they are able to use the models, charts, and symbols to present a concept; (4) they are able to change a type of representation to the other types; (5) they recognize kinds of meaning and interpretation of the concept; (6) they are able to identify the characteristic of the concept and recognize the condition which determine a concept; (7) they are able to compare and differentiate the concepts.

3. MATHEMATIC PROBLEM SOLVING ABILITY

Hudojo (2001) stated that the objective of the leaning mathematic is the students can be solve the problems that is faced by them based on reasoning activities and scientific. It is also supported by Branca (Kruyg and Reys,1980:3), he stated the students' mastery of problem solving is the main objective in learning mathematic.

Based on the statement, the ability of problem solving should be given, drilled, familiarized and taught early to the students.. Ruseffendi (1991:291) also stated that the ability of problem solving is very important, not only for the mathematician but also for the students daily life. Problem solving is expected to develop students' thinking skills in mathematics.

Most of the mathematicians (Widdiharto, 2006:9) stated that problem is the question that has to be answered or responded. A question is going to be problem if the question shows us that there is a challenge which is not able to be solved by using a procedure that has been known by the subject.

Problem solving was defined by Polya (1985) as the effort to find the way out of the problem or difficulty, and reach a purpose that is not achieved directly. Therefore problem

solving is a high intellectual activity. Budiharjo (2006) gave the opinion that problem solving is strategic competence which is shown by the students in understanding, choosing approach or method, and solving strategy, and finishing model for problem solving.

The mastery of mathematic problem solving is able to be interpreted as the students' mastery to solve the exercises of the mathematic problems. In this research, the writer used the exercises of mathematic problem concerned to the material of kite's area.

Polya (1985:5) stated that sistematic steps are used to solve the mathematic problems that contain four steps, they are: (1) understanding the problem, (2) planning the problem solving, (3) calculating the result, (4) rechecking the result and concluding the answers.

The level difficulty of the problem solving has to be adjusted with the students' ability. In this research, the students able to solve the problems, if their scores in the examination are able to achieve at least the minimum of students' achievement level standard determined by the school. At least they have to achieve 65 scores.

4. PENDIDIKAN MATEMATIKA REALISTIK INDONESIA APPROACH

Freudenthal declared that mathematics is human activity (Hadi, 2005: 19). Student have to given chance to reinvent mathematics concept under adult guidance (Gravemeijer, 1994). De Lange in (Hadi, 2005) stated that in the reinvent concept process have to be developed by exploring many problems in the "real life". Freudenthal (1991) emphasize that students have to be allowed to be creative and they have to be pushed as to create the ideas and their own strategy. De Lange in (Hadi, 2005) stated that the mathematic learning aspects by using PMR approach are: (1) begin the learning processes by submitting the real problems to the students based on their experience and their knowledge so that the students directly involved in the meaningful learning activity, (2) the problems that are given by the students are directed based on the objective of the lesson. (3) the students develop or create the informal symbolic models to the problems given, (4) the teaching processes going on interactively: the students explain and give their reason to their answer, understand their classmates' answer, agree to their classmates' answer, declare their disagreement, look for the alternative to the other problem solving, and conduct the reflection towards every steps they have passed or to the result of their learning.

5. MAKING AND PLAYING KITE AS THE CONTEXT

In this research, the students were asked by the researcher to make and play kites. The processes of making and playing kites had been familiar to the students. <http://id.wikipedia.org/wiki/Layangan> mentioned the steps in making kites. They are:

- 1) Prepare the materials: (1) a piece of wood, +/- 1 cm for width and +/- 90 cm for length (it usually uses bamboo that is made to be slight), (2) a piece of wood, width +/- 1 cm

and length +/-50 cm, (3) oiled paper which its size has to be same as the wood, (4) marker, (5) pencil, (6) scroll of ribbon, (7) string or thread, (8) scissor, (9) cellophane tape, and (10) ruler.

2) Making processes

First step: (1) take 2 pieces of wood (90 cm for length and 50 cm for width), (2) put the woods crossing like a cross (christian), (3) gluing both of the two woods crossing by using cellophane tape, (4) bundle every angle of the woods by using string or thread. Now, the design of the kites is ready

Second step : (1) put the design of the kites on the oiled paper, (2) mark the paper in order to follow the shape of the kite's design, (3) add 2.5 cm extras for line cut, (4) cut the paper follow the marks that have been made.

Third step : (1) decorate and color the kites which has been made, (2) fold part of the paper behind (undecorated paper) then gluing it by using cellophane tape.

Fourth step: (1) cut +/- 100 cm (1 meter) of string or thread to make tail of kites, (2) bundle and gluing down part of it by using cellophane tape, (3) cut five ribbons, each size is +/- 20 cm, (4) bundle it on the string or thread of kite's tail by giving the equal space among the other threads

Fifth step: (1) make two holes in the centre of kite next to the crossing woods, (2) put the string or thread to the one of holes and cross it to the wood design which has size 50 cm, cross to the wood design which has size 90 cm then cross back to the wood design which has size 50 cm (5) do the same activity to another hole.

In making processes of kite, the students are asked to sing a kite song created by AT. Mahmud.

3) Kites is ready to be played.

6. HYPOTHESIS

The hypothesis used in this action research is PMRI approach is able to improve conceptual understanding and problem solving ability in learning kites to the fifth grade students of SD 4 Klaling.

METHOD OF THE RESEARCH

1. LOCATION OF THE RESEARCH

This action research was conducted in the class of fifth grade students of SD Klaling Kudus.

2. SUBJECT OF THE RESEARCH

Subject of this research was the first semester of fifth grade students of SD 4 Klaling Kudus.

3. DESIGN OF THE RESEARCH

According to Kemmis & Mc Taggart (Kusumah, 2010), the work procedures in the action research consist of planning, acting and observing, and reflecting. All the processes are considered as a cycle. Generally, the procedure are able to be outlined as the figure 3 below.

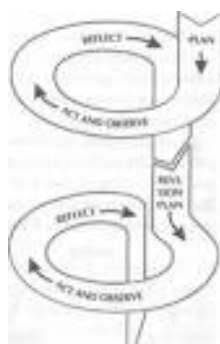


Figure 3. The Cycle of Action Research According to Kemmis & Mc Taggart

4. TECHNIQUE OF THE DATA COLLECTION

The data are collected in this research and technique to get the data can be seen in the table 1 below:

Table 1. Technique of the Data Collection

No	Data	Instruments		Method / Procedure	
		Cycle 1	Cycle 2	Cycle 1	Cycle 2
1	Students' scores	Product result	Test	Evaluation of Product	Cognitive test
2	Students activities in the learning processes	Observation sheet	Observation sheet	observation	observation

5. INDICATOR OF ACHIEVEMENT

Indicator of achievement of this action research are:

- 1) Mean of the students' scores ≥ 65 based on the percentage of the passing grade classical $\geq 65\%$.
- 2) The mean scores of learning activities is $\geq 2,5$, categorized good.

RESULTS AND ANALYSIS

1. CYCLE 1

1) Planning

In this activity, the writer and team planned learning mathematic which was concentrated in area of kite which applied PMRI approach by making and playing kite as its context.

2) Acting and Observing

Implementation of this activity was started by preparing the condition of the students, giving motivation to the students by presenting the playing song of kiteS, then the further activities were the students asked to make kites as the figure 4 below.



Figure 4. The students worked with their group to make kites and presented their result

When the students were singing the song and making the kites, the writer and team observed their activities. The writer acquired the score of the students' activity in making kites. It was 2,4 that was able to be categorized "good" and the students' score towards the product that had been made was 70

3) Reflecting

Considered from many aspects, there were some case that were able to be noted where the students were still shy and they did not any braveness to express their whole ideas, giving their opinions or ideas to their classmates, the writer and the teacher. The students did not have any braveness to express all out of the ideas while they were doing presentation. When they would come forward to give their presentation, they needed long time to negotiate with their group to detrmine who would represented their group and presented the result of their group.

The reflection result of the cycle 1, the writer concluded that the realization of action research in cycle 1 had not achieved the indicator standard. Therefore, the writer had to conduct the next cycle or it is called as cycle 2 by the correction planning such as : (1) changing the group, (2) increasing the numbers of the active students by pushing the collaboration in the group and the intensive guidance, and (3) the students were motivated to be brave to express their ideas.

2. CYCLE 2

1) Planning

In this activity, the writer and team planed learning mathematic which was concentrated in area of kite which applied PMRI approach by considering the reflection of cycle 1.

2) Acting and Observing

Implementation of this activity was started by preparing the condition of the students, giving motivation to the students by presenting the playing song of kite, then the further activities was finding the concept of kite's area as the figure 5 below.



Figure 5. The students worked with their group to find the concept of kite's area and presented the result

After finding the concept of kite's area, the teacher gave several real problems to be solved in their group. One of the questions was: "kites that you made in the previous meeting has diagonals with each the length are 40 cm and 20 cm. How many paper's area was needed?" the activity of this problem solving can be seen as the figure 6 below.



Figure 6. The students worked in their group to solve mathematical problems related to the area of a kites and presented the results

When the students were finding the area of kites, the writer and team observed their activities. The writer and team acquired the score of the students' activity. It was 2,8 that was able to be categorized "good", while the mean of students scores was 73.31 with the percentage of the passing grade classical was 70,61 %.

3) Refleksi (*reflecting*)

Reflecting of cycle 2 conducted after the act of cycle 2 was over. From the results of could be get the conclusion that the action research had achieve indicator of achievement. At the end of the lesson in cycle 2, the students were invited out of the classroom into the field to play kites by using the kites that have been made in their groups.

CONCLUSION

Conclusion of this research is PMRI approach by making and playing kites as a context based be able to improve students ability to understand the basic concept and solve the problems of kites area to the fifth grade of SD 4 Klaling.

REFERENCES

- Budiharjo. 2006. *Pemahaman Konsep, Penalaran & Komunikasi dan Pemecahan Masalah*. Materi disajikan pada Diklat Fungsional Guru Matematika SMP/MTs Kabupaten Blora.
- Freudenthal, H. (1991). *Revisiting Mathematics Education: China Lectures*. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers.
- Gravemeijer, K. (1994). *Developing Realistic Mathematics Education*. Utrecht: Technipress, Culemborg.
- Hadi, S. (2005). *Pendidikan Matematika Realistik*. Banjarmasin: Tulip.
- Hudojo, H. 2001. *Pengembangan Kurikulum dan Pembelajaran Matematika*. Bandung: JICA-IMSTEP.
- Krueger & Reys. 1980. *Problem Solving in School mathematics*. Washington, D.C: NCTM.
- Kusumah, W. 2010. *Mengenal Penelitian Tindakan Kelas*. Jakarta : Indeks
- Layanan*. [Online] (2012) Available: <http://id.wikipedia.org> [2012, Oktober 25].
- National Council of Teachers of Mathematics (NCTM). (2000). *Principles and Standards for School Mathematics*. Reston, VA: National Council of Teachers of Mathematics.
- Polya, G. 1985. *How To Solve It, a new aspect of mathematical method*. New Jersey: Princeton University Press.
- Program for International Students Achievement 2009*. U.S : Department of Education. [Online]. Available : www.pisa.oecd.org. [2010, January 12].
- Ruseffendi, E.T. 1991. *Penilaian Pendidikan dan hasil Belajar khususnya dalam pembelajaran matematika untuk Guru dan Calon Guru*. Bandung: Tarsito.
- The International Association for the Evaluation of Educational Achievement*. 2008. *Progress in Trends in International Mathematics and Science Study (TIMSS)*. The International Association for the Evaluation of Educational Achievement Washington DC: Department of Education. [Online]. Available : <http://timss.bc.edu/>. [2010, January 30].
- Trianto, 2009. *Mendesain Model Pembelajaran Inovatif Progresif*. Jakarta : Kencana.
- Widdiharto, R. 2006. *Model-model Pembelajaran*. Yogyakarta: PPPG Matematika Yogyakarta.

IMPROVING STUDENTS' MATHEMATICAL THINKING AND DISPOSITION THROUGH PROBING AND PUSHING QUESTIONS

Titin Suryati Sukmadewi, S.Si.,M.Pd.
soekmadewi@yahoo.com
SMA Negeri 1 Sumedang, Indonesia

Abstract

Teaching and learning math is not just an activity to develop thinking skills of students as mathematical understanding, mathematical reasoning, problem solving, and mathematical communication. Moreover, teaching learning math should provide enough space for students to appreciate the usefulness of mathematics in life, showed by curiosity, concern and interest in learning mathematics, and perseverance and confidence in problem solving. Questioning is a method that is always used by almost all mathematics teachers. What kinds of questions do our students ask? How can we make our classrooms as a place where questioning is central to learning? Let consider research related to teaching and learning mathematics with a particular focus on questions designed to provoke student thinking. The emphasis will be on how to design and use questions and questioning techniques that push students to the make connections and come to understand mathematics in a deeper way or that probe their thinking to better understand how they perceive the mathematics. Probing and pushing questions can be used as an alternative for the development of students' mathematical thinking skills as well as students' mathematical dispositions/character building in mathematics.

Key Words: mathematical thinking, mathematical disposition, probing and pushing questions, funneling and focusing.

I. Introduction

Mathematics is given to all students to equip them with the ability to think logically, analytical, systematic, critical, and creative, and the ability to cooperate. These competences are needed so that learners can have the ability to acquire, manage, and use information to survive in the ever-changing circumstances, uncertain, and competitive.

The objective of school mathematics is students are expected to have the abilities to:

- **understand** mathematical concepts, explain **connection** among concepts, and apply concepts or algorithms—flexibly, accurately and efficiently—to solve problems,
- apply **reasoning** to patterns and properties, use mathematical manipulation to generalize, prove or explain mathematical ideas and statements,
- **solve problems**, that includes the abilities to understand problems, develop mathematical models, solve them, and interpret their solutions,
- **communicate** ideas using symbols, tables, diagrams, or other media to explain situations or problems,
- ***appreciate the usefulness of mathematics in life, showed by curiosity, concern and interest in learning mathematics, and perseverance and confidence in problem solving.***

Kilpatrick (2001: 116), said about mathematical proficiency,

Recognizing that no term captures completely all aspects of expertise, competence, knowledge, and facility in mathematics, we have chosen *mathematical proficiency* to capture what we believe is necessary for anyone to learn mathematics successfully. Mathematical proficiency, as we see it, has five components, or *strands*: *conceptual understanding, procedural fluency, strategic competence, adaptive reasoning, productive disposition*.

It is clear that mathematics lessons have to develop mathematical thinking and disposition. Mathematics teachers are required to plan the lesson, and their lesson should provide these developments. The teachers try to use strategies, models, approaches, methods or technique in order to improve their skill in teaching and to apply teacher-centered lesson.

One method that is implemented by all mathematics is questioning. Questioning techniques is an activity undertaken by each teacher. How do the teachers do questioning?

Unfortunately, research shows that 93% of teacher questions are "lower order" knowledge based questions focusing on recall of facts (Daines, 1986). Similarly, according to Iryanti (2012), the facts show that the ability of one of the math teachers in questioning is still not satisfactory. The questions asked by the teacher tend classically and categorized as basic skills and low-level thinking. The teacher's questions were not useful, she asked students to continue her words.

Key findings from their studies have been reported by Alexander (2007):

The findings suggest that traditional patterns of whole class interaction have not been dramatically transformed by the strategies... In the whole class sections of literacy and numeracy lessons, teachers spent the majority of their time either explaining or using highly structured question and answer sequences. Far from encouraging and extending pupil contributions to promote high levels of interaction and cognitive engagement, most of the questions asked were of a low cognitive level designed to funnel pupils' responses towards a required answer.⁸ Open questions made up 10% of the questioning exchanges and 15% of the sample did not ask any such questions. Probing by the teacher, where the teacher stayed with the child to ask further questions to encourage sustained and extended dialogue, occurred in just over 11% of the questioning exchanges. Uptake questions occurred in only 4% of the teaching exchanges and 43% of teachers did not use any such moves. Only rarely were teachers' questions used to assist pupils to more complete or elaborated ideas. Most of the pupils' exchanges were very short, with answers lasting on average 5 seconds, and were limited to three words or fewer for 70% of the time.

So clear that questioning is not an easy activity to do. Mathematics teachers have to practice questioning skill to enhance students' mathematical thinking and disposition. If the questions only focus on a recall of facts, how can it provide the improvement of students' mathematical thinking? Classical questions allow only a few of students can answer, the others just followers. The students will not be challenged to answer. This type of questioning will not raise curiosity, motivation, interest to learn mathematics.

Effective teachers know how to ask questions, and plan lessons that reveal students' prior knowledge; they can design experiences and lesson that respond to and build on this knowledge. Effective teachers recognize that the decision they make shapes students' mathematical dispositions and can create rich setting for learning (NCTM, 2000: 18).

For those reason, I am curious to find out further about good questioning technique in order to improve mathematical thinking and disposition.

II. Mathematical Thinking and Mathematical Disposition

Killpatrick et. al. (2001) said that mathematical proficiency has five components or strands:

- *conceptual understanding*—comprehension of mathematical concepts, operations, and relations
- *procedural fluency*—skill in carrying out procedures flexibly, accurately, efficiently, and appropriately
- *strategic competence*—ability to formulate, represent, and solve mathematical problems
- *adaptive reasoning*—capacity for logical thought, reflection, explanation, and justification
- *productive disposition*—habitual inclination to see mathematics as sensible, useful, and worthwhile, coupled with a belief in diligence and one's own efficacy.

A. Mathematical Thinking

There are several terms related to mathematical thinking. Mathematical thinking is interpreted as a way of thinking relating to mathematical processes or ways of thinking in solving mathematical tasks in a simple or complex way (Sumarmo: 2010).

As stated in content standard (Permendiknas no 23 tahun 2006), school mathematics goals is students are expected to have the ability in mathematical understanding and connection among concept, mathematical communication, reasoning and problem solving.

1. Mathematical understanding

In our content standard, it is written that one of the goals of school mathematics is understand mathematical concepts explain connection among concepts, and apply concepts or algorithms—flexibly, accurately and efficiently—to solve problems.

Killpatrick (2001),

Conceptual understanding refers to an integrated and functional grasp of mathematical ideas. Students with conceptual understanding know more than isolated facts and methods. They understand why a mathematical idea is important and the kinds of contexts in which it is useful. They have organized their knowledge into a coherent whole, which enables them to learn new ideas by connecting those ideas to what they already know. Conceptual understanding also supports retention. Because facts and methods learned with understanding are connected, they are easier to remember and use, and they can be reconstructed when forgotten. If students understand a method, they are unlikely to remember it incorrectly. They monitor what they remember and try to figure out whether it makes sense. They may attempt to explain the method to themselves and correct it if necessary. Although teachers often look for evidence of conceptual understanding in students' ability to verbalize connections among concepts and representations, conceptual understanding need not be explicit. Students often understand before they can verbalize that understanding.

A significant indicator of conceptual understanding is being able to represent mathematical situations in different ways and knowing how different representations can be useful for different purposes. To find one's way around the mathematical terrain, it is important to see how the various representations connect with each other, how they are similar, and how they are different. The degree of students' conceptual understanding is related to the richness and extent of the connections they have made.

2. Mathematical Communication

Mathematical communication is required in school mathematics. The students are expected to be able to communicate ideas using symbols, tables, diagrams, or other media to explain situations or problems. Teacher can use oral and written communication in mathematics to give students opportunities to think through problem, formulate explanation, try out new vocabulary or notation, experiment with forms of argumentation, justify conjectures, critique justifications, reflect on their own understanding and on the ideas of others. (NCTM, 2000: 272).

3. Mathematical Reasoning

The other goal for school mathematics is enable students to apply reasoning to patterns and properties, use mathematical manipulation to generalize, prove or explain mathematical ideas and statements. The instruction should enable the students to make and investigate mathematical conjectures, develop and evaluate mathematical arguments and proofs and select various types of reasoning and methods of proof.

4. Mathematical Problem Solving

Mathematics instruction should enable the students to solve problems, that includes the abilities to understand problems, develop mathematical models, solve them, and interpret their solutions.

B. Mathematical Disposition

Character building in mathematics intends to enable the students to appreciate the usefulness of mathematics in life, showed by curiosity, concern and interest in learning mathematics, and perseverance and confidence in solving problem.

NCTM (1989) describe mathematical disposition that refers not to attitudes but to a tendency to think and to act in positive ways. Students' mathematical disposition is manifested in the way they approach tasks-whether with confidence, willingness to explore alternatives, perseverance, and interest – and in their tendency to reflect on their own thinking.

Productive disposition refers to the tendency to see sense in mathematics, to perceive it as both useful and worthwhile, to believe that steady effort in learning mathematics pays off, and to see oneself as an effective learner and doer of mathematics. If students are to develop conceptual understanding, procedural fluency, strategic competence, and adaptive reasoning abilities, they must believe that mathematics is understandable, not arbitrary; that with diligent effort, it can be learned and used; and that they are capable of figuring it out.

Kilpatrick et.al. (2001: 131)

Mathematical thinking skills and disposition are interwoven, as described by Schoenfeld (1992):

Having a mathematical disposition is characterized by such activities as looking for and exploring patterns to understand mathematical structures and underlying relationships; using available resources effectively and appropriately to formulate and solve problems; making sense of mathematical ideas, thinking and reasoning in flexible ways: conjecturing, generalizing, justifying, and communicating one's mathematical ideas; and deciding on whether mathematical results are reasonable.

III. Questioning Technique

Questioning is a potent instructional strategy. Teachers use questions to identify students' background knowledge, guide students to reasonable answers, give students practice using mathematical language and informally assess student understanding.

Questioning is always done by all mathematics teachers. The purpose of questioning at the beginning of the lesson is to check the students' readiness. Careful observation during this stage will allow teachers to pose further questions and prompts that provoke deeper thinking throughout the lesson.

There are 10 types of questions to avoid (Posamentier, 1990) i) overlaid question; ii) multiple question; iii) factual questions; iv) elliptical questions; v) yes-or-no or guessing questions; vi) ambiguous questions; vii) chorus response questions; viii) whiplash questions; ix) leading questions; x) teacher-centered questions.

He also gives suggestions for developing an effective style of classroom questioning should be carefully practiced, for their implications go beyond classroom questioning and can have a substantial impact on the teaching-learning process: i) direct and simple language; ii) definite and clear meaning; iii) logical sequence; iv) questions keyed to class ability; v) questions stimulating effort; vi) maintaining student interest; vii) avoiding repetition; viii) avoiding repetition of student answers; ix) calling on students; x) wait-time after asking a question; xi) variety in questioning.

Probing and Pushing Questions

Probing questioning is a teaching/assessment strategy that provides insight into the mental processes a student is using by engaging him or her in conversation about the subject. The goal of the questions is to deepen the student's understanding of the content.

The indicators of probing questions developed by AAAS (2002) are:

- Encourage students **to express** their knowledge or understanding
- Encourage students **to clarify, justify, interpret, or represent** their knowledge or understanding
- Provides **opportunities for each student** (rather than just some students) to express their understanding.

Further, pushing questions are given to push students to think deeper. Probing and pushing questions is a type of open-ended or higher order questions that not only extend students'

knowledge beyond factual recall and repeating learned skills, but also push students to use previous knowledge to explore and develop new concepts and procedures. “Teachers who encourage students to elaborate on and explain their thinking through the use of probing questions promote learning because such questions push students to think more deeply about the topic being discussed” (Krupa, Selman, & Jaquette: 1985, 453).

Teachers with higher quality probing questions provided a richer learning environment for their students by letting them not only express their knowledge and understanding but also justify and interpret their understanding. In other words, when the students had an opportunity to elaborate their thinking and understanding, they became involved with the lesson and were more likely to understand the topic being discussed. (Sahin, 2007: 84)

When the students cannot answer teacher’s question, the teacher often provides guidance questions. But if the teacher asks a series of questions that guide the students through a procedure, then “funneling” occurs. The teacher is engaged in cognitive activity and the student is merely answering the questions to arrive at an answer, often without seeing the connection among the questions. “Funneling” – directs students’ thinking.

As an alternative to funneling student responses, Wood (1998) suggests “focusing”. A focusing- interaction pattern requires the teacher to listen to students’ responses and guide them based on what the students are thinking rather than how the teacher would solve the problem. This pattern of interaction serves many purposes, such as allowing the teacher to see more clearly what the students were thinking or requiring the students to make their thinking clear and articulate so that others can understand what they are saying. This type of interaction values student thinking and encourages students to contribute in the classroom. “Focusing” student thinking – encouraging students to express their understanding and articulate how they would solve the problem. Focusing makes student thinking visible.

IV. Improving Mathematical Thinking and Disposition through Probing and Pushing Questions

Questioning can improve students' curiosity, critical thinking and create reflection. Good questioning will make the students construct their own meaning for the mathematics they are studying. Their responses can help the teacher to assess what they know, and will help the teacher to plan the next instructional steps. Some questions promote deeper mathematical thinking than others.

Every good teacher strives to make her/his classroom a place where students will enjoy and be active in the learning process. Sometimes unconsciously, teachers always answer students' questions and explain in detail, as stated by Reinhart (2000),

After extensive planning, I presented what should have been a masterpiece lesson. I worked several examples on the overhead projector, answered every student's question in great detail, and explained the concept so clearly that surely my students understood. The next day, however, it became obvious that the students were totally confused. In my early years of teaching, this situation happened all too often. Even though observations by my principal clearly pointed out that I was very good at explaining mathematics to my students, knew my subject matter well, and really seemed to be a dedicated and caring teacher, something was wrong. My students were capable of learning much more than they displayed.

When the teacher is in front of the class demonstrating and explaining, he/she is learning a great deal, but many of my students are not. It can be concluded that if students are to ever really learn mathematics, they would have to do the explaining, and the teachers, the listening. A good teacher has since changed from "one who explains things so well that students understand" to "one who gets students to explain things so well that they can be understood."

So, what should the teachers do when the students ask questions? How can we make our classroom a place where questioning is central of learning? The only point of asking questions is to raise issues about which a teacher needs information or about which the students need to think.

The kinds of questions our students ask in classroom are:

1. "Is this the right answer?" Students frequently ask this question when he/she get the answer. The response might be that "I'm not sure. Can you explain your thinking to me?" As soon as I tell a student that the answer is correct, thinking stops. (1) If students explain their thinking clearly, I ask a "What if?" question to encourage them to extend their thinking (pushing to deepen further)
2. If the students do not understand, they are most likely to ask for a repetition "Could you say that again?" or "Could you go through that again, please?" (2) If the teachers always accede to this request, he/she train the students in dependency and preserve the role of authority. Mason (2010) suggests the teacher to get someone else to "say what they think you said", in order to stimulate the students to listen to each other and to learn from each other.
3. "I don't get it, could you tell me the solution? Show me an easy way to do this so I don't have to think." Getting students to ask a question is a big improvement over "I don't get it." Students soon realize that the teacher's standards require them to think about the problem is enough depth to ask a question.

Answering a question with a question may be attractive, but it can be excruciatingly irritating to a learner seeking information, as many teachers find when their students get the 'teacher treatment', "Don't ask me a question, just tell me."

When asking, "Is there another way to represent or explain what you are saying?" Students are given the chance to justify their thinking in multiple ways. The question "What did you do next?" focuses only on the procedures that students followed to obtain an

answer. Thinking about the questions weak is important, but equally important is thinking about the patterns of questions that are asked.

The teachers have to let the students clarify what they are thinking, how can the teachers do that? Eisenmann and Breyfogle (2005) said,

Although *Principles and Standards for School Mathematics* (NCTM 2000) highlights the importance of asking questions that challenge students, we conjecture that focusing only on the questions asked is not going far enough to help students to clarify and develop their mathematical thinking. When engaging students in discussion, consider what happens in the exchanges *after* an initial question is posed; in other words, examine the *interaction patterns* that occur. In some situations, the pattern of interaction encourages students to participate, shows that students' thinking is valued, and helps them clarify their thinking. In other situations, the interaction may hinder students from describing what they think.

Turn funneling interaction into focusing interactions

The teachers give probing and pushing questions to encourage them to participate and help them clarify their mathematical thinking, but not to hinder their thinking. We can keep attention to these illustrations.

Illustration 1:

Teacher: (0, 0) and (4, 1) [are two points on the line in graph]. Great. What's the slope?

[Long pause—no response from students.]

Teacher: What's the rise? You're going from 0 on the y [axis] up to 1? What's the rise?

Students: 1.

Teacher: 1. What's the run? You're going from 0 to 4 on the x [axis]?

Students: 4.

Teacher: So the slope is _____?

Students: 0.25 [in unison with the teacher].

Teacher: And the y-intercept is?

Students: 0.

Teacher: So, $y = 1/4x$? Or $y = 0.25x$ would be your equation

[Herbel-Eisenmann 2000].

From the illustration above shows that teacher provides a series of questions lead students to get answers. When the students do not respond to the teacher's initial question of "What's the slope?" the funneling pattern begins. The students' attention is focused on subtracting the numbers that the teacher gives, rather than on thinking the relationship between points on a line and rise, run, and slope. The students are guided toward a predetermined solution strategy. The teacher take over the thinking of the students.

Illustration 2:

Teacher: (0, 0) and (4, 1) [are two points on the line in graph B]. Great. What's the slope?

[Long pause—no response from students.]

Teacher: What do you think of when I say slope?

Kara: The angle of the line.

Teacher: What do you mean by the angle of the line?

Kara: What angle it sits at compared to the x- and y-axis.

[Pause for students to consider.]

Teacher: What do you think Kara means?

Sam: I see what Kara's saying, sort of like when we measured the steps in the cafeteria and the steps that go up to the music room—each set of steps went up at a different angle.

Teacher: How did we know they went up at a different angle?

Sam: The music room steps were steeper than the cafeteria steps.

Teacher: How did we decide that the music room steps were steeper?

Lana: We measured how far up the step went and then we measured how far back the step went and then we divided the numbers.

Teacher: Lana, could you draw us an example of what you mean?

Lana: Hmm. Yea. [She draws stair steps on the board where the height is 12 inches and the depth

is 12 inches.] So here the steepness is 1, because $12 \div 12$ is 1.

Teacher: Okay. Let's say the height was 10 inches and the depth was 12 inches—which set of stairs is steeper? Jennifer?

Jennifer: I would say the first set, because you are going up as much as going forward, but in the second set you aren't going up as much as forward.

Teacher: Tom, do you agree?

Tom: Yes, because I think the steepness of the second is $10/12$, which is not as big as 1.

Teacher: So, let's consider what Jennifer and Tom are saying. If I were to lean a board against the two sets of stairs, the 12 by 12 steps have a steepness, or slope, of 1 and are steeper than the second set of steps, which have a slope of $10/12$. Is this right? [Class nods and says "yes."]

Teacher: So, let's go back to our original problem and think through it again. This time I need to think about leaning a board against the points (0, 0) and (4, 1). How steep would it be—or what is its slope?

Jennifer: Well, we would go up 1 and over 4.

Teacher: Okay, so how could we determine the value of the slope?

Lana: We have to divide the numbers.

Teacher: How do we divide them?

[Students respond with both $1/4$ and $4/1$.]

Lana: I would say that it's 4, because you should do 4 divided by 1.

Jennifer: But 4 is bigger than $1/4$ and 4 would be steeper than the 12 by 12 we looked at, so to me that would mean that we went up 4 and over 1, not up 1 and over 4.

Tom: Right, I say it's $1/4$.

Teacher: Tom, why do you say it is $1/4$?

Tom: Because like we talked about with the music stairs, it's the amount we go up or down divided

by the amount that we went over. It was $10/12$, not $12/10$.

Teacher: Lana, what do you think about what Tom and Jennifer are saying?

Lana: Yes, I agree, it makes sense what they said—steeper would mean up more than over. And, the slope of 4 would be much steeper than the slope of the 12 by 12, but this line is not as steep as that.

Teacher: Now, I would like you to consider the points $(-1, 3)$ and $(2, 5)$ and write down the value of

the slope and what you thought about to arrive at your answer.

[Herbel-Eisenmann 2000].

From illustration 2, we see that the teacher gives probing and pushing questions to create a nice classroom environment. The teacher uses alignment to help students make connections and focus on particular concept. The students have the opportunity to reflect their solutions often by incorporating other students' thinking. Students are often asked what they mean and to decide if they agree or disagree with others' ideas.

Other examples of probing and pushing questions can be seen in the following table.

Table 1
Examples of Probing and Pushing Questions

Mathematical Practices	Evidence (+)	Evidence (-)	Probing Questions	Pushing Questions
Make sense of Problem and Persevere in Solving Them	-Student connect (contrast) to previous work -Student can identify givens, constraints and goal -Engages with problem	-Students does not engage (sits back, shows visible frustration) -Student says, "I give up. I don't get any of it." -Student summarizes problem incorrectly or cannot identify relevant goal	-What do you notice about this problem? -What facts does the problem tell you? -What are you trying to find out? (What is the problem asking for?) -What tool might help you? Why? -How could drawing, table or diagram help you?	-What does the problem remind you of? -What would happen if...? -What do you know that is not stated in the problem?
	-Student can communicate how they are solving the problem -Student has broken down the problem into steps -If student is stuck, she/he may work with problem in a new form/	-Student is copying down work, but not making an attempt to understand the problem -Student has not asked themselves whether their strategy makes sense, may just	-How did you find that? -What do you think you might do next? -Why did you abandon the strategy and go in a new direction here? -Do you understand what	-Is there another way to get that answer? -What would happen if.....? -So, your CALC said ERROR, what does that mean?

	representation (table, graph, etc.) -Students who are uncomfortable or unsure of independent problem-solving choose to use peers as a resource to support perseverance (ex: "Do you have a strategy/idea? How did you get that?)	be using most recent strategy.	_____ saying? -Have you compared your work with anyone else?	
--	---	-----------------------------------	--	--

Adopted from:

Mathematical Practices, Evidence and Questions, A Resource for Teachers, Park City Mathematics Institute, Secondary School Teacher Program, 2012.

Good questioning will excite students' curiosity, provoke critical thinking, elicit reflection and help students construct their own meaning for the mathematics they are studying. Their responses may help the teachers assess what students know and what next instructional steps might be.

V. Implication

Teachers play an important role in the development of students' problem solving and disposition by creating and maintaining classroom environments, students are encouraged to explore, take risks, share failures and successes, and question one another. In such supportive environment, students develop confidence in their abilities and willingness to engage in explore problems, and there will be more likely to pose problems and to persist with challenging problem.

It is important to include Practicing Questioning Skills in mathematics teacher professional development. We have to be careful in questioning to enhance our students' mathematical thinking and disposition.

References

- Alexander, R. (2007). *Towards Dialogic Teaching*. Dialogos, University of Cambridge
- Ontario Ministry of Education. (2006b). A guide to effective instruction in mathematics, Kindergarten to Grade 6 – Volume Two: Problem solving and communication. Toronto, ON: Queen's Printer for Ontario.
- Manouchehri and Dennis St. John (2006). From Classroom Discussion to Group Discourse, *Mathematics Teacher*, Vol 99 No. 08, April 2006
- Reinhart, S. (2000). Never Say Anything a Kid Can Say, *Mathematics Teaching in the Middle School*, Vol 5 No. 8, April 2000.

- Black, P. and Harrison, C. (2004). Working Inside the Black Box: Assessment for Learning in the Classroom, Phi Delta Kappan, Vol 86 No. 1, 2004.
- Eissenmann and Breyfogle, Lynn. (2005). Questioning Our Pattern of Questioning, Mathematics Teaching in the Middle School, Vol 10 No. 9, May 2005.
- Choppin, J. (2007). Teacher-Orchestrated Classroom Arguments, Mathematics Teacher, Vol 101 No. 4, November 2007.
- Schoenfeld, A. H. (1992). Learning to think mathematically: Problem solving, metacognition, and sensemaking in mathematics. In D. A. Grouws (Ed.), *Handbook of research on mathematics teaching and learning* (pp. 334-371). New York: Macmillan.
- Dains, D. (1986). Are Teachers Asking the Right Questions? Education 1, 4 p. 368-374.
- Iryanti, P. (2012). Teknik Bertanya Guru Matematika. [Online] Available: <http://p4tkmatematika.org/file/ARTIKEL/ArtikelPendidikan/TeknikBertanya.pdf> [2012, October 10]
- Sumarmo, U. (2010). Berfikir dan Disposisi Matematik: Apa, Mengapa, dan Bagaimana Dikembangkan pada Peserta Didik. Online. Available: <http://www.docstoc.com/docs/62326333/Pembelajaran-Matematika> [2011, June 20]
- Posamentier, A., S. (1990). Teaching Secondary School Mathematics: Techniques and Enrichment Units, Columbus, Ohio: Merrill Publishing Company

Pendekatan Konstruktivisme dalam Matematika

Farahdiba

Pendidikan Matematika FKIP Universitas PGRI Palembang

Email: fdibareza@yahoo.com

Abstrak

Pendekatan konstruktivisme merupakan salah satu pendekatan pembelajaran matematika yang dapat membuat proses berpikir siswa berkembang. Konstruktivisme menganggap bahwa siswa selalu aktif dalam membina pengetahuan baru melalui interaksi dengan orang lain dan melalui pengolahan pengetahuan dan pengalaman yang telah mereka kuasai sebelum ini. Pendekatan konstruktivisme akan memberi peluang kepada guru untuk memilih kaedah pengajaran dan pembelajaran yang sesuai dan siswa dapat menentukan sendiri apa yang diperlukan untuk memperoleh sesuatu konsep atau pengetahuan. Di samping itu, guru dapat membuat penilaian sendiri dan menilai kefahamannya tentang sesuatu bidang pengetahuan dapat ditingkatkan lagi. Selain itu, beban guru sebagai pengajar akan berkurang karena guru lebih bertindak sebagai mediator dan fasilitator.

Kata kunci: pendekatan, konstruktivisme

PENDAHULUAN

Pembelajaran merupakan perpaduan kegiatan pengajaran oleh guru dan belajar oleh siswa. Pembelajaran dapat berjalan lancar dan efektif jika keseluruhan komponen yang berpengaruh saling mendukung. Adapun komponen-komponen dalam mengajar antara lain: tujuan, materi, guru, metode, waktu yang tersedia, perlengkapan pengajaran dan evaluasi pembelajaran (Hamalik, 2001: 54).

Khususnya pembelajaran matematika, proses pembelajaran akan bermakna bagi siswa jika kegiatan pembelajaran berpusat pada siswa dengan guru sebagai motivator, mediator, dan fasilitator. Menurut Nur (Depdiknas, 2004: 6) pendidikan matematika di Indonesia pada umumnya masih berada pada pendidikan matematika konvensional yang banyak ditandai oleh strukturalistik dan mekanistik. Disamping itu kelasnya didominasi pelajaran yang berpusat pada guru.

Berdasarkan permasalahan di atas, penyelesaian yang dapat dilakukan guru adalah memperbaiki proses pembelajaran matematika dengan menggunakan pendekatan pembelajaran yang tepat. Tidak ada satupun pembelajaran yang dapat dianggap paling baik diantara pendekatan-pendekatan pembelajaran yang lain, karena masing-masing pendekatan memiliki karakteristik tertentu dengan segala kelebihan dan kelemahannya. Hal ini sejalan dengan yang dikemukakan Nisbet (Suherman, 2003: 74) tidak ada cara belajar (tunggal) yang paling baik, orang-orang berbeda dalam kemampuan intelektual, sikap, dan kepribadian sehingga mereka mengadopsi pendekatan-pendekatan yang karakteristiknya berbeda untuk belajar.

Penerapan pendekatan pembelajaran yang efektif merupakan salah satu upaya untuk memecahkan berbagai masalah pendidikan yang ada, antara lain: rendahnya kemampuan siswa dalam menyelesaikan soal-soal pemecahan masalah, penalaran, representasi, koneksi, dan pemahaman konsep matematika. Perubahan pendekatan pembelajaran yang dimaksud dengan tujuan untuk meningkatkan hasil belajar siswa dari segi kognitif, afektif, dan psikomotor. Keadaan inilah yang melatarbelakangi penulis untuk membuat makalah dengan judul “Pendekatan Konstruktivisme dalam Pembelajaran matematika”.

Rumusan Masalah

Rumusan masalah dalam makalah ini adalah “bagaimana pendekatan konstruktivisme dalam pembelajaran matematika?”

Tujuan dan Manfaat

Adapun tujuan dari makalah ini adalah untuk mengetahui pendekatan konstruktivisme dalam pembelajaran matematika. Manfaatnya adalah sebagai dasar atau landasan berpikir bagi penulis untuk melaksanakan penelitian lebih lanjut tentang pendekatan konstruktivisme dalam pembelajaran matematika. Sedangkan bagi pembaca, manfaat makalah ini dapat dijadikan bahan bacaan atau referensi untuk mengetahui tentang pendekatan konstruktivisme dalam pembelajaran matematika.

PEMBAHASAN

1. Pendekatan Konstruktivisme

Konstruktivisme merupakan teori belajar. Berdasarkan teori belajar tersebut untuk implikasinya dalam pembelajaran matematika dapat disusun. Menurut Steffe dan Kieren (Suherman, 2003: 75) beberapa prinsip pembelajaran dengan pendekatan konstruktivisme antara lain observasi dan mendengar aktifitas dan pembicaraan matematika siswa adalah sumber yang kuat dan petunjuk untuk mengajar, untuk kurikulum, untuk cara-cara dimana pertumbuhan pengetahuan siswa dapat dievaluasi.

Sejalan dengan hal di atas Martin (Dewin, 2009) mengemukakan bahwa konstruktivisme menekankan pentingnya setiap siswa aktif mengkonstruksikan pengetahuan melalui hubungan saling mempengaruhi dari belajar sebelumnya dengan belajar baru. Hubungan tersebut dikonstruksikan oleh siswa untuk kepentingan mereka sendiri. Hal yang terpenting dalam pembelajaran adalah bahwa siswa belajar secara aktif mengkonstruksikan pengetahuan mereka sendiri, membandingkan informasi baru dengan pemahaman sebelumnya dan menggunakannya untuk menghasilkan pemahaman baru.

Menurut Sanjaya (2009: 118) konstruktivisme adalah proses membangun atau menyusun pengetahuan baru dalam struktur kognitif siswa berdasarkan pengalaman. Sedangkan menurut Trianto (2010: 74) konstruktivisme menyatakan bahwa siswa harus menemukan sendiri dan mentransformasikan informasi kompleks, mengecek informasi baru dengan aturan-aturan lama dan merevisinya jika aturan-aturan tidak sesuai.

Pendekatan konstruktivisme adalah proses interaksi antara siswa dan guru, proses untuk mengembangkan kemampuan, bagaimana memperoleh hasil belajar yang baik dengan cara siswa dapat menemukan sendiri atau proses membangun/menyusun pengetahuan baru dalam struktur kognitif siswa berdasarkan pengalamannya.

2. Pembelajaran Matematika

Pembelajaran merupakan suatu proses atau upaya guru untuk membantu siswa dalam belajar. Menurut Dimiyati dan Mujiono (2006: 157) pembelajaran adalah proses yang diselenggarakan oleh guru untuk membelajarkan siswa dalam belajar, bagaimana belajar, memperoleh dan memproses pengetahuan, ketrampilan dan sikap.

Selanjutnya pengertian matematika menurut Johnson dan Rising (Suherman, 2003: 17) adalah pola berpikir, pola mengorganisasikan, pembuktian yang logis. Matematika sebagai pola berpikir yang efektif dan edisien. Bahasa dalam matematika biasa dilambangkan dengan simbol yang padat maksudnya dengan adanya suatu lambang dalam matematika dapat memberikan arti yang sangat bermakna.

Jika digabungkan kata pembelajaran dan matematika maka diperoleh kesatuan kata yaitu pembelajaran matematika. Pembelajaran matematika jika dikaitkan dengan fungsinya maka pembelajaran matematika itu merupakan suatu proses komunikasi dua arah atau banyak antara guru dan siswa yang dapat saling bertukar informasi untuk menyelesaikan berbagai persoalan praktis dan juga teori. Menurut Suherman, dkk (2003: 57) dalam pembelajaran matematika, para siswa dibiasakan untuk memperoleh pemahaman melalui pengalaman tentang sifat-sifat yang dimiliki dan yang tidak dimiliki dari sekumpulan objek (abstraksi).

3. Pendekatan Konstruktivisme dalam Pembelajaran Matematika

Hudoyo (Septa, 2012) mengemukakan bahwa pembelajaran matematika dengan metode pendekatan konstruktivisme meliputi empat tahap:

- a. Tahap persepsi (mengungkap konsepsi awal dan membangkitkan motivasi belajar siswa). Siswa didorong agar mengemukakan pengetahuan awalnya tentang konsep yang akan dibahas. Peran guru memberi pertanyaan problematis tentang fenomena yang sering dijumpai siswa dalam kehidupan sehari-hari dan mengaitkannya dengan konsep yang akan dibahas. Misalnya guru mengingatkan kembali tentang materi teorema Pythagoras dengan tanya jawab antara lain sebutkan rumus teorema Pythagoras pada segitiga siku-siku ABC? Selanjutnya, siswa diberi kesempatan untuk mengkomunikasikan dan mengilustrasikan pemahamannya tentang konsep tersebut.
- b. Tahap eksplorasi. Menemukan konsep awal melalui pengumpulan, pengorganisasian, dan penginterpretasian data dalam suatu kegiatan yang telah dirancang oleh guru. Misalnya siswa diberi kesempatan untuk membentuk kelompok belajar di kelas, serta siswa terlibat dalam mempersiapkan perangkat untuk menggambar bangun

datar. Secara keseluruhan pada tahap ini akan terpenuhi rasa keingintahuan siswa tentang fenomena dalam lingkungannya.

- c. Tahap diskusi dan penjelasan konsep. Siswa memikirkan penjelasan dan solusi yang didasarkan pada hasil observasi siswa, di tambah dengan penguatan guru. Selanjutnya, siswa membangun pemahaman baru tentang konsep yang sedang dipelajari.
- d. Tahap pengembangan dan aplikasi konsep. Guru berusaha menciptakan iklim pembelajaran yang memungkinkan siswa dapat mengaplikasikan pemahaman konseptualnya, baik melalui kegiatan maupun melalui pemunculan masalah-masalah yang berkaitan dengan isu-isu dalam lingkungan siswa tersebut. Misalnya guru memberi kesempatan pada salah satu kelompok untuk mempresentasikan hasil belajar mereka dan selanjutnya memberi kesempatan pada kelompok lain untuk menanggapi.

4. Teori Pendukung Pendekatan Konstruktivisme

Teori pendukung pendekatan konstruktivisme dikemukakan oleh Jean Piaget. Piaget sebagai pengagas pertama teori konstruktivisme, yang menyatakan bahwa pengetahuan dibangun dalam pikiran anak melalui asimilasi dan akomodasi (Dahar, 1996). Pengetahuan tidak diperoleh secara pasif oleh seseorang, melainkan melalui suatu usaha/tindakan. Asimilasi adalah penyerapan informasi baru dalam pikiran. Dalam proses asimilasi seseorang menggunakan struktur atau kemampuan yang sudah ada untuk menanggapi masalah yang dihadapinya. Sedangkan akomodasi adalah menyusun kembali struktur pikiran karena adanya informasi baru, sehingga informasi tersebut memiliki tempat. Dalam proses akomodasi seseorang memerlukan modifikasi struktur mental yang ada dalam mengadakan respon terhadap tantangan. Oleh karena itu maka dalam pelaksanaan proses belajar mengajar diperlukan prinsip-prinsip konstruktivisme.

Menurut Suparno (Trianto, 2010: 75) prinsip-prinsip konstruktivisme antara lain: (1) **pengetahuan dibangun oleh siswa secara aktif**, maksudnya siswa harus mampu untuk mengingat dan paham apa yang sudah dipelajari selanjutnya mampu menghubungkan dengan pengetahuan yang baru, (2) **tekanan dalam proses belajar terletak pada siswa**, maksudnya guru harus mampu membuat suasana proses belajar mengajar menjadi terpusat pada siswa, (3) **mengajar adalah membantu siswa belajar**, maksudnya guru mampu mengarahkan materi pelajaran sehingga siswa senang dalam belajar yang dapat membuat siswa mampu mengkonstruksi kemampuannya, (4) **tekanan pembelajaran lebih pada proses bukan pada hasil**, maksudnya sudah jelas bahwa pembelajaran memerlukan proses yang tidak semata-mata pada hasil akhir, (5) **kurikulum menekankan partisipasi siswa**, dan (6) **guru sebagai fasilitator**.

SIMPULAN DAN SARAN

Simpulan dari makalah ini adalah (1) Pendekatan konstruktivisme dalam pembelajaran matematika dapat memberikan kemudahan bagi siswa untuk mempelajari setiap konsep-konsep materi matematika. (2) Dapat menciptakan suasana belajar yang menyenangkan karena menggunakan realita kehidupan sehingga siswa tidak bosan untuk belajar matematika.

Berdasarkan hasil kajian teori yang telah dilakukan, maka penulis menyarankan, bahwa dalam proses pembelajaran sebaiknya guru tidak boleh semata-mata memberikan pengetahuan kepada siswa, siswa harus membangun pengetahuan di dalam benaknya sendiri. Seorang guru dapat membantu proses ini dengan cara-cara mengajar dan membuat informasi menjadi bermakna dan relevan bagi siswa dengan memberikan kesempatan pada siswa untuk menemukan dan menerapkan sendiri ide-ide, agar tidak terlalu lama maka guru harus mempersiapkan perencanaan pembelajaran dengan tepat.

DAFTAR PUSTAKA

- Dahar, RW. (1996). *Teori-teori Belajar*. Jakarta: Erlangga.
- Depdiknas. (2006). *Standar Isi untuk Satuan Pendidikan Dasar dan Menengah*. Jakarta: Depdiknas.
- Dewin. (2009). *Pendekatan Konstruktivisme dalam Pembelajaran Matematika*. (online). Tersedia pada: <http://dewin221106.blogspot.com/2009/11/pendekatan-konstruktivisme-dalam.html>. Diakses tgl 2 Oktober 2012.
- Septa, K. (2012). *Pendekatan Konstruktivisme dalam Pembelajaran Matematika*. (Online). Tersedia pada: <http://www.sekolahdasar.net/2012/05/pendekatan-konstruktivisme-dalam.html>. Diakses tgl 1 Oktober 2012.
- Sanjaya, Wina. (2007). *Strategi Pembelajaran Berorientasi Standar Proses Pendidikan*. Jakarta: Kencana
- Suherman, dkk. (2003). *Strategi Pembelajaran Matematika Kontemporer*. Bandung: JICA UPI Bandung.
- Trianto. (2010). *Mendesain Model Pembelajaran Inovatif Progresif*. Jakarta: Kencana

Pembelajaran Transformatif sebagai Salah Satu Landasan Pembelajaran Matematika

I Wayan Agustiana
SMA Negeri Bali Mandara - Bali
agustiana81@gmail.com

Abstrak

Tulisan ini bertujuan untuk 1) memahami pengertian dari pembelajaran transformatif, 2) mengetahui tantangan dalam pelaksanaan pembelajaran transformatif, 3) mengetahui pengembangan dan pelaksanaan dari pembelajaran transformatif, 4) mengetahui kajian teoritis pembelajaran transformatif dalam pendidikan matematika.

Penelitian ini merupakan hasil kajian pustaka mengenai inovasi pembelajaran yang dapat diimplementasikan pada pembelajaran matematika modern. Pembelajaran Transformatif diartikan sebagai bagaimana peserta didik belajar untuk berpikir. Pembelajaran Transformatif didasarkan atas 3 (tiga) hal, yaitu: (1) centrality of Experience, (2) Critical reflection, (3) Rational Discourse. Pembelajaran Transformatif menginginkan adanya kemandirian berpikir menggunakan penalaran untuk mengkonstruksi pengalaman – pengalaman yang telah dimiliki menjadi suatu pengalaman baru melalui diskusi – diskusi yang mendalam dan rasional. Penalaran terkait dengan pemecahan masalah (problem solving) terhadap persoalan – persoalan yang dekat dengan kehidupan siswa (contextual). Pembelajaran Transformatif dapat digunakan sebagai landasan pembelajaran matematika. Pembelajaran pemecahan masalah matematika merupakan strategi yang sejalan dengan Pembelajaran Transformatif. Pembelajaran matematika yang dilandasi oleh pemecahan masalah akan memberikan ruang kepada siswa untuk berpikir secara logis dan konstruktif serta akan memberikan implikasi kepada pembelajaran yang dinamis, penuh kreativitas dan berpusat pada siswa (students centered) yang pada akhirnya dapat mewujudkan suatu pembelajaran bermakna.

Kata kunci: pembelajaran transformatif, centrality of experience, critical reflection, rational discourse, pemecahan masalah, pembelajaran bermakna

A. Pendahuluan

A.1 Latar Belakang

Walaupun sudah didengungkan bahwa pembelajaran harus berpusat pada siswa, namun kenyataannya masih banyak dijumpai para guru masih menjalankan pembelajarannya sebagai transfer pengetahuan secara teoritis langsung kepada siswa. Sehingga mau tidak mau harus ada suatu perubahan mendasar yang dapat digunakan sebagai landasan dan acuan dalam melakukan perubahan pembelajaran.

Pembelajaran transformatif diartikan sebagai bagaimana peserta didik belajar untuk berpikir tentang diri mereka daripada bekerja berdasarkan pemikiran, dan penilaian dari orang lain. Pembelajaran transformatif menginginkan adanya kemandirian dari peserta didik untuk belajar atas prinsip dan rasionalitas pribadi sehingga mereka mendapatkan pengalaman langsung dalam proses belajarnya. Dalam proses belajar, peserta didik memerlukan aktivitas berpikir dan intelektual yang sangat tinggi. Adanya aktivitas tersebut mengisyaratkan

adanya proses berpikir logis dalam memperoleh pengetahuan. Proses berpikir logis tersebut dapat dikembangkan melalui pembelajaran matematika.

Dari jaman ke jaman matematika telah mengalami perkembangan yang sangat pesat, dimana dipengaruhi oleh perkembangan peradaban manusia baik social, ekonomi maupun perkembangan IPTEKS, meskipun dalam perkembangan tersebut masih terdapat friksi – friksi yang masih meragukan kebenaran matematika itu sendiri. Dua pandangan yang paling populer dalam memandang pengetahuan matematika dan bagaimana memperoleh kebenaran matematika adalah *absolutisme* dan *fallibilisme*. Pandangan *absolutisme* berpendapat bahwa kebenaran matematika merupakan kebenaran mutlak yang tidak terbantahkan, sedangkan *fallibilist* berpendapat bahwa kebenaran matematika masih dapat dikoreksi dan diperdebatkan.

Meskipun terdapat dua pandangan tersebut, bukan berarti bahwa pengetahuan matematika harus dilyn timerkan dari salah satu ilmu pengetahuan melainkan salah satu dampak hukum relativitas. Banyak pemikiran – pemikiran berharga dari matematika yang sangat berharga seperti teorema Pythagoras, geometri, kalkulus dan sebagainya yang dapat digunakan sampai sekarang bahkan oleh ilmu pengetahuan lain. Hal ini terkait dengan hakikat matematika bahwa matematika adalah pelayan.

Hakikat matematika adalah *the way of thinking*, mengandung pengertian bahwa dalam memperoleh pengetahuan matematika diperlukan proses berpikir logis dan teratur yang mengandung seni berpikir. Proses berpikir inilah yang menjadi landasan utama dalam mengembangkan matematika menjadi matematika sekolah. Bagaimana mentransformasi hakikat matematika menjadi hakikat matematika sekolah, diperlukan suatu jembatan untuk menghubungkan dua hal ini terutama menyangkut karakteristik matematika yang akan ditransformasi ke dalam pembelajaran matematika.

Matematika pada awalnya merupakan proses berpikir tingkat tinggi yang hanya dimiliki oleh segelintir individu, namun dalam beberapa penelitian seperti yang dilakukan oleh vigotsky bahwa *social cultural* yang terjadi dimasyarakat mempengaruhi pembelajaran pada umumnya dan pembelajaran matematika pada khususnya. Para siswa tidak hanya mampu untuk memecahkan masalah – masalah dalam matematika tetapi juga bagaimana untuk percaya diri dan memiliki makna terhadap nilai – nilai matematika itu sendiri, mampu berkomunikasi secara efektif dan mampu menghubungkan matematika dengan subjek/aspek yang lain dalam kehidupan sehari – hari mereka. Hal ini menggambarkan bahwa ada hubungan antara pikiran, rasa, dan tingkah laku yang ditimbulkan oleh pembelajaran matematika itu sendiri.

Dengan demikian, tulisan ini akan membahas tentang pembelajaran transformatif secara umum, tantangan dan pengembangannya serta transformasi pembelajaran matematika.

A.2 Rumusan masalah

1. Apakah yang dimaksud dengan pembelajaran transformatif?
2. Bagaimanakah tantangan dalam pelaksanaan pembelajaran transformatif?
3. Bagaimanakah pengembangan dari pembelajaran transformatif ?
4. Bagaimanakah pembelajaran transformatif dalam pendidikan matematika?

A.3 Tujuan

Adapun tujuan dari penulisan ini adalah sebagai berikut.

1. Memahami pengertian dari pembelajaran transformatif
2. Mengetahui tantangan dalam pelaksanaan pembelajaran transformatif
3. Mengetahui pengembangan dan pelaksanaan dari pembelajaran transformatif
4. Mengetahui kajian teoritis pembelajaran transformatif dalam pendidikan matematika

B. Pembahasan

B.1 Pengertian Pembelajaran Transformatif

Menurut Mezirow (1998), pembelajaran transformatif diartikan sebagai bagaimana peserta didik belajar untuk berpikir. Dalam hal ini dituntut adanya rasionalitas dalam memberikan alasan dan pengembangan yang melibatkan proses berpikir kritis sehingga mampu melakukan penilaian.

Lebih lanjut Mezirow (Taylor, 1998:5) menyatakan bahwa pembelajaran transformatif menyumbangkan sebuah teori tentang belajar yang unik dan maju, ideal, dan sesuai dengan prinsip – prinsip komunikasi manusia. Teori ini lebih menekankan kepada proses belajar, dimana pengalaman belajar sebelumnya digunakan untuk mengkonstruksi pengalaman baru yang bertujuan memberikan landasan di kemudian hari.

Dilihat dari pengertian yang dikemukakan oleh Mezirow, terlihat adanya pengaruh pandangan konstruktivis. Secara umum, ketika peserta didik mulai mencoba untuk mengkonstruksi pengalaman (pengetahuan) baru dimana adanya proses asimilasi dengan pengalaman yang telah dimiliki sebelumnya maka disitulah telah terjadi sebuah pembelajaran yang transformatif. Vigotsky (Lyn Taylor, 1993:3) berpendapat bahwa konstruksi tersebut terjadi disebabkan oleh proses internalisasi, dimana terjadi transformasi dari aktivitas eksternal menjadi aktivitas internal. Internalisasi terjadi diantara interpsychological (diantara orang – orang) dan intrapsychological (diantara individu).

Berdasarkan *Habermas's Commucative theory* (Taylor, 1998) pembelajaran transformatif didasarkan oleh dua ruang lingkup tentang belajar, yaitu *instrumental learning*, dimana berfokus pada pemecahan masalah sehingga peserta didik diarahkan untuk belajar dengan melakukan, mempunyai kemampuan untuk mencari hubungan antar masalah – masalah yang terkait. Kedua, *communicative learning*, dimana berfokus pada bagaimana memahami

arti dan bagaimana mengkomunikasikan apa yang sedang dipelajari, sehingga komunikasi fokus pada nilai, kebebasan, keadilan, autonomy, komitmen dan demokrasi.

Berdasarkan dua dasar tersebut, peserta didik diharapkan mempunyai kemampuan untuk menganalisis setiap permasalahan yang muncul dengan menggunakan penalaran alamiah mereka sebagai manusia yaitu mempunyai naluri rasa ingin tahu berdasarkan pengalaman – pengalaman sebelumnya dan untuk memperoleh pengalaman baru.

“Transformative learning attempts to explain how our expectations, framed within cultural assumptions and presuppositions, directly influence the meaning we derive from our experiences”.
(Mezirow dalam Taylor, 1998:6)

Peserta didik yang masih diliputi oleh budaya “menerima” apa yang sudah ada sangat mempengaruhi pemahaman yang diterima dari pengalaman – pengalaman lingkungannya. Masih banyak peserta didik sangat percaya dengan apa yang dikemukakan oleh gurunya, apalagi pada tingkat SD dan SMP. Rasa percaya tersebut akan membawa dampak dimana tidak adanya rasa kritis dari peserta didik untuk mengeksplorasi lebih jauh tentang pengalaman yang disampaikan oleh gurunya atau teman – temannya. Berdasarkan hal tersebut diperlukan suatu perubahan dalam pembelajaran (*transformative pedagogy*).

Pembelajaran transformatif diperlukan untuk mengubah budaya ketergantungan dari siswa terhadap guru, orang tua, dan kehidupan sosial mereka. Ketergantungan yang dimaksud adalah kurang berkembangnya sifat alamiah “rasa ingin tahu” sehingga membawa kepada minimnya pengalaman – pengalaman yang diperoleh oleh peserta didik. Pengalaman – pengalaman yang minim akan membuat mereka susah untuk mengasimilasi pengetahuan baru yang mungkin berguna untuk pengembangan diri mereka sendiri.

Ada tiga tema dalam pembelajaran transformatif yaitu (1) *centrality of experience*, (2) *critical reflection*, and (3) *rational discourse*. Mezirow (Taylor, 1998:8). *Pertama*, pengalaman dari peserta didik merupakan langkah awal dan terjadi dari hubungan sosial sehingga tidak bisa dibentuk kembali. Pengalaman – pengalaman yang dimiliki oleh peserta didik merupakan acuan dan dapat digunakan untuk melakukan refleksi. Tenant (Taylor, 1998:9) memberikan deskripsi bahwa pengalaman peserta didik kongruen dengan pembelajaran transformatif. Pengalaman belajar membangun pemahaman yang sama baik dari refleksi individu maupun kelompok. Pengalaman yang bentuk mungkin saja sangat subjektif sehingga diperlukan peranan guru untuk memberikan pandangan yang lebih objektif sehingga lepas dari ketidakpastian, ambigu dan keraguan dalam diri peserta didik dalam menterjemahkan ke dalam pengalaman mereka.

Kedua, refleksi kritis dimaksudkan adalah menanyakan tentang asumsi dan kepercayaan yang didasarkan pada pengalaman sebelumnya. Refleksi merupakan suatu proses dimana kita mengubah pola pikir, bahasa dan gambaran kita tentang sesuatu. Dalam refleksi sangat diperlukan rasionalitas pemikiran dan sikap terhadap pengalaman – pengalaman yang telah dimiliki maupun yang akan diterima oleh peserta didik.

Lebih lanjut Mezirow (Taylor, 1998:9) membagi refleksi kritis dalam sebuah taksonomi: (1) *critical reflection of assumptions (CRA)*, berfokus pada pembelajaran yang bersifat instrumental, objektif dalam memberikan kritisasi terhadap sesuatu dan (2) *critical self-reflection of assumptions (CSRA)*, berpandangan subjektif dalam mengkritisi sesuatu, dan berfokus pada pembatasan secara psikologi dan budaya dalam satu padangan.

Ketiga, adanya refleksi terhadap pengalaman – pengalaman yang ditemukan atau terhadap segala sesuatu yang mengusik pembentukan pengetahuan akan memberikan tempat kepada peserta didik untuk mendiskusikan dan mengelaborasi menjadi sesuatu yang lebih *acceptable*.

Dalam perkembangan mengenai pembelajaran transformatif terdapat perspektif lain yang kontradiktif dengan pandangan Mezirow. Boyd (Taylor, 1998:15) berpendapat bahwa pembelajaran transformatif merupakan proses individualisasi. Individualisasi tersebut melibatkan adanya ego, adanya pemahaman yang mendalam tentang “sang diri” dan rasa tanggungjawab diri.

Pendapat Robert Boyd tentang sebuah *transformative pedagogy* lebih didasarkan kepada cara pandang bahwa peserta sebagai makhluk spiritual. Sebagai *spiritual being* peserta didik memiliki pengalaman dan tingkah laku yang sudah ada bahkan sejak mereka dilahirkan. Pengalaman dan perilaku inilah yang mempengaruhi segala bentuk penerimaan tentang sesuatu yang baru.

Pendapat ini sangat berbeda dari Mezirow dalam memandang pembelajaran transformatif. Boyd berpendapat bahwa pembelajaran transformatif terjadi bukan dari rangkain rasionalitas pemecahan masalah yang bergantung dari refleksi kritis melainkan sebuah ketajaman intuisi yang dimiliki oleh peserta didik. Bahwa terdapat tiga aktivitas berbeda yaitu: penerimaan (mendengar), pengenalan (mengenal apa tindakan yang harus diambil), dan *grieving* (introspeksi diri). Ketiga aktivitas tersebut merupakan suatu aktivitas yang secara alami ada dalam setiap peserta didik yang bertujuan untuk melakukan transformasi terhadap diri mereka sebagai alat mengenal diri (*self recognations*).

Tokoh pembelajaran transformatif lainnya adalah Paolo Freire. Dalam hal ini, Freire berpendapat sama dengan Mezirow bahwa refleksi kritis merupakan pusat dari pembelajaran transformatif dalam hal pengajuan masalah dan melakukan komunikasi dengan peserta didik lainnya. Dilain hal, Freire berbeda pendapat bahwa dengan adanya refleksi kritis akan dapat mempengaruhi dan mengubah kehidupan social dari peserta didik tersebut. Hal ini terkait dengan hal bahwa pengetahuan pada dasarnya dimediasi oleh linguistik yang tidak bisa dihindari secara social sebagai tempat mediasi antar individu. Dilain pihak, Mezirow memberikan tekanan hanya pada perubahan peserta didik itu sendiri dan tidak akan memberikan apa – apa kepada lingkungan sosialnya.

Pemikiran ketiga pakar pendidikan transformative tersebut dapat digunakan dalam perpektif pembelajaran modern. Pembelajaran transformatif modern mempunyai tujuan untuk memberikan rasa percaya diri kepada peserta didik dalam memberikan pendapat dalam hal pemecahan masalah. Melalui proses pemecahan masalah, peserta didik akan melakukan proses penerimaan, mengenali dan melihat apa strategi pemecahan masalah yang dapat dilakukan, dan melihat kembali apakah strategi tersebut sesuai dengan permasalahan yang ada. Dengan adanya aktivitas tersebut, siswa akan menjadi peserta didik yang mempunyai kualitas diri yang lebih baik. Disamping itu juga, lingkungan social merupakan factor penunjang dalam memberikan ruang kepada peserta didik untuk berkembang, baik dalam hal mencari sumber – sumber penyelesaian masalah ataupun sebagai tempat untuk mengkomunikasikan idea dan hasil yang diperoleh pada proses pemecahan masalah.

B.2 Tantangan dalam Pelaksanaan Pembelajaran Transformatif

Dalam pelaksanaan pembelajaran transformatif yang menjadi tantangan terbesar adalah pengaruh lingkungan social dan perkembangan IPTEKS.

Lingkungan social yang dimaksud adalah aktivitas dan kekuatan sosial. Taylor (1998:22) menyatakan bahwa:

The most controversial issue concerning transformative learning theory has been its relationship to social action and power.

Pandangan tentang transformasi harus dilepaskan dari konteks aksi sosial. Pembelajaran transformatif tidak mempunyai hubungan yang linier dengan aksi sosial, bahwa ada perbedaan yang mendasar tentang kedua hal ini. Mezirow (Taylor, 1998:23). Jadi, pembelajaran transformatif atau pandangan terhadap perspektif transformasi merupakan perubahan yang terjadi dalam konteks individu dan tidak terjadi karena perubahan sosial atau aksi sosial. Transformasi sosial terjadi karena memang terjadi perubahan secara ideologi dari masyarakat itu sendiri.

Sebagai seorang pendidik, kita harus mempertanyakan bahwa apakah fungsi dan peran dari pendidikan? Apakah untuk memberikan perubahan secara individu atau perubahan secara *massif* terkait dengan perubahan secara sosial masyarakat? Bisakah kita memisahkan hal tersebut?

Pertanyaan – pertanyaan tersebut merupakan pertentangan yang terjadi dalam hal pengembangan pembelajaran yang transformatif dalam konteks memandang bagaimana seseorang belajar. Menurut paham behavioristik, belajar merupakan merupakan proses perubahan prilaku secara relatif tetap dari seseorang. Nah, ketika seseorang belajar, terdapat adanya *critical reflection* yang terjadi pada individu tersebut. Adanya transformasi

perubahan diri seseorang dari tidak tahu menjadi tahu, pada saat itulah terjadi pembelajaran yang transformatif.

Ditinjau dari paham konstruktivis, pembelajaran transformatif terjadi apabila terdapat konstruksi pengalaman – pengalaman yang telah dimiliki yang menjadi landasan untuk memperoleh pengalaman – pengalaman baru. Tidak dipungkiri bahwa pengalaman – pengalaman tersebut merupakan hasil asimilasi dari perubahan yang terjadi di luar diri individu tersebut. Tetapi yang menjadi fokus kita adalah ketika pembelajaran terjadi, perubahan itu terjadi hanya pada setiap individu. Masalah individu tersebut menggunakan pengalaman – pengalaman yang diperoleh dari hasil asimilasi dari lingkungan social merupakan bagian dari transformasi yang terjadi dalam individu sebagai pembelajar.

Rasionalitas merupakan hal yang menjadi poin dalam pembelajaran transformatif. Rasionalitas menjadi bagian yang tidak terpisahkan untuk memperoleh pengetahuan, dimana adanya konstruksi pengetahuan melalui prinsip – prinsip logika berpikir. Pendidikan pada masa sekarang dilandasi oleh bagaimana memfasilitasi peserta didik untuk berpikir secara rasional. Ketika rasionalitas berjalan untuk digunakan dalam proses pembentukan pengetahuan maka tidak ada hubungan yang signifikan dengan emosi dan perasaan.

Emosi dan perasaan merupakan bagian dari setiap manusia. Ketika membuat suatu keputusan atau dalam hal mengkonstruksi sebuah pengalaman baru, keterlibatan emosi dan perasaan secara tidak langsung, sadar atau tidak mempengaruhi setiap tindakan yang kita ambil. Jadi, emosi dan perasaan merupakan tantangan dalam hal pengembangan prinsip pembelajaran transformatif.

Dalam mengembangkan pembelajaran transformatif, aspek – aspek yang merupakan sifat – sifat alamiah peserta didik sebagai manusia juga harus diperhatikan. Emosi, perasaan, rasa percaya diri, dan sebagai makhluk social merupakan sifat – sifat alamiah yang harus diakomodasi ketika pembelajaran berlangsung.

Perdebatan mengenai lingkungan social sebagai tantangan dapat dilihat dari dua hal. *Pertama*, dari segi penyesuaian diri peserta didik, mampukah peserta didik menyesuaikan diri dengan lingkungan socialnya sebagai tempat mediasi dan mengkomunikasikan hasil asimilasi internalnya. *Kedua*, dari segi penerimaan, mampukah lingkungan social dapat menerima segala bentuk hasil dari pembelajaran transformatif dari peserta didik. Kedua hal tersebut merupakan pertanyaan mendasar yang harus disinergikan dalam perkembangan pembelajaran transformatif.

Dengan demikian, pembelajaran transformatif haruslah dikembangkan sedemikian rupa sehingga dapat memberikan ruang yang berarti bagi perkembangan kognitif dan pengembangan nilai peserta didik, tidak hanya terbatas pada penerimaan dan konstruksi

pengalaman baru tetapi juga mampu mengkomunikasikan secara baik dalam ruang sosial sebagai tempat mediasi.

B.3 Pengembangan dan Pelaksanaan Pembelajaran Transformatif

Pengembangan pembelajaran transformatif dalam hal ini dikembangkan dalam konteks guru sebagai pendidik dan siswa sebagai peserta didik. Guru sebagai pendidik mempunyai peranan untuk *manage* semua tantangan yang terjadi dalam rangka mempraktekkan pembelajaran transformatif. Sedangkan siswa sebagai peserta didik mempunyai peranan untuk terlibat langsung dalam proses pembelajaran yang bermanfaat.

Guru dalam pelaksanaan pembelajaran diharapkan tidak hanya untuk menerapkan berbagai teknik dan strategi melainkan juga menjadi seorang pembelajar juga. Sebagai seorang pembelajar, guru dituntut untuk bisa menyesuaikan diri dengan peserta didik. Peserta didik merupakan agen yang dapat mengembangkan sikap kekinian guru dan memperdalam sikap profesional guru sebagai seorang pendidik. Cranton (Taylor, 1998:59) menyatakan bahwa *"must be adult learners continually striving to update, develop, expand, and deepen their professional perspectives both on their subject areas and their goals and roles as educators"*.

Dengan menyadari bahwa peranan guru sangat penting, maka dalam pembelajaran transformatif, mengembangkan sikap reflektif dan melakukan dialog dengan rekan – rekan sejawat mengenai masalah – masalah yang terjadi selama proses belajar merupakan pengembangan sikap profesional sebagai guru.

Pembelajaran modern menuntut peranan guru adalah sebagai fasilitator, motivator dan inisiator, sehingga fokus pembelajaran berpusat pada siswa. Ketika guru ingin memberikan dan mendorong adanya perubahan dalam pembelajarannya maka guru seharusnya juga berposisi sebagai pembelajar yang transformatif, mampu mengenali dan mendalami terlebih dahulu bagaimana melakukan perubahan dalam pembelajaran.

Taylor (1998:60) menyatakan bahwa pembelajaran transformatif merupakan proses kolaboratif yang melibatkan pengalaman – pengalaman baik berasal dari pendidik (guru) maupun peserta didik (siswa). Kondisi dimana adanya sikap berbagi (pengalaman) merupakan suatu kondisi dimana telah terjadi rasa kepercayaan yang tinggi antara guru dan siswa. Tidak ada lagi sekat formal yang mampu membatasi masalah – masalah yang terkait dengan ego, perasaan, dan rasa percaya diri antara guru dan siswa. Guru cukup memberikan *frame*, batasan – batasan tertentu sehingga proses pembelajaran tidak menjadi menyimpang dari tujuan yang telah ditetapkan.

Mezirow (2003:4) menyatakan bahwa sebagai pendidik (guru) yang berkonsentrasi pada pengembangan pembelajaran transformatif hendaknya membimbing siswa untuk memahami mengapa mereka berpikir, merasa dan mempunyai kepercayaan seperti yang

mereka lakukan, yaitu dengan: (1) secara kritis menilai validitas dari asumsi – asumsi yang mereka miliki, (2) menganalisis semua sumber dan konsekuensi dari semua asumsinya, (3) mengembangkan dan memberikan dukungan secara emosional untuk memulai sebuah Pembelajaran Transformatif, dan (4) belajar untuk lebih intens berpartisipasi dalam membantu siswa melakukan refleksi sehingga siswa dapat membuka diri untuk berbagi.

Pengembangan pembelajaran transformatif sangat erat kaitannya dengan pengaturan kondisi lingkungan belajar itu sendiri. Lingkungan belajar yang baik dan nyaman akan memberikan suasana belajar yang kondusif sehingga konstruksi pengalaman – pengalaman menjadi efektif.

Lingkungan merupakan salah satu faktor dalam persiapan pembelajaran. Persiapan pembelajaran itu dilakukan dalam rangka mengajak peserta didik keluar dari keadaan mental yang pasif dan resisten, menyingkirkan rintangan belajar, merangsang minat dan rasa ingin tahu, memberikan perasaan positif mengenai, dan hubungan yang bermakna dengan topic pelajaran, menciptakan peserta didik yang tergugah untuk berpikir, belajar, mencipta, dan tumbuh, dan mengajak keluar dari keterasingan dan masuk ke dalam komunitas belajar. Tetapi lebih dari itu tujuan menciptakan lingkungan yang terus belajar adalah untuk menyingkirkan rintangan belajar, seperti: tidak peduli pada topic pelajaran, benci pada topik pelajaran, dipaksa hadir, punya masalah dan gangguan pribadi, merasa sudah mengetahui segalanya, dan merasa sangat bosan.

Dengan demikian, pengembangan pembelajaran transformatif diharapkan dapat memberikan gairah pada proses pembelajaran sehingga guru dan siswa mempunyai visi dan misi yang sama dalam memandang bagaimana memperoleh pengetahuan yang komprehensif.

B.4 Kajian Teoritis Pembelajaran Transformatif dalam Pendidikan Matematika

Secara garis besar pembelajaran transformatif yang dikemukakan oleh Mezirow merupakan perubahan tentang bagaimana peserta didik belajar untuk berpikir. Berpikir merupakan proses penalaran dan konstruksi ide – ide secara bebas dan tak terbatas. Penalaran dan konstruksi tersebut merupakan hal yang sangat abstrak dan akan menjadi konkrit apabila sudah dikomunikasikan dengan bahasa yang logis dan terstruktur.

Matematika yang mempunyai objek abstrak memerlukan suatu penalaran tingkat tinggi untuk mengkomunikasikan menjadi premis – premis logis dan bahasa yang mudah dipahami.

National Research Council (1989:31) menyatakan bahwa: *“mathematics is a science of patterns and order”*. Matematika merupakan ilmu yang membahas tentang pola keteraturan (*patterns*) dan tingkatan (*order*) yang terstruktur. Untuk memahami matematika diperlukan sikap yang tertib dan konsisten.

Pembelajaran transformatif dalam pendidikan matematika (matematika sekolah) memerlukan pemahaman yang mendalam terhadap tujuan dari matematika sekolah itu sendiri. Pembelajaran transformatif menuntut adanya perubahan baik perilaku maupun pola pikir dalam mengembangkan sikap matematis. Depdiknas (2006) menyatakan bahwa tujuan mata pelajaran matematika sekolah adalah agar peserta didik memiliki kemampuan:

1. Menggunakan penalaran pada pola dan sifat, melakukan manipulasi matematika dalam membuat generalisasi, menyusun bukti, atau menjelaskan gagasan dan pernyataan matematika
2. Memecahkan masalah yang meliputi kemampuan memahami masalah, merancang model matematika, menyelesaikan model dan menafsirkan solusi yang diperoleh
3. Mengkomunikasikan gagasan dengan symbol, tabel, diagram, atau media lain untuk memperjelas keadaan atau masalah
4. Memiliki sikap menghargai kegunaan matematika dalam kehidupan, yaitu memiliki rasa ingin tahu, perhatian, dan minat mempelajari matematika, serta sikap ulet dan percaya diri dalam pemecahan masalah.

Lebih lanjut National Council of Teachers of Mathematics atau NCTM (2000) menyatakan bahwa standar proses matematika sekolah meliputi pemecahan masalah (*problems solving*), penalaran dan pembuktian (*reasoning and proof*), keterkaitan (*connections*), komunikasi (*communication*), dan representasi (*representation*).

Sejalan dengan Depdiknas dan NCTM, pembelajaran transformative mengedepankan (3) tiga pilar yang harus ada yaitu: 1) *centrality of experience*; 2) *critical reflection*; 3) *rational discourse*. Ketiga pilar tersebut merupakan landasan untuk mengembangkan kegiatan pembelajaran yang bermakna dan merupakan inti dari strategi pemecahan masalah dalam pembelajaran matematika.

Proses pembelajaran matematika sekolah menempatkan pemecahan masalah sebagai hal utama. Menurut Polya (Wono Steya Budhi, 2005:2-3) menyatakan ada 4 (empat) langkah yang perlu dilakukan dalam pemecahan masalah yaitu: (1) memahami persoalan yang ada, (2) menyusun strategi, (3) melakukan strategi yang telah dipilih, dan (4) melihat kembali pekerjaan yang telah dilakukan, yang kalau perlu menyusun strategi baru yang lebih baik atau menuliskan jawaban dengan lebih baik.

Dalam hal pembelajaran transformatif dalam pendidikan matematika, pemecahan masalah merupakan strategi yang sesuai dengan karakteristik matematika yang memerlukan penalaran untuk memahaminya. Sehingga kurikulum yang dikembangkan harus memberikan tempat bagi pengembangan kompetensi matematis siswa dalam pemecahan masalah. NCTM merekomendasikan beberapa hal dalam rangka mengakomodasi pemecahan masalah dalam matematika, yaitu:

- a) Apply integrated mathematical problem-solving strategies to solve problems from within and aoutside mathematics;
 - b) Recognize and formulate problems from situations within and aoutside mathematics;
 - c) Apply the process of mathematical modeling to real world situations.
- (dikutip langsung dari <http://www.nctm.org>).

Berdasarkan hal tersebut, pembelajaran transformatif dalam pendidikan matematika terkait dengan pemecahan masalah. Menurut Dodson dan Hollander (Wono Setya Budhi, 2005: 3) menyatakan bahwa kemampuan pemecahan masalah yang harus ditumbuhkan pada diri siswa adalah:

1. Kemampuan mengerti konsep dan istilah matematika;
2. Kemampuan untuk mencatat kesamaan, perbedaan, dan analogi;
3. Kemampuan untuk mengidentifikasi elemen terpenting dan memilih prosedur yang benar;
4. Kemampuan untuk mengetahui hal yang tidak berkaitan;
5. Kemampuan untuk menaksir dan menganalisa;
6. Kemampuan untuk memvisualisasi dan menginterpretasi kuantitas atau ruang;
7. Kemampuan untuk memperumum berdasarkan beberapa contoh;
8. Kemampuan untuk berganti metoda yang telah diketahui;
9. Mempunyai kepercayaan diri yang cukup dan merasa senang terhadap materinya.

Sehingga penerapan pembelajaran transformative dalam pendidikan matematika, untuk mengembangkan kemampuan di atas disarankan kepada para guru hal - hal sebagai berikut.

1. Fasilitasi siswa dengan berbagai strategi yang dapat digunakan untuk berbagai soal,
2. Berikan waktu yang cukup untuk siswa mencoba persoalan yang ada,
3. Ajaklah siswa untuk menyelesaikan dengan cara lain,
4. Setelah jawaban diperoleh, ajaklah siswa untuk melihat kembali, melihat kemungkinan lain, mengatakan dengan bahasa sendiri, kemudian ajaklah siswa untuk mencari penyelesaian dengan cara yang lebih baik,
5. Fleksibilitas di dalam pemecahan masalah (*problem solving*) merupakan perilaku pebelajar yang baik.

Pembelajaran transformatif dalam pendidikan matematika tidak hanya dikembangkan dari aspek kognitif saja, melainkan juga harus dipikirkan kemungkinan penggunaan teknologi informasi.

Penggunaan teknologi informasi difungsikan sebagai jembatan dalam hal mengantarkan siswa untuk belajar matematika sekolah, mengantarkan siswa dari dunia nyata ke dalam dunia matematis. Siswa dikatakan belum belajar apabila belum dapat memahami keabstrakan matematika. Banyak *software* yang dapat membantu para guru dan siswa dalam belajar matematika, misalnya *macromedia flash*, *spss*, *mathematica program* dan masih banyak lagi.

Dengan demikian, pembelajaran transformatif dalam pendidikan matematika merupakan perubahan sikap dan pola pikir terhadap matematika sekolah, tidak hanya secara kognitif tetapi juga terhadap penggunaan teknologi informasi untuk menunjang pembelajaran. Perubahan dari pembelajaran yang cenderung teoritis dan berpusat pada guru (*teachers centered*) serta adanya transfer materi satu arah (guru – siswa) ke pembelajaran yang dinamis, penuh dengan kreativitas, menggugah penalaran, dan penalaran konstruktif dari pengetahuan – pengetahuan sebelumnya sehingga pembelajaran berpusat pada siswa (*students centered*). Hal ini didukung oleh pernyataan Sudiarta (2008:9) tentang proses pembelajaran bahwa perubahan dari pembelajaran yang mekanistik, cenderung teoritik, dan berpusat pada guru ke pembelajaran yang kreatif, berdasarkan masalah real yang dekat kehidupan siswa (*contextual*) dan berorientasi pada siswa aktif (*active learning*) serta mendorong siswa untuk menemukan kembali (*reinvention*) dan membangun (*construction*) pengetahuan dan pengalaman secara mandiri.

C. Penutup

Pembelajaran transformatif diartikan sebagai bagaimana peserta didik belajar untuk berpikir. Dalam hal ini dituntut adanya rasionalitas dalam memberikan alasan dan pengembangan yang melibatkan proses berpikir kritis sehingga mampu melakukan penilaian terhadap pengalaman – pengalaman baru.

Tantangan pengembangan pembelajaran transformatif adalah adanya paradigma *social action* yang berpandangan bahwa pembelajaran transformatif individu bukan karena perubahan individu yang mengkonstruksi pengalaman – pengalaman dan melakukan refleksi kritis terhadap perubahan itu melainkan lebih disebabkan oleh perubahan social yang terjadi.

Pengembangan dan pelaksanaan pembelajaran transformatif dilakukan dengan melakukan kolaborasi antara guru dan siswa dimana sikap terbuka dan bertanggungjawab dikembangkan dengan memperhatikan aturan – aturan yang disepakati. Di samping itu juga menyediakan lingkungan belajar yang memberikan gairah untuk terus melahirkan kreativitas baik guru maupun siswa.

Penerapan pembelajaran transformatif dalam pendidikan matematika adalah pemecahan masalah. Pemecahan masalah memberikan kesempatan bagi siswa untuk melakukan aktivitas yang memunculkan kreativitas berpikir, bernalar dan berkomunikasi dengan menggunakan bahasa matematika. Dengan demikian, pemecahan masalah merupakan inti dari pembelajaran transformatif dalam pendidikan matematika.

Daftar Pustaka

- Depdiknas.2006. *Permendiknas Nomor 22 Tahun 2006 Tentang Standar Isi Sekolah Menengah Atas*. Jakarta: Depdiknas
- Harsono. 2004. *Kearifan dalam Pembelajaran Transformatif: dari teacher-centered ke student-centered learning*. Makalah (tidak dipublikasikan) disampaikan pada seminar Implementasi nilai kearifan dalam proses pembelajaran berorientasi student-centered learning, di Balai Senat UGM.
- Tara Fenwick. *Ethical Dilemmas of Transformative Pedagogy In Critical Management Education*. (makalah)
- Leslie P. Steffe and friends. 1996. *Theories of Mathematical Learning*. New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates, Publishers.
- NCTM. 2000. *Principles and Standards for School Mathematics*.www. Standard.nctm.org, 23 Oktober 2009.
- Paul Ernest. 1991. *The Philosophy of Mathematics Education*. The Falmer Press. Bristol.
- Setya Budhi, Wono. 2005. *Langkah Awal Menuju ke Olimpiade Matematika*. Jakarta: Ricardo.
- Spring and Summer Editions. 1993. *Fokus on Learning Problems in Mathematics, vol 15, number 2 & 3*. Center for Teaching/Learning Mathematics.
- Sudiarta, I Gusti Putu.2008. *Membangun Kompetensi Berpikir Kritis melalui Pendekatan Open Ended*. Singaraja: Undiksha Singaraja.
- Taylor, Edward. W. 1998. *The Theory and Practice of Tranformative Learning: A Critical Review, Information Series no. 374*. Ohio: The Ohio State University Press.

Sumber internet

- Transformative_Learning.html (diakses tanggal 23 Oktober 2009)
- Mezirow, Jack. *Epistimolgy of Transformative Learning*. (diakses tanggal 23 Oktober 2009)

Fun and Meaningful Math Learning Through Trigonometry Computer-Based Math Learning in Class X SMA Negeri 1 Belitang

Hendra Lesmana, S.Pd.¹, Dra. Cecil Hiltrimartin, M.Si.b², Dra. Indaryanti, M.Pd.c³
Presenting Author: Hendra Lesmana, S.Pd. (E-mail: Hendra4thenext@yahoo.com)

¹A Student at Mathematics Education, Universitas Sriwijaya, Indonesia

²A Lecture at Mathematics Education, Universitas Sriwijaya, Indonesia

³A Lecture at Mathematics Education, Universitas Sriwijaya, Indonesia

Abstract

This study aimed to obtain a picture of student learning outcomes on trigonometry computer-based math learning in class X SMA Negeri 1 Belitang and students' attitudes toward trigonometry computer-based math learning in class X SMA Negeri 1 Belitang. Subjects of this study were all students in X10 SMA Negeri 1 Belitang, 28 students. Collecting data through observations, questionnaires and tests. Observations and questionnaires are used to reveal the students' attitudes toward trigonometry computer-based learning. The test is used to find a picture of student learning outcomes in trigonometry computer-based math learning. Based on data observations analysis, questionnaires, and test obtained that the learning outcomes of students classified as very good and students' attitudes towards learning mathematics as very good.

Keywords: trigonometry computer-based math learning, student learning outcomes, students' attitudes

PENDAHULUAN

Matematika merupakan ilmu universal yang memiliki peran penting dalam berbagai disiplin dan mengembangkan daya pikir manusia (Mulyasa, 2008). Kemajuan di bidang matematika akan membawa dampak terhadap kemajuan di segala bidang. Dalam perkembangan teknologi informasi dan komunikasi, Matematika menjadi dasar yang melandasi perkembangan teknologi informasi dan komunikasi. Berbagai bidang dalam kajian matematika yang melandasi perkembangan teknologi informasi dan komunikasi antara lain teori bilangan, aljabar, analisis, teori peluang dan matematika diskrit.

Mata pelajaran Matematika perlu diberikan kepada peserta didik sedini mungkin mulai dari sekolah dasar untuk membekali peserta didik dengan berbagai kompetensi diantaranya kemampuan berpikir logis, kemampuan berpikir analitis, kemampuan berpikir sistematis, kemampuan berpikir kritis, kemampuan berpikir kreatif, dan kemampuan bekerjasama. Kompetensi tersebut diperlukan agar peserta didik dapat memiliki kemampuan memperoleh, mengelola, dan memanfaatkan informasi untuk dapat bertahan hidup pada situasi dan kondisi yang selalu berubah dan penuh kompetitif (Mulyasa, 2008).

Dalam matematika tidak hanya pengetahuan tentang matematika saja yang diperlukan, akan tetapi juga diharapkan dapat melakukan matematika dengan menggunakan pengetahuan matematika. Melakukan kegiatan menggunakan sembilan kemampuan mental dasar yaitu penalaran numerik, penalaran kuantitatif, penalaran linguistik, penalaran simbolik, penalaran spasial, penalaran logis, penalaran diagram, penalaran tentang

kausalitas, kemampuan untuk menangani abstraksi. Namun kenyataannya dalam dunia pendidikan untuk melakukan matematika tersebut akan sangat sulit sekali dilakukan, misalnya ingin diketahui tinggi suatu gunung berapi. Tidak mungkin siswa ditugaskan untuk mengukur tinggi gunung berapi secara langsung. Guru harus berupaya untuk membentuk pengalaman belajar pada diri siswa dengan menghadirkannya dalam bentuk lain yang tidak mengurangi arti semua itu.

Berdasarkan hasil ulangan harian matematika kelas X di SMA Negeri 1 Belitang diperoleh nilai rata-rata sebesar 69 yang masih kurang dari nilai ketuntasan minimum yaitu 75, sehingga guru harus melakukan remedial. Hal ini menunjukkan bahwa siswa masih kesulitan dalam pembelajaran matematika.

Di SMA Negeri 1 Belitang, beberapa kelas masih menggunakan media cetak berupa buku teks dan papan tulis dalam proses pembelajaran matematika. Buku teks yang digunakan siswa sering lebih bersifat instan karena hanya berisi rumus dan soal-soal, sehingga siswa hanya menghafal rumus lalu menggunakannya dalam mengerjakan soal. Siswa kurang mengerti mengenai fakta, konsep, dan prinsip Trigonometri. Tidak berbeda dengan salah satu kelas yang telah menggunakan *notebook* dalam proses pembelajarannya. Pembelajaran masih sebatas menghafal rumus lalu menggunakannya dalam mengerjakan soal. Mereka tidak mengerti dari mana rumus yang mereka gunakan diperoleh. Bahkan mereka lebih sering menggunakan *notebook* untuk hal-hal lain di luar belajar. Selain kelas yang telah menggunakan *notebook* untuk pembelajarannya, di SMA Negeri 1 Belitang telah memiliki ruang komputer yang terdiri dari 20 unit komputer. Hal ini memungkinkan untuk dilaksanakannya pembelajaran berbasis komputer.

Dalam pembelajaran matematika berbasis komputer digunakan suatu bahan ajar yang di dalamnya dapat memvisualisasikan teks, grafis, gambar, foto, animasi, dan video yang dibalut audio. Penggunaan bahan ajar berbasis komputer ini dirancang untuk siswa agar tidak saja menghafal rumus-rumus, tetapi juga memahaminya kemudian menggunakannya ke dalam kehidupan sehari-hari. Penggunaan bahan ajar berbasis komputer ini sejalan dengan salah satu prinsip Kurikulum Tingkat Satuan Pendidikan (KTSP) yaitu tanggap terhadap perkembangan ilmu pengetahuan, teknologi, dan seni. Disebutkan pula bahwa salah satu tujuan pembelajaran matematika adalah agar peserta didik memiliki kemampuan mengkomunikasikan gagasan dalam bentuk simbol, tabel, diagram maupun bentuk lain untuk memperjelas keadaan atau masalah (Mulyasa, 2008).

Bahan ajar yang digunakan dalam pembelajaran matematika berbasis komputer ini didesain menggunakan *Adobe Flash CS3*. *Adobe Flash* yang dahulu bernama *Macromedia Flash* adalah salah satu perangkat lunak komputer yang merupakan produk unggulan *Adobe Systems*. *Adobe Flash* digunakan untuk membuat gambar vektor maupun animasi gambar tersebut. *Output* yang dihasilkan dari perangkat lunak ini mempunyai *file extension* .swf dan dapat diputar di penjelajah web yang telah dipasang *Adobe Flash Player*. Terdapat juga

pilihan untuk mempublish dalam bentuk .exe. Terdapat sedikit perubahan tampilan pada *Adobe Flash CS3*, diantaranya pada *tool box* yang menjadi satu kolom (Wikipedia, 2010).

Pada pokok bahasan Trigonometri diperlukan sembilan kemampuan yang dikemukakan oleh Devlin (2010) yaitu penalaran numerik misal saat bernalar tentang nilai sinus suatu sudut; penalaran kuantitatif misal saat menghitung besaran nilai sinus suatu sudut; penalaran linguistik misal dalam memahami bahasa matematika yang ada dalam pokok bahasan trigonometri; penalaran simbolik misalnya dalam bernalar untuk menyimbolkan sinus dengan sin, cosinus dengan cos, dan tangen dengan tan atau tg. Penalaran spasial yaitu penalaran muatan atau isi yang terdapat dalam suatu masalah sehingga dapat dicari jalan keluarnya dengan pemikiran logis; penalaran logis yaitu dapat menalar masalah trigonometri secara logis berdasarkan keterangan yang sudah ada; penalaran diagram misal dapat membuat diagram dari suatu fungsi trigonometri; penalaran tentang kausalitas misal mencari sebab dari mana suatu hal dapat terjadi; kemampuan untuk menangani abstraksi misal dapat membuat benda-benda abstrak dalam trigonometri menjadi seolah-olah nyata. Sembilan kemampuan tersebut dihadirkan dalam bahan ajar berbasis komputer.

Pada subpokok bahasan Sudut dan Satuannya, dengan menggunakan *Adobe Flash CS3* dapat dibuat animasi tentang satuan derajat, satuan radian, serta hubungan keduanya. Animasi yang dapat dibuat misalnya animasi jungkat-jungkit dengan sebelah kanan bernama 2π Radian dan sebelah kiri bernama Satuan Derajat dengan berat yang sama yang menunjukkan bahwa keduanya sama.

Pada subpokok bahasan Nilai Trigonometri Sudut dapat dibuat animasi perbandingan trigonometri pada segitiga siku-siku misalnya animasi sekelompok anak yang ingin mengukur tinggi pohon dengan bantuan tongkat dan sinar matahari. Dapat juga dibuat animasi tentang sudut penyiku, sudut khusus, nilai trigonometri sudut pada bidang koordinat, grafik fungsi $y = \sin x$, grafik fungsi $y = \cos x$, grafik fungsi $y = \tan x$, menggambar grafik $\sin x$ dengan bantuan tabel trigonometri yang berisi nilai dari sudut-sudut istimewa, dan lain-lain. Demikian juga dengan subpokok bahasan trigonometri lainnya, dapat dibuat animasi sehingga dapat membantu dalam pemahaman konsep pada diri siswa.

Berdasarkan hasil penelitian sebelumnya tentang media pembelajaran yang dikembangkan dengan menggunakan komputer tergolong baik. Hasil penelitian Alanoris (2009) menunjukkan bahwa rata-rata hasil ranah kognitif termasuk dalam kategori baik yaitu sebesar 79,78. Sedangkan penelitian Lilianti (2010) menunjukkan bahwa rata-rata hasil belajar siswa dalam kategori baik dengan rata-rata sebesar 86,08. Penelitian yang dilakukan oleh Alanoris (2009) menggunakan *Macromedia Flash MX 2004* dan Lilianti (2010) menggunakan *Macromedia Flash 8 Profesional* untuk mendesain media pembelajaran.

Berdasarkan uraian di atas yang menjadi permasalahan dalam penelitian ini adalah “Bagaimanakah hasil belajar siswa dalam *trigonometry computer-based math learning* di kelas X SMA Negeri 1 Belitang dan sikap siswa terhadap *trigonometry computer-based math learning*?”. Sejalan dengan rumusan masalah tersebut, tujuan dalam penelitian ini adalah memperoleh gambaran mengenai hasil belajar siswa dalam *trigonometry computer-based math learning* pada pokok bahasan Trigonometri di kelas X SMA Negeri 1 Belitang dan sikap siswa terhadap *trigonometry computer-based math learning*. Hasil penelitian ini diharapkan dapat bermanfaat untuk 1) Guru, sebagai masukan untuk lebih sering menggunakan komputer dalam proses pembelajaran sebagai alternatif dalam pemecahan masalah pembelajaran Matematika. 2) Sekolah, sebagai masukan untuk dapat menggunakan ruang komputer dalam proses belajar mengajar sebagai media pembelajaran matematika. 3) Peneliti, sebagai suatu pengalaman berharga bagi seorang calon guru dan acuan untuk terus melakukan penelitian-penelitian yang bermanfaat untuk pendidikan.

METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian ini merupakan penelitian deskriptif yang bertujuan untuk memperoleh gambaran tentang hasil belajar siswa dalam pembelajaran matematika berbasis komputer pada pokok bahasan Trigonometri di kelas X SMA Negeri 1 Belitang dan sikap siswa terhadap pembelajaran Matematika berbasis komputer pada pokok bahasan Trigonometri di kelas X SMA Negeri 1 Belitang. Variabel dalam penelitian ini yaitu hasil belajar siswa dan sikap siswa terhadap pembelajaran matematika berbasis komputer pada pokok bahasan Trigonometri di kelas X SMA Negeri 1 Belitang. Subjek dalam penelitian ini adalah seluruh siswa di kelas X SMA Negeri 1 Belitang. Penelitian dibagi menjadi 3 tahapan yaitu tahap persiapan, tahap pelaksanaan, dan tahap analisis data. Teknik pengumpulan data yang digunakan yaitu observasi, angket, dan tes. Observasi dan angket digunakan untuk mengetahui gambaran sikap siswa terhadap pembelajaran matematika berbasis komputer. Tes digunakan untuk mengetahui gambaran tentang hasil belajar siswa dalam pembelajaran matematika berbasis komputer.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Deskripsi dan Analisis Data Observasi

Hasil observasi sikap siswa terhadap pembelajaran matematika berbasis komputer di kelas X SMA Negeri 1 Belitang dapat dilihat pada berikut:

Tabel Hasil Observasi Sikap Siswa Terhadap Matematika Berbasis Komputer di Kelas X10 SMA Negeri 1 Belitang

Skor Observasi	Banyak Siswa	Persentase	Kategori
<i>Pertemuan Pertama (26 Januari 2011)</i>			
7-8	24	88,88%	Sangat Baik
5-6	3	11,12%	Baik
3-4	0	0%	Cukup Baik
0-2	0	0%	Kurang Baik

Jumlah	27	100%	-
<i>Pertemuan Kedua (27 Januari 2011)</i>			
7-8	24	85,72%	Sangat Baik
5-6	4	14,28%	Baik
3-4	0	0%	Cukup Baik
0-2	0	0%	Kurang Baik
Jumlah	28	100%	-

<i>Pertemuan Ketiga (28 Januari 2011)</i>			
7-8	26	100%	Sangat Baik
5-6	0	0%	Baik
3-4	0	0%	Cukup Baik
0-2	0	0%	Kurang Baik
Jumlah	26	100%	-

Berdasarkan tabel hasil observasi tersebut, pada pertemuan pertama dengan banyak siswa yang hadir sebanyak 27 siswa, ternyata sebanyak 24 siswa yang menunjukkan sikap sangat baik terhadap pembelajaran matematika berbasis komputer, sebanyak 3 siswa menunjukkan sikap baik terhadap pembelajaran matematika berbasis komputer, dan tidak ada siswa yang menyatakan sikap cukup baik maupun kurang baik. Pada pertemuan kedua dengan banyak siswa yang hadir sebanyak 28 siswa, ternyata sebanyak 24 siswa yang menunjukkan sikap sangat baik terhadap pembelajaran matematika berbasis komputer, sebanyak 4 siswa menunjukkan sikap baik terhadap pembelajaran matematika berbasis komputer, dan tidak ada siswa yang menyatakan sikap cukup baik maupun kurang baik. Pada pertemuan ketiga dengan banyak siswa yang hadir sebanyak 26 siswa, ternyata sebanyak 26 siswa yang menunjukkan sikap sangat baik terhadap pembelajaran matematika berbasis komputer dan tidak ada siswa yang menyatakan sikap baik, cukup baik maupun kurang baik.

Selama tiga kali pertemuan, diperoleh persentase yang menyatakan sikap siswa. Rekapitulasi skor sikap siswa terhadap pembelajaran matematika berbasis komputer dapat dilihat di lampiran.

DESKRIPSI DAN ANALISIS DATA ANGKET

Hasil observasi sikap siswa terhadap pembelajaran matematika berbasis komputer di kelas X SMA Negeri 1 Belitang dapat dilihat pada berikut:

Tabel Hasil Angket Sikap Siswa Terhadap Matematika Berbasis Komputer di Kelas X SMA Negeri 1 Belitang

Skor Angket	Banyak siswa	Persentase	Kategori
81-100	11	39,28%	Sangat Baik
61-80	17	60,72%	Baik
41-60	0	0	Cukup Baik
0-40	0	0	Kurang Baik
Jumlah	28	100%	-

Berdasarkan tabel di atas sebanyak 11 siswa yang tergolong dalam kategori sangat baik, 17 siswa tergolong baik serta tidak ada siswa yang menyatakan sikap cukup baik maupun kurang baik. Seluruh siswa berada pada kategori baik dan sangat baik sehingga dapat dikatakan bahwa sikap siswa berdasarkan angket siswa tergolong sangat baik.

DESKRIPSI DAN ANALISIS DATA TES

Hasil belajar siswa setelah siswa melakukan pembelajaran matematika berbasis komputer dilihat dari beberapa kali tes yaitu latihan tes 1, latihan tes 2, latihan tes 3, latihan tes 4, dan tes akhir. Hasil belajar tersebut digambarkan dalam di bawah ini:

Tabel Analisis data Hasil Belajar siswa

Rentang Nilai	Nilai						Kategori	Persentase (Nilai Akhir)
	Latihan Tes 1	Latihan Tes 2	Latihan Tes 3	Latihan Tes 4	Tes Akhir	Nilai Akhir		
86 - 100	17	16	18	6	26	25	Sangat Baik	67,85%
75 - 85	10	12	8	20	2	1	Baik	25%
65 - 74	0	0	0	0	0	2	Cukup Baik	7,15%
0 - 64	1	0	2	2	0	0	Kurang Baik	0%
Jumlah	28	28	28	28	28	28	-	100%

Dari tes yang telah dilakukan diketahui bahwa 67,85% siswa berada pada rentang 86 – 100 dan 25% siswa berada pada rentang 75 – 85. Dengan demikian diperoleh bahwa 92.85% siswa memperoleh nilai > 75. Hasil ini menunjukkan bahwa hasil belajar siswa termasuk kategori sangat baik.

PEMBAHASAN

Prosedur dalam tahap-tahap persiapan telah dilakukan mulai dari melaksanakan studi awal pendahuluan ke sekolah yang ingin dijadikan tempat penelitian hingga menyusun instrumen penelitian yaitu angket, observasi, Rencana Pelaksanaan Pembelajaran, dan bahan ajar berbasis komputer yang termasuk di dalamnya instrumen tes kognitif. Kemudian instrumen-instrumen yang telah disusun tersebut divalidasi oleh para ahli yang kemudian menghasilkan instrumen yang valid untuk digunakan untuk tahap pelaksanaan.

Pada tahap pelaksanaan terdapat kendala yaitu kurang suksesnya pendistribusian file bahan ajar berbasis komputer ke seluruh siswa sehingga terdapat beberapa siswa yang menggunakan 1 buah laptop untuk beberapa orang. Namun hal ini tidak mengurangi semangat mereka dalam belajar.

Hasil belajar yang diperoleh siswa setelah pembelajaran matematika berbasis komputer hasil belajar yang termasuk dalam kategori sangat baik yaitu sebesar 89,28%. Berdasarkan hasil observasi diperoleh bahwa sikap siswa terhadap pembelajaran matematika berbasis komputer termasuk ke dalam kategori sangat baik. Berdasarkan hasil angket diperoleh data

bahwa sikap siswa terhadap pembelajaran matematika berbasis komputer termasuk dalam kategori sangat baik.

Pada tahap pelaksanaan didapat hasil belajar yang sangat baik. Namun terdapat soal tertentu yang tidak dapat siswa jawab dengan benar. Pada pertemuan pertama saat mengerjakan soal latihan tes 1 nomor 5. Berikut contoh jawaban siswa tersebut yang kurang tepat dan tepat dalam menjawab.

5) = 1081,72 km
Jawab:

Gambar 1. Jawaban Siswa yang kurang tepat menjawab soal latihan tes 1 nomor 5

5) Dik : $d = 2756$ km, $r = 1378$ km
besar $\leq 45^\circ$
Jawab :
 $= \frac{x}{360} \times \text{keliling lingkaran}$
 $= \frac{45^\circ}{360} \times 3,14 \times 2(1378)$
 $= \frac{1}{8} \times 3,14 \times 2756 = 1081,73$ km

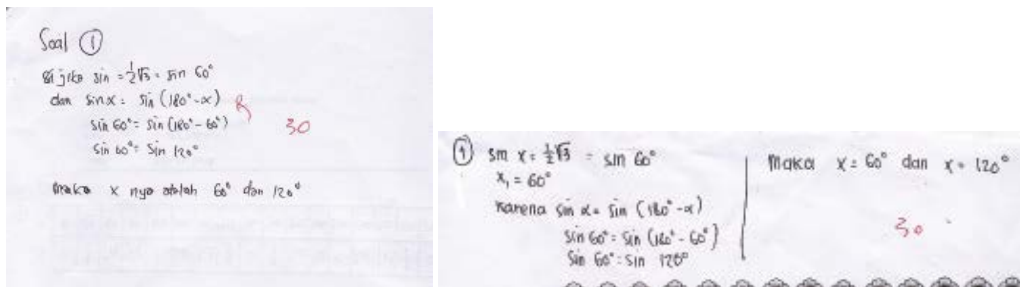
Gambar 2. Jawaban Siswa yang tepat menjawab soal latihan tes 1 nomor 5

Beberapa siswa tidak tahu bahwa diharuskan membuat jalan pengerjaan soal tersebut sehingga mereka hanya menuliskan hasil akhir saja dalam lembar jawaban mereka. Dalam bahan ajar berbasis komputer belum terdapat soal latihan tes 1 yang dapat dibuat dalam bentuk tes tipe uraian dan data hasil pekerjaan siswa ditulis dan dapat disimpan sebagai masukan dan jika pun ada itu hanya terbatas uraian singkat yang memiliki jawaban pasti. Hal ini juga menyebabkan perlu adanya tambahan lembar jawaban untuk siswa mengerjakan soal.

Selanjutnya pada soal latihan tes 2 terdapat beberapa siswa yang kurang tepat dalam pengerjaan soal-soal. Pada soal nomor 1 siswa diminta menentukan nilai x yang memenuhi persamaan $\sin x = \frac{1}{2} \sqrt{3}$. Terdapat siswa yang menjawab hanya 60° saja. Siswa tersebut tidak menjawab kemungkinan lain.

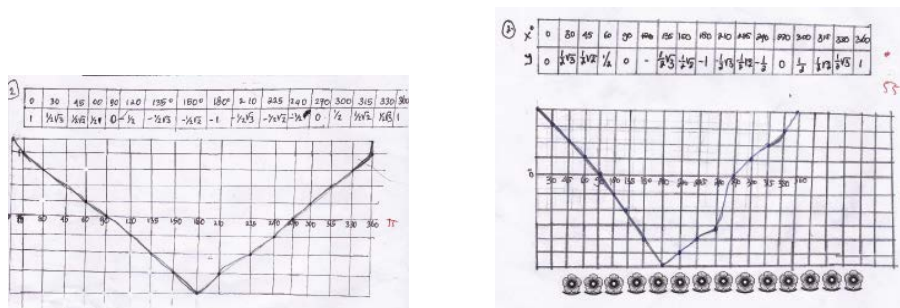
1) $\sin x = \frac{1}{2} \sqrt{3}$
maka $x = 60^\circ$

Gambar 3. Jawaban Siswa yang kurang tepat dalam menjawab soal latihan tes 2 soal nomor 1.



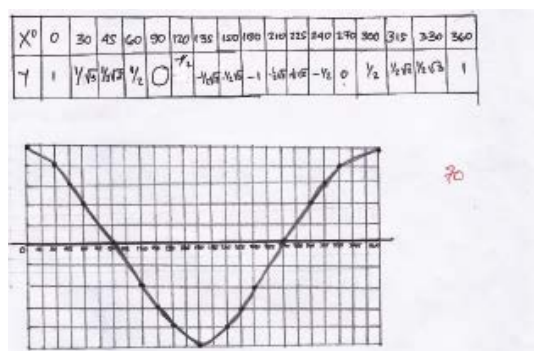
Gambar 4. Jawaban Siswa yang tepat dalam menjawab soal latihan tes 2 soal nomor 1.

Demikian juga dengan soal nomor 2, siswa diminta untuk membuat grafik fungsi $\cos x$ dengan $00 < x < 3600$. Terdapat beberapa siswa yang kesulitan untuk menggambar grafik $\cos x$ tersebut. Padahal di bahan ajar telah diberikan contoh untuk menggambarkan grafik $\sin x$ dengan $00 < x < 3600$. Berikut cuplikan jawaban siswa tersebut.



Gambar 5. Jawaban Siswa yang kurang tepat dalam menjawab soal latihan tes 2 soal nomor 2.

Di bawah ini merupakan cuplikan jawaban siswa yang tepat dalam mengerjakan soal tersebut.



Gambar 6. Jawaban Siswa yang tepat dalam menjawab soal latihan tes 2 soal nomor 2.

Kemudian peneliti menanyakan sebab mengapa siswa tersebut sulit untuk menggambarkan grafik $\cos x$. Beberapa siswa menyatakan bahwa mereka kesulitan untuk menggambar grafik $\cos x$ karena terlalu lama dalam membuat garis kotak-kotak yang menyatakan besaran satuan. Selain itu, mereka juga kesulitan dalam menentukan letak titik yang menyatakan nilai dari $\cos x$ tersebut untuk $00 < x < 3600$.

Pada soal latihan tes 3, terdapat 2 versi jawaban. Yang satu mengerjakan soal identitas trigonometri dengan memulai dari ruas kanan, dan lainnya mengerjakan dari ruas kiri.

Soal : $3 \sin^2 x - 2 \cos^2 x = \dots ?$
 Penyelesaiannya
 $= 3 \sin^2 x - 2 \cos^2 x$
 $= 3 \sin^2 x - 2 (1 - \sin^2 x)$
 $= 3 \sin^2 x - 2 + 2 \sin^2 x$
 $= 5 \sin^2 x - 2$

1) $3 \sin^2 x - 2 \cos^2 x ?$
 Jawab
 $= 3 \sin^2 x - 2 \cos^2 x$
 $= 3 (1 - \cos^2 x) - 2 \cos^2 x$
 $= 5 \cos^2 x + 3$

Gambar 7 Dua Versi Jawaban Siswa yang Tepat dalam Menjawab Soal Latihan Tes 3.

Pada soal latihan tes 4 siswa menjawab dengan tepat namun ada beberapa siswa yang belum dilengkapi dengan gambar, perhitungan hasil akhir salah.

Ditanya : panjang kapal
 $\tan 40^\circ = \frac{BC}{AC}$
 $0.84 = \frac{BC}{40}$
 $BC = 40 \times 0.84$
 $= 33.6$
 $\tan 60^\circ = \frac{AC}{40}$
 $1.73 = \frac{AC}{40}$
 $AC = 1.73 \times 40$
 $= 69.2$
 Panjang kapal = $AC - BC$
 $= 69.2 - 33.6$
 $= 35.6$

Gambar 8. Jawaban Siswa, kurang melengkapi gambar dalam penyelesaian soal.

Diketahui : Gambar
 Di tanya : Panjang kapal
 Jawab :
 $CD = 40 \text{ m}$
 $\tan 40^\circ = \frac{BC}{CD} \Rightarrow 0.84 = \frac{BC}{40} \Rightarrow BC = 0.84 \times 40$
 $BC = 33.6$
 $\angle ADC = \angle ADB + \angle BDC = 60^\circ + 40^\circ = 100^\circ$
 $\tan 100^\circ = \frac{AC}{CD} \Rightarrow 5.67 = \frac{AC}{40} \Rightarrow AC = 5.67 \times 40$
 $AC = 226.8$
 Panjang kapal = $AC - BC = 226.8 - 33.6$

Gambar 9. Jawaban Siswa, salah dalam menyelesaikan perhitungan hasil.

Diketahui : Gambar
 Misal :
 Di tanya : Panjang kapal (AB) ?
 Penyelesaian :
 $\angle CBD = 180^\circ - (90^\circ + 40^\circ) = 50^\circ$
 $\angle BDA = 90^\circ - 40^\circ = 50^\circ$
 $\angle ABD = 180^\circ - 50^\circ - 50^\circ = 80^\circ$
 $\angle BAD = 180^\circ - (80^\circ + 50^\circ) = 50^\circ$
 $\sin 50^\circ = \frac{BD}{AB}$
 $\sin 50^\circ = \frac{BD}{AB}$
 $BD = \frac{AB \sin 50^\circ}{\sin 50^\circ} = 51.95$
 $\frac{AB}{\sin 20^\circ} = \frac{BD}{\sin 30^\circ}$
 $\frac{AB}{0.34} = \frac{51.95}{0.5}$
 $AB = 35.23 \text{ m}$

Gambar 10. Jawaban tepat dalam pengerjaan soalnya.

Dalam tahapan pelaksanaan, diperoleh hasil angket yang menyatakan sikap siswa, yang diukur menggunakan observasi dan angket. Sikap siswa yang diukur melalui observasi tergolong sangat baik. Dari 4 indikator yang dijabarkan lagi menjadi 8 deskriptor ada dua deskriptor yang dalam tiap pertemuannya jarang sekali terlihat, yaitu deskriptor pertama dari indikator kedua. Sikap angket yang diukur melalui angket juga menyatakan sikap siswa sangat baik terhadap pembelajaran matematika berbasis komputer.

Kendala yang dihadapi peneliti saat proses pembelajaran matematika berbasis komputer yaitu pada pertemuan pertama, proses pendistribusian *file* bahan ajar matematika berbasis komputer mengalami sedikit gangguan. *Flashdisk* yang digunakan terinfeksi virus. Namun beberapa menit kemudian hal ini dapat diatasi.

KESIMPULAN DAN SARAN

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian, dapat disimpulkan bahwa hasil belajar siswa setelah melakukan pembelajaran matematika berbasis komputer tergolong sangat baik. Sikap siswa terhadap pembelajaran matematika berbasis komputer berdasarkan analisis data observasi tergolong sangat baik. Berdasarkan analisis data angket termasuk dalam kategori sangat baik.

SARAN

Adapun beberapa saran dari peneliti setelah melaksanakan penelitian ini, yaitu :

1. **Guru**, diharapkan agar lebih sering menggunakan komputer dalam proses pembelajaran sebagai alternatif dalam pembelajaran Matematika. Diharapkan sebaiknya pada pembelajaran matematika berbasis komputer, *file* bahan ajar diberikan sebelum pelajaran dimulai dalam bentuk *CD*.
2. **Sekolah**, agar lebih memaksimalkan penggunaan komputer maupun laptop dalam proses belajar mengajar sebagai media pembelajaran matematika.
3. **Peneliti lebih lanjut**, agar dapat menyusun bahan ajar berbasis komputer pada pokok bahasan lain dengan menggunakan program yang lebih baik. Selain itu, juga agar memvalidasi instrumen yang akan digunakan dalam penelitian.

DAFTAR PUSTAKA

- Adobe Flash CS3 Profesional. [Online] diakses melalui http://id.wikipedia.org/wiki/Adobe_Flash_CS3_Profesional tanggal 20 Maret 2010.
- Alanoris, Jovi. (2009). "Pengembangan Media Pembelajaran Matematika Menggunakan Perangkat Lunak Bantu Animasi Di Kelas XI SMA Negeri 1 Inderalaya". Skripsi S1. Inderalaya: FKIP UNSRI.
- Arikunto, Suharsimi. (2009). *Dasar-Dasar Evaluasi Pendidikan*. Jakarta: Bumi Aksara.

- Azwar, S. (2010). "Sikap Manusia : *Teori dan Pengukurannya*".
www.creasoft.files.wordpress.com/2008/04/sikap_manusia.pdf. Diakses tanggal 12 Oktober 2010.
- Depdiknas. (2003). " Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 20 Tahun 2003 Tentang Sistem Pendidikan".<http://www.dispendikabprob.org/?pilih=news&mod=yes&aksi=lihat&id=40,AKSE>
S. Diakses tanggal 21 Mei 2010.
- Devlin, Keith. (2010). "Doing Math". www.stanford.edu/~kdevlin/Doing_Math.html. Diakses tanggal 10 Oktober 2010.
- Djaali dan Pudji Mulyono. 2008. *Pengukuran dalam Bidang Pendidikan*. Jakarta: PT Grasindo.
- Indaryanti. (2008). "Pengembangan Modul Pembelajaran Individual dalam Mata Pelajaran Matematika di Kelas XI SMA N 1 Palembang". *Thesis*. PPs Universitas Sriwijaya.
- Lilianti, Mita. (2010). "Pengembangan Bahan Ajar Berbasis Multimedia Interaktif untuk Pembelajaran Matematika Pokok Bahasan Dimensi Tiga Di Kelas X SMA". Skripsi S1. Inderalaya: FKIP UNSRI.
- Mulyasa, E. (2007). *KTSP Sebuah Panduan Praktis*. Bandung : PT Remaja Rosdakarya.

Pengembangan Perangkat Pembelajaran Matematika Realistik untuk Siswa Sekolah Dasar di Kecamatan Rendang, Provinsi Bali

Made Sri Yuli Astuti, S.Pd., M.Pd.

kantu75@gmail.com

SMA Negeri 1 Rendang, Karangasem – Bali

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan dan memperoleh perangkat pembelajaran matematika realistik yang valid, praktis, dan efektif sebagai upaya meningkatkan prestasi belajar matematika siswa kelas IV sekolah dasar di Kecamatan Rendang Kabupaten Karangasem Provinsi Bali. Perangkat pembelajaran yang dikembangkan berupa rencana pelaksanaan pembelajaran (RPP), buku siswa dan lembar kegiatan siswa (LKS) serta buku petunjuk guru. Pengembangan perangkat pembelajaran tersebut mengikuti prosedur pengembangan produk dari Plomp yang meliputi lima tahap yaitu : (1) investigasi awal, (2) desain, (3) realisasi/konstruksi, (4) tes, evaluasi, dan revisi, (5) implementasi. Penelitian ini hanya dilaksanakan sampai pada tahap (4) sehingga hasilnya hanya sampai mendapatkan prototipe perangkat pembelajaran yang siap diimplementasikan. Tahap implementasi tidak dilaksanakan karena keterbatasan yang ada pada peneliti.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa perangkat pembelajaran yang dikembangkan sudah termasuk perangkat pembelajaran yang baik karena telah mempunyai nilai validitas, kepraktisan, dan keefektifan yang tinggi. Hal ini terlihat dari pendapat validator, respons guru, respons siswa, dan hasil uji coba lapangan. Hasil uji coba pelaksanaan pembelajaran dengan perangkat pembelajaran yang dikembangkan dalam penelitian ini menunjukkan aktivitas siswa yang tinggi sehingga dapat meningkatkan prestasi belajar siswa.

Berdasarkan hasil uji coba penggunaan perangkat pembelajarn ini, disarankan agar pembelajaran matematika di sekolah dasar menggunakan pendekatan pembelajaran matematika realistik. Selain itu, guru agar mengembangkan perangkat pembelajaran matematika realistik melalui kerja sama dengan pakar dan peneliti di bidang pendidikan matematika.

Kata kunci: perangkat pembelajaran, pendekatan matematika realistik, prestasi belajar

A. Pendahuluan

Pendidikan matematika di sekolah-sekolah diarahkan kepada wahana pendidikan untuk mengembangkan semua potensi yang dimiliki peserta didik dalam bentuk pengetahuan, kemampuan, dan keterampilan dasar matematika agar setiap orang yang mempelajari matematika menjadi warga negara yang melek matematika (<http://rbaryans.wordpress.com>, 2007). Lebih lanjut, Depdiknas (2006: 416) menyebutkan bahwa mata pelajaran Matematika perlu diberikan kepada semua peserta didik mulai dari sekolah dasar (SD) sampai sekolah menengah untuk membekali peserta didik dengan kemampuan berpikir logis, analitis, sistematis, kritis, dan kreatif, serta kemampuan bekerjasama. Kompetensi tersebut diperlukan agar peserta didik dapat memiliki kemampuan memperoleh, mengelola, dan memanfaatkan informasi untuk bertahan hidup pada keadaan yang selalu berubah, tidak pasti, dan kompetitif.

Namun, pada kenyataannya prestasi belajar matematika siswa di sekolah dasar relatif rendah. Hasil penelitian pendahuluan yang peneliti laksanakan pada September 2008

memberikan bukti bahwa prestasi belajar matematika siswa SD di kecamatan Rendang, Provinsi Bali relatif rendah. Penelitian pendahuluan dilakukan terhadap 169 orang siswa SD pada materi bilangan bulat. Hasilnya menunjukkan bahwa hanya 37% siswa dapat mengurutkan bilangan bulat namun tidak dapat menuliskannya dalam garis bilangan dengan tepat, sisanya tidak dapat mengurutkan bilangan bulat. Pada soal menyangkut operasi penjumlahan dan pengurangan bilangan bulat para siswa tidak dapat mengerjakan soal yang berkaitan dengan bilangan bulat negatif. Pada soal-soal cerita yang memuat permasalahan yang berkaitan dengan operasi penjumlahan dan pengurangan bilangan bulat semua siswa mengerjakan soal hanya menuliskan hasilnya saja. Mereka tidak mampu menjelaskan apa yang diketahui dalam soal dan apa permasalahan yang harus diselesaikan. Siswa hanya mengerjakan soal dengan mengoperasikan bilangan-bilangan yang terdapat dalam soal.

Untuk mengatasi keadaan tersebut, perlu dicari suatu pendekatan pembelajaran matematika yang menyenangkan dan memanfaatkan lingkungan sebagai sumber belajar sehingga dapat meningkatkan prestasi belajar siswa sekaligus mempermudah pemahaman siswa dalam belajar matematika. Salah satu pendekatan pembelajaran matematika yang sesuai adalah pendekatan pembelajaran matematika realistik. Pendekatan pembelajaran matematika realistik telah terbukti dapat meningkatkan prestasi belajar matematika di banyak negara di dunia. Pendekatan ini, pada awalnya sukses diterapkan di Negeri Belanda, akhirnya diadopsi oleh banyak negara maju seperti Inggris, Jerman, Denmark, Spanyol, Portugal, Afrika Selatan, Brasilia, Amerika Serikat, Jepang, dan Malaysia (Zulkardi, 1999).

Pendekatan pembelajaran matematika realistik dikembangkan berdasarkan pemikiran Hans Freudenthal (Van den Heuvel-Panhuizen, 2001) yang berpendapat bahwa matematika merupakan aktivitas insani (*human activities*) dan harus dikaitkan dengan realitas. Berdasarkan pemikiran tersebut, ciri pendekatan pembelajaran matematika realistik adalah dalam proses pembelajaran siswa diberikan kesempatan untuk menemukan kembali (*to reinvent*) konsep-konsep matematika melalui bimbingan guru. Proses penemuan kembali (*reinvention*) ide dan konsep matematika tersebut harus dimulai dari penjelajahan berbagai situasi dan persoalan yang dihadapi siswa dalam kehidupannya sehingga merupakan hal yang kontekstual dan realistik bagi siswa (de Lange, 1995).

Berbagai hasil penelitian (Armanto dalam Hadi, 2003a; Suharta, 2004; Marpaung, 2008) menunjukkan bahwa pendekatan pembelajaran matematika realistik cukup efektif untuk meningkatkan pemahaman konseptual siswa dan dapat digunakan untuk meningkatkan kemampuan pemecahan masalah. Namun pendekatan pembelajaran ini belum banyak diterapkan guru karena berbagai kendala. Salah satu kendala adalah kurikulum dan ketersediaan sarana prasarana yang mendukung pembelajaran (Marpaung, 2001). Selain itu untuk menerapkan pendekatan pembelajaran matematika realistik dalam pembelajaran menurut Zulkardi (1999) perlu memperhatikan beberapa hal seperti penyusunan materi pengajaran yang memenuhi karakteristik pendekatan pembelajaran matematika realistik,

metode mengajar yang interaktif dan menekankan evaluasi formatif yang memungkinkan siswa berkontribusi penuh dalam proses pembelajaran.

Berkaitan dengan upaya menerapkan pendekatan pembelajaran matematika realistik untuk meningkatkan prestasi belajar siswa SD di Kecamatan Rendang, Provinsi Bali maka dalam penelitian ini akan dilakukan pengembangan perangkat pembelajaran yang sesuai dengan karakteristik pendekatan pembelajaran matematika realistik. Perangkat pembelajaran yang akan dikembangkan terbatas pada standar kompetensi menjumlahkan dan mengurangi bilangan bulat di kelas IV semester 2 sekolah dasar. Adapun perangkat pembelajaran yang dikembangkan meliputi Rencana Pelaksanaan Pembelajaran (RPP), buku siswa, Lembar Kegiatan Siswa (LKS), dan buku petunjuk guru.

Masalah dalam penelitian ini adalah: “Bagaimanakah perangkat pembelajaran matematika realistik yang valid, praktis, dan efektif sebagai upaya meningkatkan prestasi belajar matematika khususnya pada standar kompetensi menjumlahkan dan mengurangi bilangan bulat pada siswa SD kelas IV semester 2 di Kecamatan Rendang Kabupaten Karangasem Provinsi Bali?

B. Kajian Teori

1. Pembelajaran Matematika di Sekolah Dasar

Pembelajaran matematika yang dilaksanakan di sekolah dasar seharusnya memperhatikan tingkat perkembangan siswa sekolah dasar. Siswa sekolah dasar pada umumnya tahap perkembangan kognitifnya pada tahap operasional konkret (Piaget dalam Suherman, 2003). Hal ini menuntut guru dalam pembelajaran matematika, mampu menjadi fasilitator yang memberikan kesempatan kepada siswa untuk belajar melalui aktivitas secara langsung. Aktivitas yang dilakukan siswa baik individual, kelompok, maupun klasikal memberikan pengalaman belajar yang bermakna sehingga mendorong siswa untuk belajar melalui proses penemuan sendiri dengan bimbingan guru. Dengan demikian pembelajaran matematika di Sekolah Dasar seharusnya diperkenalkan mulai dari permasalahan-permasalahan kontekstual yang dekat dengan kehidupan anak. Melalui masalah-masalah kontekstual, siswa dapat menggunakan kreativitas dan logika berpikirnya dengan bebas dan menggunakan strategi informal pemecahan masalah sesuai dengan pengalamannya. Apabila dikaitkan dengan karakteristik siswa, pembelajaran matematika di sekolah dasar lebih berorientasi pada permasalahan-permasalahan yang nyata dan dekat dengan pengalaman siswa dalam kehidupannya sehari-hari dan siswa dapat mengkonstruksi pengetahuannya sendiri dengan bantuan guru.

2. Pendekatan Pembelajaran Matematika Realistik

Pendekatan pembelajaran matematika realistik adalah pendekatan pembelajaran yang diadaptasi dari Realistic Mathematics Education (RME). Pendekatan pembelajaran

matematika realistik pertama kali diterapkan dan dikembangkan di Belanda sejak tahun 1971 oleh Freudenthal Institute. Filosofinya mengacu pada pendapat Freudenthal (Van den Heuvel-Panhuizen, 2001) yang mengatakan bahwa matematika harus dikaitkan dengan realita dan matematika merupakan aktivitas manusia.

Menurut Gravemeijer (dalam Marpaung, 2006; Ardana, 2007) tiga prinsip RME yaitu :

- (1) reinvensi terbimbing dan matematisasi berkelanjutan (*guided reinvention and progressive mathematization*)
- (2) fenomenologi didaktis (*didactical phenomenology*)
- (3) dari informal ke formal : model menjembatani antara pengetahuan informal dan formal (*from informal to formal mathematics; model plays in bridging the gap between informal knowledge and formal mathematics*)

De Lange dalam Ardana (2007) merumuskan prinsip RME sebagai berikut:

- (1) Matematika adalah aktivitas manusia
- (2) Matematika seharusnya ditemukan kembali (*reinvented*)
- (3) Kemandirian siswa secara intelektual

Salah satu ciri yang membedakan RME dengan pendekatan-pendekatan lain pada pembelajaran matematika adalah bahwa pada RME terdapat matematisasi horizontal dan matematisasi vertikal. Ardana (2007) mengatakan bahwa matematisasi horizontal merujuk pada proses transformasi masalah yang dinyatakan dalam bahasa sehari-hari (dunia nyata) ke bahasa matematika (dari masalah kontekstual ke masalah matematika atau dari masalah informal ke formal). Dengan kata lain proses menghasilkan pengetahuan (konsep, prinsip, model) matematis dari masalah kontekstual sehari-hari termasuk matematisasi horizontal.

Sedangkan matematisasi vertikal adalah proses dalam matematika itu sendiri (menyelesaikan masalah matematika secara formal atau dari formal ke formal). Dengan kata lain proses matematisasi vertikal menghasilkan konsep, prinsip, model matematis baru dari pengetahuan matematika.

Freudenthal dalam van den Heuvel-Panhuizen (2001: 3) menyatakan bahwa: horizontal mathematization involves going from the world of life into the world of symbols, while vertical mathematization means moving within the world of symbols. Hal ini berarti bahwa matematisasi horizontal adalah proses matematisasi dari dunia nyata yang ada dalam kehidupan siswa ke dunia matematika sedangkan matematisasi vertikal adalah proses yang terjadi di dalam dunia matematika sendiri.

Berdasarkan kedua pendapat di atas maka dalam penelitian ini yang dimaksud dengan matematisasi horizontal adalah proses yang dilakukan siswa untuk menyelesaikan masalah dalam realitas kehidupan sehari-hari secara informal berdasarkan pengetahuan dan pengalamannya dalam kehidupan sehari-hari. Matematisasi vertikal adalah proses

generalisasi simbol/model matematika terhadap penyelesaian masalah yang diperoleh siswa melalui proses matematisasi horizontal.

Pendekatan realistik yang dilaksanakan di Indonesia mencirikan budaya dan karakter bangsa Indonesia. Masalah kontekstual yang digunakan dalam pembelajaran dapat diangkat dari permasalahan-permasalahan yang terjadi dalam kehidupan siswa sehari-hari. Pembelajaran diarahkan kepada menumbuhkan kemampuan siswa pada pemecahan masalah kontekstual realistik tersebut. Pembelajaran dalam rangka pemecahan masalah dapat berlangsung di dalam kelas maupun di luar kelas yang memungkinkan terjadinya interaksi antar siswa maupun antara siswa dengan guru dan sumber belajar yang lain.

3. Bilangan Bulat

Raharjo (2004) menyatakan bahwa bilangan bulat adalah bilangan yang utuh dalam arti bukan berupa bilangan pecah. Lebih lanjut dipaparkan bahwa pada bilangan bulat terdapat bilangan bulat positif, nol, dan bilangan bulat negatif. Bilangan bulat negatif dipandang sebagai lawan dari bilangan bulat positif, contoh: 5 lawan dari -5 (baca "negatif lima") dan sebaliknya, -5 lawan dari 5.

Murray R. S. (1999) memaparkan dalam buku Matematika Dasar bahwa bilangan bulat terdiri dari bilangan bulat positif, nol, dan bilangan bulat negatif. Bilangan Asli (Natural Number) 1, 2, 3, 4, ... (tiga titik berarti dan seterusnya) digunakan dalam perhitungan dan juga dikenal sebagai bilangan bulat positif. Nol (Zero) ditulis 0, berfungsi untuk memperluas sistem bilangan sehingga memperkenalkan suatu operasi seperti 6-6, 10-10, dan lain-lain. Apabila tidak ada tanda di depan suatu bilangan, maka bilangan tersebut adalah positif. Jadi 5 adalah +5. Jika bilangan bulat positif diberi tanda (-) di depan bilangannya maka bilangan itu menjadi bilangan bulat negatif. Contohnya (-5) dibaca negatif lima. Lawan dari (-5) adalah 5.

Setelah memahami konsep himpunan bilangan bulat selanjutnya siswa dibimbing untuk menemukan hubungan antarbilangan bulat. Dalam hubungan ini termasuk mengurutkan dan membandingkan bilangan bulat. Relasi urutan bilangan bulat dapat didefinisikan dengan menggunakan letak titik-titik pada garis bilangan. Pembelajaran kemudian akan dilanjutkan dengan operasi penjumlahan dan pengurangan bilangan bulat.

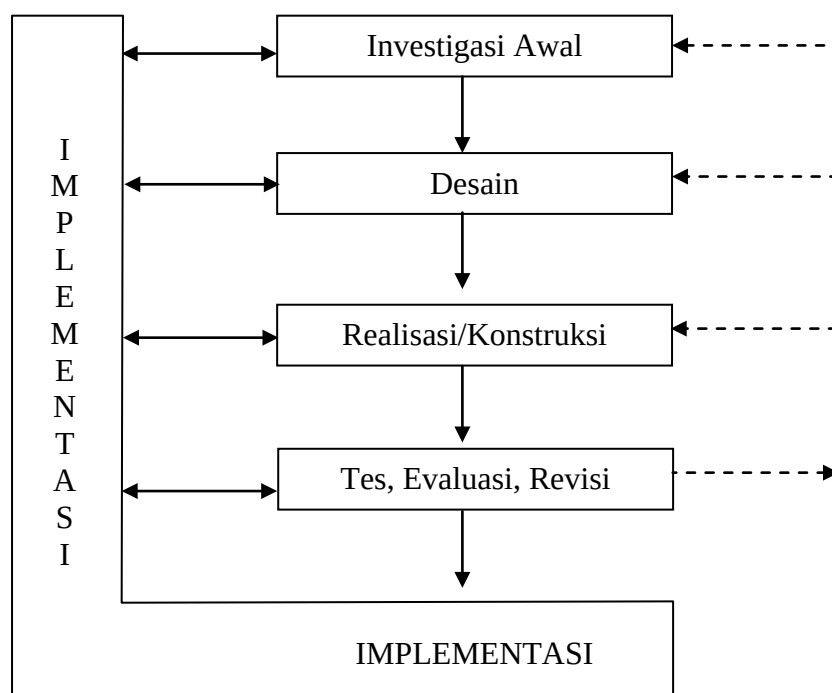
4. Pengembangan Perangkat Pembelajaran

Pengembangan perangkat pembelajaran adalah serangkaian proses atau kegiatan yang dilakukan untuk menghasilkan suatu perangkat pembelajaran berdasarkan teori pengembangan yang telah ada. Hadi dalam Rusdi (2008) mendeskripsikan penelitian pengembangan berdasarkan dua tujuan yaitu (1) pengembangan untuk mendapatkan prototipe produk, (2) perumusan saran-saran metodologis untuk pendesainan dan evaluasi prototipe tersebut. Sedangkan Richey and Nelson (Rusdi, 2008) mendefinisikan penelitian pengembangan sebagai suatu pengkajian sistematis terhadap pendesainan, pengembangan

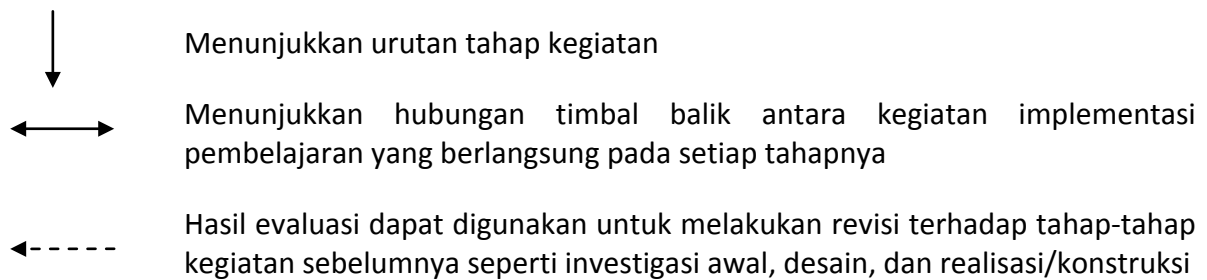
dan evaluasi program, proses dan produk pembelajaran yang harus memenuhi kriteria validitas, praktikalitas dan efektivitas. Suatu produk valid apabila ia merefleksikan jiwa pengetahuan (state-of-the-art knowledge). Ini yang disebut sebagai validitas isi; sementara itu komponen-komponen produk tersebut harus konsisten satu sama lain (validitas konstruk). Selanjutnya suatu produk dikatakan praktikal apabila produk tersebut menganggap bahwa ia dapat digunakan (usable). Kemudian suatu produk dikatakan efektif apabila ia memberikan hasil sesuai dengan tujuan yang telah ditetapkan oleh pengembang.

Pengembangan perangkat pembelajaran dalam penelitian ini menggunakan prosedur Plomp karena prosedur pengembangan perangkat pembelajaran tersebut memulai siklus dari analisis kurikulum. Selain itu dibandingkan dengan prosedur pengembangan perangkat pembelajaran yang lain, prosedur pengembangan Plomp memperhatikan kondisi siswa dan lingkungannya sebagai salah satu fokus perhatian pada tahap penetapan. Prosedur ini juga melalui serangkaian proses validasi dan uji coba untuk memperoleh perangkat yang memenuhi kualitas.

Dalam penelitian ini kualitas perangkat yang dikembangkan akan menggunakan pedoman penilaian kualitas perangkat pembelajaran menurut Nieveen. Nieveen dalam Sadra (2007) menyatakan ada tiga aspek yang perlu diperhatikan dalam menilai kualitas suatu produk yakni aspek kevalidan (validity), aspek kepraktisan (practicality), dan aspek keefektivan (effectiveness). Prosedur pengembangan perangkat pembelajaran menurut Plomp selengkapnya adalah:



Keterangan gambar:



5. Prestasi Belajar

Pengertian prestasi belajar menurut Kamus Besar Bahasa Indonesia adalah penguasaan pengetahuan atau keterampilan yang dikembangkan oleh mata pelajaran, lazimnya ditunjukkan dengan nilai tes atau angka nilai yang diberikan oleh guru. Bila angka yang diberikan guru tinggi maka prestasi seorang siswa dianggap tinggi, dan jika angka yang diberikan guru rendah maka prestasi belajar siswa dianggap rendah. Hal ini berarti bahwa prestasi menunjuk pada optimal dari kegiatan belajar. Hal senada diungkapkan oleh Woodworth dan Marquis dalam Surata (2003) yang mengatakan bahwa prestasi belajar adalah kemampuan aktual yang dapat diukur secara langsung dengan menggunakan tes. Dalam penelitian ini prestasi belajar adalah hasil yang dicapai dari suatu kegiatan atau usaha belajar yang dilakukan siswa setelah mengikuti kegiatan pembelajaran yang dapat memberikan kepuasan emosional atau perubahan tingkah laku yang dapat dengan tes prestasi belajar.

C. Metode Penelitian

Penelitian dilakukan di Gugus 1 Kecamatan Rendang Kabupaten Karangasem, Bali tahun pelajaran 2008/2009. Subjek penelitiannya adalah siswa kelas IV semester 2 dari dua SD di Kecamatan Rendang Kabupaten Karangasem Provinsi Bali. Sekolah yang dipilih adalah SD Negeri 1 Pesaban dan SD Negeri 2 Pesaban. Penelitian dilaksanakan pada bulan Januari - Mei 2009. Tahap investigasi awal dilaksanakan Januari 2009. Tahap desain hingga realisasi prototipe 1 perangkat pembelajaran dilaksanakan Pebruari–April 2009. Selanjutnya proses validasi dan revisi dilaksanakan pada April 2009. Uji coba perangkat pembelajaran dilaksanakan 4 sampai 30 Mei 2009.

Pengembangan perangkat pembelajaran dilaksanakan menurut prosedur pengembangan Plomp tetapi tidak sampai tahap implementasi. Tahap implementasi diserahkan pada guru masing-masing. Hasil pengembangan berupa prototipe final setelah revisi hasil uji coba diserahkan pada sekolah untuk diimplementasikan lebih lanjut. Adapun kegiatan yang dilaksanakan selama proses pengembangan adalah:

1. Tahap investigasi awal

Kegiatan yang dilakukan analisis terhadap situasi dan permasalahan yang terjadi pada pembelajaran matematika sekolah dasar di Kecamatan Rendang Kabupaten Karangasem

Provinsi Bali khususnya pada konsep bilangan bulat di kelas IV. Dari analisis ini dilakukan pengkajian terhadap teori yang mendukung dan akan dicoba dikembangkan pembelajaran matematika dengan pendekatan realistik. Dalam implementasinya perlu dikembangkan perangkat pembelajaran yang relevan. Perangkat pembelajaran yang akan dikembangkan dalam hal ini adalah Rencana Pelaksanaan Pembelajaran (RPP), Buku Siswa, Lembar Kegiatan Siswa (LKS), dan buku petunjuk guru pada standar kompetensi menjumlahkan dan mengurangi bilangan bulat.

2. Tahap desain

Pada tahap ini kegiatan dimulai dengan membuat rancangan perangkat pembelajaran yang akan dikembangkan yang mendukung penerapan pendekatan pembelajaran matematika realistik pada standar kompetensi menjumlahkan dan mengurangi bilangan bulat di kelas IV SD.

3. Tahap realisasi/konstruksi

Setelah menyelesaikan rancangan perangkat pembelajaran, untuk selanjutnya dilakukan realisasi rancangan tersebut ke dalam bentuk perangkat pembelajaran yaitu RPP, buku siswa, LKS dan buku petunjuk guru yang masih berupa prototipe 1.

4. Tahap tes, evaluasi, dan revisi

Prototipe 1 yang telah dihasilkan pada tahap realisasi kemudian diuji validitasnya oleh 2 orang pakar dari Universitas Pendidikan Ganesha, Singaraja. Berdasarkan hasil uji validasi 1 ini kemudian dilakukan revisi kecil sehingga diperoleh perangkat pembelajaran dalam bentuk prototipe 2. Setelah diperoleh prototipe 2 ini kemudian dilakukan uji coba lapangan. Kegiatan uji coba lapangan dibagi menjadi 2 siklus. Siklus pertama pada kompetensi dasar mengurutkan bilangan bulat. Siklus kedua pada kompetensi dasar penjumlahan bilangan bulat, pengurangan bilangan bulat, dan menyelesaikan operasi hitung campuran. Setiap siklus terdiri atas beberapa tahap yaitu tahap refleksi awal, tahap perencanaan pembelajaran, tahap pelaksanaan pembelajaran, tahap observasi dan evaluasi.

D. Hasil Penelitian dan Pembahasan

Kegiatan dalam penelitian ini telah berhasil mengembangkan perangkat pembelajaran matematika realistik untuk kelas IV SD pada standar kompetensi menjumlahkan dan mengurangi bilangan bulat. Perangkat pembelajaran yang berhasil dikembangkan adalah: (1) Rencana Pelaksanaan Pembelajaran (RPP), (2) Buku Siswa, (3) Lembar Kegiatan Siswa (LKS), dan (4) Buku petunjuk guru. Sebelum diperoleh bentuk prototipe final, perangkat pembelajaran telah diujicobakan di SD Negeri 1 Pesaban dan SD Negeri 2 Pesaban. Banyak siswa di SD Negeri 1 Pesaban adalah 22 orang dan di SD Negeri 2 Pesaban sebanyak 9 orang.

Kriteria yang digunakan dalam menilai perangkat pembelajaran yang telah dihasilkan berdasarkan kriteria Nieveen (Sadra, 2007). Kriteria tersebut menilai kualitas perangkat

pembelajaran berdasarkan tiga aspek, yaitu: validitas (validity), kepraktisan (practicality), dan keefektivan (effectiveness).

Perangkat pembelajaran yang dikembangkan dalam penelitian ini telah memenuhi aspek validitas isi karena dalam isinya sesuai dengan prinsip-prinsip dan karakteristik pendekatan pembelajaran matematika realistik.

Validitas konstruk dinilai dari pendapat para pakar terhadap perangkat pembelajaran yang berhasil dikembangkan ini. Validitas konstruk perangkat pembelajaran ini dinilai 2 (dua) orang pakar dari Universitas Pendidikan Ganesha. Hasil penilaiannya adalah:

Tabel 1
Rangkuman Hasil Validasi Perangkat Pembelajaran

No	Perangkat Pembelajaran	Rata-rata skor Validasi	Kriteria
1	Rencana Pelaksanaan Pembelajaran (RPP)	4,38	Sangat Valid
2	Buku Siswa	4,45	Sangat Valid
3	Lembar Kegiatan Siswa (LKS)	4,58	Sangat Valid
4	Buku Petunjuk Guru	4,43	Sangat Valid

Berdasarkan data pada tabel 1 di atas dapat disimpulkan bahwa nilai validitas konstruk perangkat pembelajaran matematika kelas IV SD pada standar kompetensi menjumlahkan dan mengurangi bilangan bulat sesuai pendekatan pembelajaran matematika realistik memenuhi kriteria sangat valid.

Kepraktisan perangkat pembelajaran yang dikembangkan dalam penelitian ini didasarkan pada keterlaksanaan perangkat pembelajaran dalam pembelajaran matematika di kelas. Nilai kepraktisan perangkat pembelajaran diperoleh berdasarkan hasil pengamatan terhadap proses pembelajaran, angket respons guru terhadap perangkat pembelajaran, dan angket respons siswa terhadap perangkat pembelajaran (Buku Siswa dan LKS) setelah mengikuti pembelajaran.

Tabel 2
Rekapitulasi Data Hasil Pengamatan
Keterlaksanaan Perangkat Pembelajaran pada Siklus 1

Guru	Rata-rata Skor untuk pertemuan ke...					Jumlah	Rata-rata
	1	2	3	4	5		
SDN 1 Pesaban	2,07	2,60	2,93	3,27	3,67	14,53	2,91
SD N 2 Pesaban	2,27	2,53	2,93	3,33	3,73	14,80	2,96
Jumlah	4,33	5,13	5,87	6,60	7,40	29,33	5,87
Rata-rata	2,17	2,57	2,93	3,30	3,70	14,67	2,93

Berdasarkan data tersebut di atas, dapat dinyatakan bahwa pelaksanaan pembelajaran menggunakan perangkat pembelajaran yang dikembangkan dalam penelitian ini oleh kedua guru perlu ditingkatkan. Guru harus memberikan kesempatan yang lebih banyak kepada siswa untuk belajar memecahkan masalah.

Tabel 3
Rekapitulasi Data Hasil Pengamatan
Keterlaksanaan Perangkat Pembelajaran pada Siklus 2

Guru	Rata-rata Skor untuk pertemuan ke...			Jumlah	Rata-rata
	6	7	8		
SDN 1 Pesaban	4,07	4,27	4,33	12,67	4,22
SD N 2 Pesaban	4,13	4,40	4,40	12,93	4,31
Jumlah	8,20	8,67	8,73	25,60	8,53
Rata-rata	4,10	4,33	4,37	12,80	4,27

Berdasarkan tabel di atas rata-rata skor keterlaksanaan perangkat pembelajaran oleh kedua guru pada siklus 2 adalah 4,27. Hal ini berarti rata-rata pelaksanaan perangkat pembelajaran di kelas pada kriteria sangat praktis. Data pada tabel 2 dan tabel 3 juga menunjukkan bahwa terjadi peningkatan rata-rata skor keterlaksanaan perangkat pembelajaran yang dikembangkan dalam penelitian ini dalam pembelajaran matematika di kelas. Rata-rata skor pada siklus 1 adalah 2,93 dengan kriteria cukup praktis dan pada siklus 2 rata-rata skor 4,27 dengan kriteria sangat praktis.

Nilai kepraktisan berdasarkan respons guru terhadap perangkat pembelajaran setelah melakukan pembelajaran juga menjadi pertimbangan dalam menentukan kepraktisan perangkat pembelajaran yang dihasilkan. Rangkuman respons guru setelah melakukan pembelajaran dengan menggunakan perangkat pembelajaran yang dikembangkan adalah:

Tabel 4
Rekapitulasi Data Respons Guru terhadap
Perangkat Pembelajaran Setelah Melaksanakan Pembelajaran

Guru	Jumlah Skor	Rata-rata Skor
SD Negeri 1 Pesaban	45	4,5
SD Negeri 2 Pesaban	48	4,8
Jumlah	93	9,3
Rata-rata	46,5	4,65

Berdasarkan data pada tabel 4 di atas dapat dilihat bahwa kedua guru mempunyai pendapat yang sangat baik terhadap perangkat pembelajaran yang berhasil dikembangkan dalam penelitian ini. Setelah melaksanakan pembelajaran dengan perangkat pembelajaran tersebut rata-rata skor pendapat guru SD Negeri 1 Pesaban adalah 4,5 (skor maksimum 5) dan rata-rata skor pendapat guru SD N 2 Pesaban adalah 4,8 (skor maksimum 5). Rata-rata skor masing-masing guru di atas menyatakan bahwa perangkat pembelajaran yang dikembangkan dalam penelitian ini memiliki nilai kepraktisan yang sangat baik.

Catatan lain mengenai perangkat pembelajaran yang disampaikan guru menyatakan bahwa perangkat pembelajaran sudah lengkap sesuai dengan tujuan pembelajaran dan alat peraga yang digunakan menarik, kreatif, dan menyenangkan bagi siswa sebagai media pembelajaran. Lebih lanjut kedua guru sepakat bahwa pembelajaran dengan pendekatan matematika realistik seperti yang ditunjukkan melalui pelaksanaan perangkat pembelajaran yang dikembangkan dalam penelitian ini menyenangkan bagi siswa namun melelahkan bagi guru karena menuntut aktivitas yang lebih tinggi. Tetapi rasa lelah dalam membimbing siswa belajar dengan perangkat pembelajaran dimaksud sebanding dengan tingkat pemahaman siswa yang baik terhadap konsep bilangan bulat dan keceriaan yang ditunjukkan siswa selama mengikuti kegiatan pembelajaran.

Persentase respons siswa terhadap perangkat pembelajaran adalah sebagian besar siswa (95%) senang belajar dengan menggunakan buku siswa dan LKS yang diberikan kepada siswa. Rasa senang itu timbul karena mereka berpendapat bahwa buku siswa dan LKS itu penampilannya menarik (80% dari seluruh siswa menyatakan buku siswa dan LKS menarik), dengan bahasa yang mudah dimengerti (83% dari seluruh siswa menyatakan bahasa buku siswa mudah dimengerti dan 93% dari seluruh siswa menyatakan bahasa LKS mudah dimengerti). Hal ini kemudian membuat siswa lebih giat untuk belajar (96%) dan melaksanakan kegiatan yang ada dalam LKS. Walaupun demikian ada siswa yang menganggap tampilan buku siswa dan LKS kurang menarik (20%) karena mereka ingin lebih banyak gambar-gambar yang membantu menjelaskan setiap materi yang disajikan. Melalui gambar itu mereka akan lebih mudah memahami isi buku apalagi ada siswa yang memang mempunyai hambatan dalam membaca dan memahami bacaan.

Untuk menilai keefektifan perangkat pembelajaran dilakukan dengan asesmen yang sesuai dengan karakteristik pendekatan pembelajaran matematika realistik. Asesmen dalam pendekatan pembelajaran matematika realistik dilakukan selama proses pembelajaran dan penilaian prestasi belajar siswa. Oleh karena itu, dalam penelitian ini kegiatan asesmen dilaksanakan dengan tes prestasi belajar dan pengamatan terhadap aktivitas siswa selama proses pembelajaran. Tes prestasi belajar dilakukan pada akhir siklus 1 dan pada akhir siklus 2 untuk menilai prestasi belajar siswa pada setiap siklus serta satu kali tes untuk menilai prestasi belajar siswa secara keseluruhan pada standar kompetensi menjumlahkan dan mengurangi bilangan bulat. Pengamatan dilakukan selama proses pembelajaran matematika berlangsung. Pengamat yang bertugas mengamati mencatat kejadian selama proses pembelajaran berlangsung dan mengisi lembar lembar pengamatan yang telah disediakan.

Pada siklus 1 prestasi belajar siswa di SD N 1 Pesaban pada kompetensi dasar mengurutkan bilangan bulat adalah 13,64% siswa memperoleh skor 3; 9,09% memperoleh skor 4; 40,90% memperoleh skor 5; 22,73% memperoleh skor 6; dan 13,64% memperoleh skor 7. Sedangkan rata-rata skor prestasi belajar siswa SD N 1 Pesaban pada siklus 1 adalah 5,14. KKM SD N 1 Pesaban untuk mata pelajaran matematika adalah 50% sehingga dari hasil tes

prestasi belajar pada siklus 1 dapat dinyatakan bahwa 77,27% (17 orang) dari seluruh siswa memperoleh skor sama atau lebih dari KKM sehingga dikategorikan tuntas dan 22,73% (5 orang) dari seluruh siswa memperoleh skor di bawah KKM sehingga dikategorikan belum tuntas. Hasil tes prestasi belajar pada siklus 1 untuk siswa di SD N 2 Pesaban adalah 33,50% memperoleh skor 4; 44,50% memperoleh skor 5; 11,00% memperoleh skor 6; dan 11,00% memperoleh skor 7. Rata-rata skor prestasi belajar siswa SD N 2 Pesaban pada siklus 1 adalah 5,00. KKM SD N 2 Pesaban untuk mata pelajaran matematika adalah 50% sehingga dari hasil tes prestasi belajar pada siklus 1 dapat dinyatakan bahwa 66,50% (6 orang) dari seluruh siswa memperoleh skor sama atau lebih dari KKM sehingga dikategorikan tuntas dan 33,50% (3 orang) dari seluruh siswa memperoleh skor di bawah KKM sehingga dikategorikan belum tuntas.

Prestasi belajar siswa di SD N 1 Pesaban pada kompetensi dasar menjumlahkan bilangan bulat, mengurangi bilangan bulat, dan menyelesaikan operasi hitung campuran yang dibelajarkan pada siklus 2 adalah 45,46% siswa memperoleh skor 5; 18,18% memperoleh skor 6; 27,27% memperoleh skor 7; dan 9,09% memperoleh skor 8. Sedangkan rata-rata skor prestasi belajar siswa SD N 1 Pesaban pada siklus 2 adalah 6,00. KKM SD N 1 Pesaban untuk mata pelajaran matematika adalah 50% sehingga dari hasil tes prestasi belajar pada siklus 2 dapat dinyatakan bahwa 100% atau seluruh siswa memperoleh skor sama atau lebih dari KKM sehingga dikategorikan tuntas.

Hasil tes prestasi belajar pada siklus 2 untuk siswa di SD N 2 Pesaban adalah 44,50% memperoleh skor 6; 44,50% memperoleh skor 7; dan 11,00% memperoleh skor 9. Rata-rata skor prestasi belajar siswa SD N 2 Pesaban pada siklus 2 adalah 6,78. Nilai KKM SD N 2 Pesaban untuk mata pelajaran matematika adalah 50% sehingga dari hasil tes prestasi belajar pada siklus 1 dapat dinyatakan bahwa 100 % atau seluruh siswa memperoleh skor lebih dari KKM sehingga dikategorikan tuntas.

Prestasi belajar siswa di SD N 1 Pesaban dan SD N 2 Pesaban pada seluruh kompetensi dasar dari standar kompetensi menjumlahkan dan mengurangi bilangan bulat. Sebanyak 96% atau 21 orang dari 22 orang siswa memperoleh skor sama atau lebih dari KKM dan hanya 4,00% atau 1 orang dari 22 orang siswa yang memperoleh skor kurang dari KKM. Hal ini berarti 21 orang siswa di SD N 1 Pesaban telah tuntas belajar pada standar kompetensi menjumlahkan dan mengurangi bilangan bulat. Sedangkan untuk SD N 2 Pesaban seluruh siswanya atau 100% dinyatakan tuntas pada standar kompetensi menjumlahkan dan mengurangi bilangan bulat karena seluruh siswanya memperoleh skor lebih dari KKM.

Pengamatan pada aktivitas siswa selama proses pembelajaran menunjukkan bahwa aktivitas siswa di SD N 1 Pesaban pada siklus 1 memperoleh rata-rata skor 4,20. Rata-rata skor siswa di SD N 2 Pesaban adalah 4,08. Hal ini berarti untuk kedua SD yang dijadikan tempat uji coba pelaksanaan perangkat pembelajaran ini pada siklus 1 menunjukkan aktivitas siswa pada kategori sangat aktif. Pada siklus 2 aktivitas siswa di SD N 1 Pesaban selama proses

pembelajaran matematika dengan perangkat pembelajaran yang dikembangkan dalam penelitian ini memperoleh rata-rata skor 4,87. Rata-rata skor siswa di SD N 2 Pesaban adalah 4,60. Tampak bahwa pada siklus 2, untuk kedua SD yang dijadikan tempat ujicoba pelaksanaan perangkat pembelajaran ini terjadi peningkatan tingkat aktivitas siswa dari siklus 1. Peningkatan skor aktivitas sebesar 0,67 terjadi pada siswa-siswa di SD N 1 Pesaban dan skor peningkatan aktivitas sebesar 0,52 terjadi pada siswa di SD N 2 Pesaban. Terjadinya peningkatan skor ini mengindikasikan bahwa perangkat pembelajaran yang dikembangkan dalam penelitian ini dapat meningkatkan aktivitas siswa dalam pembelajaran.

Hasil yang dipaparkan di atas menunjukkan bahwa perangkat pembelajaran yang dikembangkan dalam penelitian ini menunjukkan tingkat efektivitas yang baik dalam upaya meningkatkan prestasi belajar siswa. Hal itu terjadi karena materi dalam buku siswa dan kegiatan dalam LKS sesuai dengan kondisi lingkungan dan kehidupan siswa. Siswa merasakan pembelajaran matematika yang mereka ikuti terasa lebih bermakna, apalagi gurunya mau menjelaskan permasalahan dengan sabar dan dalam beberapa kesempatan menggunakan bahasa daerah. Penggunaan bahasa daerah ini tentunya lebih memudahkan pemahaman siswa dan makin dekat dengan masalah yang disajikan dalam pembelajaran. Dengan pemahaman yang baik terhadap masalah, proses pemecahan masalah pun menjadi lebih mudah dilakukan sehingga tujuan pembelajaran dapat dicapai.

Penerapan perangkat pembelajaran yang dikembangkan dalam penelitian ini memang telah mengusahakan tumbuhnya sikap aktif para siswa. Setiap kegiatan pembelajaran siswa didorong untuk terlibat secara aktif dalam mengerjakan tugas-tugas dalam LKS. Tugas-tugas dalam LKS yang dirancang sesuai dengan lingkungan siswa seperti menggunakan masalah suhu es krim, kedalaman sumur, dan termometer untuk menunjukkan bilangan bulat negatif. Demikian juga materi pada buku siswa untuk mengenalkan operasi penjumlahan dan pengurangan menggunakan media lagu dan peragaan dengan termometer yang sudah dikenal siswa. Dengan demikian, pembelajaran matematika dengan perangkat pembelajaran yang dikembangkan dalam penelitian ini benar-benar mampu mencapai sasaran yang diharapkan.

Selama proses pembelajaran siswa berperan secara aktif untuk belajar. Guru dapat mengelola dengan baik proses pembelajaran sehingga aktivitas siswa benar-benar terarah pada pembentukan konsep matematika yang dipelajari. Guru tidak lagi sebagai penyampai informasi pada siswa tetapi lebih banyak berperan sebagai fasilitator yang memberi kesempatan pada siswa untuk melakukan aktivitas belajar untuk menemukan kembali konsep matematika.

Dengan demikian, penerapan perangkat pembelajaran dalam penelitian ini berhasil meningkatkan aktivitas siswa selama proses pembelajaran. Aktivitas siswa yang tinggi tentunya dapat meningkatkan prestasi belajar matematika siswa. Prestasi belajar matematika siswa yang semakin baik menumbuhkan sikap positif siswa terhadap

matematika. Siswa menjadi semakin antusias untuk belajar matematika. Setiap saat siswa tampak termotivasi dan bersemangat untuk belajar matematika. Siswa merasakan manfaat yang sangat tinggi dengan pembelajaran matematika menggunakan buku siswa dan LKS yang memuat masalah-masalah realistik dan memberikan kesempatan kepada siswa untuk menyelesaikan masalah sesuai dengan pengalamannya sendiri. Siswa menjadi tertantang untuk menemukan kembali konsep-konsep matematika dalam masalah-masalah yang ada dalam kehidupannya sehari-hari. Guru pun mulai meninggalkan paradigma pembelajaran lama yang menekankan pada proses transfer informasi dari guru kepada siswa. Hal ini juga terjadi karena perangkat pembelajaran matematika realistik sesuai dengan hakikat matematika dan tahap perkembangan siswa sekolah dasar serta dekat dengan kehidupan siswa sehari-hari. Itulah sebabnya, pembelajaran matematika dengan perangkat pembelajaran matematika realistik dapat menumbuhkan aktivitas belajar siswa yang pada akhirnya meningkatkan prestasi belajar matematika siswa.

E. Temuan

Selain hasil penelitian yang telah dipaparkan dan dibahas di atas, dalam penelitian ini juga diperoleh beberapa temuan. Temuan-temuan ini adalah pengaruh yang terjadi pada siswa maupun guru selama pelaksanaan ujicoba penerapan perangkat pembelajaran di kelas namun bukan merupakan tujuan penelitian ini. Temuan-temuan tersebut akan dipaparkan sebagai berikut:

Setelah mengikuti pembelajaran dengan perangkat pembelajaran yang dikembangkan dalam penelitian ini, siswa memiliki kemampuan komunikasi dan negosiasi yang lebih baik. Siswa mulai mampu menyampaikan ide-idenya terutama berkaitan dengan pemecahan masalah yang disajikan pada proses pembelajaran. Jika mempunyai hasil penyelesaian berbeda, siswa mulai berani mengangkat tangan dan menjelaskan penyelesaiannya tersebut. Ini kemudian mendorong terjadinya proses negosiasi sehingga menemukan penyelesaian masalah yang lebih tepat. Kemampuan siswa yang diperoleh di dalam kelas tersebut tampak berpengaruh pada pembentukan kemampuan komunikasinya lebih lanjut.

Pelaksanaan pembelajaran dengan perangkat pembelajaran matematika realistik yang dikembangkan dalam penelitian ini juga meningkatkan aktivitas belajar siswa yang pada akhirnya meningkatkan prestasi belajar matematika siswa. Hal ini menumbuhkan sikap positif siswa terhadap matematika. Siswa menunjukkan rasa antusias dan minat yang tinggi untuk belajar matematika. Itu sebabnya selama proses pembelajaran matematika, siswa tampak belajar dengan senang dan gembira.

Perangkat pembelajaran matematika realistik yang dikembangkan dalam penelitian ini juga meningkatkan motivasi guru mengajar matematika. Siswa yang belajar matematika dengan senang dan antusias menimbulkan gairah baru bagi guru sehingga menumbuhkan inovasi dalam mengelola pembelajaran.

F. Simpulan dan Saran

Dari hasil pengembangan dan uji coba perangkat pembelajaran dengan pendekatan pembelajaran matematika realistik di kelas IV semester 2 pada standar kompetensi menjumlahkan dan mengurangi bilangan bulat dapat disimpulkan hal-hal sebagai berikut.

1. Penelitian ini telah berhasil mengembangkan perangkat pembelajaran dengan pendekatan pembelajaran matematika realistik. Perangkat pembelajaran yang dikembangkan meliputi Rencana Pelaksanaan Pembelajaran (RPP), buku siswa dan Lembar Kegiatan Siswa (LKS) serta buku petunjuk guru.
2. Perangkat pembelajaran yang berhasil dikembangkan dalam penelitian ini telah memenuhi kriteria kualitas perangkat pembelajaran berdasarkan aspek validitas (*validity*), kepraktisan (*practicality*), dan keefektivan (*effectiveness*).
 - a. Aspek validitas sudah memenuhi kriteria sangat valid. Hal ini didasarkan pada nilai validitas isi dan validitas konstruksinya. Validitas isi telah memenuhi persyaratan karena proses pengembangan perangkat pembelajaran ini sudah didasarkan pada prinsip dan karakteristik pendekatan pembelajaran matematika realistik. Validitas konstruk memenuhi kriteria sangat valid karena kedua validator menyatakan bahwa perangkat pembelajaran ini termasuk sangat valid atau sangat layak digunakan dalam pembelajaran matematika di sekolah dasar.
 - b. Aspek kepraktisan perangkat pembelajaran yang dikembangkan dalam penelitian ini telah terpenuhi. Hasil pengamatan terhadap pelaksanaan pembelajaran oleh guru di sekolah uji coba pada siklus 1 memenuhi kriteria cukup praktis. Hal ini meningkat pada siklus 2, dengan hasil pengamatan yang memenuhi kriteria sangat praktis. Sedangkan berdasarkan respons para guru yang melaksanakan pembelajaran dengan perangkat pembelajaran ini menunjukkan kriteria sangat praktis. Demikian juga jika dilihat dari respons siswa yang mengikuti pembelajaran dengan perangkat pembelajaran ini. Siswa memberikan respons yang baik terhadap pembelajaran dengan perangkat pembelajaran ini. Hal ini menunjukkan bahwa guru dan siswa dapat menggunakan perangkat pembelajaran ini dalam pembelajaran dengan sangat baik.
 - c. Aspek keefektivan perangkat pembelajaran ini juga telah terpenuhi. Hal ini dapat dilihat dari aktivitas siswa selama proses pembelajaran. Hasil pengamatan terhadap aktivitas siswa dalam pembelajaran menunjukkan kategori sangat aktif baik pada siklus 1 maupun siklus 2. Aktivitas siswa yang tinggi dan terarah dengan baik selama proses pembelajaran ini dapat meningkatkan prestasi belajar siswa. Secara klasikal rata-rata skor prestasi belajar siswa setelah mengikuti pembelajaran dengan perangkat pembelajaran ini pada kualifikasi sangat baik.

3. Pelaksanaan pembelajaran dengan perangkat pembelajaran yang dikembangkan dalam penelitian ini berupaya mengubah paradigma mengajar guru. Perubahan yang diharapkan, dari paradigma mengajar dengan pendekatan prosedural ke pendekatan pembelajaran realistik yang mengutamakan aktivitas siswa selama proses pembelajaran melalui proses pemecahan masalah realistik.

Berdasarkan simpulan di atas, maka dapat disarankan beberapa hal sebagai berikut:

1. Guru hendaknya melakukan perubahan paradigma mengajar. Dalam perubahan paradigma ini, guru dituntut untuk memberikan kesempatan dan sarana yang mendukung terjadinya proses belajar siswa (Tut Wuri Handayani). Guru tidak lagi mendominasi pembelajaran dengan metode ceramah dan menyuruh siswa mengerjakan latihan seperti apa yang dicontohkan oleh guru. Siswa hendaknya didorong untuk belajar dengan memanfaatkan lingkungan dan realitas dalam kehidupannya sebagai sumber belajar.
2. Pembelajaran matematika di sekolah dasar hendaknya menggunakan pendekatan pembelajaran matematika realistik. Melalui pendekatan ini, siswa diberikan kesempatan untuk menemukan kembali konsep matematika berdasarkan pengalamannya masing-masing. Dengan demikian pembelajaran matematika akan menjadi lebih bermakna.
3. Guru yang mengajar matematika di sekolah dasar agar berupaya mengembangkan perangkat pembelajaran matematika realistik yang memenuhi aspek kualitas perangkat pembelajaran. Pengembangan ini dapat dilakukan dengan bekerja sama atau dibawah bimbingan pakar dan peneliti di bidang pendidikan matematika.

G. Daftar Pustaka

- Ardana, I.M. 2007. Pendidikan Matematika Realistik Indonesia (PMRI). *Makalah* disajikan dalam Seminar Nasional Matematika Regional Bali, 26 Nopember 2007 di Undiksha Singaraja
- de Lange, J. 1995. *Assesment: No change without problem*. Freudenthal Institute. Utrecht University
- Depdiknas. 2006. *Peraturan Menteri Pendidikan Nasional Nomor 22: 2006 tentang Standar Isi untuk Satuan Pendidikan Dasar dan Menengah*. Jakarta
- Hadi,S. 2003. PMR: Menjadikan Pelajaran Matematika lebih Bermakna Bagi Siswa. *Makalah* disampaikan pada Seminar Nasional Pendidikan Matematika. Perubahan Paradigma dari Paradigma Mengajar ke Paradigma Belajar. Di Universitas Sanata Darma , Yogyakarta 27 – 28 Maret 2003

- <http://www.rbaryans.wordpress.com/2007/07/31/gerakan-pendekatan-kontekstual-baca-ctl-dalam-matematika-sebuah-kemajuan-atau-jalan-di-tempat/> diakses 26 Agustus 2008
- Marpaung, Y. 2001. "Prospek RME untuk Pembelajaran Matematika di Indonesia". *Makalah* Disampaikan pada Seminar Nasional Realistic Mathematics Education (RME), di Jurusan Matematika FMIPA UNESA, 24 Pebruari 2001
- Marpaung, Y. 2006. Apa itu PMRI? *Makalah* disampaikan dalam Pelatihan Guru Kelas di P4TK Matematika Yogyakarta 4-6 Januari 2006
- Marpaung, Y. 2008. Mengembangkan Kepercayaan Diri Siswa Melalui Pendidikan Matematika Realistik Indonesia (PMRI). *Makalah* disampaikan dalam Seminar Nasional Matematika dan Pendidikan Matematika di Undiksha Singajara 21 Juni 2008
- Murray, R., S. 1999. *Matematika Dasar*. Jakarta: Erlangga
- Rahardjo, M. 2004. *Bilangan Asli, Cacah, dan Bulat*. Materi disampaikan pada Diklat Istruktur/Pengembang Matematika SD Jenjang Lanjut 6 s.d 19 Agustus 2004 di PPPG Matematika Yogyakarta
- Rusdi, A. 2008. <http://anrusmath.wordpress.com/2008/08/04/pengembangan-perangkat-pembelajaran-realistik-pada-pokok-bahasan-statistika-di-kelas-ix-smp/> diakses 26 Agustus 2008
- Sadra, I.W. 2007. Pengembangan Model Pembelajaran Matematika Berwawasan Lingkungan dalam Pelatihan Guru Kelas Satu Sekolah Dasar. *Disertasi* (Tidak dipublikasikan) Surabaya: Unesa
- Suharta, I.G.P. 2004. Pembelajaran Pecahan di Sekolah Dasar dengan Menggunakan Pendekatan Matematika Realistik. *Disertasi* (Tidak dipublikasikan). Surabaya: Unesa
- Suherman, E., dkk. 2003. *Strategi Pembelajaran Matematika Kontemporer*. Jurusan Pendidikan Matematika FMIPA UPI. Bandung
- Surata, I W. 2003. "Pengaruh Pembelajaran Matematika Berdasarkan Pendekatan Realistik Terhadap Prestasi Belajar Siswa Sekolah Dasar" *Tesis* (tidak diterbitkan). Singaraja: Program Pascasarjana IKIP Negeri Singaraja
- van den Heuvel-Panhuizen, M. 2001. *Realistic Mathematics Education as work in Progress* diakses dari http://www.math.ntnu.edu.tw/~cyc/private/mathedu/me1/me1_2001/mhp1.doc 19 Oktober 2008
- Zulkardi. 1999. *How to Design Lesson Plan Based on the Realistic Approach*. Diakses dari <http://www.geocities.com/ratuilma/rme.html> 27 Oktober 2007

Desain Bahan Ajar Turunan Menggunakan Pendekatan PMRI

Oleh : Misdalina¹

Abstrak

Pembelajaran matematika selalu dikonotasikan dengan yang sifatnya abstrak. Apalagi materi yang akan diberikan berhubungan dengan rumus. Kebanyakan dosen memberikan bahan kuliah melalui ceramah, memberikan contoh soal dan memberikan latihan dalam tatap muka di kelas. Jarang sekali, mahasiswa diberikan kegiatan untuk menemukan konsep. Padahal belajar matematika tidak selalu dimulai dengan rumus, karena matematika itu adalah suatu aktivitas. Salah satu pendekatan yang mengajak mahasiswa untuk membangun sendiri pengetahuannya adalah melalui pendekatan PMRI. Oleh karena itu, perlu didesain bahan ajar turunan menggunakan pendekatan PMRI. Desain bahan ajar turunan tidak lepas dari prinsip dan karakteristik PMRI.

Kata Kunci: desain, turunan, dan PMRI

A. Latar Belakang

Salah satu materi yang diberikan pada mata kuliah kalkulus 1 adalah tentang turunan. Selama ini materi tersebut diberikan melalui ceramah, contoh soal dan latihan. Sehingga mahasiswa hanya menggunakan rumus yang diberikan dan tidak melalui proses sendiri dari mana rumus tersebut didapatkan. Mahasiswa seperti robot yang diatur oleh dosennya, untuk mengikuti segala perintahnya, tanpa ada kegiatan yang menimbulkan mahasiswa untuk bereksplorasi. Dampak negatif akan muncul, jika hal ini berlangsung terus menerus, karena mahasiswa mempunyai kebiasaan selalu disuap dalam memperoleh suatu ilmu pengetahuan baru.

Oleh karena itu, kejadian di atas harus ditindak lanjuti, dicari solusi terbaik. Salah satu kegiatan yang dapat dilakukan dosen adalah mendesain bahan ajar turunan yang akan mengajak mahasiswa untuk bereksplorasi, menemukan sendiri pengetahuan baru melalui pengetahuan lama yang telah ia miliki. Sehingga terjadi pembelajaran yang bermakna. Belajar bermakna menurut (Dikdasmen, 2004: 29) “.... Pembelajar dengan aktif menggunakan pengalaman-pengalaman nyata yang mendorongnya (memotivasinya) untuk menghubungkan kepribadian, nilai-nilai dan kehendaknya dengan materi yang dipelajarinya belajar sesuai dengan kehidupannya”. Pembelajaran hendaknya dimulai dengan masalah kontekstual, yang sesuai dengan kehidupan atau lingkungan mahasiswa, yang kemudian secara bertahap dibimbing untuk menguasai konsep matematika. Salah satu pendekatan yang mengajak mahasiswa untuk membangun sendiri pengetahuannya adalah pendekatan Realistic Mathematics Education (RME) atau Pendidikan Matematika Realistik Indonesia (PMRI). Prinsip dasar RME adalah materi matematika ditransmisikan sebagai aktivitas manusia (*human activity*), memberi kesempatan kepada mahasiswa menemukan kembali (*re-invent*) melalui praktek (*doing it*).

¹ Dosen Program Studi Pendidikan Matematika FKIP Universitas PGRI Palembang

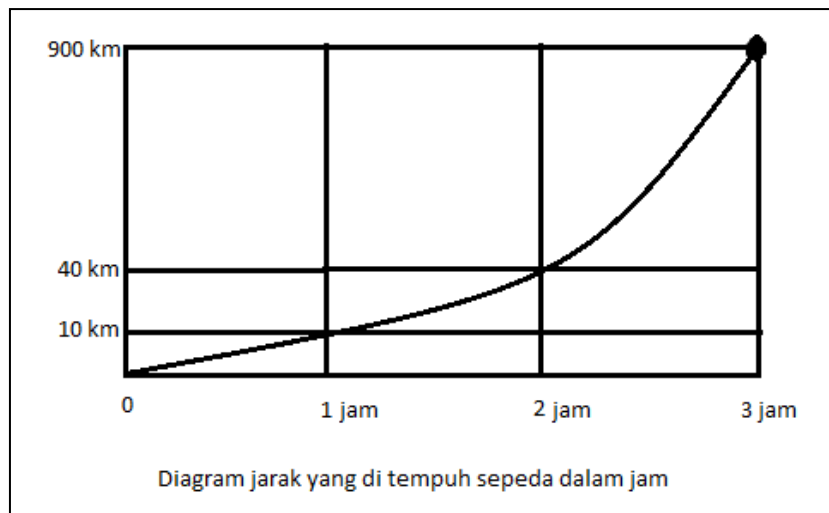
Berdasarkan penjelasan di atas, tidaklah mudah mendesain bahan ajar turunan. Perlu dicari konteks yang sesuai dengan mahasiswa, perlu diberikan suatu aktivitas kepada mahasiswa. Oleh karena itu timbul masalah bagaimana mendesain bahan ajar turunan melalui pendekatan PMRI?

Tujuan yang diharapkan adalah hasil desain bahan ajar turunan yang sesuai dengan pendekatan PMRI. Dan manfaatnya adalah sebagai salah satu alternatif dalam perkuliahan kalkulus 1 menggunakan pendekatan PMRI.

B. Desain Bahan Ajar menggunakan Pendekatan PMRI

Pendekatan PMRI dikembangkan oleh *Freudental Institut*, Belanda. Di Belanda disebut dengan RME. Pendekatan ini menggunakan masalah kontekstual sebagai titik awal pengajaran matematika. Prinsip dasar RME adalah materi matematika ditransmisikan sebagai aktivitas manusia (*human activity*), memberi kesempatan siswa menemukan kembali (*re-invent*) melalui praktek (*doing it*). Matematika sebagai suatu aktivitas dalam proses matematisasi. Proses matematisasi ada dua tipe, yaitu horizontal dan vertikal. Menurut Gravemeijer (1994) dalam (Marpaung, 2007: 7) "matematisasi horizontal sebagai suatu proses yang bertolak dari kehidupan nyata ke dunia simbol". Proses ini dapat disebut proses informal. Sedangkan "matematisasi vertikal merupakan proses membawa hal-hal yang matematis ke jenjang yang lebih tinggi". Proses ini dapat disebut proses formal. Dalam RME ada tiga prinsip kunci, yaitu *Guided Reinvention/ Progressive Mathematizing* (menemukan kembali/matematisasi progresif), *Didactical Phenomenology* (fenomena didaktik), dan *Self-developed Models* (pengembangan model sendiri). Dalam RME juga memiliki 5 karakteristik, yaitu menggunakan konteks, menggunakan model, menggunakan kontribusi siswa, interaktivitas, dan terintegrasi dengan topik pembelajaran lainnya. Implementasi prinsip dan karakteristik dalam proses pembelajaran di kelas, diwujudkan dengan lima pasangan kegiatan yang dilakukan siswa dan guru. Kegiatan siswa dan guru tersebut adalah konstruksi dan kongregasi, *level* dan *models*, refleksi dan tugas khusus, konteks sosial dan interaksi, strukturisasi dan keterkaitan.

Desain bahan ajar melalui pendekatan PMRI, tidak terlepas dari tujuan, materi, metode, dan evaluasi (Zulkardi, 2001). Tujuan harus melingkupi tiga level tujuan dalam PMRI, yaitu *lower level*, *middle level*, and *high level*. Pada level yang terendah lebih difokuskan pada kemampuan kognitif, sedangkan dua level berikutnya menekankan pada kemampuan afektif dan psikomotorik. Contohnya kemampuan berargumentasi, berkomunikasi, dan pembentukan sikap kritis. Sedangkan pada materi, hendaknya diberikan materi yang terbuka dengan *real context*, dan keterkaitan dengan materi atau topik yang lain, serta ditampilkan dalam bentuk model, table, atau gambar. Selanjutnya, metode yang dipilih, diharapkan adanya suatu aktivitas, yang membuat mahasiswa saling berinteraksi, diskusi, negosiasi, dan berkolaborasi. Aktivitas tersebut didesain sehingga mahasiswa bekerja, berfikir, dan berkomunikasi tentang matematika yang dibimbing oleh dosen sebagai fasilitator. Terakhir evaluasi hendaknya dibuat dalam bentuk terbuka, yang akan memancing



Dosen mengenalkan masalah yang konteksnya real terhadap mereka, yaitu kecepatan dalam mengendarai sepeda dari rumah ke kampus. Dosen memberikan petunjuk berupa sketsa jarak yang ditempuh dari rumah ke kampus.

Mahasiswa dapat bekerja dalam satu kelompok yang terdiri dari 3 atau 4 orang. Dosen berjalan keliling kelas, bertanya seadanya bagaimana mereka memecahkan masalah tersebut. Kegiatan tersebut diakhiri setelah 10 menit kemudian dimintakan kepada mahasiswa untuk presentasi dan didiskusikan secara interaktif. Permasalahan di atas dapat memberikan beberapa solusi, yaitu:

Pada jam ke 0 jarak yang ditempuh $0 \text{ km} = 10 \times 0$

Pada jam ke 1 jarak yang ditempuh $10 \text{ km} = 10 \times 1$

Pada jam ke 2 jarak yang ditempuh $40 \text{ km} = 10 \times 2^2$

Pada jam ke 3 jarak yang ditempuh $900 \text{ km} = 10 \times 3^2$

Hal ini menunjukkan model matematika dari jarak yang ditempuh adalah $s = 10 t^2$

Sehingga:

Kecepatan (v) rata-rata selama selang waktu jam ke 1 s.d ke 2 $= \frac{40-10}{2-1} = 30 \text{ km/jam}$

$v_{rata-rata}$ selama selang waktu jam ke 1 s.d ke 1,5 $= \frac{22,5-10}{1,5-1} = 25 \text{ km/jam}$

$v_{rata-rata}$ selama selang waktu jam ke 1 s.d ke 1,25 $= \frac{15,625-10}{1,25-1} = 22,5 \text{ km/jam}$

$v_{rata-rata}$ selama selang waktu jam ke 1 s.d ke 1,1 $= \frac{12,1-10}{1,1-1} = 21 \text{ km/jam}$

$v_{rata-rata}$ selama selang waktu jam ke 1 s.d ke 1,01 $= \frac{10,201-10}{1,01-1} = 20,1 \text{ km/jam}$

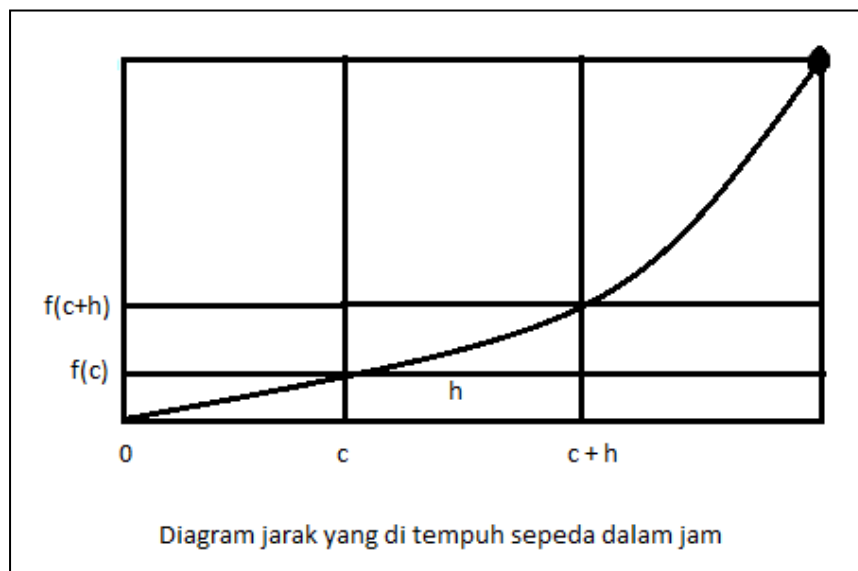
$v_{rata-rata}$ selama selang waktu jam ke 1 s.d ke 1,001 = $\frac{10,02001-10}{1,001-1} = 20,01 \text{ km/jam}$

Ternyata, semakin pendek selang waktu (semakin mendekati nol), semakin baik kita menghampiri kecepatan yang benar yaitu 32 km/jam

Setelah diskusi selesai, dapat dilihat dengan jelas mahasiswa memecahkan masalah kontekstual dengan proses matematisasi horizontal dan sedikit vertikal, untuk mencapai konsep turunan.

Selanjutnya, dosen dapat memberikan masalah kembali, sebagai berikut:

Jika Alif mengendarai sepeda dari rumah ke kampus dengan jarak tempuh dalam waktu jam, seperti pada diagram di bawah ini. Berapakah kecepatan sesaat sepeda Alif selama selang waktu c jam kemudian? Buktikan perkiraan masalah nomor dua di atas adalah benar.



Dosen mengenalkan masalah yang sifatnya abstrak (matematisasi vertikal) terhadap mereka, yaitu kecepatan dalam mengendarai sepeda dari rumah ke kampus dalam bentuk simbol. Dosen memberikan petunjuk berupa sketsa jarak yang ditempuh dari rumah ke kampus dan berdasarkan hasil aktivitas sebelumnya mengenai kecepatan rata-rata yang akan semakin mendekati kebenaran jika jarak tempuh semakin mendekati nol. Kegiatan ini berhubungan dengan konsep limit yang telah diajarkan sebelumnya.

Mahasiswa dapat bekerja dalam satu kelompok yang terdiri dari 3 atau 4 orang. Dosen berjalan keliling kelas, bertanya seadanya bagaimana mereka memecahkan masalah tersebut. Kegiatan tersebut diakhiri setelah 10 menit kemudian dimintakan kepada mahasiswa untuk presentasi dan didiskusikan secara interaktif. Permasalahan di atas dapat memberikan solusi, yaitu:

$$v_{rata-rata} = \frac{f(c+h)-f(c)}{h}$$

Berdasarkan hasil aktivitas sebelumnya, bahwa semakin pendek selang waktu (mendekati nol), maka semakin mendekati nilai kebenarannya, berarti dapat dikatakan itu adalah kecepatan sesaat (v) di c , didapat:

$$v = \lim_{h \rightarrow 0} v_{rata-rata} = \lim_{h \rightarrow 0} \frac{f(c+h) - f(c)}{h}$$

Sehingga,

$$v = \lim_{h \rightarrow 0} \frac{f(c+h) - f(c)}{h}$$

Bukti perkiraan masalah nomor dua di atas: $s = 10t^2$

$$v = \lim_{h \rightarrow 0} \frac{f(1+h) - f(1)}{h}$$

$$v = \lim_{h \rightarrow 0} \frac{10(1+h)^2 - 10}{h}$$

$$v = \lim_{h \rightarrow 0} \frac{10 + 20h + h^2 - 10}{h}$$

$$v = \lim_{h \rightarrow 0} \frac{h(20 + h)}{h}$$

$$v = \lim_{h \rightarrow 0} 20 + h$$

$$v = 20$$

Jadi terbukti $v = 20$ km/jam

Setelah diskusi kelas berakhir, dosen dapat memberikan konfirmasi tentang kecepatan sesaat tersebut berhubungan dengan turunan. Berhubungan dengan kemiringan garis singgung. Selanjutnya, dosen dapat memberikan soal-soal latihan.

D. Penutup

Pendesainan bahan ajar materi turunan menggunakan pendekatan PMRI dapat dilakukan dengan memperhatikan prinsip dan karakteristik PMRI. Konteks yang diberikan sesuai dengan lingkungan mahasiswa, ada aktivitas mahasiswa yang akan membangun pengetahuan baru melalui pengetahuan yang telah dimiliki sebelumnya, dan masalah yang diberikan berbentuk *open material*, ada gambar atau diagram, ada diskusi yang interaktif, dan solusi yang beragam.

E. Daftar Rujukan

- Dikdasmen, 2004. *Materi Pelatihan Terintegrasi*. Jakarta: Proyek Pengembangan Sistem dan Pengendalian Program
- Hadi, Sutarto. 2005. *Pendidikan Matematika Realistik*. Banjarmasin: Tulip
- Marpaung, Y., 2007. *Pembelajaran Matematika dengan Pendekatan PMRI: Matematisasi Horizontal dan Matematisasi Vertikal; Jurnal Pendidikan Matematika, Volume 1 No. 1, hal.1-20*. Palembang: Program Studi Magister Pendidikan Matematika PPS-Unsri
- Pitadjeng, 2005. *Pembelajaran Matematika yang Menyenangkan*. Semarang: Depdiknas Dirjen Dikti
- Purcell E.J. & Varberg D, 1995. *Kalkulus dan Geometri Analitis Jilid I: Edisi ke-5*, Jakarta: Erlangga
- Zulkardi, 2001. *Realistic Mathematics Education (RME: Teori, Contoh Pembelajaran dan Taman Belajar*. Makalah disajikan pada seminar sehari RME 4 April 2001 di Jurusan Matematika UPI Bandung

PENGARUH PEMBELAJARAN DENGAN PENDEKATAN REALISTIK DAN PELATIHAN METAKOGNITIF TERHADAP KEMAMPUAN PEMECAHAN MASALAH MATEMATIKA SISWA SEKOLAH DASAR DI KECAMATAN RENDANG

NGAKAN PUTU SUARJANA, S.Pd., M.Pd.
kantu75@gmail.com
Guru SD Negeri 6 Besakih - Bali

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk: 1) mengetahui adanya perbedaan kemampuan pemecahan masalah matematika antara kelompok siswa yang mengikuti pembelajaran dengan pendekatan realistik dan kelompok siswa yang mengikuti pembelajaran dengan pendekatan konvensional, 2) mengetahui adanya perbedaan kemampuan pemecahan masalah matematika antara kelompok siswa yang mengikuti pembelajaran dengan pelatihan metakognitif dan kelompok siswa yang mengikuti pembelajaran tanpa pelatihan metakognitif, dan 3) mengetahui adanya interaksi antara pendekatan pembelajaran dengan aktivitas metakognitif terhadap kemampuan pemecahan masalah matematika siswa. Sampel dalam penelitian ini terdiri atas 123 orang siswa kelas IV sekolah dasar di Kecamatan Rendang yang terdistribusi menjadi 4 kelas dalam 4 sekolah. 29 orang siswa mengikuti pembelajaran dengan pendekatan realistik dipadu dengan pelatihan metakognitif, 29 orang siswa mengikuti pembelajaran dengan pendekatan konvensional dipadu dengan pelatihan metakognitif, 26 orang siswa mengikuti pembelajaran dengan pendekatan realistik tanpa pelatihan metakognitif, dan 39 orang siswa mengikuti pembelajaran dengan pendekatan konvensional tanpa pelatihan metakognitif. Data yang dikumpulkan dalam penelitian ini adalah kemampuan pemecahan masalah siswa. Data dikumpulkan dengan tes kemampuan pemecahan masalah. Tes kemampuan pemecahan masalah berbentuk uraian yang terdiri atas 15 butir dengan indeks validitas butir berkisar dari $r = 0,18$ s.d $r = 0,42$ dan indeks reliabilitas Alpha Cronbach = 0,65. Data dianalisis secara deskriptif dan uji hipotesis dengan menggunakan analisis varian 2 jalur (Anava AB). Hasil penelitian menunjukkan bahwa kelompok siswa yang mengikuti pembelajaran dengan pendekatan realistik dipadu dengan pelatihan metakognitif mempunyai kemampuan pemecahan masalah yang lebih baik daripada kelompok siswa yang lain.

Kata kunci: pendekatan realistik, pelatihan metakognitif, kemampuan pemecahan masalah

1. Pendahuluan

Tujuan mata pelajaran matematika diberikan kepada semua siswa dari sekolah dasar sampai sekolah menengah untuk membekali siswa dengan kemampuan berpikir logis, analitis, sistematis, kritis, dan kreatif, serta berkemampuan bekerja sama. Hal itu diperlukan agar siswa memiliki kemampuan memperoleh, mengelola, dan memanfaatkan informasi untuk bertahan hidup pada keadaan yang selalu berubah, tidak pasti, dan kompetitif (Permendiknas, 2006). Selain itu siswa selama menempuh pendidikan maupun setelah menyelesaikan pendidikannya nanti untuk dapat berperan dengan baik dalam kehidupannya perlu memahami matematika dengan baik sehingga mampu berargumentasi dan berkomunikasi secara matematis sehingga tidak tersisih dari perkembangan dan modernitas manusia (Jbeili, 2003: 1).

Pada kenyataannya banyak siswa tidak menyukai pelajaran matematika dan prestasi belajar matematika siswa sangat rendah karena pembelajaran matematika cenderung dilaksanakan dengan sangat teoretik dan mekanistik (Sudiarta, 2005). Pembelajaran dimulai dengan penjelasan konsep disertai contoh, dilanjutkan dengan mengerjakan latihan soal-soal matematika sehingga hanya memberikan kemampuan prosedural kepada siswa. Dalam pembelajaran biasanya digunakan masalah-masalah matematika secara formal sedangkan masalah-masalah riil digunakan sebagai penyimpulan dari proses pembelajaran.

Hasil penelitian pendahuluan yang dilakukan peneliti pada September 2008 menunjukkan bahwa pemahaman siswa SD di Kecamatan Rendang pada konsep pecahan relatif rendah. Hal itu tampaknya juga terjadi di daerah lain seperti dikemukakan hasil prapenelitian yang dilaksanakan Suharta (2004) dan hasil penelitian Ardana (2007).

Dari hasil tersebut di atas tampak nyata bahwa pemahaman materi pecahan siswa SD masih relatif rendah padahal dalam kehidupan sehari-hari siswa sering dihadapkan pada permasalahan yang berkaitan dengan pecahan. Sebagai contoh adalah pembagian kue yang dilakukan seorang siswa. Siswa yang memiliki sepotong kue dan harus membagi sama rata dengan tiga orang temannya pada umumnya dapat dilakukan dengan baik. Siswa akan memotong kue itu menjadi empat bagian yang sama besar dan membaginya masing-masing satu bagian kepada setiap temannya. Siswa itu akan melakukannya dengan baik sebab jika tidak maka teman yang lain tidak akan menerimanya.

Rendahnya prestasi belajar siswa pada konsep pecahan itu tentunya merupakan hal yang sangat kontradiktif dengan kenyataan bahwa dalam kehidupannya siswa telah mampu menerapkan konsep pecahan. Kenyataan itu terjadi karena selama ini pembelajaran matematika tidak memanfaatkan realitas dan lingkungan siswa secara optimal dalam proses pembelajaran. Pemanfaatan realitas dan lingkungan hanya terbatas pada penerapan matematika yang teorinya telah diajarkan. Padahal perkembangan matematika sendiri menunjukkan bahwa teori atau konsep matematika ada yang muncul dan tumbuh sebagai hasil pengamatan terhadap realitas atau lingkungan (Soedjadi, 2001: 2).

Pendekatan pembelajaran matematika yang memanfaatkan realitas dan lingkungan sebagai sumber belajar salah satunya adalah Pendekatan Matematika Realistik (PMR). Menurut Soedjadi (2001: 2) PMR pada dasarnya adalah pemanfaatan realitas dan lingkungan yang dipahami siswa untuk memperlancar proses pembelajaran matematika sehingga dapat mencapai tujuan pendidikan matematika secara lebih baik daripada masa lalu. Proses pembelajaran matematika dengan PMR dimulai dengan menyajikan permasalahan yang sesuai dengan realitas dan lingkungan siswa untuk membangun konsep-konsep matematika yang selanjutnya menuju pada perumusan umum atau mencapai fase simbolisasi. Pada awal pembelajaran digunakan permasalahan yang sederhana yang memungkinkan siswa dapat melakukan kegiatan yang mengarah pada pembentukan konsep awal. Selanjutnya dapat

digunakan masalah yang lebih kompleks untuk memantapkan pemahaman siswa pada konsep yang dipelajari.

Danoebroto (2008) mengutip Mevarech & Kramarski menyatakan bahwa kemampuan metakognisi siswa dapat dikembangkan melalui pelatihan metakognitif berdasarkan pendekatan Polya dalam memecahkan masalah matematika. Penyelesaian masalah menurut pendekatan Polya yang meliputi empat langkah yaitu: 1) memahami masalah (*understanding the problem*), 2) membuat rencana pemecahannya (*planning how to solve the problem*), 3) melaksanakan rencana (*carrying out the plan*), dan 4) refleksi (*looking back*). Pelatihan metakognitif diberikan kepada siswa pada setiap langkah penyelesaian masalah tersebut. Pelatihan diberikan dengan tujuan siswa mampu memantau proses berpikirnya pada setiap langkah sehingga siswa benar-benar mempunyai pemahaman yang utuh dalam proses memecahkan masalah.

Berdasarkan latar belakang masalah di atas tampaknya PMR dan pelatihan metakognitif dapat dijadikan salah satu alternatif pembelajaran untuk meningkatkan kemampuan pemecahan masalah siswa di SD. Berbagai hasil penelitian (Fauzan, 2001; Armanto, 2002; Suharta, 2004; Putro, 2006; Marpaung, 2008; Danoebroto, 2008) telah menunjukkan bahwa pembelajaran matematika dengan PMR secara umum dapat memperbaiki prestasi belajar siswa di SD. Dalam penelitian ini akan dicoba untuk mengetahui: 1) apakah ada perbedaan kemampuan pemecahan masalah matematika antara kelompok siswa yang mengikuti pembelajaran dengan pendekatan realistik dan kelompok siswa yang mengikuti pembelajaran dengan pendekatan konvensional?; 2) apakah ada perbedaan kemampuan pemecahan masalah matematika antara kelompok siswa yang mengikuti pembelajaran dengan pelatihan metakognitif dan kelompok siswa yang mengikuti pembelajaran tanpa pelatihan metakognitif?; dan 3) apakah ada interaksi antara pendekatan pembelajaran dengan aktivitas metakognitif terhadap kemampuan pemecahan masalah matematika siswa?

2. Kajian Teori

2.1 Hakikat Matematika dan Matematika Sekolah serta Pembelajaran Matematika di Sekolah Dasar

Istilah matematika berasal dari bahasa Latin *mathematica*, yang diambil dari perkataan Yunani, *mathematike* yang berarti *relating to learning* (Suherman, 2003:15). Jadi secara etimologis (Elea Tinggi dalam Suherman, 2003:16) perkataan matematika berarti ilmu pengetahuan yang diperoleh dengan bernalar, maksudnya ilmu matematika diperoleh dengan lebih menekankan pada penalaran sedangkan ilmu lain selain penalaran bisa juga diperoleh melalui observasi atau eksperimen.

Matematika yang diajarkan di sekolah yang sering disebut matematika sekolah merupakan unsur-unsur atau bagian-bagian dari matematika yang dipilih berdasarkan kepentingan kependidikan atau perkembangan IPTEK (Soedjadi, 1999:37). Jadi matematika sekolah tidak

sepenuhnya sama dengan matematika sebagai ilmu. Hal ini ditegaskan Bass (2005): “mathematics education is not mathematics.” Lebih lanjut ia menyatakan bahwa matematika sekolah merupakan bagian khusus ilmu matematika yang juga dapat dipandang sebagai salah satu objek matematika terapan. Walaupun demikian pengetahuan dan pola pikir matematikawan tetap relevan untuk diterapkan dalam pendidikan matematika sekolah. Perbedaan matematika sebagai ilmu dengan matematika sekolah antara lain terdapat dalam hal: (1) penyajiannya, (2) pola pikirnya, (3) keterbatasan semesta pembicaraan, dan (4) tingkat keabstrakannya.

Karakteristik matematika sekolah di atas harus menjadi pertimbangan bagi guru dalam melaksanakan proses pembelajaran matematika. Selain itu yang perlu menjadi pertimbangan dalam pelaksanaan pembelajaran matematika di SD adalah karakteristik siswa. Siswa SD menurut Piaget berada pada tahap perkembangan kognitif operasi konkret. Hal ini berarti siswa sekolah dasar memperoleh pemahaman melalui benda-benda konkret, sehingga untuk mengenalkan dan membelajarkan konsep-konsep matematika yang abstrak dapat dibantu dengan alat peraga.

Dalam proses belajar matematika menurut Suherman (2003), Jerome Bruner sangat menyarankan keaktifan anak dalam proses belajar secara penuh. Lebih disukai lagi bila proses ini berlangsung di tempat yang khusus, yang dilengkapi dengan objek-objek untuk dimanipulasi anak. Bruner menjelaskan proses belajar anak melalui 3 tahap yaitu:

- a. Tahap enaktif, dalam tahap ini anak secara langsung terlihat dalam memanipulasi (mengotak-atik) objek.
- b. Tahap ikonik, dalam tahap ini kegiatan yang dilakukan anak berhubungan dengan mental, yang merupakan gambaran dari objek-objek yang dimanipulasinya.
- c. Tahap simbolik, dalam tahap ini anak memanipulasi simbol-simbol atau lambang-lambang objek tertentu. Anak tidak lagi terikat dengan objek-objek pada tahap sebelumnya.

Berdasarkan teori Bruner tersebut di atas siswa dalam belajar matematika sebaiknya diawali dengan menggunakan benda-benda konkret yang realistik sebagai peraga. Belajar lebih ditekankan pada proses yang dilakukan siswa untuk menemukan dan mengkonstruksi sendiri pengetahuannya. Tanggung jawab guru adalah memfasilitasi siswa untuk mengkonstruksi dan menemukan pengetahuan baru melalui pengalaman sendiri.

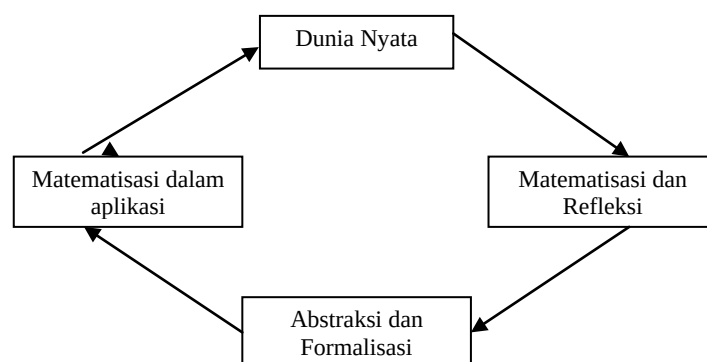
Berdasarkan karakteristik siswa SD menurut pandangan Piaget dan Bruner di atas pembelajaran matematika di SD lebih menekankan pada pembelajaran yang berpusat pada siswa. Pembelajaran matematika dilaksanakan dengan mengoptimalkan potensi yang telah dimiliki oleh siswa. Pembelajaran di sekolah akan menjadi lebih bermakna jika guru mengaitkan dengan apa yang telah diketahui anak. Kebermaknaan proses pembelajaran akan lebih tinggi, bila guru mengaitkan materi pembelajaran dengan pengetahuan dan pengalaman siswa dalam kehidupan realitasnya.

2.2 Pendekatan Realistik dalam Pembelajaran Matematika

Pendekatan Realistik dalam pembelajaran matematika pada awalnya dikembangkan dalam bentuk dari RME (Realistic Mathematics Education) di Negeri Belanda oleh Institut Freudenthal. Institut yang berada di bawah Utrecht University, Belanda ini didirikan pada tahun 1971 dan sejak itu mengembangkan RME. RME menggabungkan pandangan tentang apa itu matematika, bagaimana siswa belajar matematika, dan bagaimana matematika harus diajarkan. (Hadi, 2003). Pengembangan RME lebih banyak dipengaruhi oleh pandangan Freudenthal tentang matematika (van den Heuvel-Panhuizen, 2001). Menurut Freudenthal matematika harus dikaitkan dengan realita, dekat dengan kehidupan siswa, dan sesuai dengan kehidupan masyarakat. Itu sebabnya pembelajaran matematika dengan pendekatan realistik memulai pembelajaran dengan permasalahan-permasalahan realistik yang dekat dengan siswa dan relevan dengan kehidupan nyata sehari-hari. Realistik dalam hal ini dimaksudkan tidak hanya mengacu pada realitas tetapi pada sesuatu hal yang dapat dibayangkan oleh siswa sesuai dengan taraf perkembangan kognitifnya.

Pembelajaran matematika dengan pendekatan realistik mengarahkan siswa kepada penggunaan berbagai situasi dan kesempatan untuk menemukan kembali matematika dengan cara mereka sendiri. Prinsip penemuan kembali dilakukan siswa melalui prosedur-prosedur pemecahan masalah secara informal, sedangkan proses penemuan kembali melalui proses matematisasi.

Proses matematisasi dalam pembelajaran matematika menunjukkan bahwa pembelajaran matematika berfokus pada matematika sebagai kegiatan (Suryanto, 2001: 2). Proses matematisasi menurut Treffers (dalam van den Heuvel-Panhuizen, 2001) ada dua jenis yaitu matematisasi horisontal dan matematisasi vertikal. Matematisasi horisontal adalah proses dimana siswa membangun konsep dan model matematis untuk mengorganisasi dan memecahkan masalah-masalah dalam kehidupan sehari-hari. Sedangkan proses matematisasi vertikal adalah reorganisasi dalam sistem matematika itu sendiri, seperti menemukan hubungan antarkonsep matematika. Dengan kata lain dalam proses matematisasi vertikal terjadi penemuan konsep matematika dari konsep matematika yang lain. Artinya, yang dilakukan dalam proses matematika adalah mengambil sesuatu dari bentuk dunia nyata di bawa ke dalam model matematisasi, dan pada akhirnya dikembalikan lagi ke bentuk alam nyata. Hal ini digambarkan dalam model sebagai berikut.



Model Matematisasi (De Lange, 1996 dalam Asmin , 2003)

Zulkardi (1999) merumuskan karakteristik mendasar pembelajaran matematika dengan PMR yaitu:

- Menggunakan masalah kontekstual sebagai pangkal tolak dalam pembelajaran.
- Menggunakan model atau jembatan instrumen vertikal
- Kontribusi siswa
- Interaktivitas
- Terintegrasi dengan topik pembelajaran lainnya

Di Indonesia, PMR diadaptasi dan menjadi Pendidikan Matematika Realistik Indonesia (PMRI). Prinsip-prinsip pelaksanaan PMRI sama dengan PMR tetapi beberapa prinsip seperti prinsip realitas (sifat realistik), bimbingan serta konteksnya disesuaikan dengan kondisi alam dan budaya Indonesia. Oleh karena itu karakteristik PMRI menurut Marpaung (2006) adalah:

- Murid aktif, guru aktif (matematika sbg aktivitas manusia).
- Pembelajaran sedapat mungkin dimulai dengan menyajikan masalah kontekstual/realistik.
- Guru memberi kesempatan pada siswa menyelesaikan masalah dengan cara sendiri.
- Guru menciptakan suasana pembelajaran yang menyenangkan.
- Siswa dapat menyelesaikan masalah dalam kelompok (kecil atau besar).
- Pembelajaran tidak selalu di kelas (bisa di luar kelas, duduk di lantai, pergi ke luar sekolah untuk mengamati atau mengumpulkan data).
- Guru mendorong terjadinya interaksi dan negosiasi.
- Siswa bebas memilih modus representasi yang sesuai dengan struktur kognitifnya sewaktu menyelesaikan suatu masalah (menggunakan model).
- Guru bertindak sebagai fasilitator (tut wuri handayani).
- Kalau siswa membuat kesalahan dalam menyelesaikan masalah jangan dimarahi tetapi dibantu melalui pertanyaan-pertanyaan (motivasi).

Dari karakteristik di atas, tampak bahwa pembelajaran matematika dengan pendekatan realistik yang dikembangkan PMRI sesuai dengan karakter budaya masyarakat Indonesia. Guru dalam proses pembelajaran hanya sebagai fasilitator, motivator dan secara tut wuri handayani, menyediakan kesempatan bagi siswa untuk belajar matematika secara aktif.

Pembelajaran berpusat pada siswa dalam suasana belajar yang menyenangkan dan masing-masing siswa dapat belajar sesuai dengan perkembangan dan kematangan kognitifnya masing-masing.

2.3 Pemecahan Masalah dalam Pembelajaran Matematika

Permendiknas nomor 22 tahun 2006 tentang Standar Isi Mata Pelajaran Matematika untuk SD/MI menyebutkan bahwa pendekatan pemecahan masalah merupakan fokus dalam pembelajaran matematika yang mencakup masalah tertutup dengan solusi tunggal, masalah terbuka dengan solusi tidak tunggal, dan masalah dengan berbagai cara penyelesaian. National Council of Teacher of Mathematics (NCTM, 2008) menyatakan bahwa pemecahan masalah harus menjadi fokus dalam pembelajaran matematika, sehingga tujuan utama pembelajaran matematika di sekolah adalah untuk membuat siswa menjadi seorang yang mampu memecahkan masalah dengan baik. Polya (1973) mendefinisikan problem solving sebagai sebuah proses yang digunakan untuk memecahkan masalah yang tidak memiliki solusi yang pasti. Schoenfeld (1992) menyatakan bahwa problem solving adalah kemampuan dan seni yang harus dikuasai oleh siswa. Melalui problem solving siswa diberikan kesempatan untuk memahami pola pikir matematika serta berpikir dan berbuat sesuai pola pikir matematika.

Kemampuan siswa dalam memecahkan masalah harus dilatih secara kontinyu berdasarkan langkah-langkah penyelesaian masalah. Dalam kaitannya dengan penyelesaian masalah, Polya (1973) memberikan 4 langkah penyelesaian masalah yaitu: 1) memahami masalah (understanding the problem), 2) merencanakan penyelesaian (devising a plan), 3) melaksanakan rencana (carrying out the plan), 4) mengecek hasilnya (looking back).

2.4 Pelatihan Metakognitif dalam Pemecahan Masalah Matematika

Konsep tentang metakognisi diperkenalkan oleh John Flavell tahun 1976 dalam kaitannya dengan perkembangan psikologi dan metamemori (Desoete, 2001). Ia mendefinisikan metakognisi sebagai pengetahuan seseorang mengenai proses berpikirnya sendiri dan hasil dari segala sesuatu yang berkaitan dengan proses berpikir tersebut. Lebih lanjut John Flavell (Livingston, 1997) mengklasifikasikan metakognisi menjadi dua aspek yaitu pengetahuan metakognitif dan ketrampilan metakognitif. Pengetahuan metakognitif adalah pengetahuan yang mengacu pada proses kognitif. Sedangkan ketrampilan metakognitif mengacu pada upaya mengontrol (regulated) aktivitas seseorang dalam proses belajarnya (Mulbar, 2008).

Menurut Moore (2004) metakognisi mengacu pada pemahaman mendalam seseorang pada pengetahuannya yang tercermin pada kemampuannya menggunakan pengetahuan yang dimilikinya secara efektif. Hal ini jelas menunjukkan bahwa pengetahuan metakognisi meliputi dua hal yaitu kesadaran pada apa yang sudah diketahui (self awareness) yang merupakan pengetahuan metakognitif dan bagaimana mengatur aktivitas kognitifnya secara efektif (self regulation) merupakan keterampilan metakognitif.

Schoenfeld (1987) menyatakan metakognisi meliputi: 1) pengetahuan mengenai proses berpikirnya sendiri. Seberapa tepat siswa dapat menjelaskan apa yang sedang dipikirkannya (self awareness); 2) pengaturan (self regulation), bagaimana siswa mampu mengatur apa yang dilakukannya agar berada pada arah yang tepat untuk memecahkan masalah dan bagaimana siswa mampu memanfaatkan segala potensi yang ada untuk membantunya dalam proses penyelesaian masalah tersebut; 3) keyakinan dan intuisi (believe).

Desoete (2001) mengungkapkan bahwa metakognisi dalam pembelajaran pemecahan masalah matematika mempunyai tiga komponen yaitu: 1) pengetahuan metakognitif, 2) ketrampilan metakognitif, dan 3) kepercayaan metakognitif.

Penelitian mengenai metamemory atau kemampuan orang mengingat sesuatu menunjukkan bahwa anak-anak mempunyai kemampuan yang kurang baik dalam hal “memorize” (mengungkapkan kembali hal-hal yang pernah diingatnya). Walaupun dia dapat mengingat banyak kata yang saling tidak berkaitan namun mereka hanya mampu mengungkapkan tidak lebih dari 4 atau 5 kata saja. Hasil penelitian tersebut menduga bahwa kemampuan ini akan bertambah banyak dan makin tepat dengan bertambahnya usia mereka.

Kenyataan itu menunjukkan bahwa mengembangkan kemampuan metakognisi (self awareness) menjadi suatu hal yang penting karena dapat membantu siswa untuk meningkatkan kemampuan belajar yang baik. Kemampuan ini sangat bergantung kepada kemampuan siswa untuk melakukan penilaian yang realistis terhadap apa yang telah diketahui dan telah dipelajarinya serta kemampuan siswa melakukan refleksi terhadap apa yang dipikirkannya dan seberapa akurat refleksi tersebut dilakukan. Sama dengan hal itu, pemecah masalah yang baik akan terjadi jika mampu memanfaatkan dan menggunakan apa yang telah diketahui untuk membantu proses pemecahan masalah. Sedangkan self regulation berkaitan dengan kemampuan manajemen waktu dan usaha yang dilaksanakan dalam menyelesaikan masalah yang kompleks. Aspek ini berkaitan dengan: 1) kemampuan memahami masalah yang akan diselesaikan, 2) memikirkan rencana penyelesaian masalah, 3) melakukan monitoring atau menjaga arah yang tetap menuju penyelesaian masalah, serta 4) mengalokasikan sumber daya yang dapat membantu proses penyelesaian masalah sehingga dapat diprediksi atau diputuskan apa yang harus dilakukan dan kenapa hal itu dilakukan untuk menyelesaikan masalah.

Dalam penelitian ini untuk selanjutnya metakognisi akan dibedakan menjadi dua komponen yaitu pengetahuan metakognitif dan ketrampilan metakognitif. Pengetahuan metakognitif mengacu pada kesadaran siswa pada proses berpikirnya selama proses pemecahan masalah (self awareness). Siswa menyadari informasi yang telah dimilikinya yang dapat dimanfaatkan dalam proses pemecahan masalah yang dihadapi. Dengan kesadaran pada proses berpikirnya dalam proses pemecahan masalah, siswa dapat memanfaatkan dengan baik

informasi yang telah dimiliki dan tersimpan dalam pikirannya yang akan membimbingnya menemukan solusi yang tepat.

Ketrampilan metakognitif (self regulation) meliputi kemampuan perencanaan, monitoring, dan evaluasi (planning, monitoring, reflection). Ketrampilan metakognitif mengacu pada kemampuan siswa mengontrol kemampuan kognitifnya. Dalam proses pemecahan masalah, dengan ketrampilan metakognitif yang baik siswa akan mampu memanfaatkan dengan tepat dan efektif pengetahuan yang telah dimilikinya. Dan siswa mampu mengontrol apa yang sedang dilakukannya sehingga menuju pada solusi permasalahan yang tepat dan efisien.

Menurut Mevarech & Kramarski (1997) kemampuan metakognisi siswa dalam pemecahan masalah matematika dapat ditingkatkan dengan melakukan pelatihan metakognitif. Dalam penelitiannya terhadap siswa SMP di Israel diketahui bahwa pelatihan metakognitif memberi pengaruh positif terhadap kemampuan siswa dalam mengerjakan berbagai tugas matematika dan kemampuan argumentasi matematika siswa.

Pelatihan metakognitif dilakukan dengan menggunakan empat set pertanyaan metakognitif (Mevarech & Kramarski, 1997) yang ditujukan untuk diri siswa sendiri ketika menempuh proses memecahkan masalah. Pertanyaan-pertanyaan tersebut meliputi: 1) pertanyaan pemahaman (comprehension questions) yang dirancang untuk mendorong siswa melakukan proses pemahaman terhadap masalah sebelum memecahkannya, 2) pertanyaan strategi (strategic questions) yang dirancang untuk mendorong siswa mempertimbangkan strategi mana yang sesuai untuk memecahkan masalah tersebut dan atas dasar alasan apa, 3) pertanyaan koneksi (connection questions) yang dirancang untuk mendorong siswa memusatkan perhatian pada persamaan dan perbedaan antara masalah yang sedang dihadapinya sekarang dengan masalah yang pernah berhasil dipecahkannya, 4) pertanyaan refleksi untuk melatih siswa melakukan refleksi terhadap proses dan hasil pemecahan masalah yang telah dilakukan.

Pelatihan metakognitif akan mengembangkan kemampuan metakognisi siswa sehingga dapat meningkatkan kemampuan siswa dalam memecahkan masalah matematika karena melalui pelatihan metakognitif siswa dibimbing untuk merencanakan pemecahan masalah, memonitor proses pemecahan masalah, dan melakukan refleksi terhadap hasil pemecahan masalah yang telah dicapai. Pelatihan metakognitif diperlukan karena siswa belum mampu untuk menerapkan kemampuan metakognitif yang dimilikinya dalam proses pemecahan masalah (Jbeili, 2003). Siswa SD yang berada pada kisaran umur 7 – 12 tahun dapat berpikir secara metakognitif dan menerapkan strategi metakognitif dalam pemecahan masalah jika telah dilatih dan dibimbing bagaimana dan kapan mereka harus menerapkan strategi tersebut.

2.5 Materi Pecahan di Sekolah Dasar

Pecahan yang dipelajari di sekolah dasar merupakan bagian dari bilangan rasional yang dapat ditulis dalam bentuk $\frac{a}{b}$ dengan a dan b merupakan bilangan bulat dan b tidak sama dengan nol (Sukayati, 2008 : 2). Pecahan muncul untuk menjawab permasalahan dalam kehidupan yang tidak bisa diselesaikan dengan bilangan bulat seperti membagikan sebuah apel kepada tiga orang anak. Situasi seperti itu menuntut bilangan yang lebih dari 0 tetapi kurang dari 1. Bilangan pecahan adalah solusi untuk menyatakan dan merepresentasikan keadaan tersebut (Troutman, 1991: 161). Dari kenyataan itu dapat diketahui bahwa konsep pecahan sebenarnya begitu dekat dengan kehidupan sehari-hari siswa dan banyak masalah kehidupan sehari-hari yang dapat diselesaikan dengan pemahaman terhadap konsep pecahan. Selain itu belajar pecahan juga berfungsi untuk mengembangkan struktur mental yang menjadi fondasi dalam belajar bilangan rasional atau aljabar (Suharta, 2004 : 21).

Menurut Kennedy (1994: 423 – 425) konsep pecahan yang dipelajari siswa di sekolah dasar dapat dimunculkan dari situasi sebagai berikut: (1) pecahan sebagai bagian yang berukuran sama dari yang utuh; (2) pecahan sebagai bagian yang sama dari suatu kumpulan (himpunan) yang utuh; (3) pecahan untuk menunjukkan pembagian; (4) pecahan untuk menyatakan perbandingan.

Menurut Wu (1999:2-3) siswa diajarkan untuk mengetahui pecahan $\frac{c}{d}$, dengan c dan d adalah bilangan bulat positif paling tidak dengan 5 cara yaitu:

- Bagian dari keseluruhan; ketika c objek dibagi menjadi d bagian yang sama.
- Ukuran dari satu bagian objek ketika sebuah objek yang ukurannya c dibagi menjadi d bagian yang sama.
- Persamaan dari pembagian bilangan bulat positif c oleh d .
- Perbandingan c dan d .
- Sebagai operator; instruksi untuk melaksanakan suatu proses misalnya $\frac{2}{3}$ dari sebuah balok.

Berdasarkan pada beberapa pendapat di atas, pada hakikatnya pecahan adalah bagian dari keseluruhan. Keseluruhan yang dibagi menjadi bagian-bagian yang sama besar. Sama besar dalam hal ini adalah sama berdasarkan bentuk atau ukuran maupun banyaknya.

Dalam penelitian ini pecahan dibatasi pada pecahan biasa yang berbentuk $\frac{a}{b}$, dengan a , b adalah bilangan asli dan a kurang dari b . Konsep pecahan yang akan disajikan adalah pecahan sebagai bagian dari keseluruhan yang terdiri atas beberapa bagian yang sama. Bagian yang sama dapat dilihat dari bentuk, ukuran maupun banyaknya. Untuk mengenalkan konsep tersebut akan didahului dengan permasalahan yang riil bagi siswa seperti kue, buah, dan benda-benda nyata lain yang terdapat di sekitar siswa. Peragaan

selanjutnya dengan daerah-daerah bangun datar beraturan seperti persegi, persegi panjang, atau lingkaran. Pada akhirnya siswa juga akan diperkenalkan pecahan dengan menggunakan garis bilangan. Setelah memahami konsep pecahan pada siswa akan diperkenalkan mengenai relasi diantara pecahan seperti membandingkan pecahan dan pecahan senilai, juga operasi penjumlahan dan pengurangan pecahan. Lebih lanjut dalam penelitian ini akan dikembangkan kompetensi kemampuan menggunakan pecahan dalam pemecahan masalah yang kontekstual.

3. Metode Penelitian

Penelitian ini merupakan kuasi eksperimen *nonequivalent posttest only control group design*. Rancangan eksperimen tersebut disajikan berikut ini:

		Pendekatan Pembelajaran	
		PMR	PK
Aktivitas	PM	Kelompok 1	Kelompok 2
Metakognitif	TPM	Kelompok 3	Kelompok 4

Keterangan:

PMR = Pendekatan Realistik

PK = Pendekatan Konvensional

PM = Pelatihan Metakognitif

TPM = Tanpa Pelatihan Metakognitif

Pemilihan sampel yang akan digunakan dalam penelitian ini dilakukan dengan cara simple random sampling. Seluruh sampel dalam penelitian ini terdiri atas 123 orang siswa kelas IV sekolah dasar di Kecamatan Rendang yang terdistribusi menjadi 4 kelas dalam 4 sekolah. 29 orang siswa mengikuti pembelajaran dengan pendekatan realistik dipadu dengan pelatihan metakognitif, 29 orang siswa mengikuti pembelajaran dengan pendekatan konvensional dipadu dengan pelatihan metakognitif, 26 orang siswa mengikuti pembelajaran dengan pendekatan realistik tanpa pelatihan metakognitif, dan 39 orang siswa mengikuti pembelajaran dengan pendekatan konvensional tanpa pelatihan metakognitif.

Penelitian ini akan menggunakan satu instrumen yang berfungsi untuk mengukur variabel-variabel dependen sebagai akibat langsung dari perlakuan. Instrumen ini berupa tes uraian untuk mengukur kemampuan pemecahan masalah matematika siswa setelah mengikuti pembelajaran. Selain itu digunakan lembar pengamatan siswa dan lembar pengamatan keterlaksanaan pembelajaran. Lembar pengamatan siswa digunakan untuk mengamati aktivitas siswa dan interaksinya selama proses pembelajaran untuk setiap kelompok pembelajaran. Lembar pengamatan keterlaksanaan pembelajaran khusus digunakan untuk mengamati kemampuan guru dalam melaksanakan pembelajaran sesuai karakteristik PMR.

Sebelum digunakan dalam penelitian, instrumen penelitian terlebih dulu diuji coba. Tujuan uji coba instrumen adalah untuk melakukan validasi terhadap instrumen dan mendeskripsikan derajat estimasi yang mampu ditampilkan oleh masing-masing instrumen. Data yang diperoleh dari uji coba instrumen dianalisis dengan menggunakan uji validitas, uji reliabilitas, indeks daya beda tes, dan indeks kesukaran butir tes.

Dalam penelitian ini, akan digunakan dua teknik analisis yaitu analisis statistik deskriptif dan analisis kovarian. Analisis deskriptif digunakan untuk mendeskripsikan nilai rata-rata dan standar deviasi (SD) kemampuan pemecahan masalah matematika siswa. Tes kemampuan pemecahan masalah matematika terdiri atas 15 butir tes uraian dengan skor minimalnya adalah 0 dan skor maksimalnya adalah 40. Skor itu kemudian dikonversi menjadi nilai dengan menggunakan rumus:

$$\frac{\text{Skor perolehan siswa}}{4} \times 10$$

Untuk menguji hipotesis dalam penelitian akan digunakan teknik analisis varians 2 jalur (Anava AB). Anava adalah jenis analisis statistik parametrik yang digunakan untuk menguji perbedaan 3 kelompok atau lebih (Winarsunu, 2004:101). Anava AB adalah anava yang digunakan untuk menganalisis perbedaan 3 kelompok atau lebih yang terdiri atas 2 variabel bebas. Teknik analisis ini dilakukan dengan asumsi: 1) sampel berasal dari populasi yang berdistribusi normal (normalitas), 2) nilai-nilai varian dalam kelompok sample menunjukkan varian yang homogen (homogenitas), 3) data yang akan diolah berupa data interval, 4) sampel penelitian diambil secara random.

4. Hasil Penelitian

Berdasarkan hasil analisis data diperoleh hasil penelitian sebagai berikut. Pertama, pendekatan pembelajaran yang digunakan memberikan perbedaan pada kemampuan pemecahan masalah matematika siswa ($F_{\text{hitung}} = 124,54$ lebih dari $F_{\text{tabel}} = 3,93$). Nilai rata-rata kemampuan pemecahan masalah matematika siswa yang mengikuti pembelajaran dengan pendekatan realistik adalah 41,99 dan siswa yang mengikuti pembelajaran dengan pendekatan pembelajaran konvensional nilai rata-ratanya 20,39. Berdasarkan hal tersebut dapat dinyatakan bahwa nilai rata-rata kemampuan pemecahan masalah matematika kelompok pendekatan pembelajaran realistik secara statistik lebih tinggi dibandingkan nilai rata-rata kemampuan pemecahan masalah matematika kelompok pendekatan pembelajaran konvensional.

Kedua, variasi aktivitas metakognitif dalam pembelajaran memberikan pengaruh yang berbeda terhadap kemampuan pemecahan masalah matematika siswa ($F_{\text{hitung}} = 113,70$ lebih dari $F_{\text{tabel}} = 3,93$). Nilai rata-rata kemampuan pemecahan masalah matematika siswa yang mengikuti pembelajaran dengan pelatihan metakognitif adalah 40,04 dan siswa yang mengikuti pembelajaran dengan pendekatan pembelajaran konvensional nilai rata-ratanya 22,34. Berdasarkan hal tersebut dapat dinyatakan bahwa nilai rata-rata kemampuan

pemecahan masalah matematika kelompok pelatihan metakognitif secara statistik lebih tinggi dibandingkan nilai rata-rata kemampuan pemecahan masalah matematika kelompok tanpa pelatihan metakognitif.

Ketiga, pendekatan pembelajaran (PMR dan PK) dan aktivitas metakognitif (PM dan TPM) tidak terdapat pengaruh interaktif terhadap kemampuan pemecahan masalah matematika siswa (F hitung = 1,96 kurang dari F tabel = 3,93).

5. Pembahasan hasil penelitian

Berdasarkan hasil analisis sumber pengaruh pendekatan pembelajaran terhadap kemampuan pemecahan masalah matematika diperoleh nilai statistik $F = 124,54$ lebih tinggi daripada F tabel 3,93. Nilai statistik ini memiliki makna bahwa terdapat perbedaan nilai rata-rata kemampuan pemecahan masalah matematika kelompok siswa yang belajar dengan pendekatan PMR dengan kelompok siswa yang belajar dengan pendekatan PK. Kemampuan pemecahan masalah matematika yang dicapai oleh siswa yang mengikuti pembelajaran dengan pendekatan PMR lebih baik dibandingkan dengan siswa yang mengikuti pembelajaran dengan pendekatan konvensional.

Berbagai penelitian (Fauzan, 2001; Surata, 2003; Suharta, 2004; Putro, 2006; Marpaung, 2008; Danoebroto, 2008) menunjukkan bahwa pembelajaran matematika dengan pendekatan realistik memberikan hasil yang lebih baik dalam meningkatkan prestasi matematika siswa khususnya pada kemampuan pemecahan masalah. Siswa-siswa yang mengikuti pembelajaran dengan pendekatan realistik mempunyai penguasaan yang lebih baik pada pengetahuan prosedural maupun pengetahuan konseptual pada materi pecahan (Suharta, 2004). Demikian pula kemampuan pemecahan masalah siswa yang mengikuti pembelajaran dengan pendekatan realistik lebih baik daripada siswa yang mengikuti pembelajaran dengan pendekatan konvensional (Marpaung, 2008).

Pembelajaran dengan PMR memberikan hasil yang lebih baik dalam meningkatkan kemampuan siswa dalam pemecahan masalah matematika dibandingkan dengan pendekatan konvensional. Namun, mengapa secara statistik deskriptif pembelajaran dengan pendekatan PMR dalam pencapaian nilai rata-rata kemampuan pemecahan masalah matematika belum dapat mencapai kualifikasi sangat baik (85,00-100,00)? Bahkan dengan PMR nilai rata-rata kemampuan pemecahan masalah siswa masih berada pada kualifikasi kurang (25,00 – 45,00)?

Belum tercapainya nilai rata-rata kemampuan pemecahan masalah matematika siswa pada kualifikasi sangat baik (85,00 – 100,00) diduga disebabkan oleh beberapa hal.

Pertama, karena siswa belum terbiasa dengan pembelajaran dengan PMR. Pada diri siswa diharapkan terjadi perubahan paradigma mengenai belajar matematika, di mana siswa yang biasanya belajar matematika secara konvensional diganti dengan pembelajaran matematika dengan PMR. Siswa yang pada mulanya belajar hanya menunggu perintah dan petunjuk dari

gurunya untuk belajar, seketika harus berubah saat mulai diterapkannya pembelajaran dengan pendekatan PMR. Jadi kebiasaan-kebiasaan siswa pada pembelajaran sebelumnya masih kelihatan di dalam penerapan pembelajaran dengan PMR.

Kedua, Siswa belum terbiasa mengerjakan soal uraian. Jawaban yang dituntut tidak saja penyelesaian akhir saja melainkan alasan dan uraian bagaimana siswa memperoleh penyelesaian itu. Biasanya siswa hanya mengerjakan soal-soal objektif yang telah menyediakan jawaban atau soal isian singkat yang cukup dijawab dengan penyelesaian akhir saja. Dari analisis terhadap jawaban siswa diketahui bahwa banyak siswa yang mengikuti pembelajaran dengan PMR dapat menjawab (memberikan penyelesaian masalah) dengan benar tetapi alasan / argumentasinya kurang. Hal ini menyebabkan skor yang diperoleh siswa menjadi rendah.

Ketiga, LKS yang digunakan dalam pembelajaran PMR pada penelitian ini berisi masalah-masalah dunia nyata yang sangat berkaitan dengan kehidupan sehari-hari siswa yang sangat berbeda dengan masalah-masalah yang mereka temui dalam pembelajaran matematika sebelumnya. Pemecahan masalah realistik yang ada dalam LKS membutuhkan pemikiran dan pemahaman yang lebih baik untuk menemukan informasi yang bisa digunakan untuk memecahkan masalah yang diberikan. Hal ini tentunya berbeda jauh dengan LKS yang biasa mereka gunakan dalam pembelajaran sebelumnya, dimana setiap informasi sudah disediakan dan siswa hanya mengutip informasi-informasi tersebut untuk menyelesaikan masalah.

Keempat, guru mengalami kesulitan dalam melakukan penyesuaian terhadap peran yang harus dilaksanakan dalam pembelajaran dengan PMR. Dalam proses pembelajaran yang biasa dilaksanakan. Pada pendekatan konvensional guru biasanya menyampaikan materi kepada siswa dan memberikan beberapa contoh soal sesuai materi yang telah dijelaskan kemudian memberi siswa latihan. Pembelajaran dengan PMR pada penelitian ini, guru tidak berperan sebagai penyampai materi tetapi lebih banyak sebagai fasilitator yang memfasilitasi siswa untuk menyelesaikan masalah berdasarkan kemampuan dan pengalamannya masing-masing. Cara pembelajaran yang “tidak biasa” ini tentu memerlukan waktu untuk penyesuaian bagi guru.

Berdasarkan sumber pengaruh aktivitas metakognitif terhadap kemampuan pemecahan masalah matematika diperoleh nilai statistik $F = 113,70$ lebih tinggi daripada F tabel 3,93. Nilai statistik ini memiliki makna bahwa terdapat perbedaan nilai rata-rata kemampuan pemecahan masalah matematika kelompok siswa yang mengikuti pembelajaran dengan pelatihan metakognitif dengan kelompok siswa yang mengikuti pembelajaran tanpa pelatihan metakognitif. Kemampuan pemecahan masalah matematika yang dicapai oleh siswa yang mengikuti pembelajaran dengan pelatihan metakognitif lebih baik dibandingkan dengan siswa mengikuti pembelajaran tanpa pelatihan metakognitif.

Hasil penelitian ini tampaknya konsisten dengan penelitian yang telah dilakukan oleh Danoebroto (2008) tentang pembelajaran dengan pelatihan metakognitif untuk meningkatkan kemampuan pemecahan masalah matematika siswa. Hasil penelitian ini menyatakan bahwa pelatihan metakognitif yang berikan kepada siswa selama proses pembelajaran memberikan pengaruh positif terhadap kemampuan pemecahan masalah matematika siswa.

Pemecahan masalah dalam pembelajaran matematika akan memberikan kemampuan kepada siswa untuk menyelesaikan masalah-masalah riil dalam kehidupannya. Artinya melalui pemecahan masalah, matematika akan memberikan pengalaman bagi siswa untuk menghadapi berbagai tantangan kehidupan. Dalam proses pemecahan masalah, terlibat proses berpikir yang meliputi kesadaran pada apa yang diketahui dan apa yang akan dilakukan untuk memecahkan masalah. Hal itu berarti, dalam proses pemecahan masalah melibatkan kemampuan metakognisi siswa. Kemampuan metakognisi ini dapat ditingkatkan melalui kegiatan pelatihan metakognitif. Mevarech & Kramarski (1997) menemukan bahwa pelatihan metakognitif sangat efektif dalam meningkatkan kemampuan metakognisi siswa yang pada akhirnya dapat meningkatkan kemampuan siswa dalam pemecahan masalah matematika.

Melalui pelatihan metakognitif, siswa dibimbing untuk menyadari masalah yang sedang dihadapi dan mendorong siswa untuk menemukan strategi pemecahan masalah yang tepat sesuai dengan pengalamannya dengan permasalahan sejenis yang pernah dihadapi atau diketahuinya. Setelah menemukan alternatif strategi pemecahan masalah yang dilaksanakan sesuai dengan kemampuannya, siswa dibimbing untuk melakukan refleksi terhadap hasil dan proses pemecahan masalah yang telah dilakukan. Proses pelatihan metakognitif seperti itu menyebabkan siswa dapat menyelesaikan masalah dengan lebih efektif dan terarah dibandingkan dengan siswa yang tidak mendapat pelatihan metakognitif. Dengan demikian penggunaan pelatihan metakognitif dalam pembelajaran akan menjadikan proses pemecahan masalah lebih tertata dalam struktur kognitif siswa, di mana hal tersebut menjadikan ingatan siswa terhadap konsep yang diperoleh dalam pemecahan masalah itu akan lebih kuat. Penguasaan konsep yang lebih baik dan motivasi yang tinggi dalam menyelesaikan permasalahan tentu saja akan memberikan dampak positif yang lebih baik terhadap kemampuan pemecahan masalah matematika siswa yang bersangkutan.

Berbeda halnya dengan siswa yang mengikuti pembelajaran tanpa pelatihan metakognitif. Kemampuan metakognisi siswa tentunya tidak akan berkembang secara optimal. Rendahnya kemampuan metakognisi siswa tentunya akan berpengaruh terhadap kemampuan pemecahan masalah. Padahal dalam proses pemecahan masalah selalu melibatkan proses metakognitif. Tetapi karena kemampuan metakognisinya tidak dilatih tentunya kemampuan pemecahan masalahnya menjadi rendah.

Tetapi peningkatan nilai rata-rata kemampuan pemecahan masalah yang hanya mencapai kualifikasi kurang, belum mencapai kualifikasi sangat baik diduga disebabkan oleh beberapa hal.

Pertama, urutan pertanyaan atau masalah yang disajikan belum mampu membantu siswa untuk mengkonstruksi pengetahuan secara maksimal. Hal ini diakibatkan karena siswa belum terbiasa belajar menggunakan LKS pelatihan metakognitif yang berbeda dengan LKS yang sering mereka gunakan dalam belajar. LKS yang biasa mereka gunakan dalam belajar sudah berisi ringkasan materi sehingga siswa merasa sangat mudah karena siswa menjawab permasalahan dalam LKS hanya dengan menyalin ulang apa yang tertulis dalam rangkuman materi tersebut.

Kedua, jumlah pertanyaan atau masalah yang terdapat di LKS pelatihan metakognitif sangat kurang yakni 1 - 2 masalah tiap kali pertemuan. Masalah-masalah yang digunakan dalam LKS belum mampu mencerminkan semua konsep atau materi yang harus diselesaikan pada pertemuan itu. Dengan demikian, keterampilan siswa dalam pelatihan metakognitif untuk melatih kemampuan pemecahan masalah matematikanya menjadi sangat kurang dan masih banyak konsep dan materi yang harus dipelajari sendiri oleh siswa.

Ketiga, siswa belum terbiasa dengan bentuk tes uraian. Selama ini tes yang dikerjakan siswa dalam bentuk pilihan ganda ataupun isian singkat. Tes objektif atau isian singkat hanya menuntut mereka untuk memilih salah satu jawaban yang telah disediakan tanpa membuat alasan yang ilmiah mengapa memilih jawaban tersebut. Sedangkan dalam penelitian ini, selain memberikan jawaban yang dianggap benar, mereka juga harus menyertakan alasan yang berupa konsep-konsep, bukti-bukti perhitungan, gambar/diagram ataupun alasan yang logis yang mendukung jawaban yang mereka sampaikan.

Sumber ketiga yaitu pengaruh interaksi pendekatan pembelajaran dan aktivitas metakognitif (PDKT*AM) terhadap kemampuan pemecahan masalah matematika siswa, diperoleh nilai statistik $F = 1,96$ kurang daripada F tabel 3,93. Ini berarti tidak terdapat pengaruh interaksi antara pendekatan pembelajaran yang digunakan dan aktivitas metakognitif. Hasil penelitian ini mengungkapkan bahwa tidak terjadi interaksi antara pendekatan pembelajaran dengan aktivitas metakognitif dalam peningkatan kemampuan pemecahan masalah matematika.

Pendekatan pembelajaran dengan aktivitas metakognitif dalam penelitian ini tidak ada interaksi karena pada pembelajaran dengan PK dan TPM nilai rata-rata kemampuan pemecahan masalah matematika siswa sangat kurang ($\bar{X} = 11,03$). Berbeda halnya dengan nilai rata-rata kemampuan pemecahan masalah matematika siswa yang mengikuti pembelajaran dengan PMR dan PM yaitu $\bar{X} = 50,34$. Jika terdapat pengaruh interaksi antara pendekatan pembelajaran dengan aktivitas metakognitif, nilai rata-rata siswa yang mengikuti pembelajaran dengan PK-TPM dan PMR-PM seharusnya tidak berbeda secara

signifikan. Sedangkan hasil penelitian ini menunjukkan bahwa pembelajaran dengan PK-TPM dengan PMR-PM berbeda secara signifikan. Hal ini berarti antara pendekatan pembelajaran dan aktivitas metakognitif dalam penelitian ini tidak terdapat pengaruh interaksi.

Walaupun demikian, hasil penelitian ini menunjukkan bahwa pemberian aktivitas metakognitif berupa pelatihan metakognitif memberikan hasil kemampuan pemecahan masalah yang lebih baik dibandingkan pembelajaran yang tidak memberikan pelatihan metakognitif. Nilai rata-rata kemampuan pemecahan masalah matematika kelompok siswa yang mengikuti pembelajaran dengan PMR-PM adalah 50,34 lebih tinggi daripada kelompok pembelajaran PMR-TPM yang nilai rata-ratanya 33,65.

Berdasarkan temuan dan pembahasan terkait dengan pengaruh pendekatan pembelajaran dan aktivitas metakognitif terhadap kemampuan pemecahan masalah matematika, memiliki implikasi bahwa dalam upaya meningkatkan kemampuan pemecahan masalah matematika siswa, akan sangat bermakna jika diterapkan pembelajaran PMR dan dilengkapi dengan pelatihan metakognitif. Melalui PMR siswa akan belajar matematika mulai dari permasalahan yang biasa dihadapi dalam kehidupannya sehari-hari. Siswa belajar memecahkan masalah dengan aktivitas yang muncul dari ide dan pengalamannya dan dilaksanakan sendiri atau bersama kelompoknya. Guru membimbing siswa dalam proses pemecahan masalah melalui pertanyaan-pertanyaan metakognitif yang disiapkan dalam LKS. Setelah siswa berhasil memecahkan masalah dengan caranya sendiri, guru mengarahkan siswa untuk membangun model matematika yang mengarahkannya pada pemahaman konsep matematika yang sedang dipelajari. Dengan paradigma pembelajaran seperti itu, siswa akan merasakan manfaat belajar matematika dan membuat pembelajaran menjadi lebih bermakna.

5. Simpulan dan Saran

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan dalam penelitian ini maka dapat dirumuskan proposisi umum bahwa pemilihan pendekatan pembelajaran dan aktivitas metakognitif sangat penting dalam meningkatkan kemampuan pemecahan masalah matematika siswa sekolah dasar. Proposisi tersebut secara lebih khusus dapat dijabarkan menjadi tiga simpulan yang menjawab permasalahan dalam penelitian ini yaitu:

- a. Siswa yang mengikuti pembelajaran dengan PMR menunjukkan kemampuan pemecahan masalah yang lebih baik dibandingkan dengan siswa yang mengikuti pembelajaran dengan pendekatan konvensional.
- b. Siswa yang mengikuti pembelajaran dengan pelatihan metakognitif menunjukkan kemampuan pemecahan masalah yang lebih baik dibandingkan dengan siswa yang mengikuti pembelajaran tanpa pelatihan metakognitif.
- c. Tidak terdapat pengaruh interaksi yang signifikan antara pendekatan pembelajaran dan aktivitas metakognitif terhadap kemampuan pemecahan masalah matematika siswa.

Berdasarkan simpulan hasil penelitian di atas maka dapat disarankan hal-hal sebagai berikut:

- a. Bagi guru SD yang mengajar matematika, pembelajaran matematika dengan pendekatan realistik merupakan alternatif pembelajaran untuk meningkatkan kemampuan pemecahan masalah matematika siswa sekolah dasar.
- b. Bagi peneliti, penelitian lebih lanjut dapat dilakukan dengan menyelidiki interaksi antara aktivitas metakognitif dengan pendekatan lain sehingga memberikan kemungkinan hasil yang lebih baik terhadap kemampuan pemecahan masalah siswa tidak hanya pada mata pelajaran matematika, tetapi juga untuk mata pelajaran lain di kelas yang berbeda.
- c. Berdasarkan hasil penelitian ini dapat disarankan bagi pengambil kebijakan di bidang pendidikan khususnya pendidikan matematika di SD agar memberikan perhatian kepada upaya penerapan pendekatan realistik dan pelatihan metakognitif dalam pembelajaran di kelas.

Daftar Pustaka

- Ardana, I.M. 2007. Pendidikan Matematika Realistik Indonesia (PMRI). *Makalah* disajikan dalam Seminar Matematika Regional Bali, 26 Nopember 2007 di Undiksha Singaraja
- Bass, H. 2005. *Mathematics, Mathematicians, and Mathematics Education. Bulletin of the American Mathematical Society* Vol. 42, Num. 4, p 417-430 diakses dari <http://www.fi.uu.nl/materials> 19 Oktober 2008
- Danoebroto, S.W. 2008. Meningkatkan Kemampuan Pemecahan Masalah melalui Pendekatan PMRI dan Pelatihan Metakognitif. *Tesis* (tidak dipublikasikan) Universitas Negeri Yogyakarta.
- Desoete, A. 2001. Off-line Metacognition in Children with Mathematics Disabilities. *Disertasi*. Faculteit Psychologie en Pedagogische Wetenschappen. Universiteit Gent.
- Hadi, S. 2003. *PMR: Menjadikan Pelajaran Matematika Lebih Bermakna Bagi Siswa. Makalah* disampaikan pada Seminar Nasional Pendidikan Matematika “Perubahan Paradigma dari Paradigma Mengajar ke Paradigma Belajar,” di Universitas Sanata Dharma, Yogyakarta
- Jbeili, I.M.A. 2003. The Effects Of Metacognitive Scaffolding And Cooperative Learning On Mathematics Performance And Mathematical Reasoning Among Fifth-Grade Students In Jordan. *Disertasi*. University of Science. Malaysia
- Livingstone, J.A. 1997. *Metacognitive: An Overview* Diakses dari <http://www.gse.buffalo.edu/fas/shuell/cep564/Metacog.htm> 20 Nopember 2008
- Marpaung, Y. 2008. Mengembangkan Kepercayaan Diri Siswa Melalui Pendidikan Matematika Realistik Indonesia (PMRI). *Makalah* disampaikan dalam Seminar Nasional Matematika dan Pendidikan Matematika di Undiksha Singaraja

- Mevarech, Z.R. & Kramarski, B. 1997. IMPROVE: A multidimensional method for teaching mathematics on problem solving dalam McPherson, F. 2006. *Metacognitive questioning and the use of worked examples in math*. Diakses dari <http://www.memory-key.com/StudySkills/IMPROVE.htm>
- Schoenfeld, A.H. 1987. What's All the Fuss About Metacognition in *Cognitive Science and Mathematics Education.*, Hillsdale, NewJersey: Lawrence Erlbaum Associates
- Soedjadi, R. 1999. *Kiat Pendidikan Matematika di Indonesia. Konstataasi keadaan masa kini menuju harapan masa depan*. Dirjen Dikti. Depdiknas.
- Sudiarta, P. 2005. *Pengembangan Model Pembelajaran Matematika Berorientasi Pemecahan Masalah Kontekstual Open-ended*" Dalam Jurnal Pendidikan dan Pengajaran Volume 8 nomor 4 (hlm.582)
- Suharta, I.G.P (2004). Pembelajaran Pecahan di Sekolah Dasar dengan Menggunakan Pendekatan Matematika Realistik. *Disertasi* (Tidak dipublikasikan). Unesa. Surabaya.
- Suherman, E., dkk. 2003. *Strategi Pembelajaran Matematika Kontemporer*. Jurusan Pendidikan Matematika FMIPA UPI. Bandung
- Sukayati. 2008. Pecahan dan Operasinya. *Materi Diklat Guru Pemandu Matematika SD, PPPPTK Yogyakarta*
- Suryanto. 2001. Pendidikan Matematika Realistik. *Makalah* disajikan dalam Lokakarya Penyusunan Perangkat Penataran Matematika bagi Widyaiswara BPG di PPPG Matematika Yogyakarta
- van den Heuvel-Panhuizen, M. 2001. *Realistic Mathematics Education as work in Progress* diakses dari http://www.math.ntnu.edu.tw/~cyc/private/mathedu/me1/me1_2001/mhp1.doc 19 Oktober 2008
- Wu. H. 1999. *Some Remarks on Teaching of Fractions in Elementary School*. <http://www.math.berkeley.edu/~wu> diakses 26 Agustus 2008
- Zulkardi. 1999. *How to Design Mathematics Lesson Based on the Realistic Approach*. Diakses dari <http://www.geocities.com/ratuilma/rme.html> 27 Oktober 2007

Pengukuran *Self-Esteem* Siswa Dalam Pembelajaran Matematika di SMP PGRI 1 Palembang

Nilia Kesumawati

Dosen Pendidikan Matematika FKIP Universitas PGRI Palembang

e-mail: nilakesumawati@yahoo.com

Abstrak

Penelitian ini merupakan penelitian deskriptif yang bertujuan untuk mengetahui *Self-esteem* siswa dalam pembelajaran matematika. Data diperoleh dengan menggunakan instrumen skala *Self-esteem*. Populasinya adalah seluruh siswa SMP PGRI 1 Palembang tahun pelajaran 2012/2013. Pengambilan sampel menggunakan multistage random sampling, yaitu teknik sampling bertahap. Tahap pertama adalah menggolongkan sampel ke dalam jenis kelamin, dan tahap kedua mengelompokkan sampel pada kelompok kelas. Dari hasil perhitungan jumlah sampel yang akan mewakili populasi pada penelitian ini ada sebanyak 113 orang. Kesimpulan dari penelitian ini adalah rata-rata dari skor keseluruhan skala *self-esteem* adalah 2,9. Dari pencapaian skor ini dapat digolongkan *self-esteem* siswa dalam matematika tergolong sedang. Adapun rata-rata masing-masing komponen adalah: kemampuan: 2,9; kesuksesan: 3,1 ; kemanfaatan: 3; dan kebaikan: 2,8. Pengelompokan persentase siswa yang memiliki *Self-esteem* tinggi sebanyak 14,2%, *Self-esteem* sedang 77%, dan *Self-esteem* rendah 8,8%.

Kata kunci: *Self esteem*, pengukuran, aspek afektif.

1. PENDAHULUAN

Pembelajaran matematika merupakan salah satu pembelajaran yang diberikan dalam proses belajar mengajar di sekolah. Dalam pembelajaran matematika selain faktor kognitif, hal lain yang ikut mempengaruhi hasil belajar siswa adalah faktor non-kognitif. Faktor non kognitif yang juga ikut menentukan hasil belajar matematika antara lain adalah kekaguman diri atau kepercayaan diri atau persepsi diri tentang matematika yang merupakan bagian dari komponen afektif.

Salah satu komponen afektif yang perlu diperhatikan dalam pendidikan adalah *self esteem*. *Self-esteem* memiliki banyak pengertian yakni percaya diri, kekaguman diri, perasaan tentang diri, persepsi tentang diri, dan lain sebagainya. *Self esteem* biasanya digunakan untuk menyatakan pandangan seseorang tentang dirinya sendiri seperti konsep-diri dan dapat didefinisikan sebagai penilaian (*judgment*) pribadi tentang *worthiness* (faedah/kegunaan/ kepantasan) yang diekspresikan dalam bentuk sikap (afektif) yang dimiliki individu terhadap dirinya sendiri (Copersmith dalam Muijd & Reynolds, 2008: 219).

Hal ini juga sejalan dengan Permendiknas, salah satu tujuan yang diharapkan melalui pelajaran matematika peserta didik memiliki sifat menghargai kegunaan matematika dalam kehidupan, yaitu rasa ingin tahu, perhatian dan minat dalam pembelajaran matematika, serta sikap ulet dan percaya diri dalam memecahkan masalah (Depdiknas, 2006:346).

Kepercayaan diri (*self-esteem*) siswa terhadap pembelajaran matematika sangat perlu dikembangkan. Tetapi sebelum dikembangkan *self-esteem* siswa ada baiknya terlebih

dahulu diukur *self-esteem* tersebut. Pengukuran *self-esteem* akan dilaksanakan dengan cara meminta siswa untuk menjawab skala *self-esteem* yang telah disusun dan bisa juga dilaksanakan melalui observasi. Dalam penelitian ini untuk mengukur *self-esteem* siswa dalam matematika hanya dengan menggunakan skala *self-esteem*. Skala *self-esteem* yang digunakan untuk mengetahui *self-esteem* siswa terhadap pembelajaran matematika berdasarkan skala *self-esteem* yang telah teruji yaitu skala *self-esteem* Fadillah (2010).

Berdasarkan penelitian Fadillah (2010: 64), ditemukan bahwa pengaruh prestasi belajar terhadap *self-esteem* lebih kuat daripada pengaruh *self-esteem* terhadap prestasi belajar siswa. Dengan kata lain, mendapat prestasi belajar yang bagus dalam pelajaran akan meningkatkan *self-esteem* siswa, sebaliknya mendapat prestasi belajar yang rendah akan menyebabkan *self-esteem* siswa turun.

Menurut Muafi, Hartati and Gusaptono (2010) salah satu kesimpulan dalam penelitian mereka menyatakan bahwa *An individual with high life skills will form a strong self-esteem compared with an individual with low life skills*. Maknanya adalah seorang individu dengan ketrampilan hidup yang tinggi akan membentuk *self esteem* yang kuat dibandingkan dengan individu dengan keterampilan hidup yang rendah.

Begitu juga Budiman (2009) mengatakan bahwa siswa yang memiliki *self-esteem* tinggi atau *self-esteem* yang sehat pada umumnya memiliki kepercayaan diri dan keyakinan yang tinggi pula untuk dapat melakukan tugas gerak yang diinstruksikan guru. Mereka biasanya bersungguh-sungguh dalam melakukan aktivitas jasmani dan selalu berupaya memperbaiki kekurangan dan terus berlatih meningkatkan kemampuannya.

Fadillah, S (2010: 18), mengatakan secara umum beberapa penelitian menunjukkan *self-esteem* dan prestasi belajar siswa saling mempengaruhi, artinya meningkatnya prestasi belajar siswa dapat meningkatkan *self esteem* siswa. Sebaliknya, meningkatnya *self esteem* siswa juga akan meningkatkan prestasi belajar siswa.

Berdasarkan hal di atas maka peneliti tertarik untuk melaksanakan penelitian dengan judul Pengukuran *Self-Esteem* Siswa dalam Pembelajaran Matematika di SMP PGRI 1 Palembang. Dilaksanakan di SMP PGRI 1 Palembang dengan alasan karena SMP tersebut merupakan mitra Universitas PGRI Palembang.

Tujuan dan Manfaat Penelitian

Adapun tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui *self esteem* siswa dalam pembelajaran matematika di SMP PGRI 1 Palembang. Manfaat dari penelitian ini dapat dijadikan panduan untuk proses pembelajaran matematika sehingga guru menjadi lebih mengerti tentang salah satu aspek afektif siswa yaitu *self esteem* dan bagi peneliti dapat digunakan sebagai langkah dasar untuk melaksanakan penelitian lanjutan..

METODE PENELITIAN

Penelitian ini merupakan penelitian deskriptif. Subjek penelitian adalah semua siswa SMP PGRI 1 Palembang tahun pelajaran 2012/2013. Pada tahun 2012/2013 jumlah siswa SMP PGRI 1 Palembang ada sebanyak 552 orang. Pengambilan sampel menggunakan *multistage random sampling*, yaitu teknik *sampling* bertahap. Tahap pertama adalah menggolongkan sampel ke dalam jenis kelamin, dan tahap kedua mengelompokkan sampel pada kelompok kelas. Masing-masing dari karakteristik tersebut akan diambil sampel sebesar 20%. Dari hasil perhitungan jumlah sampel yang akan mewakili populasi pada penelitian ini ada sebanyak 113 orang.

Tabel 1
Jumlah Sampel Berdasarkan Strata

No	Jenis Kelamin	Kelas	Jumlah Populasi	20% Sampel
1	Laki-laki	VII	175	35
		VIII	70	14
		IX	24	5
2	Perempuan	VII	176	36
		VIII	86	18
		IX	21	5
	Jumlah		552	113

Agar data penelitian yang terkumpul lebih memadai, maka digunakan teknik pengumpulan data, yaitu: menggunakan skala yang berisi daftar pernyataan dari variabel *self esteem* yang diteliti kepada para responden. Data yang diperoleh dari hasil penelitian selanjutnya dianalisis secara bertahap. Dalam menganalisis data digunakan tiga jenis analisis, yaitu (1) analisis deskriptif yang digunakan pada data yang bersifat kualitatif, dan (2) pembahasan yang berkaitan dengan analisis data dan kajian literatur, (3) menyimpulkan hasil penelitian.

Selanjutnya untuk kategori pengelompokkan perolehan skor Skala *Self Esteem* (SSE) siswa dibagi ke dalam tiga kelompok yaitu kategori tinggi, sedang, dan rendah. Kriteria kategori berdasarkan skor rata-rata ($\bar{x}$) dan simpangan baku (s), yaitu:

$$\text{Skor SSE} \geq \bar{x} + s$$

kategori *self esteem* tinggi.

$$\bar{x} - s \leq \text{Skor SSE} < \bar{x} + s$$

kategori *self esteem* sedang

$$\text{Skor SSE} < \bar{x} - s$$

kategori *self esteem* rendah

(modifikasi Kesumawati, 2010)

HASIL PENELITIAN

Pengumpulan data dalam penelitian ini menggunakan skala *self-esteem* siswa dalam matematika. Skala tentang *self-esteem* dalam matematika ini memuat empat komponen yaitu: (1) kemampuan (*capability*), (2) kesuksesan (*successfulness*), (3) kemanfaatan (*significance*), dan (4) kebaikan (*worthiness*). Banyaknya item atau pernyataan untuk mengukur keempat komponen ini berjumlah 30 item. Pernyataan dilengkapi dengan empat pilihan jawaban yaitu sangat setuju (SS), setuju (S), tidak setuju (TS), dan sangat tidak setuju (STS). Skor untuk setiap pilihan jawaban dari setiap pernyataan berturut-turut 4, 3, 2, 1 untuk pernyataan positif, dan sebaliknya 1, 2, 3, 4 untuk pernyataan negatif.

Hasil perhitungan terhadap data SSE siswa, diperoleh $\bar{x} = 2,9$ dan $s = 0,3$ sehingga kriteria kategori *self esteem* siswa adalah:

Siswa <i>self esteem</i> tinggi	jika skor SSE $\geq 3,2$
Siswa <i>self esteem</i> sedang	jika $2,6 \leq \text{skor SSE} < 3,2$
Siswa <i>self esteem</i> rendah	jika skor SSE $< 2,6$.

Hasil analisis data pengukuran self esteem siswa dalam matematika dapat dilihat pada Tabel 2 berikut.

Tabel 2
Hasil Pengukuran Self Esteem Siswa SMP PGRI 1 Palembang
Tahun Pelajaran 2012/2013

No	Aspek yang diukur	Indikator	Rata-rata	Kategori
1	Penilaian siswa tentang kemampuan (<i>capability</i>) dirinya dalam matematika	Menunjukkan rasa percaya diri terhadap kemampuannya pada pelajaran matematika	2,8	Sedang
		Menunjukkan keyakinan bahwa dirinya mampu memecahkan masalah matematika	3	Sedang
2	Penilaian siswa tentang keberhasilan (<i>successfulness</i>) dirinya dalam matematika	Menunjukkan kesadaran akan kekuatan dan kelemahan dirinya dalam belajar matematika	2,7	Sedang
		Menunjukkan rasa bangga ketika berhasil dalam pelajaran matematika	3,2	Tinggi

3	Penilaian siswa tentang kemanfaatan (<i>significance</i>) dirinya dalam matematika.	Menunjukkan rasa percaya diri bahwa dirinya bermanfaat untuk teman dan keluarganya dalam matematika	3	Sedang
4	Penilaian siswa tentang kebaikan (<i>worthiness</i>) dirinya dalam matematika.	Menunjukkan sikap yang positif dalam belajar matematika.	2,9	Sedang
		Menunjukkan kesungguhan dalam memecahkan masalah matematika.	2,9	Sedang
		Menunjukkan kemauan dalam belajar matematika karena keinginannya sendiri bukan dipengaruhi orang lain	2,7	Sedang

Dari Tabel 2 di atas diperoleh rata-rata dari skor per indikator skala *self esteem* adalah sedang, hanya satu indikator termasuk dalam kategori tinggi yaitu menunjukkan rasa bangga ketika berhasil dalam pelajaran matematika. Secara keseluruhan rata-rata skala *self-esteem* adalah 2,9. Dari pencapaian skor ini dapat dikategorikan *self-esteem* siswa dalam matematika tergolong sedang. Adapun rata-rata masing-masing komponen adalah: Penilaian siswa tentang kemampuan (*capability*) dirinya dalam matematika adalah 2,9; Penilaian siswa tentang keberhasilan (*successfulness*) dirinya dalam matematika adalah 3,1 ; Penilaian siswa tentang kemanfaatan (*significance*) dirinya dalam matematika adalah 3; dan Penilaian siswa tentang kebaikan (*worthiness*) dirinya dalam matematika adalah 2,8.

Selanjutnya jika dikelompokkan maka diperoleh persentase siswa yang memiliki *Self-esteem* tinggi sebanyak 14,2%, *Self-esteem* sedang 77%, dan *Self-esteem* rendah 8,8%. Hal ini dapat terlihat bahwasannya siswa SMP PGRI 1 Palembang masih rata-rata termasuk dalam kategori *Self-esteem* sedang. Sebagian kecil memiliki *self-esteem* tinggi dan rendah.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan dari penelitian ini adalah rata-rata dari skor keseluruhan skala *self-esteem* adalah 2,9. Dari pencapaian skor ini dapat digolongkan *self-esteem* siswa dalam matematika tergolong sedang. Adapun rata-rata masing-masing komponen adalah: kemampuan: 2,9; kesuksesan: 3,1 ; kemanfaatan: 3; dan kebaikan: 2,8. Pengelompokkan persentase siswa yang memiliki *Self-esteem* tinggi sebanyak 14,2%, *Self-esteem* sedang 77%, dan *Self-esteem* rendah 8,8%. *Self-esteem* merupakan salah satu aspek afektif yang cukup penting dalam pendidikan matematika.

Saran dari hasil penelitian ini adalah untuk guru mulailah dari sekarang berusaha untuk meningkatkan *self-esteem* siswa dalam matematika dengan cara antara lain: (1)

menciptakan rasa ingin tahu, perhatian dan minat siswa dalam pembelajaran matematika, serta sikap ulet dan percaya diri dalam memecahkan masalah, (2) mengutamakan/mengedepankan pada kesuksesan siswa daripada kegagalan mereka, dan (3) mengarahkan siswa untuk menyelesaikan masalah serta berusaha secara maksimal dalam belajar matematika sesuai dengan kemampuannya.

DAFTAR PUSTAKA

- Budiman, D. *Positive Self-Esteem (Self-Esteem Yang Sehat)*. Online. Tersedia pada [http://file.upi.edu/Direktori/FPOK/JUR. PEND. OLAHRAGA/197409072001121-DIDIN BUDIMAN/psikologi olahraga/positive self-esteem.pdf](http://file.upi.edu/Direktori/FPOK/JUR._PEND._OLAHRAGA/197409072001121-DIDIN_BUDIMAN/psikologi_olahraga/positive_self-esteem.pdf). Diakses 29 Oktober 2012.
- Departemen Pendidikan Nasional. (2006). *Kurikulum Tingkat Satuan Pendidikan*. Jakarta: Depdiknas.
- Fadillah, Syarifah. 2010. *Meningkatkan Kemampuan Representasi Multipel Matematis, Pemecahan Masalah Matematis, dan Self Esteem Siswa SMP dalam Matematika Melalui Pembelajaran dengan Pendekatan Open Ended*. Disertasi SPs UPI Bandung. Tidak dipublikasikan.
- Kesumawati, Nila. 2010. *Peningkatan Kemampuan Pemahaman, Pemecahan Masalah, dan Disposisi Matematis Siswa SMP Melalui Pendekatan Pendidikan Matematika Realistik Indonesia*. Disertasi SPs UPI Bandung. Tidak dipublikasikan.
- Muafi, Hartati and Gusaptono . 2010. *The Role of Life Skills Training on Self-Efficacy, Self Esteem, Life Interest, and Role Behavior for Unemployed Youth*. Global Journal of Management and Business Research Vol. 10 Issue 1 (Ver 1.0), February 2010.
- Muijs, D. dan Reynold, D. (2008). *Effective Teaching: Evidence and Prctice*. Terjemahan: Soetjipto, H.P. dan Soejjipto, S.M. Yogyakarta: Pustaka Pelajar.

Pengembangan Media Berbasis Cetakan Melalui Pendekatan PMRI di Kelas VIII SMP

Novi Komariyatiningih¹, Ratu Ilma Indra Putri²

¹ SMA Negeri 1 Penukal Utara

² Program Studi Pendidikan Matematika FKIP Unsri Palembang

¹noviedu@yahoo.com, ²ratu.irma@yahoo.com

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan media berbasis cetakan berupa buku siswa dan mengetahui bagaimana pembelajaran matematika menggunakan media berbasis cetakan melalui pendekatan PMRI. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah deskriptif dan development research. Subjeknya adalah siswa kelas VIII SMP Negeri 2 Lubai Desa Mekar Jaya. Pengumpulan data dilakukan dengan data hasil belajar dan angket. Kesimpulan dari penelitian ini adalah buku siswa yang dikembangkan peneliti dengan menggunakan pendekatan PMRI valid dan praktis, pembelajaran matematika dengan menggunakan media berbasis cetakan melalui pendekatan PMRI memberikan hasil yang baik terlihat dari 81,39% siswa memperoleh nilai di atas 56, dan siswa bersikap positif terhadap pembelajaran menggunakan buku siswa.

Kata Kunci: PMRI, Media berbasis cetakan

I. PENDAHULUAN

Menurut Zulkardi (2005:2), permasalahan inti dalam pendidikan matematika di Indonesia yaitu rendahnya mutu pendidikan yang ditunjukkan oleh rendahnya prestasi siswa baik pada skala nasional, Ujian Nasional (UN), maupun internasional. Rendahnya prestasi siswa tersebut terkait dengan komponen-komponen pembelajaran matematika di sekolah, diantaranya kurikulum, media, metode. Rendahnya prestasi ini juga dilatarbelakangi dengan metode pembelajaran yang berpusat pada guru, serta media pembelajaran yang digunakan.

Matematika mempunyai peranan penting dalam mengembangkan daya pikir manusia. Dengan pembelajaran matematika diharapkan peserta didik dapat mengembangkan kemampuan menggunakan matematika dalam pemecahan masalah dan mengkomunikasikan ide atau gagasan dengan menggunakan simbol, tabel, diagram, dan media lainnya.

Penggunaan konteks yang sesuai dengan konsep dalam memulai pembelajaran artinya dalam pembelajaran hendaknya diawali dengan situasi yang dikenal siswa, sehingga dapat memotivasi siswa belajar dan pembelajaran matematika tidak terkesan sulit lagi. Dalam pembelajaran guru hendaknya mengurangi dominasi di kelas, siswa diharapkan dapat membangun pengertian tentang konsep yang dipelajari dengan bantuan guru dan teman sekelasnya.

Hal ini sesuai dengan Peraturan Mendiknas No. 24 tahun 2006 terkait dengan kurikulum yang berlaku saat ini, yakni KTSP (Kurikulum Tingkat Satuan Pendidikan) yang menekankan dalam setiap kesempatan pembelajaran matematika hendaknya dimulai dengan pengenalan masalah yang sesuai dengan situasi, sehingga secara bertahap peserta didik dibimbing untuk menguasai konsep matematika (Depdiknas, 2006:415).

Zulkardi (2005:9-10) mengatakan, dengan demikian guru dituntut untuk menerjemahkan tujuan-tujuan kurikulum ke dalam materi yang akan dipelajari siswa hingga mudah dimengerti dengan membuat materi sendiri (bukan hanya menggunakan buku teks matematika dari suatu penerbit buku) dan menggunakan teori pembelajaran yang sesuai dengan KTSP, kurikulum yang berlaku saat ini, yaitu PMRI (Pendidikan Matematika Realistik Indonesia) karena dalam PMRI pembelajaran dimulai dari hal-hal yang dekat dengan siswa, sebagai titik awal pembelajaran matematika dalam membantu siswa mengembangkan pengertian terhadap konsep matematika.

Pendidikan di Indonesia belum merata, upaya pemerataan pendidikan telah dilakukan pemerintah melalui program wajib belajar (WAJAR). Dalam rangka penuntasan wajib belajar sembilan tahun, Direktorat Pembinaan SMP telah menjalin kerja sama dengan Universitas Sriwijaya melalui kuliah kerja nyata (KKN) WAJAR angkatan 65 tahun 2006 yang telah peneliti jalani.

Salah satu kegiatan yang dilakukan adalah melakukan observasi/pendataan di sekolah. Berdasarkan hasil observasi diperoleh di SMP Negeri 2 Lubai, seorang guru matematika sekaligus guru Bahasa Inggris. Dalam pembelajaran masih berpusat pada guru, dan menggunakan buku teks yang dipinjamkan dari sekolah. Pelajaran matematika dirasakan sulit bagi siswa, sehingga hasil belajar siswa rendah. Berdasarkan informasi yang peneliti peroleh dari guru bidang studi matematika, dalam pembelajaran matematika, siswa yang memperoleh nilai di atas 60 hanya sekitar 6 orang.

Menanggapi hasil belajar yang rendah ini, guru harus membenahi masalah-masalah pada komponen pembelajaran, dengan mereformasi metode mengajar yang mereka gunakan, meramu materi dan tes yang mereka berikan, mencocokkan buku dan media yang mereka pakai selama ini. Media pembelajaran adalah alat yang digunakan untuk mempermudah pemahaman suatu konsep yang ingin dicapai dalam pembelajaran. Bentuknya beragam mulai dari yang paling sederhana atau tradisional sampai ke teknologi canggih. Yang perlu dicermati dalam penggunaan media belajar adalah bukan kecanggihan, tetapi mudah dipakai dan cocok dengan konsep yang dipelajari (Zulkardi, 2005:5-11).

Peneliti tergerak ingin membantu mengatasi masalah pendidikan di sekolah ini, mengubah sikap negatif siswa tentang matematika dengan mendesain sebuah media berbasis cetakan berupa buku siswa dan LKS menggunakan pendekatan PMRI. Materi yang peneliti gunakan adalah Luas Permukaan Balok, yang sesuai dengan KTSP.

Berangkat dari latar belakang permasalahan tersebut di atas maka peneliti mengambil judul “PENGEMBANGAN MEDIA BERBASIS CETAKAN MELALUI PENDEKATAN PMRI DI KELAS VIII SMP”

II. METODOLOGI PENELITIAN

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah deskriptif, yakni mendeskripsikan hasil belajar siswa dalam pembelajaran matematika menggunakan media berbasis cetakan melalui pendekatan PMRI, dan *development research*, yaitu pengembangan perangkat pembelajaran yang menggunakan pendekatan PMRI.

III. PEMBAHASAN

Pendesainan Materi

Proses pendesainan materi terkait dengan pembuatan model pembelajaran yang kemudian dievaluasi guna mengetahui apakah desain materi yang dibuat valid dan praktis. Proses evaluasi dilakukan dengan 3 tahap, yaitu penilaian pakar, evaluasi kelompok, dan uji coba. Penilaian pakar pada buku siswa dilakukan oleh guru besar pendidikan matematika, yaitu Zulkardi. Penilaian pakar dilakukan melalui konsultasi yang dilakukan tanggal 13 Juli 2007. Fokusnya pada kevalidan dari materi, yaitu kejelasan gambar, kesesuaian dengan karakteristik PMRI.

Peneliti memberikan seperangkat buku yang telah dianalisis bersama dengan pembimbing untuk dianalisis oleh pakar. Pakar memberikan kritik dan saran, yang dijadikan sebagai bahan pertimbangan untuk revisi.

Uji coba 1

Evaluasi kelompok (uji coba 1) dilakukan kepada 20 orang siswa yang menghasilkan kritik dan saran yang membangun, digunakan sebagai pedoman untuk merevisi materi hingga menghasilkan sebuah model pembelajaran berupa buku siswa yang disebut prototip pertama sebelum dilakukan uji coba 2.

Revisi

Hasil dari uji coba 1 dianalisis dari tingkat kesukaran, kejelasan materi, bahasa untuk kemudian direvisi. Hasil revisi ini menghasilkan buku siswa sebagai prototipe pertama yang digunakan dalam uji coba 2.

Uji Coba 2

Buku siswa yang diperoleh diujicobakan kepada subjek penelitian (seperti terlihat pada gbr. 1), yaitu siswa SMP Negeri 2 Lubai yang berjumlah 43 siswa. Data yang digunakan dalam penelitian adalah latihan, PR, tes, dan angket. Latihan, PR, tes digunakan untuk melihat hasil belajar siswa, sedangkan angket untuk melihat sikap siswa yang hanya merupakan data pelengkap terhadap proses pembelajaran, apakah siswa bersikap positif atau sebaliknya.



Gbr.1 Siswa menentukan bagian sisi-sisi balok

Untuk mengukur sejauh mana pemahaman siswa terhadap materi luas permukaan balok, hasil belajar yang dilihat adalah latihan. PR, dan tes. Di akhir pembelajaran siswa diberikan PR menentukan ukuran kertas kado yang dibutuhkan untuk membungkus sebuah kotak berdasarkan pengetahuan matematika yang telah diperoleh siswa.

Pada hasil jawaban siswa, terjadi beberapa kesalahan yang diantaranya terletak pada operasi hitung, seperti yang terlihat pada gambar berikut:

Gbr. 2

Gbr. 3

Kesalahan tersebut mungkin disebabkan karena pada saat pembelajaran peneliti kurang melakukan apersepsi mengenai operasi hitung, bahasa soal yang peneliti buat belum mereka pahami sehingga mereka mengalami kesulitan dalam menjawab soal, dan pembelajaran seperti ini merupakan hal yang baru bagi siswa.

Setelah dilakukan latihan dan tes berikutnya, hasil yang diperoleh lebih baik dari semula. Hal ini dapat dilihat dalam tabel 1, yaitu distribusi frekuensi hasil belajar siswa yang dapat dilihat dalam tabel berikut:

Tabel 1. Distribusi Frekuensi Hasil Belajar Siswa

Nilai Siswa	tihan 1	latihan 2	es 1	es 2	PR
80-100	17	30	17	29	42
66-79	-	6	3	2	-
56-65	13	1	-	-	-
40-55	-	2	18	3	-
0-39	13	4		9	1

Dari tabel di atas dapat dilihat peningkatan hasil belajar yang diperoleh siswa setelah dilakukan latihan dan tes yang kedua. Rata-rata latihan yang pertama adalah 63,95, sedangkan yang kedua 80,12. Ini menunjukkan adanya kenaikan sekitar 25%. Sedangkan

rata-rata tes yang pertama 63,02 dan rata-rata tes yang kedua 72,95, terjadi kenaikan sekitar 16%. Terjadinya peningkatan tersebut dapat disimpulkan bahwa pemahaman siswa terhadap materi Luas Permukaan Balok cukup baik. Hasil belajar siswa tersebut kemudian dikonversikan ke dalam nilai akhir sehingga diperoleh sebagaimana yang dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 2. Distribusi Frekuensi Nilai Akhir Siswa

<i>Nilai Siswa</i>	Frekuensi	KATEGORI
80 – 100	19	Sangat Baik
66 – 79	8	Baik
56 – 65	8	Cukup
40 – 55	5	Kurang
0 – 39	3	Sangat Kurang

Dari tabel di atas dapat dilihat siswa yang memperoleh nilai dari kategori cukup ada sebanyak 35 siswa (81,39%). Setelah peneliti analisis, kesalahan banyak terjadi pada ketidakteitian siswa dalam melakukan operasi hitung, sehingga mengakibatkan nilai yang diperoleh siswa rendah, berada di bawah 56, namun hasil belajar siswa berupa kemampuan mengerjakan soal-soal pada latihan, PR, dan tes setelah pembelajaran matematika menggunakan buku siswa dengan pendekatan PMRI mengalami peningkatan, dimana semula, sebelum menggunakan media berbasis cetakan melalui pendekatan PMRI, siswa yang memperoleh nilai di atas 60 hanya berkisar 6 orang.

Pembelajaran matematika melalui media berbasis cetakan dengan pendekatan PMRI ini merupakan pengalaman baru bagi siswa dalam proses belajar, meskipun demikian hasil belajar yang diperoleh siswa termasuk dalam kategori baik, terlihat dari jumlah siswa yang memperoleh hasil belajar di atas rata-rata lebih banyak.

Di akhir pembelajaran, siswa diberikan angket berupa 5 pertanyaan yang terdiri dari lima alternatif jawaban, yaitu sangat setuju (SS), setuju (S), Ragu (R), tidak setuju (TS), sangat tidak setuju (STS). Analisis jawaban angket siswa dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 3. Analisis Jawaban Angket

Pertanyaan Angket	SS	S	R	TS	STS
1. Belajar matematika dengan menggunakan buku siswa lebih menyenangkan.	28	15			
2. Belajar matematika dengan menggunakan buku siswa menjadi lebih mudah.	22	21			
3. Isi buku siswa ini menarik untuk dipelajari.	20	20	1	2	
4. Belajar matematika dimulai dengan hal-hal yang dekat dengan siswa sehingga menemukan rumus sendiri lebih bermakna daripada diberikan rumus langsung.	23	19			1
5. Siswa diberi kesempatan untuk berdiskusi dan berpendapat.	30	12		1	

Dari tabel di atas dapat dilihat dari kelima pertanyaan angket sebagian besar siswa menjawab sangat setuju dan setuju. Siswa yang menjawab ragu pada pertanyaan angket nomor 3, dikarenakan siswa tersebut tidak tahu apakah buku siswa tersebut menarik atau tidak untuk dipelajari, hal ini dapat disebabkan karena pengisian angket setelah proses pembelajaran merupakan suatu hal yang baru sehingga siswa ragu dalam memberikan jawaban. Pada pertanyaan angket nomor 3 dan 5 terdapat masing-masing 2 dan 1 orang yang menjawab tidak setuju, hal ini dapat disebabkan siswa tidak terbiasa dengan pembelajaran seperti ini. Pada pertanyaan angket nomor 4 terdapat seorang siswa yang menjawab sangat tidak setuju, hal ini dapat dikarenakan siswa tidak terbiasa menemukan sendiri rumus dalam pembelajaran matematika, siswa hanya menggunakan rumus langsung yang sudah tersedia di dalam buku teks yang biasa digunakan.

Berikut komentar beberapa siswa terhadap media berbasis cetakan yang digunakan dalam pembelajaran secara umum:

- buku siswa itu sangat bagus karena mudah mempelajarinya dan mudah mengerti, gambarnya sangat bermakna dan menarik (menurut Yurma).
- menyenangkan, mempermudah kita untuk belajar matematika karena ada gambar itulah membuat matematika mudah dimengerti (menurut Karmanadi).
- dengan belajar buku siswa segalanya lebih mudah karena menyenangkan, mudah, bisa sambil hura-hura dengan kerja kelompok (menurut Deka Rizky).
- saya sangat senang dengan buku siswa karena dapat mempermudah proses belajar, karena ada gambar yang ditunjukkan di buku itu mudah untuk dimengerti (menurut Panji Prabowo).

Dari komentar di atas pada dasarnya siswa menyenangi pembelajaran dengan menggunakan buku siswa melalui pendekatan PMRI tersebut dikarenakan gambar-gambarnya yang menarik, pembelajaran dilakukan secara berkelompok dan dimulai dengan sesuatu yang konteks, menggiring siswa menemukan rumus luas permukaan balok sehingga pembelajaran menjadi lebih mudah dan menyenangkan untuk dipelajari.

Angket tersebut kemudian dihitung skornya. Skor angket yang diperoleh siswa kemudian dikonversikan ke dalam kategori sikap yang dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 4. Distribusi Frekuensi Sikap Siswa

<i>Interval</i>	Frekuensi	Kriteria	Persentase	Kriteria Sikap
0,0 – 4,0	0	Sangat tidak setuju	0%	NEGATIF
4,1 – 8,0	0	Tidak setuju	0%	
8,1 – 12,0	1	Tidak tahu	2,33%	POSITIF
12,1 – 16,0	8	Setuju	18,60%	
16,1 – 20,0	34	Sangat setuju	79,07%	

Dari tabel di atas diperoleh sikap siswa dalam pembelajaran matematika melalui media berbasis cetakan dengan pendekatan PMRI berada dalam kriteria sikap positif, artinya siswa senang belajar matematika menggunakan media berbasis cetakan dengan pendekatan PMRI.

IV. SIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis dan pembahasan, peneliti menyimpulkan secara umum bahwa pengembangan media berbasis cetakan dengan pendekatan PMRI adalah valid dan praktis, pembelajaran matematika menggunakan media berbasis cetakan melalui pendekatan PMRI memberikan hasil belajar yang baik, terlihat dari hasil belajar siswa yang memperoleh nilai 56 ke atas sebanyak 35 siswa (81,39%) dan sikap siswa yang positif terhadap pembelajaran matematika menggunakan media berbasis cetakan dengan menggunakan pendekatan PMRI.

DAFTAR PUSTAKA

- Ahmadi, Abu, dan Widodo Supriyono. 2004. *Psikologi Belajar*. Jakarta: Rineka Cipta.
- Arsyad, Azhar. 2003. *Media Pembelajaran*. Jakarta: PT. Raja Grafindo Persada.
- Depdiknas. 2003. *Pedoman Khusus Pengembangan Sistem Penilaian Berbasis Kompetensi Sekolah Menengah Pertama (SMP)*. Jakarta: Depdiknas.
- _____. 2003. *Kegiatan Belajar Mengajar Yang Efektif*. Jakarta: Depdiknas.
- Hadi, S. 2006. PMRI, 'Benih pembelajaran matematika yang bermutu.' *Majalah PMRI*, IV(3):9-10.
- Ilma, R. 2007. "Pengembangan Model Pembelajaran Matematika Pokok Bahasan Statistika Menggunakan Pendekatan Realistic Mathematics Education (RME) Berdasarkan KBK di SMA N 17 Palembang". *Jurnal Pendidikan Matematika* 1(1):27-28.
- Marpaung. 2007. "Pembelajaran Matematika dengan Pendekatan PMRI: Matematisasi Horizontal dan Matematisasi Vertikal". *Jurnal Pendidikan Matematika* 1(1):3.
- Slameto. 2003. "Belajar dan Faktor-faktor yang Mempengaruhinya". Jakakarta: Rineka Cipta.
- Sudjana, Nana. 1995. *Penilaian Hasil Proses Belajar Mengajar*. Bandung: Remaja Rosdakarya.
- Suherman,dkk. 2001. *Strategi Pembelajaran Matematika Kontemporer*. Bandung: UPI
- Sul, Ismail dan Nyimas Aisyah. 2007. *Diklat Mata Kuliah Telaah Kurikulum*. Inderalaya: UNSRI.
- Winkel, W. S. 1996. *Psikologi Pengajaran*. Jakarta: PT. Grasindo.

Joyful and Meaningful Mathematics in KKG: Case Study in South Sumatra

Ratu Ilma Indra Putri
ratu.irma@yahoo.com
Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan
Universitas Sriwijaya, Indonesia

Abstract

Pendidikan Matematika Realistik Indonesia (PMRI), is an innovation in mathematics education in Indonesia which was introduced last decade. This research aims at improving primary mathematics teacher using PMRI through KKG in South Sumatra. In order to develop teachers' ability, design research method is used. The model is tested 7 primary teachers from 1 sub-district in Palembang. They were involved in all activities in three different environments. First, they attended the workshop in PMRI center in campus. There, they used materials on a mathematics topic. Then, they used the materials and performed as presenters or main teachers in the workshop of KKG. Data were collected using classroom observation, documentation, and video. These data will be presented and discussed during the presentation.

Key Words: PMRI, KKG, Profesional Teachers, design research.

Pendahuluan

Sembiring, Hoogland and van den Hoeven (2009), menyatakan salah satu inovasi dalam pembelajaran matematika yang dikembangkan di Indonesia sejak tahun 2001 adalah Pendidikan Matematika Realistik Indonesia (PMRI). Penerapannya dimulai dari pendidikan dasar, Sekolah Dasar (SD) dan Madrasah Ibtida'iyah (MI). Sampai saat ini, jumlah sekolah yang terlibat sebagai sekolah mitra LPTK, adalah sekitar 100 sekolah. Jumlah ini akan bertambah terus mengingat jumlah SD baru yang ingin ikut kian banyak.

Salah satu bentuk diseminasi PMRI adalah telah dibentuk Kelompok Kerja Guru (KKG) untuk guru-guru matematika dalam satu kecamatan atau kelurahan kerjasama dalam menyiapkan persiapan mengajar khususnya mempelajari PMRI. Sementara tim PMRI Unsri datang sebagai narasumber (Ilma & Zulkardi, 2004; Ilma & Zulkardi, 2007)

Ketiga lingkungan belajar tersebut di atas akan dimanfaatkan untuk menghasilkan guru PMRI yang berkualitas. Di pusat PMRI mereka akan mempelajari teori dan praktik menjadi guru PMRI sedangkan di SD ujicoba mereka mempraktikkan bagaimana menjadi guru PMRI. Hasilnya mereka dapat tularkan dan presentasikan kepada guru matematika lain pada kegiatan di KKG PMRI.

KKG PMRI di MIN 2 merupakan kelanjutan dari Diklat Pendidikan Matematika Realistik bagi Guru Matematika SD dengan jumlah peserta sebanyak 30 orang guru yang mewakili 14 kecamatan se-kota Palembang. Kegiatan KKG ini dilaksanakan setelah guru sekolah yang sudah mengikuti diklat mengimplementasikan pembelajaran PMRI di kelas mereka. Kegiatan KKG ini juga mengundang guru-guru sekitar kecamatan daerah MIN 2 sebagai

pengembangan dan perluasan PMRI di daerah tersebut. Penelitian ini bertujuan adalah mengembangkan dan menghasilkan produk dalam bentuk Model lingkungan belajar (learning environment) tempat melatih atau menghasilkan guru PMRI yang professional di MIN 2 Palembang.

Menurut Zulkardi (2010), konsep dasar PMRI diambil dari konteks yang sudah dikenali siswa dan menggunakan model sehari-hari yang dekat dengan siswa. Pembentukan konsep matematika dianalogkan dengan fenomena gunung es. Dimana bagian bawah gunung es sebenarnya lebih besar daripada bagian puncaknya yang terlihat di permukaan. Bagian dasar itulah yang harus kita matangkan ketika pembelajaran matematika di kelas. Kita tidak langsung memberikan rumus pada siswa, baru kemudian menggunakannya untuk menyelesaikan soal. Hal inilah yang memicu pemikiran bahwa matematika selalu menjadi momok bagi siswa. Terlebih lagi jika pembawaan dan cara pembelajaran di kelas yang terkesan mengerikan dan menakutkan bagi siswa.

Guru harus pintar dalam mengatur kelas, memberikan permasalahan menarik yang pernah siswa jalani atau alami sebagai konteks awalan/pembukaan, dan memancing siswa untuk berargumen. Guru harus memiliki keterampilan Kemampuan pedagogis (the art of teaching) yang terdiri dari kemampuan untuk menyiapkan pembelajaran, kemampuan untuk mencari konteks pembelajaran, dan kemampuan untuk membuat siswa bertanya. Dalam pengembangan konsep harus sistematis seperti tanga (scaffolding) baru lanjut ke memorisasi dan latihan dan kemudian ekspansi konsep lebih jauh yang diperkaya dengan remedial dan pengayaan.

Sebagai contoh masalah es krim. Diberikan gambar 5 kotak es krim yang masing-masing kotak es krim berisi 4 es krim. Siswa diminta untuk mencari berapa banyak es krim seluruhnya. Mintalah siswa untuk mempresentasikan jawaban mereka dan memberikan argumen tentang jawaban temannya. Pada saat kegiatan pembelajaran, buatlah siswa untuk aktif bertanya dan bebas mengeluarkan pendapat. Diharapkan agar siswa mampu menganalisis dan mencari cara untuk menyelesaikan masalah yang kemudian diluruskan oleh guru dengan cara memancing siswa (guru tidak langsung memberikan jawaban akhir).

Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode penelitian design research untuk meningkatkan kualitas pendidikan melalui iterative analysis, mendesain atau memperbaiki design sebelumnya, dan pelaksanaan (implementation) berdasarkan kerjasama antara peneliti dan pelaksana dalam lapangan (daily life settings), dan mengacu pada desain teori-teori dan prinsip-prinsip secara kontekstual.

Tiga tahap dalam pelaksanaan penelitian design research, yaitu:

Tahap I: Persiapan untuk Penelitian (*Preparing for the Experiment*)

Desain pendahuluan berfungsi untuk mengimplementasikan ide-ide awal yang diperoleh dari kajian literatur sebelum mendesain aktivitas-aktivitas pembelajaran.

Tahap II: *Teaching Experiment*

bertujuan untuk mengumpulkan data yang akan digunakan untuk menjawab pertanyaan penelitian. Serangkaian aktivitas pembelajaran yang telah didesain, diujicobakan dan direvisi diterapkan di kelas

Tahap III: *Retrospective Analysis*

Peneliti akan menganalisis data yang diperoleh dari tahap *teaching experiment* dan menggunakan hasil dari analisis untuk mengembangkan desain selanjutnya. HLT digunakan dalam tahap *retrospective analysis* sebagai panduan dan referensi utama dalam menjawab pertanyaan penelitian (Gravemeijer dan Cobb, (2006)).

Subyek Penelitian

Penelitian ini melibatkan 4 orang guru MIN 2 Palembang dan 6 guru dari 5 sekolah lain dalam satu rayon.

Teknik Pengumpulan dan Analisis Data

- Observasi, dengan menganalisis lembar observasi untuk mengetahui aktivitas guru dan siswa di kelas.
- Video dan camera, dengan menganalisis hasil rekaman dan foto pada saat guru menerapkan pembelajaran PMRI.
- Dokumentasi

Hasil dan Pembahasan**Tahap I: Persiapan untuk Penelitian (*Preparing for the Experiment*)**

Desain pendahuluan yang dilakukan dengan bersama-sama mendesain materi yang akan diterapkan di kelas dan menemukan ide-ide awal yang diperoleh dari kajian literatur sebelum mendesain aktivitas-aktivitas pembelajaran. Menentukan guru model pada saat mengimplementasikan materi di kelas. Pada saat pendesainan dilakukan di Kampus Pascasarjana UNSRI.

Pembelajaran dimulai dengan melihat gambar GOR Jakabaring dan para penonton yang sedang menonton pertandingan. Peserta (diasumsika sebagai siswa) diminta untuk menduga kapasitas penonton yang dapat ditampung di GOR tersebut. Hal ini merupakan konteks awalan untuk memperkenalkan pada siswa nilai ratusan ribu. Konteks berikutnya adalah 'belanja di pasar'. Secara tidak langsung, siswa melakukan proses hitung campuran pada konteks ini.



Gambar 1. Peserta sedang berdiskusi menyusun materi

Tahap II: *Teaching Experiment*

Pada tahap ini bertujuan untuk melaksanakan materi yang telah didesain melalui serangkaian aktivitas pembelajaran.

Awal pembelajaran menggunakan konteks 'mainan di rumah'. Situasi KKG dibuat seolah dalam kelas dengan peserta sebagai siswa, dan narasumber sebagai guru kelas. Siswa diminta untuk menyebutkan jenis mainan yang mereka punya di rumah, kemudian menyebutkan banyaknya mainan yang mereka punya. Selanjutnya, guru menggunakan konteks benda-benda di sekitar kelas untuk membelajarkan materi membilang benda. Salah seorang siswa diminta untuk maju ke depan, dan menggambarkan /menjiplak jari mereka ke papan tulis. Siswa yang lain (perwakilan kelompok) diminta untuk maju ke depan, menempelkan gambar-gambar bermagnet ke papan bergambarkan jari tangan tadi. Banyaknya gambar disesuaikan dengan banyak jari yang terlihat. Setelah belajar sambil bermain dengan menempel-nempel gambar pada papan magnet, setiap kelompok diberi lembar kerja. Setiap kelompok diminta untuk menyelesaikan lembar kerja dan meminta perwakilan masing-masing kelompok untuk menjelaskan kepada teman-teman yang lain.

Pada intinya, pembelajaran yang berlangsung di kelas Ibu Nurlaina sebagai salah satu implementasi PMRI di kelas sudah berjalan dengan baik. Langkah-langkah yang dilakukan oleh Ibu Nurlaina sudah menunjukkan adanya usaha untuk menuju pembelajaran dengan menggunakan pendekatan PMRI. Semangat dari ibu-ibu guru inti yang membantu Ibu Nurlaina dalam kelas pun bagus dan teratur dengan baik.



Gambar 2. Penampilan Ibu Nurlaina ketika mengajar dengan PMRI

Tahap III: *Retrospective Analysis*

Peneliti akan menganalisis data yang diperoleh dari tahap *teaching experiment* dan menggunakan hasil dari analisis untuk mengembangkan desain selanjutnya.



Gambar 3. Peneliti dan Guru melaksanakan retrospectif analisis

Analisis lembar observasi guru

Tabel 1. Hasil observasi terhadap guru

No.	Kegiatan	Ya	Tidak
1.	Awal Pelajaran	81,8 %	18,2 %
	Faktor yang tidak boleh terjadi di awal pelajaran	0 %	100 %
2.	Aktivitas saat pelajaran berlangsung	77,8 %	22,2 %
	Faktor yang tidak boleh terjadi pada saat aktivitas saat pelajaran berlangsung	25 %	75 %
3.	Akhir pelajaran	83,3 %	16,7 %
	Faktor yang tidak boleh terjadi di akhir pelajaran	25 %	75 %

Keterangan tambahan:

- Total kelompok : 7
- Total peserta dalam setiap kelompok : 5 atau 6 siswa
- Total peserta yang mempresentasikan jawabannya : 3 siswa
- Total peserta yang komunikasikan argumentasinya : 16 siswa

- Total peserta yang secara jelas tidak memberikan : 3 siswa
perhatian pada saat pelajaran berlangsung

Dari hasil persentase yang tertera pada tabel di atas, indikator- indikator penilaian guru di awal pelajaran terpenuhi 81,8% dan indikator yang belum terpenuhi sebesar 18,2%. Indikator yang belum muncul di awal pelajaran yang pertama adalah guru belum terlihat meriview PR (jika ada PR sebelumnya). Ketika observasi, terlihat bahwa siswa hanya mengumpulkan PR yang diberikan oleh guru pada pertemuan sebelumnya. Kedua, guru belum memberikan pengarahan pada siswa bagaimana menggunakan waktu yang tersedia. Ketika observasi terlihat guru masih sibuk dengan alat-alat peraga yang akan digunakan dalam pembelajaran, sehingga untuk kontrol waktu terlupakan. Faktor-faktor yang tidak boleh terjadi di awal pelajaran 100% tidak terlihat ketika di awal pelajaran. Guru terlihat siap, mengenalkan konteks dengan baik, dan tidak menanggapi secara negatif jawaban siswa.

Pada saat aktivitas pelajaran berlangsung, sebesar 77,8% dari indicator yang terdapat dalam lembar observasi terpenuhi dengan baik. Indikator yang belum terpenuhi sebesar 22,2%, yaitu guru masih belum membawa dan menggunakan jawaban peserta sebagai topik dalam diskusi. Jawaban siswa yang terlihat hanya benar dan salah, belum digali lagi secara mendalam. Kemampuan guru untuk memancing siswa dengan pertanyaan-pertanyaan pancingan masih belum terlihat. Dikarenakan siswa kelas ini merupakan siswa kelas satu, guru membentuk kelompok sesuai dengan aturannya. Terlihat dalam pembentukan kelompok masih berdasarkan jenis kelamin, perempuan hanya dengan perempuan, dan sebaliknya. Pembagian kelompok masih belum merata. Masih ada salah satu faktor yang tidak boleh terjadi saat aktivitas pelajaran berlangsung yaitu guru memberikan alternatif solusi terlalu cepat sehingga peserta tidak sempat lagi mencari sendiri. Dalam PMRI, diharapkan guru dapat menahan diri dan hanya membimbing serta mengarahkan siswa. Dengan memberikan pertanyaan-pertanyaan pancingan, diharapkan siswa dapat menemukan sendiri matematika mereka. Barulah setelah itu guru meluruskan jawaban mereka di akhir pelajaran dan memancing siswa untuk memberikan kesimpulan dari pelajaran mereka hari ini.

Di akhir pelajaran, sebesar 83,3% dari indikator yang terdapat dalam lembar observasi terpenuhi dengan baik dan 16,7% masih belum terpenuhi. Artinya hanya satu poin yang masih belum terpenuhi, yaitu guru belum terlihat mengevaluasi siswa di akhir unit menggunakan soal-soal yang merupakan aplikasi dan terkait dengan topik-topik lain sehingga dapat menajamkan pengetahuan peserta akan konsep baru yang dipelajarinya. Hal ini kemungkinan dikarenakan waktu yang tersisa untuk mata pelajaran matematika tidak banyak, guru terlihat terburu-buru untuk menutup pelajaran. Satu hal lagi yang terlupakan oleh guru yaitu guru tidak memberikan assesmen akhir atau pekerjaan rumah. Pemberian pekerjaan siswa dalam PMRI dinilai perlu untuk mengekspansi kemampuan siswa menyerap materi pelajaran lebih jauh selain tugas-tugas yang diberikan oleh guru di kelas.

Kesimpulan

Melalui kegiatan KKG memberikan peranan yang penting dalam mendesain pembelajaran dan meningkatkan kemampuan guru dalam mendesain materi pembelajaran bilangan 1-10, dan pada saat teaching experiment. Lintasan belajar siswa dalam pembelajaran bilangan 1-10 yang berkembang dari tahap informal ke tahap formal dapat dilihat pada saat siswa mampu menyelesaikan persoalan pada level formal yaitu bilangan 1-10.

Daftar Pustaka

- Gravemeijer & Cobb. 2006. Design Research from A Learning Design Perspective. Dalam Akker, Gravemeijer, McKenney dan Nieveen. *Educational Design Research*. London: Routledge.
- Ilma, R. & Zulkardi. 2004. *Upaya Peningkatan Kualitas Pembelajaran Matematika Menggunakan PMRI*. Forum Kependidikan, vol 24, No.1. September 2004. Palembang: Percetakan Unsri.
- Ilma, R. & Zulkardi. 2007. *PMRI: An Innovation Approach For Developing A Quality Of Mathematics Education In Indonesia*. Proceeding Earcome4, 16-20 Juni 2007, Penang Malaysia
- Sembiring, R.K.S, Hoogland, & van den Hoven, G. (2009). *Initiation, Implementation and Institutionalisation of Realistic Mathematics Education in Indonesia*. Paper presented in ICSEI 2009, Vancouver, Canada.
- Zulkardi. et.al. 2010. Laporan Kajian PISA, KTSP dan UN. Jakarta: Balitbang Kemendiknas.

. Pengaruh Model *Problem Based Instruction* (PBI) dengan Strategi Belajar Aktif Tipe *The Power Of Two* terhadap Kemampuan Pemecahan Masalah dan Kemandirian Belajar Mahasiswa Pendidikan Matematika pada materi Aritmatika Sosial Mata Kuliah Telaah Materi Matematika SMP

Risnawati¹, Mas'ud Zein², Defi³

Pendidikan Matematika UIN Sultan Syarif Kasim Riau

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk mengungkapkan pengaruh PBI dengan strategi belajar aktif tipe The Power Of Two dalam perkuliahan Telaah Materi Matematika SMP terhadap kemampuan pemecahan masalah dan Kemandirian belajar mahasiswa Pendidikan Matematika Fakultas Tarbiyah dan Keguruan Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau (PMt FTK UIN Suska Riau).

Penelitian ini menerapkan metode quasi eksperimen. Desain penelitian ini adalah Randomized Control-Group Posttest Only Design. Untuk mendapatkan data penelitian digunakan instrumen berupa tes kemampuan matematika dan angket. Populasi dalam penelitian ini adalah seluruh mahasiswa Jurusan PMt FTK UIN Suska Riau yang mengambil mata kuliah Telaah Materi Matematika SMP pada semester genap yaitu semester IV (empat) tahun akademik 2011/2012. Jumlah sampel 69 mahasiswa yang tersebar dalam dua kelas. Analisis data dilakukan secara kuantitatif. Analisis kuantitatif dilakukan terhadap data hasil postes untuk melihat perbedaan rata-rata antara dua kelompok sampel dengan menggunakan uji-t.

Berdasarkan hasil analisis data postes diperoleh temuan kemampuan pemecahan masalah dan kemandirian belajar mahasiswa yang diajar model PBI dengan strategi belajar aktif tipe The Power Of Two lebih tinggi dibandingkan dengan perkuliahan biasa.

Kata Kunci: Problem Based Instruction, The Power Of Two, Kemampuan Pemecahan Masalah, Kemandirian Belajar.

A. Pendahuluan

Mahasiswa pendidikan matematika adalah calon guru yang dipersiapkan untuk terjun ke dunia pendidikan. Ada banyak kompetensi matematika yang harus dikuasai oleh mahasiswa jurusan pendidikan matematika seperti pemahaman konsep, pemecahan masalah, komunikasi, penalaran yaitu berfikir kritis dan kreatif, dan lain sebagainya. Pemahaman konsep merupakan dasar matematika yang harus dikuasai siswa agar dapat menyelesaikan masalah-masalah matematika yang diberikan. Kemampuan pemecahan masalah matematika merupakan tingkat berfikir tinggi yang harus dikuasai mahasiswa untuk menuju ke tingkat berfikir matematika lainnya. Masalah Matematika tidak terlepas dari masalah-masalah kehidupan sehari-hari misalnya jual beli, pengukuran, pembangunan dan lain-lain. Kesemuanya itu menggunakan matematika. Oleh sebab itu, mahasiswa hendaklah memiliki kemampuan pemecahan masalah yang baik.

Selain itu, mahasiswa juga dituntut untuk memiliki rasa kemandirian dalam belajar. Apa yang diberikan dosen ketika belajar di kelas belum mampu mencukupi materi-materi yang diperlukan mahasiswa. Oleh karena itu, mahasiswa perlu dilatih untuk memiliki kemandirian belajar mulai dari ruang lingkup yang kecil yaitu kelas. Mahasiswa tidak sekedar menjadi penerima informasi yang pasif melainkan harus berjuang dengan berfikir kritis, efektif, dan kreatif tentang topik yang dipelajari. Mahasiswa diberi kesempatan untuk memberdayakan dirinya dengan apa yang diketahuinya, sehingga pengetahuan dan pengalaman yang sudah ada dapat diberdayakan. Untuk itu diperlukan upaya dosen untuk memfasilitasi dan mengkondisikan secara sengaja agar tercapai pembelajaran yang memungkinkan mahasiswa untuk dapat mengalami dan mengembangkan dirinya dalam belajar. Kemandirian belajar adalah suatu proses konstruktif dan aktif dimana mahasiswa menentukan tujuan dalam belajar, dan mencoba untuk memonitor, mengatur, dan mengendalikan kognisi, motivasi dan perilaku dengan dibimbing dan dibatasi oleh tujuan dan karakteristik kontekstual dalam lingkungan.

Oleh karena itu, peneliti menawarkan strategi pembelajaran yang dapat meningkatkan kemampuan pemecahan masalah dan kemandirian belajar matematika siswa. Strategi pembelajaran tersebut adalah model *Problem Based Instruction* (PBI) dengan strategi pembelajaran aktif tipe *The Power of Two*.

B. Rumusan Masalah

1. Apakah terdapat pengaruh Model *Problem Based Instruction* (PBI) dengan Strategi Belajar Aktif Tipe *The Power Of Two* terhadap Kemampuan Pemecahan Masalah Mahasiswa Pendidikan Matematika?
2. Apakah terdapat pengaruh Model *Problem Based Instruction* (PBI) dengan Strategi Belajar Aktif Tipe *The Power Of Two* terhadap Kemandirian Belajar Mahasiswa Pendidikan Matematika?

C. Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah yang sudah dijelaskan pada uraian sebelumnya, maka tujuan penelitian ini adalah mengkaji dan menganalisis:

1. Kemampuan Pemecahan Masalah Mahasiswa Pendidikan Matematika yang diajar dengan Model *Problem Based Instruction* (PBI) dengan Strategi Belajar Aktif Tipe *The Power Of Two*.
2. Kemandirian Belajar Mahasiswa Pendidikan Matematika yang diajar dengan Model *Problem Based Instruction* (PBI) dengan Strategi Belajar Aktif Tipe *The Power Of Two*.

D. Metode Penelitian

1. Jenis Penelitian

Jenis penelitian ini adalah penelitian eksperimen semu (*quasi eksperiment*), dimana variabel penelitian tidak memungkinkan untuk dikontrol secara penuh. Desain yang digunakan dalam penelitian ini adalah *Randomized Control-Group Posttest Only Design*. Desain ini melibatkan dua kelompok yaitu kelompok eksperimen yang akan memperoleh perlakuan dengan model PBI dengan Strategi Belajar Aktif Tipe *The Power Of Two* (X), dan kelompok kontrol yang mendapatkan perkuliahan biasa. Dua kelompok tersebut diberikan tes akhir atau *posttest* (Lufri, 2007: 69). Rancangan penelitian disusun seperti Tabel 1 berikut:

Tabel 1. Rancangan Penelitian

Kelompok	Perlakuan	<i>Posttest</i>
Eksperimen	X	O
Kontrol	-	O

Keterangan:

X : Perkuliahan menggunakan model PBI dengan *The Power of Two*

O : *Posttest*

2. Populasi dan Sampel

Populasi dalam penelitian ini adalah seluruh mahasiswa Jurusan PMT FTK UIN Suska Riau yang mengambil mata kuliah Telaah Materi Matematika SMP pada semester genap yaitu semester IV (empat) tahun akademik 2011/2012 yang tersebar dalam 3 kelas. Dari ketiga kelas tersebut, diambil sampel untuk memilih dua kelas, yaitu satu kelas untuk kelompok eksperimen dan satu kelas untuk kelompok kontrol.

Sebelum melakukan pengambilan sampel dari populasi, dilakukan uji homogenitas terhadap nilai dasar-dasar matematika pada semester ganjil yaitu semester I (satu) tahun akademik 2011/2012. Setelah dilakukan pengujian ternyata populasi normal dan homogen serta rata-rata kelompok mahasiswa dari ketiga kelas sama. Oleh karena itu, untuk menentukan sampelnya digunakan cara *random sampling* dimana populasi diacak (kelas). Selanjutnya, untuk menentukan kelompok eksperimen dan kelompok kontrol dilakukan dengan pengundian, terpilih kelas A sebanyak 33 orang sebagai kelompok kontrol dan kelas C sebanyak 36 orang sebagai kelompok eksperimen

3. Langkah-langkah Penelitian

a. Persiapan

Peneliti mempersiapkan Rencana pelaksanaan pembelajaran dan instrument pengumpulan data.

b. Penerapan

- 1) Dosen memberikan apersepsi dan motivasi.
- 2) Dosen menjelaskan tentang indicator pembelajaran dan sistem pembelajaran yang digunakan yaitu model PBI dengan strategi pembelajaran aktif tipe *The Power of Two*.
- 3) Dosen memberikan Lembar Kerja.
- 4) Mahasiswa diminta mengerjakan lembar kerja secara sendiri-sendiri
- 5) Setelah mahasiswa mengerjakan sendiri-sendiri, dosen meminta mahasiswa untuk duduk berpasangan dan saling berbagi jawaban.
- 6) Dosen meminta tiap pasangan membuat jawaban baru.
- 7) Dosen meminta mahasiswa membandingkan jawaban dengan pasangan lain. Dalam hal ini guru meminta mahasiswa untuk mempresentasikan hasilnya ke depan kelas agar dapat dibandingkan.
- 8) Dosen menganalisis dan mengevaluasi proses penyelesaian masalah yang telah dikemukakan mahasiswa. Dosen memberikan penguatan dari jawaban yang telah dikemukakan oleh mahasiswa dalam pembelajaran.
- 9) Melalui bimbingan dosen, mahasiswa diminta untuk menyimpulkan pelajaran.

c. Evaluasi

Dosen memberikan tes tentang kemampuan pemecahan masalah dan kemandirian belajar matematika mahasiswa.

4. Instrumen Penelitian

a. Instrumen Pelaksanaan Penelitian

- 1) Rencana Pelaksanaan Pembelajaran (RPP)
- 2) Lembar Kerja Mahasiswa

b. Instrumen Pengumpulan Data

- 1) Tes Kemampuan Pemecahan Masalah
- 2) Angket Kemandirian Belajar
- 3) Observasi
- 4) Dokumentasi

5. Analisis Data

Analisis data dilakukan dengan uji t.

E. Hasil Penelitian dan Pembahasan

1. Hasil Penelitian

a. Kemampuan Pemecahan Masalah

Hasil Uji “t” dapat dilihat pada tabel berikut ini:

Tabel 2
Uji Tes “t”

Kelas	Perbedaan	t_{hitung}	Df	$t_{tabel}(5\% \text{ dan } 1\%)$	H_0
Eksperimen Kontrol	$75,47 > 61,56$	2,72	67	2,00 dan 2,65	Tolak

Pengambilan keputusan dilakukan dengan cara membandingkan nilai t_{hitung} dengan t_{tabel} , dengan ketentuan sebagai berikut:

Jika $t_{hitung} < t_{tabel}$, maka H_0 diterima dan H_a ditolak.

Jika $t_{hitung} > t_{tabel}$, maka H_0 ditolak dan H_a diterima.

Nilai $t_{hitung} = 2,72$ berarti bahwa t_{hitung} lebih besar t_{tabel} pada taraf signifikan 5% maupun taraf signifikan 1% dengan $df = 67$. Dengan df diperoleh dari t_{tabel} pada taraf signifikan 5% dan 1% sebesar 2,00 dan 2,65. Ini berarti $t_{hitung} > t_{tabel}$, maka diputuskan bahwa H_0 ditolak dan H_a diterima. Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa kemampuan pemecahan masalah matematika mahasiswa yang belajar menggunakan model pembelajaran *problem based instruction* (PBI) dengan Strategi Belajar Aktif Tipe *The Power Of Two* lebih tinggi dari mahasiswa yang memperoleh pembelajaran konvensional.

b. Kemandirian Belajar

Hasil Uji “t” dapat dilihat pada tabel berikut ini:

Tabel 3
Uji Tes “t”

Kelas	Perbedaan	t_{hitung}	Df	$t_{tabel}(5\% \text{ dan } 1\%)$	H_0
Eksperimen Kontrol	$122.36 > 114.52$	4,45	67	2,00 dan 2,65	Tolak

Pengambilan keputusan dilakukan dengan cara membandingkan nilai t_{hitung} dengan t_{tabel} , dengan ketentuan sebagai berikut:

Jika $t_{hitung} < t_{tabel}$, maka H_0 diterima dan H_a ditolak.

Jika $t_{hitung} > t_{tabel}$, maka H_0 ditolak dan H_a diterima.

Nilai $t_{hitung} = 4,45$ berarti bahwa t_{hitung} lebih besar t_{tabel} pada taraf signifikan 5% maupun taraf signifikan 1% dengan $df = 67$. Dengan df diperoleh dari t_{tabel} pada taraf signifikan 5%

dan 1% sebesar 2,00 dan 2,65. Ini berarti $t_{hitung} > t_{tabel}$, maka diputuskan bahwa H_0 ditolak dan H_a diterima. Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa kemandirian belajar matematika mahasiswa yang belajar menggunakan model pembelajaran *problem based instruction* (PBI) dengan Strategi Belajar Aktif Tipe *The Power Of Two* lebih tinggi dari mahasiswa yang memperoleh pembelajaran konvensional.

2. Pembahasan

Berdasarkan hasil dari penelitian kemampuan pemecahan masalah dan kemandirian belajar siswa pada mata kuliah telaah materi matematika SMP menunjukkan kemampuan pemecahan masalah dan kemandirian belajar kelas yang menggunakan model pembelajaran PBI dengan Strategi Belajar Aktif Tipe *The Power Of Two* lebih tinggi dari pada hasil belajar kelas konvensional. Sebagaimana yang dikatakan Sugiyono bahwa jika kelompok treatment lebih baik dari pada kelompok kontrol, maka perlakuan yang diberikan pada kelompok treatment berpengaruh positif (Sugiyono, 2010: 159).

Konsep utama dari strategi *The Power of Two* yaitu “berfikir berdua jauh lebih baik daripada berpikir sendiri”. Dari konsep tersebut terlihat bahwa di dalam pembelajaran *The Power of Two* memacu semua mahasiswa untuk berusaha mempelajari materi secara mandiri dan saling memotivasi untuk belajar dan saling membantu agar berhasil dalam pelajaran tersebut dan berusaha semaksimal mungkin untuk berhasil. Trianto mengutip pendapat Arends menyatakan bahwa pengajaran berdasarkan masalah (PBI) merupakan suatu pendekatan pembelajaran dimana siswa mengerjakan permasalahan yang autentik dengan maksud untuk menyusun pengetahuan mereka sendiri, mengembangkan inkuiri dan keterampilan berfikir tingkat lebih tinggi, mengembangkan kemandirian, dan percaya diri (Trianto, 2010: 92). PBI adalah salah satu model pembelajaran yang menyajikan masalah dunia nyata ke dalam konteks belajar, serta mengarahkan mahasiswa untuk memperoleh pengetahuan dan konsep yang esensi dari materi pelajaran.

Pada model pembelajaran PBI, kelompok-kelompok kecil mahasiswa bekerja sama memecahkan suatu masalah yang telah disepakati oleh dosen. Ketika dosen sedang menerapkan model pembelajaran tersebut, seringkali siswa menggunakan bermacam-macam keterampilan, prosedur pemecahan masalah dan berfikir kritis. Model pembelajaran berdasarkan masalah dilandasi oleh teori belajar konstruktivis. Pada model ini pembelajaran dimulai dengan menyajikan masalah nyata yang penyelesaiannya membutuhkan kerjasama diantara mahasiswa-mahasiswa. Dalam model pembelajaran ini dosen memandu mahasiswa menguraikan rencana pemecahan masalah menjadi tahap-tahap kegiatan, dosen memberi contoh mengenai penggunaan keterampilan dan strategi yang dibutuhkan supaya tugas-tugas tersebut dapat terselesaikan. Dosen menciptakan suasana kelas yang fleksibel dan berorientasi pada upaya penyelidikan oleh mahasiswa.

Oleh karena itulah, model PBI dengan strategi pembelajaran aktif type *The Power of Two* bisa dijadikan alternative strategi pembelajaran untuk meningkatkan kemampuan pemecahan masalah dan kemandirian belajar siswa.

F. Kesimpulan

1. Ada pengaruh Model *Problem Based Instruction* (PBI) dengan Strategi Belajar Aktif Tipe *The Power Of Two* terhadap Kemampuan Pemecahan Masalah Mahasiswa Pendidikan Matematika.
2. Ada pengaruh Model *Problem Based Instruction* (PBI) dengan Strategi Belajar Aktif Tipe *The Power Of Two* terhadap Kemandirian Belajar Mahasiswa Pendidikan Matematika.

Referensi

- Agus Suprijono. 2011. *Cooperative Learning*. Yogyakarta: Pustaka Pelajar.
- Ahmad Rohani. 2004. *Pengelolaan Pengajaran*. Jakarta: Rineka Cipta.
- Anas Sudjiono. *Pengantar Statistik Pendidikan*. Jakarta: PT. Raja Grafindo Persada.
- Bambang Prasetyo, Lina Miftahul Jannah. 2005. *Metode Penelitian Kuantitatif (Teori dan Aplikasi)*. Bandung. Rajagrafindo Persada.
- Depdiknas Dirjen Pendasmen. 2003. *Kurikulum Berbasis Kompetensi*. Jakarta: Direktorat Tenaga Kependidikan.
- Hartono, dkk. 2009. *Paikem*. Pekanbaru: Zanapa Publishing.
- _____. 2008. *Statistik Untuk Penelitian*. Yogyakarta: Pustaka Pelajar.
- Hisam Zaini, Bermawiy Munthe, Sekar Ayu Aryani. 2010. *Strategi Pembelajaran Aktif*. Yogyakarta: Center for Teaching Staff Development.
- Martinis Yamin. 2001. *Paradigma Baru Pembelajaran*. Jakarta: Gedung Pesada Press
- Mel Siberman. 2007. *Active Learning 101 Strategi Pembelajaran Aktif*. Yogyakarta: Pusaka Insan Madani.
- Muhammad Ali. 2002. *Guru dalam Proses Belajar Mengajar*. Bandung: Sinar Baru Algesindo.
- Nana Sudjana. 1989. *Dasar-Dasar Proses Belajar Mengajar*. Bandung: Sinar Baru.
- Oemar Hamalik. 2010. *Proses Belajar Mengajar*. Jakarta: Bumi Aksara.

- Risnawati. 2008. *Strategi Pembelajaran Matematika*. Pekanbaru: Suska Press.
- Roestiyah. 1982. *Didaktik Metodik*. Jakarta: Bina Angkasa.
- Sardiman. 2004. *Interaksi dan Motivasi Belajar Mengajar*. Jakarta: Rajawali Press.
- Slameto. 2003. *Belajar dan Faktor – Faktor yang Mempengaruhinya*. Jakarta: Rineka Cipta.
- Suciati, dkk. 2004. *Belajar dan Pembelajaran 2*. Jakarta: Universitas Terbuka.
- Sudjana. 2005. *Metoda Statistik*. Bandung: Tarsito.
- Sugiyono. 2010. *Metode Penelitian Pendidikan Pendekatan Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D*. Bandung: Alfabeta.
- Sumadi Suryasubrata. 2008. *Psikologi Pendidikan*. Jakarta: PT Raja Grafindo Persada.
- _____. 2003. *Metodologi Penelitian*. Yogyakarta: Raja Grafindo Persada.
- Syaiful Sagala. 2010. *Konsep dan Makna Pembelajaran*. Bandung: Alfabeta.
- Trianto. 2009. *Mendesain Model Pembelajaran Inovatif-Progresif*. Jakarta: Kencana.
- Wina Sanjaya. 2007. *Strategi Pembelajaran Berorientasi Standar Proses Pendidikan*. Jakarta: Kencana.

The Influence Of Problem Based Instruction (PBI) With Mind Mapping towards Creative and Critical Thinking Ability In Mathematics Education Students On the Geometry Transformation Courses

Risnawati

Dosen Pendidikan Matematika UIN Riau
Email: rwati04@gmail.com

Annisa Kurniati

Dosen Pendidikan Matematika UIN Riau

Defi

Email: defi.pasha@gmail.com

Creative and critical thinking ability are part of high level mathematics thinking ability. The low ability to think creative and critical in the Transformation Geometry lecture because it is not exactly the method used by lecturers. Students tend to just listen, record definitions, formulas, sample problems, and doing exercises. One of the efforts is done to address these problems with use a model that can create an environment where students can actively engage in worthwhile activities. PBI model with Mind Mapping is a model of learning that provides opportunities for students to be active and help each other students in understand materi to achieve maximum.

This research was conducted to examine whether there are differences in PBI models with Mind Mapping to creative and critical thinking ability. This study is a quasi-experimental research. The research was conducted in March through April 2012 with 92 students. The instruments used in this research consisted of testing to creative and critical thinking ability and the observation sheet. The data was analyzed used the t test. The results showed that there were differences in creative and critical thinking ability of mathematics between students who were taught using PBI models with Mind Mapping with students were taught using conventional approach. Based on the findings of the research, the application of the model PBI with Mind Mapping can be used as an alternative learning method that can be applied in an effort to improve critical and creative thinking ability.

Keywords: Problem-Based Instruction, Mind Mapping, creative thinking ability, critical thinking ability.

A. Pendahuluan

Selama ini proses pembelajaran matematika di setiap tingkat pendidikan hanya terbatas pada peningkatan kemampuan kognitif saja. Padahal ciri khusus matematika adalah penekanan pada proses deduktif yang memerlukan penalaran logis dan aksiomatik. Selain itu matematika merupakan proses yang aktif, dinamik dan generatif melalui kegiatan matematika (doing math), memberikan sumbangan yang penting kepada peserta didik dalam pengembangan nalar, berpikir logis, sistematis, kritis, kreatif, dan bersikap obyektif serta terbuka dalam menghadapi berbagai permasalahan.

Harapan terbesar dunia pendidikan adalah menjadikan peserta didik sebagai pemikir dan pemecah masalah yang baik. Untuk itu, perlu peningkatan kemampuan berpikir mulai level terendah yaitu recall (kemampuan bersifat ingatan dan spontanitas), basic (kemampuan bersifat pemahaman), sampai pada kemampuan berpikir tingkat tinggi. Salah satu aspek pengetahuan tingkat tinggi adalah kemampuan berpikir kritis dan berpikir kreatif, yang didefinisikan sebagai berikut :

Berpikir kritis adalah proses berpikir untuk menyusun, mengorganisasikan, mengingat dan menganalisis argumen dan memberikan interpretasi berdasarkan persepsi yang sah logical reasoning. Berpikir kritis melingkupi :

1. Kemampuan membaca dengan pemahaman, mengidentifikasi materi penting dan materi yang tidak relevan.
2. Kemampuan untuk menggambarkan kesimpulan yang tepat dari sekumpulan data.
3. Kemampuan untuk menentukan ketidakkonsistenan dan kontradiksi dari sekumpulan data.
4. Berpikir kritis bersifat analitis dan refleksif.

Berpikir kreatif diartikan sebagai tingkat kesanggupan berpikir menemukan sebanyak-banyaknya, seberagam mungkin dan relevan dari jawaban suatu masalah yang bersifat lentur, orisinal dan terinci berdasarkan informasi yang tersedia. Terdapat lima komponen kemampuan berfikir kritis yaitu:

1. Kelancaran (fluency); kemampuan untuk menghasilkan sejumlah ide.
2. Keluwesan atau fleksibilitas (flexibility); kemampuan berpikir divergen
3. Kerincian atau elaborasi (elaboration); kemampuan mengembangkan, membumbui, atau mengeluarkan sebuah ide.
4. Orisinalitas (originality); kemampuan untuk menghasilkan ide yang tak biasa di antara kebanyakan atau jarang.
5. Refleksif ; kemampuan untuk memberikan pertimbangan-pertimbangan dari ide yang diberikan.

Oleh karena itu, mahasiswa pendidikan matematika yang merupakan calon guru hendaklah memiliki kedua kemampuan ini. Mahasiswa hendaklah tidak menerima begitu saja materi yang diajarkan dosen tetapi hendaklah menggunakan struktur berfikir yang rumit untuk menghasilkan ide-ide baru dan orisinal. Penyebab rendahnya kemampuan berfikir kreatif dan kritis dalam perkuliahan Geometri Transformasi antara lain karena tidak tepatnya metode yang digunakan dosen. Mahasiswa cenderung hanya mendengar, mencatat definisi, rumus, contoh soal, dan mengerjakan latihan. Salah satu upaya yang dilakukan dalam menyikapi masalah tersebut adalah melalui pemilihan model perkuliahan yang dapat menciptakan lingkungan di mana mahasiswa dapat terlibat aktif dalam kegiatan yang bermanfaat. Model PBI dengan Mind Mapping adalah suatu model belajar yang

memberikan kesempatan kepada mahasiswa agar aktif dan saling membantu dalam menguasai materi perkuliahan untuk mencapai prestasi yang maksimal.

Pembelajaran yang berbasis masalah (PBI) adalah pendekatan pengajaran yang menggunakan masalah dunia nyata sebagai suatu konteks bagi mahasiswa untuk belajar tentang berpikir kritis dan keterampilan pemecahan masalah, serta untuk memperoleh pengetahuan dan konsep yang esensi dari materi pelajaran (Diknas, 2002: 5). Dalam pembelajaran matematika, mahasiswa perlu suatu perubahan dari cara mencatatnya, karena catatan sangatlah penting bagi mahasiswa untuk mengulang kembali di rumah pelajaran yang telah di pelajarnya di sekolah. *Mind Mapping* adalah salah satu cara mencatat kreatif yang dapat mempermudah mahasiswa untuk memahami kembali materi yang telah dipelajarnya di sekolah.

Mind Mapping adalah suatu alat berupa skema yang digunakan untuk menyatakan hubungan yang bermakna antara konsep-konsep dalam bentuk proporsisi-proporsisi dari yang bersifat umum ke khusus dan belajar akan lebih bermakna agar siswa mengetahui adanya kaitan-kaitan antara konsep-konsep tersebut. *Mind Mapping* temuan Buzan ini bisa dilakukan dalam aktivitas apapun dan saat mata pelajaran apapun. *Mind Mapping* bisa membantu siswa dalam banyak hal seperti : menjadi lebih kreatif, menghemat waktu, memecahkan masalah, berkonsentrasi, mengatur dan menjernihkan pikiran, mengingat dengan lebih baik, belajar cepat dan efisien, belajar lebih mudah dengan melihat gambar secara keseluruhan (Toni Buzan, 2005: 10).

1. Rumusan Masalah

- a. Apakah terdapat pengaruh model Problem Based Instruction (PBI) dengan Mind Mapping terhadap kemampuan berfikir kreatif mahasiswa pendidikan matematika?
- b. Apakah terdapat pengaruh model Problem Based Instruction (PBI) dengan Mind Mapping terhadap kemampuan berfikir kritis mahasiswa pendidikan matematika?

2. Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah yang sudah dijelaskan pada uraian sebelumnya, maka tujuan penelitian ini adalah mengkaji dan menganalisis:

- a. Kemampuan berfikir kreatif mahasiswa pendidikan matematika yang diajar dengan model Problem Based Instruction (PBI) dengan Mind Mapping.
- b. Kemampuan berfikir kritis mahasiswa pendidikan matematika yang diajar dengan model Problem Based Instruction (PBI) dengan Mind Mapping.

B. Metode Penelitian

1. Jenis Penelitian

Jenis penelitian ini adalah penelitian eksperimen semu (quasi eksperiment), dimana variabel penelitian tidak memungkinkan untuk dikontrol secara penuh. Desain yang digunakan dalam penelitian ini adalah *Randomized Control-Group Posttest Only Design*. Desain ini melibatkan dua kelompok yaitu kelompok eksperimen yang akan memperoleh perlakuan dengan model PBI dengan *Mind Mapping* (X), dan kelompok kontrol yang mendapatkan perkuliahan biasa. Dua kelompok tersebut diberikan tes akhir atau *posttest* (Lufri, 2007: 69). Rancangan penelitian disusun seperti Tabel 1 berikut:

Tabel 1. Rancangan Penelitian

Kelompok	Perlakuan	<i>Posttest</i>
Eksperimen	X	O
Kontrol	-	O

Keterangan:

X : Perkuliahan menggunakan model PBI dengan *Mind Mapping*

O : *Posttest*

2. Populasi dan Sampel

Populasi dalam penelitian ini adalah seluruh mahasiswa Jurusan PMT FTK UIN Suska Riau yang mengambil mata kuliah Geometri Transformasi pada semester genap yaitu semester IV (empat) tahun akademik 2011/2012 yang tersebar dalam 3 kelas. Dari ketiga kelas tersebut, diambil sampel untuk memilih dua kelas, yaitu satu kelas untuk kelompok eksperimen dan satu kelas untuk kelompok kontrol.

Sebelum melakukan pengambilan sampel dari populasi, dilakukan uji normalitas, uji homogenitas variansi, dan uji kesamaan rata-rata terhadap nilai geometri analit bidang dan ruang pada semester ganjil yaitu semester III (tiga) tahun akademik 2011/2012. Setelah dilakukan pengujian ternyata populasi homogen. Oleh karena itu, untuk menentukan sampelnya digunakan cara *random sampling* dimana populasi diacak (kelas). Selanjutnya, untuk menentukan kelompok eksperimen dan kelompok kontrol dilakukan dengan pengundian, terpilih kelas A sebanyak 46 orang sebagai kelompok kontrol dan kelas C sebanyak 46 orang sebagai kelompok eksperimen.

3. Langkah-langkah Penelitian

a. Persiapan

Dosen memilih salah satu materi yang akan disajikan dan membuat Lembar Kerja siswa (LKS). Membagi siswa dalam kelompok yang Heterogen kemampuan akademiknya selain pertimbangan kriteria lainnya yaitu jenis kelamin, ras dan lain sebagainya.

b. Penerapan

Langkah 1. Tahapan Penyajian Kelas

Penyajian di kelas dimulai dengan materi yang terdiri dari pendahuluan, menginformasikan materi yang akan dipelajari, pada pendahuluan dosen memotivasi mahasiswa untuk belajar menjelaskan tugas-tugas yang akan dikerjakan mahasiswa dalam pembelajaran pada masing-masing kelompok.

Langkah 2. Kegiatan Kelompok

- 1) Dosen mengkondisikan mahasiswa untuk berkelompok, memberikan Lembar Kerja mahasiswa kepada masing-masing siswa, dan memberikan waktu kepada siswa untuk memahami materi pelajaran.
- 2) Dosen memberikan waktu kepada siswa untuk mengerjakan Lembar Kerja Mahasiswa dan membuat *mind mapping* dari pemahaman mereka terhadap materi yang di berikan secara berkelompok.
- 3) Dosen membantu mahasiswa dalam pembuatan *mind mapping*.
- 4) Setelah selesai guru menunjuk salah satu dari anggota kelompok pada masing-masing kelompok untuk mempresentasikan hasil yang telah mereka diskusikan. Sedangkan kelompok yang lain memperhatikan dan menanggapi hasil diskusi kelompok tersebut.
- 5) Dosen menganalisis dan mengevaluasi proses penyelesaian masalah yang telah dikemukakan mahasiswa. Dosen memberikan penguatan dari jawaban yang telah di kemukakan oleh mahasiswa dalam pembelajaran.

c. Penutup

- 1) Guru melakukan evaluasi dengan cara melakukan ujian blok yang waktunya kurang lebih 90 menit, skor yang diperoleh siswa dalam evaluasi selanjutnya diproses untuk mengetahui sejauh mana tingkat pemahaman siswa terhadap materi yang telah diberikan oleh guru.

4. Instrumen Penelitian

a. Instrumen Pelaksanaan Penelitian

- 1) Rencana Pelaksanaan Pembelajaran (RPP)
- 2) Lembar Kerja Mahasiswa

b. Instrumen Pengumpulan Data

- 1) Tes berfikir kreatif
- 2) Tes berfikir kritis
- 3) Observasi
- 4) Dokumentasi

5. Analisis Data

Analisis data dilakukan dengan uji t.

C. Hasil Penelitian dan Pembahasan

1. Hasil Penelitian

a. Kemampuan Berfikir Kreatif

Hasil Uji “t” dapat dilihat pada tabel berikut ini:

TABEL 2
UJI TES “t”

Kelas	Perbedaan	t_{hitung}	Df	$t_{tabel}(5\% \text{ dan } 1\%)$	H_0
Eksperimen Kontrol	$82,55 > 70,65$	3,20	90	1,99 dan 2,63	Tolak

Pengambilan keputusan dilakukan dengan cara membandingkan nilai t_{hitung} dengan t_{tabel} , dengan ketentuan sebagai berikut:

Jika $t_{hitung} < t_{tabel}$, maka H_0 diterima dan H_a ditolak.

Jika $t_{hitung} > t_{tabel}$, maka H_0 ditolak dan H_a diterima.

Nilai $t_{hitung} = 3,20$ berarti bahwa t_{hitung} lebih besar t_{tabel} pada taraf signifikan 5% maupun taraf signifikan 1% dengan $df = 90$. Dengan df diperoleh dari t_{tabel} pada taraf signifikan 5% dan 1% sebesar 1,99 dan 2,63. Ini berarti $t_{hitung} > t_{tabel}$, maka diputuskan bahwa H_0 ditolak dan H_a diterima. Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa kemampuan berfikir kreatif matematika mahasiswa yang belajar menggunakan model pembelajaran *problem based instruction* (PBI) dengan pemberian *Mind Mapping* lebih tinggi dari mahasiswa yang memperoleh pembelajaran konvensional.

b. Kemampuan Berfikir Kritis

Hasil Uji “t” dapat dilihat pada tabel berikut ini:

TABEL 3
UJI TES “t”

Kelas	Perbedaan	t_{hitung}	Df	$t_{tabel}(5\% \text{ dan } 1\%)$	H_0
Eksperimen Kontrol	$77,74 > 67,62$	4,75	90	1,99 dan 2,63	Tolak

Pengambilan keputusan dilakukan dengan cara membandingkan nilai t_{hitung} dengan t_{tabel} , dengan ketentuan sebagai berikut:

Jika $t_{hitung} < t_{tabel}$, maka H_0 diterima dan H_a ditolak.

Jika $t_{hitung} > t_{tabel}$, maka H_0 ditolak dan H_a diterima.

Nilai $t_{hitung} = 3,75$ berarti bahwa t_{hitung} lebih besar t_{tabel} pada taraf signifikan 5% maupun taraf signifikan 1% dengan $df = 90$. Dengan df diperoleh dari t_{tabel} pada taraf signifikan 5% dan 1% sebesar 1,99 dan 2,63. Ini berarti $t_{hitung} > t_{tabel}$, maka diputuskan bahwa H_0 ditolak dan H_a diterima. Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa kemampuan berfikir kritis matematika mahasiswa yang belajar menggunakan model pembelajaran *problem based instruction* (PBI) dengan pemberian *Mind Mapping* lebih tinggi dari mahasiswa yang memperoleh pembelajaran konvensional.

2. Pembahasan

Berdasarkan hasil dari penelitian kemampuan berfikir kreatif dan kritis mahasiswa pada mata kuliah geometri Transformasi menunjukkan kemampuan berfikir kreatif dan kritis kelas yang menggunakan model pembelajaran PBI dengan pemberian *Mind Map* lebih tinggi dari pada hasil belajar kelas konvensional. Sebagaimana yang dikatakan Sugiyono bahwa jika kelompok treatment lebih baik dari pada kelompok kontrol, maka perlakuan yang diberikan pada kelompok treatment berpengaruh positif (Sugiyono, 2010: 159)

Dalam proses pembelajaran, dosen mengajarkan mahasiswa untuk bekerjasama dalam kelompok, mahasiswa dapat menjelaskan materi kepada mahasiswa lain, mendengarkan penjelasan dari teman secara aktif, bertanya dengan mahasiswa atau dosen, berdiskusi dengan mahasiswa lain, menanggapi pertanyaan dan argumentasi. Semakin aktif mahasiswa dalam belajar maka pemahaman mahasiswa makin bertambah. Hal ini tampak dari sikap mahasiswa ketika mengikuti pelajaran dengan semangat dan penuh antusias.

Pada pertemuan pertama, pembelajaran menggunakan PBI dengan pemberian *Mind Mapping* belum berjalan dengan lancar, karena mahasiswa masih belum mengerti dalam membuat *Mind Mapping* dari materi yang telah di pelajari. Dosen juga kekurangan waktu untuk memberikan arahan kepada tiap-tiap kelompok cara membuat *Mind Mapping* yang benar dan melakukan refleksi. Pada pertemuan kedua dan ketiga mahasiswa sudah mengerti cara membuat *Mind Mapping* yang benar. Pada pertemuan keempat, proses pembelajaran PBI dengan pemberian *Mind Mapping* telah berjalan dengan lancar, di mana dosen telah melakukan langkah-langkah PBI dengan pemberian *Mind Mapping* dengan baik, dan mahasiswa sudah bisa mempresentasikan hasil dari *Mind Mapping* dengan baik juga. Pada pertemuan kelima dan keenam proses pembelajaran menggunakan PBI dengan pemberian *Mind Mapping* lebih di sempurnakan lagi di mana semua langkah-langkah PBI dengan pemberian *Mind Mapping* telah di laksanakan dengan baik oleh dosen dan mahasiswa.

Berdasarkan t_0 tentang PBI dengan pemberian *Mind Mapping* pada materi geometri Transformasi menunjukkan bahwa hasil belajar kelas yang menggunakan PBI dengan pemberian *Mind Mapping* lebih tinggi dari pada kelas yang memperoleh pembelajaran secara konvensional.

D. Kesimpulan

1. Ada pengaruh model Problem Based Instruction (PBI) dengan Mind Mapping terhadap kemampuan berfikir kreatif mahasiswa pendidikan matematika.
2. Ada pengaruh model Problem Based Instruction (PBI) dengan Mind Mapping terhadap kemampuan berfikir kritis mahasiswa pendidikan matematika.

Referensi

- Abdurrahman, Mulyono. *Pendidikan Bagi Anak Berkesulitan Belajar*, Jakarta : Rineka Cipta, 2003
- Buzan Tony. *Mind Map Untuk Meningkatkan Kreatifitas*. Jakarta : PT. Gramedia Pustaka Utama, 2005
- Daein Amir Indrakusuma, *Pengantar Ilmu Pendidikan*, Surabaya : Usaha Nasional, 1973
- DePorter Bobbi, & Mike Hernacki. *Quantum Teaching*. Bandung : kaifa, 2007
- Diknas. *MPMBS Buku 5 Pembelajaran dan Pengajaran Kontekstual*, Jakarta: Diknas, 2002
- Iskandar. *Metodologi Penelitian Pendidikan dan Sosial*, Jakarta : GP Press, 2010
- Emzir. *Metodologi Penelitian Pendidikan Kuantitatif dan Kualitatif*. Jakarta: Raja Grafindo Persada, 2007
- Hartono. *Statistik Untuk Penelitian*. Yogyakarta: Pustaka Pelajar, 2008
- Hasan, Iqbal. *Pokok-Pokok Materi Metapel dan Aplikasinya*. Jakarta: Ghalia Indonesia, 2002
- Hudojo, Herman. *Strategi Mengajar Belajar Matematika*. Malang : IKIP Malang, 1990
- Kunandar. *Guru Profesional & Implementasi Kurikulum KTSP*, Jakarta : Raja Grafindo Persada, 2008
- Majid, Abdul. *Perencanaan Pembelajaran*, Bandung : Remaja Rosda Karya, 2005
- Mudjiono, Dimiyati. *Belajar dan pembelajaran*, Jakarta: Rineka Cipta, 2006
- Mulyasa. *Implementasi Kurikulum Tingkat Satuan Pendidikan*, Jakarta : Bumi Aksara, 2008

- Nuridin, Syafrudin. *Guru Profesional & Implementasi Kurikulum*. Jakarta : Quantum Teaching, 2005
- Nuharini Dewi dan Tri Wahyuni. *Matematika Konsep dan Aplikasinya 1*. Jakarta : CV. Putra Nugraha, 2008
- Oemar, Hamalik. *Dasar-Dasar Pengembangan Kurikulum*, Bandung: Remaja Rosdakarya, 2007
- Risnawati. *Strategi Pembelajaran Matematika*, Pekanbaru : Suska Press, 2008
- Slameto. *belajar dan faktor-faktor yang mempengaruhinya*, Jakarta : PT. Rineka cipta, 2003
- Sanjaya, Wina. *Strategi Pembelajaran Berorientasi Standar Proses Pendidikan*. Jakarta : Kencana, 2009
- Sudjana, Nana. *Penilaian Hasil Belajar Mengajar*, Bandung: Remaja Rosdakarya
- Sugiyono. *Penelitian Pendidikan (Pendekatan Kuantitatif, Kualitatif, dan R & D)*, Bandung, Alfabeta, 2010.
- Sudjana. *Metoda Statistik*, Bandung: Tarsito, 2005
- S. Nasution. *Asas-Asas Kurikulum*, Jakarta : Bumi Aksara, 1995
- Trianto. *Mendesain Model Pembelajaran Inovatif-Progresif*. Jakarta: Kencana, 2009
- Slamet, Yulius. *Pengantar Penelitian Kuantitatif*, Surakarta: UNS Press, 2008
- Zakaria, Efandi. *Trend Pengajaran dan Pembelajaran Matematika*. Kuala Lumpur : Prin-AD SDN BHD, 2007

Penggunaan Konteks Agama Pada Soal Matematika Model PISA Di SMP/MTs

Siti Khomsatun

Mahasiswa Pasca Sarjana UNSRI

SMP Islam Terpadu Bina Insani Kayuagung

Email : khomsa_azzahra@yahoo.com

Abstrak

Ujian Nasional sebagai salah satu gambaran kualitas pendidikan di Indonesia memiliki perbedaan yang cukup signifikan bila dibandingkan dengan hasil tes yang berskala Internasional seperti *Programme for Student International Assessment* (PISA). Hasil tes PISA yang diselenggarakan oleh *Organization for Economic Cooperation and Development* (OECD) yang telah diikuti oleh Indonesia sebanyak 4 kali yaitu tahun 2000, 2003, 2006, dan 2009 menunjukkan bahwa kondisi siswa Indonesia dalam tes PISA masih rendah dan belum stabil. Pengetahuan dan keterampilan yang diukur pada PISA mencakup 3 dimensi yang berkenaan dengan (1) isi atau konten, (2) proses kompetensi, dan (3) situasi atau konteks (OECD, 2004). Konteks yang digunakan pada PISA adalah pribadi, pekerjaan, sosial dan akademik. Seiring dengan karakter bangsa yang mulai pudar dari dalam diri peserta didik, maka diharapkan sekolah dapat mengintegrasikan nilai-nilai agama yang merupakan dasar pembentuk karakter peserta didik baik dalam proses pembelajaran maupun dalam konteks soal yang digunakan, termasuk juga penggunaan konteks dalam soal model PISA di Indonesia. Dengan mengembangkan soal model PISA yang menggunakan konteks agama Islam, diharapkan dapat memberikan kontribusi dalam menanamkan nilai-nilai karakter bangsa sehingga selain dapat mengerjakan soal PISA dengan lebih mudah, siswa juga termotivasi untuk belajar dan wawasan siswa juga ikut bertambah tanpa keluar dari konsep PISA.

Kata Kunci : PISA, konteks, konteks agama, pendidikan karakter

A. PENDAHULUAN

Gambaran kualitas pendidikan di Indonesia secara nasional sejak tahun 2002/2003 hingga sekarang lebih menekankan pada pencapaian hasil Ujian Nasional (UN). Hal ini seperti yang dikemukakan oleh Muhammad Nuh sebagai Menteri Pendidikan dan Kebudayaan bahwa hasil UN digunakan sebagai salah satu alat untuk mengukur kualitas pendidikan di sekolah yang ada di Indonesia (Kompas, 2012). Namun, Ujian Nasional tersebut tidak dapat dijadikan sebagai tolok ukur kualitas pendidikan di Indonesia secara skala Internasional yang terlihat dari adanya perbedaan yang signifikan antara hasil UN dan hasil tes yang berskala Internasional seperti *Programme for Student International Assessment* (PISA). Hasil UN menunjukkan bahwa rata-rata nilai UN siswa SMP/MTs tahun 2011/2012 mencapai 7,47 dengan tingkat kelulusan 99,57%, sedangkan hasil tes PISA menunjukkan bahwa Indonesia masih berada pada level bawah (OECD, 2010).

Pada tes PISA yang diselenggarakan oleh *Organisation for Economic Cooperation and Development* (OECD) tahun 2000, siswa-siswi Indonesia menempati peringkat ke-39 dari 43 negara yang berpartisipasi dengan nilai rata-rata 367 (OECD, 2003). Pada penyelenggaraan berikutnya yaitu tahun 2003, Indonesia mengalami penurunan dengan nilai rata-rata 360 dan menempati posisi ke-38 dari 41 negara peserta (OECD, 2004). Selanjutnya pada tahun

2006, nilai Indonesia mengalami peningkatan yaitu 391 dan menempati urutan 50 dari 57 negara peserta (OECD, 2007). Tetapi, di tahun 2009 Indonesia kembali mengalami penurunan dengan nilai rata-rata 371 dan berada pada urutan ke 61 dari 65 negara peserta (OECD, 2010). Berdasarkan data tersebut, tampak bahwa kondisi siswa Indonesia dalam tes PISA masih rendah dan belum stabil. Hal ini dikarenakan siswa belum terbiasa mengerjakan soal-soal model PISA yang berbeda dengan bentuk soal-soal yang biasa diujikan di sekolah.

Pengetahuan dan keterampilan yang diukur pada PISA mencakup 3 dimensi yang berkenaan dengan (1) isi atau konten, (2) proses kompetensi, dan (3) situasi atau konteks (OECD, 2004). Konten pada PISA terdiri dari *space and shape, change and relationship, quantity*, dan *uncertainty and data*. Kompetensi yang diukur pada PISA yaitu reproduksi, koneksi dan refleksi. Sedangkan konteks yang digunakan pada PISA adalah pribadi, pekerjaan, sosial dan akademik.

Berdasarkan hasil dari tes PISA selama ini yang menunjukkan bahwa kemampuan siswa-siswi dalam mengerjakan soal-soal PISA masih rendah, maka banyak peneliti yang melakukan penelitian tentang PISA. Sampai saat ini, soal-soal PISA yang dikembangkan oleh beberapa peneliti belum pernah mengambil konteks agama sehingga nilai-nilai ajaran agama sebagai pembentuk karakter peserta didik belum tampak terintegrasi pada pelajaran matematika. Padahal, konteks agama dapat mencakup konteks-konteks yang terdapat pada PISA. Di samping itu, selain dituntut untuk memiliki ilmu pengetahuan yang andal, individu yang berakhlak mulia, mandiri, bertanggung jawab dan kreatif merupakan modal yang diperlukan dalam pembangunan bangsa (Basar, 2010). Hal ini sejalan dengan Pasal 3 Undang-Undang No. 20 tahun 2003 tentang Sisdiknas yang menyatakan bahwa tujuan pendidikan adalah "... agar menjadi manusia yang beriman dan bertakwa kepada Tuhan Yang Maha Esa, berakhlak mulia, sehat, berilmu, cakap, kreatif, mandiri, dan menjadi warga negara yang demokratis serta bertanggung jawab". Irianto (2010) juga berpendapat bahwa sekolah memiliki tanggung jawab dalam membentuk karakter bangsa dan terampil dalam membiasakan perilaku-perilaku yang sesuai dengan nilai-nilai, moral dan ahlak yang dianut masyarakat dan bangsanya yang beradab. Pembangunan pendidikan yang tidak berbasis pendidikan karakter telah terbukti hanya menghasilkan SDM yang bersifat mekanis dan kurang kreatif.

Seiring dengan karakter bangsa yang mulai pudar dari dalam diri peserta didik, maka diharapkan sekolah dapat memberikan kontribusi yang nyata dalam pembinaan dan pembentukan karakter peserta didik. Oleh sebab itu, pembelajaran matematika diharapkan tidak hanya sebagai transfer ilmu, tetapi juga dapat mengintegrasikan nilai-nilai agama baik dalam proses pembelajaran maupun dalam konteks soal yang digunakan, termasuk juga penggunaan konteks dalam soal model PISA di Indonesia. Penyertaan nilai-nilai agama yang merupakan dasar pembentuk karakter diharapkan dapat diintegrasikan pada setiap mata pelajaran (Marzuki, 2012). Hal ini dimaksudkan agar nilai-nilai moral yang terdapat dalam ajaran agama seperti kemauan untuk berbagi (sedekah, infak dan zakat), disiplin, jujur dapat

tertanam dalam diri siswa dan diamalkan dalam kehidupan. Selain itu, penggunaan konteks agama, termasuk juga peninggalan sejarah perkembangan agama dalam soal matematika diharapkan pengetahuan siswa tentang peninggalan sejarah perkembangan agama menjadi semakin luas dan penguasaan kosakata siswa semakin kaya, sehingga siswa akan lebih mudah dalam menyelesaikan berbagai permasalahan yang dihadapi.

Mengingat penulis merupakan penganut agama Islam, maka konteks agama yang akan dikembangkan dalam soal model PISA ini adalah konteks agama Islam. Dengan mengembangkan soal PISA yang menggunakan konteks agama Islam, diharapkan dapat memberikan kontribusi dalam menanamkan nilai-nilai karakter bangsa sehingga selain dapat mengerjakan soal PISA dengan lebih mudah, siswa juga termotivasi untuk belajar dan wawasan siswa juga ikut bertambah tanpa keluar dari konsep PISA. Dengan demikian, tujuan pendidikan nasional seperti yang tertuang dalam Permendiknas No. 23 tahun 2006 diharapkan dapat tercapai.

B. KAJIAN PUSTAKA

1. Literasi Matematika Dalam PISA

Studi internasional dalam bidang matematika untuk anak usia sekitar 15 tahun salah satunya adalah studi yang diselenggarakan oleh *Organisation for Economic Cooperation and Development* (OECD) yang dikenal dengan nama *Programme for Student International Assessment* (PISA). Studi yang diselenggarakan setiap 3 tahun sekali tersebut digunakan untuk mengukur kemampuan membaca (*reading literacy*), matematika (*mathematics literacy*) dan sains (*scientific literacy*) (OECD, 2012). Literasi dalam bidang matematika pada PISA bertujuan untuk mengetahui kemampuan siswa dalam mengidentifikasi, memahami dan menggunakan konsep-konsep dasar matematika yang diperlukan siswa dalam menghadapi realitas kehidupan.

Literasi diartikan sebagai kemampuan membaca dan menulis yang merupakan serapan dari bahasa Inggris yang merupakan kompetensi utama yang harus dimiliki oleh setiap insan (Wardani, 2011). Saat ini literasi tidak hanya identik dengan kemampuan membaca dan menulis dalam kaitannya dengan bahasa secara umum, tetapi juga dipakai dalam matematika. Hal ini karena matematika juga sering diartikan sebagai bahasa simbol dan bilangan. Dalam penggunaan simbol dan bilangan, maka tidak hanya kemampuan menghitung saja yang menjadi tujuan utama dalam mempelajari matematika tetapi lebih dari itu, matematika juga bertujuan untuk mengasah kemampuan berpikir secara logis, kreatif dan berargumentasi.

Sementara itu, berdasarkan *draft assessment framework* PISA 2012 literasi matematika didefinisikan sebagai berikut :

Mathematical literacy is an individual's capacity to formulate, employ, and interpret mathematics in a variety of contexts. It includes reasoning mathematically and using mathematical concepts, procedures, facts, and

tools to describe, explain, and predict phenomena. It assists individuals to recognise the role that mathematics plays in the world and to make the well-founded judgments and decisions needed by constructive, engaged and reflective citizens.

Sejalan dengan definisi yang diterbitkan oleh OECD, Wardani (2011: 11) mengartikan literasi matematika sebagai “kemampuan seseorang untuk merumuskan, menerapkan dan menafsirkan matematika dalam berbagai konteks, termasuk kemampuan melakukan penalaran secara matematis dan menggunakan konsep, prosedur, dan fakta untuk menggambarkan, menjelaskan atau memperkirakan fenomena/kejadian”. Berdasarkan uraian di atas, maka literasi matematika dapat didefinisikan sebagai kemampuan seseorang untuk memahami suatu permasalahan matematika dalam berbagai konteks untuk kemudian mampu merumuskan, menerapkan dan menafsirkannya dengan menggunakan argumentasi matematis yang logis menggunakan fakta, konsep dan prosedur untuk menjelaskan dan merepresentasikannya secara lebih sederhana dan mudah.

Literasi matematika yang diukur dalam soal PISA terdiri dari tiga dimensi (1) isi atau konten, (2) proses, (3) situasi atau konteks yang digunakan dalam soal matematika. Konten matematika yang diamati dalam soal PISA yaitu (1) *Change and Relationship*, (2) *Space and Shape*, (3) *Quantity*, dan (4) *Uncertainty*. Dari aspek proses, dimensi yang diamati terbagi dalam 3 kompetensi yaitu (1) kompetensi reproduksi, (2) kompetensi koneksi, dan (3) kompetensi refleksi. Sedangkan dari segi konteks matematika yang digunakan terbagi menjadi (1) konteks pribadi, (2) konteks pendidikan dan pekerjaan, (3) konteks umum, dan (4) konteks keilmuan.

Literasi matematika yang menggunakan beragam konteks akan membantu peserta didik untuk dapat memahami peran matematika dalam mengambil keputusan untuk menyelesaikan permasalahan dalam kehidupan sehari-hari dengan tepat, membangun, dan bijaksana.

2. Pendidikan Karakter

Menurut Irianto (2010) pendidikan karakter merupakan upaya pembimbingan perilaku siswa agar mengetahui, mencintai dan melakukan kebaikan. Fokusnya pada tujuan-tujuan etika melalui proses pendalaman apresiasi dan pembiasaan. Sedangkan Nata (2012:149) mengatakan bahwa pendidikan karakter adalah perjuangan bagi setiap individu untuk menghayati kebebasannya dalam berinteraksi dengan orang lain dan lingkungannya sehingga ia dapat menjadi pribadi yang unik dan memiliki integritas moral yang dapat dipertanggungjawabkan. Secara teoritis, Lickona (1993) menyatakan bahwa karakter seseorang dapat diamati dari tiga aspek, yaitu: mengetahui kebaikan (*knowing the good*), mencintai kebaikan (*loving the good*), dan melakukan kebaikan (*doing the good*).

Dalam pendidikan karakter, Lickona (1993) mengatakan bahwa unsur-unsur ideal yang membentuk karakter yaitu *moral knowing*, *moral loving* dan *moral doing (acting)*. *Moral*

knowing berkenaan dengan kesadaran (*awareness*), nilai-nilai (*values*), sudut pandang (*perspective taking*), logika (*reasoning*), menentukan sikap (*decision making*), dan pengenalan diri (*self knowledge*). *Moral loving* berkenaan dengan kepercayaan diri (*self esteem*), kepekaan terhadap orang lain (*emphaty*), mencintai kebenaran (*loving the good*), pengendalian diri (*self control*), dan kerendahan hati (*humility*). *Moral doing* berkenaan dengan perwujudan dari *moral knowing* dan *moral loving* yang berbentuk tabi'at reflektif dalam perilaku keseharian. Dari uraian di atas, maka dapat disimpulkan bahwa pendidikan karakter tidak hanya sekedar mendidik peserta didik untuk mengatakan suatu keadaan dalam benar atau salah, tetapi mencakup proses pembiasaan (*habituation*) tentang perilaku yang baik sehingga siswa dapat memahami, merasakan, dan mau berperilaku baik.

Status pendidikan karakter tidak menjadi sebuah mata pelajaran atau mata kuliah tetapi pengintegrasian nilai-nilai pembentuk karakter pada setiap mata pelajaran Mulyana (2004 : 161). Program integrasi ini dimaksudkan agar peserta didik dapat memiliki kesadaran yang tinggi dalam membiasakan dirinya untuk berbuat baik dan berakhlak mulia.

3. Agama Sebagai Konteks Dalam Soal Model PISA

Menurut Kamus Besar Indonesia, konteks didefinisikan sebagai situasi yang ada hubungannya dengan suatu kejadian. Konteks juga diartikan sebagai kondisi dimana suatu keadaan terjadi (wikipedia). Jadi, konteks adalah suatu kondisi, situasi, atau keadaan yang memberi makna terhadap suatu objek.

Konteks yang digunakan dalam soal PISA dibagi menjadi empat situasi sebagai berikut (OECD, 2012) :

- a. Konteks pribadi yang secara langsung berhubungan dengan kegiatan pribadi siswa sehari-hari.
- b. Konteks pendidikan dan pekerjaan yang berkaitan dengan kehidupan siswa di sekolah dan atau di lingkungan tempat bekerja.
- c. Konteks umum yang berkaitan dengan penggunaan pengetahuan matematika dalam kehidupan bermasyarakat dan lingkungan yang lebih luas dalam kehidupan sehari-hari.
- d. Konteks keilmuan yang secara khusus berhubungan dengan kegiatan ilmiah yang bersifat abstrak dan menuntut pemahaman dan penguasaan teori dalam melakukan pemecahan masalah matematika.

Di Indonesia, konteks-konteks yang digunakan dalam soal matematika model PISA tersebut dapat diadaptasi dan disesuaikan dengan kondisi masyarakat di Indonesia antara lain dengan menggunakan konteks yang dapat memasukkan nilai-nilai karakter bangsa. Nilai-nilai agama yang merupakan dasar pembentukan karakter peserta didik dapat digunakan sebagai konteks dalam soal matematika model PISA. Dalam kaitannya dengan penggunaan

konteks pribadi pada soal PISA, konteks agama yang dapat digunakan antara lain yang berkaitan dengan peralatan shalat seperti sajadah, kopiah, pakaian, jilbab, ataupun yang berkaitan dengan waktu shalat dan sebagainya. Dengan menggunakan konteks-konteks tersebut, diharapkan peserta didik mampu menyelesaikan permasalahan yang dihadapi dengan mengingat nilai-nilai agama yang membantu dalam pembentukan karakter.

Berkenaan dengan konteks pendidikan dan pekerjaan, konteks agama yang dapat digunakan antara lain adalah menggunakan situasi yang ada/terjadi di lingkungan sekolah baik sekolah-sekolah umum ataupun sekolah-sekolah islam seperti bangunan mushola, sistem pendidikan dan pekerjaan yang sesuai dengan nilai-nilai agama islam. Kemudian konteks yang berkenaan dengan kehidupan sosial masyarakat dapat menggunakan masalah zakat, sedekah, waris, idul fitri, ataupun qurban. Selanjutnya, untuk dapat melihat secara lebih jelas penggunaan konteks-konteks tersebut dapat dilihat dari beberapa contoh soal berikut.

1. Sajadah



Sumber : <http://lomba.kompasiana.com>

Gambar di atas adalah sajadah yang dipakai oleh umat Islam sebagai alas untuk shalat. Dalam ajaran agama Islam, shalat berjamaah bernilai lebih baik 27 kali daripada shalat yang dikerjakan secara sendirian. Dalam gambar tersebut terlihat bahwa masing-masing sajadah bersifat kongruen. Lebar dan panjang sajadah tersebut berturut-turut adalah 60 cm dan 100 cm. Jika setiap 2 buah sajadah dapat di pakai untuk 3 orang, berapa banyak jumlah jamaah maksimal yang dapat mengikuti shalat di musholla sekolah yang berukuran 20 m x 15 m ?

2. Hewan Qurban



Sumber : <http://cariinfo-nesya.com>

Hari Raya Qurban atau Idul Adha merupakan Hari Raya umat Islam yang dirayakan setiap tanggal 10 Dzulhijjah dalam Kalender Hijriyah. Pada Hari Raya ini umat Islam diperintahkan untuk menyembelih hewan ternak berupa unta, sapi atau kambing (domba) sebagai bentuk ketakwaan terhadap Allah SWT. Adapun aturan dalam qurban yaitu : 1 orang minimal berqurban 1 ekor kambing, dan 7 orang diperbolehkan untuk 1 ekor sapi. Jika dalam suatu daerah banyak orang yang akan berqurban adalah 10 orang dan diketahui harga 1 ekor kambing adalah Rp 1.700.000,00 dengan berat 60 kg dan harga 1 ekor sapi Rp 11.000.000,00 dengan berat 1 ton. Manakah yang lebih menguntungkan bagi orang yang berqurban dan penerima daging qurban, semua orang tersebut berqurban kambing atau kombinasi sapi dan kambing? Jelaskan alasanmu!

C. PENUTUP

Tujuan pendidikan adalah membentuk peserta didik agar menjadi manusia yang beriman dan bertakwa kepada Tuhan Yang Maha Esa, berakhlak mulia, sehat, berilmu, cakap, kreatif, mandiri, dan menjadi warga negara yang demokratis serta bertanggung jawab. Untuk mewujudkannya, maka nilai-nilai agama yang juga merupakan pembentuk karakter sedapat mungkin untuk dapat diintegrasikan ke dalam setiap mata pelajaran termasuk matematika. Bentuk pengintegrasian nilai-nilai tersebut salah satunya yaitu dalam penyajian soal-soal yang diberikan yang berfungsi untuk mengasah kemampuan peserta didik dalam berpikir dan bernalar sekaligus menanamkan nilai-nilai pembentuk karakter.

DAFTAR PUSTAKA

- Afifah, Riana. (2012). *Pro-Kontra UN Sebagai Alat Pemetaan dan Evaluasi Pendidikan*. Tersedia : <http://Kompas.co.id>. Diakses tanggal : 1 Oktober 2012.
- Irianto, Yoyon B. (2010). *Strategi Manajemen Pendidikan Karakter*. Proceedings of The 4th International Conference on Teacher Education; Join Conference UPI & UPSI Bandung. Bandung : UPI & UPSI
- Marzuki. (2012). *Pengintegrasian Pendidikan Karakter Dalam Pembelajaran Di Sekolah*. Jurnal Pendidikan Karakter, Februari 2012, Vol 2 No. 1
- Kohar, Ahmad W. (2010). *Membumikan Pendidikan Nilai Melalui Integrasi Nilai Islam Dalam Pembelajaran Matematika*. Tersedia : <http://bagqohar.wordpress.com>. Diakses tanggal : 1 Oktober 2012
- Nata, Abuddin. (2012). *Kapita Selekta Pendidikan Islam : Isu-Isu Kontemporer Tentang Pendidikan Islam*. Jakarta : PT. Rajagrafindo Persada
- Wardani, Sri. & Rumiati. (2011). *Instrumen Penilaian Hasil Belajar Matematika SMP: Belajar dari PISA dan TIMSS*. Yogyakarta: PPPPTK Matematika.
- OECD. 2003. *Literacy Skill for The WORLD of Tomorrow, Further Results from PISA 2000*. Paris : OECD.
- _____. 2004. *Literacy for Tomorrow's World First Result from PISA 2003*. Paris : OECD
- _____. 2007. *PISA 2006 : Science Competence for Tomorrow's World*. Paris : OECD.
- _____. 2010. *PISA 2009 Result : What Students Know and Can Do. Student performance in reading, Mathematics, and Science (Vol 1)*. Paris : OECD.
- _____. 2012. *PISA 2012 Mathematical Framework*. Paris : OECD
- Lickona, Thomas. (1993). *The Return of Character Education*, (Journal of Educational Leadership). Vol.3/No.3/November 1993, hal.6-11), dalam: <http://www.ascd.org/publications/educationalleadership/nov93/vol51/num03/The-Return-of-Character-Education.aspx>

MEMBUMIKAN MATEMATIKA
DENGAN PEMBELAJARAN BERPeTaC
(BERBANTUAN PEN TABLET DAN CAMTASIA)
Laporan Penulisan Pengalaman Terbaik (*Best Practice*)
dalam Pelaksanaan Tugas Mengajar pada Kegiatan
Pemantapan Sukses UN 2012 SMAN 2 Kuningan

Sudarmoyo, M.Pd.

Abstrak

Soedjadi (2004: 41) mengungkapkan bahwa “sifat matematika yang abstrak merupakan salah satu penyebab sulitnya seorang siswa dalam belajar matematika”. Disisi lain, belajar tuntas (*mastery learning*) merupakan tuntutan dalam kurikulum KTSP. Kenyataan dilapangan dijumpai meskipun siswa telah dinyatakan tuntas dan nilainya melebihi KKM, tetapi masih sangat khawatir dalam menghadapi UN. Sehingga di SMAN 2 Kuningan menyelenggarakan program pemantapan Sukses UN 2012. Oleh karena itu penulis selaku guru mata pelajaran matematika berinovasi untuk membumikan matematika dengan pembelajaran BerPeTaC (Berbantuan Pen Tablet dan Camtasia) pada kegiatan pemantapan sukses UN 2012.

Langkah membumikan Matematika dengan Pembelajaran BerPeTaC dalam kegiatan pemantapan sukses UN-2012 adalah : (a) Menyusun Rencana Pelaksanaan Pembelajaran (RPP) berdasarkan indikator sesuai dengan Peraturan BSNP Nomor : 013/P/BSNP/XII/2011 tentang Kisi-kisi-UN 2012. (b) Melaksanakan pembelajaran berbantuan Pen Tablet dan Camtasia (BerPeTaC), sehingga semua materi yang diajarkan di kelas dapat terekam dalam bentuk video. Video rekaman pembelajaran inilah yang difungsikan untuk video tutorial yang memfasilitasi dan melayani perbedaan-perbedaan peserta didik dalam kecepatan belajar. dan (c) Melaksanakan evaluasi.

Membumikan matematika dengan pembelajaran BerPeTaC dapat sangat efektif mengantarkan peserta didik sukses UN 2012. Untuk Mata Pelajaran Matematika, dari 199 peserta UN, memperoleh nilai tertinggi 10; nilai terendah 8,25; rata-rata 9,72; median 9,75; modus 9,75; simpangan bakunya 0,25; variannya 0,062; dan klasifikasi A. Maka dari itu penulis menyarankan: (1) Kepada para guru SMA, disarankan membumikan Matematika dengan Pembelajaran BerPeTaC dalam kegiatan pemantapan sukses UN. (2) Kepada pihak sekolah disarankan untuk memberikan motivasi kepada para guru agar senantiasa membumikan Matematika dengan Pembelajaran BerPeTaC dalam kegiatan pemantapan sukses UN. (3) Kepada peneliti lain disarankan agar mencoba melakukan penelitian tindakan kelas yang membumikan Matematika dengan Pembelajaran BerPeTaC dalam kegiatan pemantapan sukses UN.

A. Latar Belakang

Salah satu karakteristik matematika adalah mempunyai objek yang bersifat abstrak. Menurut Soedjadi (2004: 41) mengungkapkan bahwa sifat matematika yang abstrak merupakan salah satu penyebab sulitnya seorang siswa dalam belajar matematika. Belajar Matematika tidak sekedar membaca, dan menghafal rumus namun harus memahami prosesnya. Disinilah pentingnya peran guru berinovasi dalam rangka memudahkan siswa memahami proses pembelajaran Matematika.

Disisi lain, belajar tuntas (*mastery learning*) merupakan tuntutan dalam kurikulum KTSP. Menurut Block (1971: 38), filosofis belajar tuntas (*mastery learning*) adanya anggapan bahwa semua siswa dapat belajar bila diberikan yang cukup. Artinya bahwa: (1) semua siswa dapat belajar, (2) setiap siswa belajar dengan cara dan kecepatan yang berbeda, dan (3) pembelajaran akan lebih efektif jika menggunakan pendekatan individual.

Hal di atas didukung pengalaman pribadi penulis. Meskipun siswa telah dinyatakan tuntas dan nilainya melebihi KKM, tetapi masih sangat khawatir dalam menghadapi UN. Sehingga di SMAN 2 Kuningan menyelenggarakan program pemantapan Sukses UN 2012. Oleh karena itu penulis selaku guru mata pelajaran matematika berinovasi untuk membumikan matematika dengan pembelajaran **BerPeTaC** (*Berbantuan Pen Tablet dan Camtasia*) pada kegiatan pemantapan sukses UN 2012.

B. Perumusan Masalah

1. Bagaimanakah membumikan matematika dengan pembelajaran **BerPeTaC** (*Berbantuan Pen Tablet dan Camtasia*) pada kegiatan pemantapan sukses UN 2012?
2. Apakah membumikan matematika dengan pembelajaran **BerPeTaC** (*Berbantuan Pen Tablet dan Camtasia*) dapat mengantarkan peserta didik sukses UN 2012?

C. Tujuan Penelitian

Berdasarkan latar belakang masalah dan rumusan masalah sebagaimana yang telah diuraikan di atas, maka tujuan utama penelitian tindakan kelas ini adalah sebagai berikut.

1. Mendiskripsikan perencanaan dan pelaksanaan membumikan matematika dengan pembelajaran **BerPeTaC** (*Berbantuan Pen Tablet dan Camtasia*) pada kegiatan pemantapan sukses UN 2012?
2. Mengetahui apakah membumikan matematika dengan pembelajaran **BerPeTaC** (*Berbantuan Pen Tablet dan Camtasia*) dapat mengantarkan peserta didik sukses UN 2012?

D. Manfaat Penelitian

Penulisan karya ilmiah ini diharapkan dapat memberikan manfaat sebagai berikut.

1. Manfaat Teoritis

Manfaat teoritis dari penulisan karya ilmiah ini adalah memberikan alternatif mencapai ketuntasan belajar (*mastery learning*) dengan pembelajaran **BerPeTaC** (*Berbantuan Pen Tablet dan Camtasia*)

2. Manfaat Praktis

- a. Manfaat bagi siswa adalah meningkatkan pemahaman matematika dengan pembelajaran **BerPeTaC** (*Berbantuan Pen Tablet dan Camtasia*).
- b. Manfaat bagi guru adalah mendapatkan pengalaman tentang membumikan matematika dengan pembelajaran **BerPeTaC** (*Berbantuan Pen Tablet dan Camtasia*).
- c. Manfaat bagi sekolah adalah tercapainya tujuan Kurikulum Tingkat Satuan Pendidikan (KTSP) terutama tentang tercapainya target kelulusan.

E. Pembelajaran Tuntas

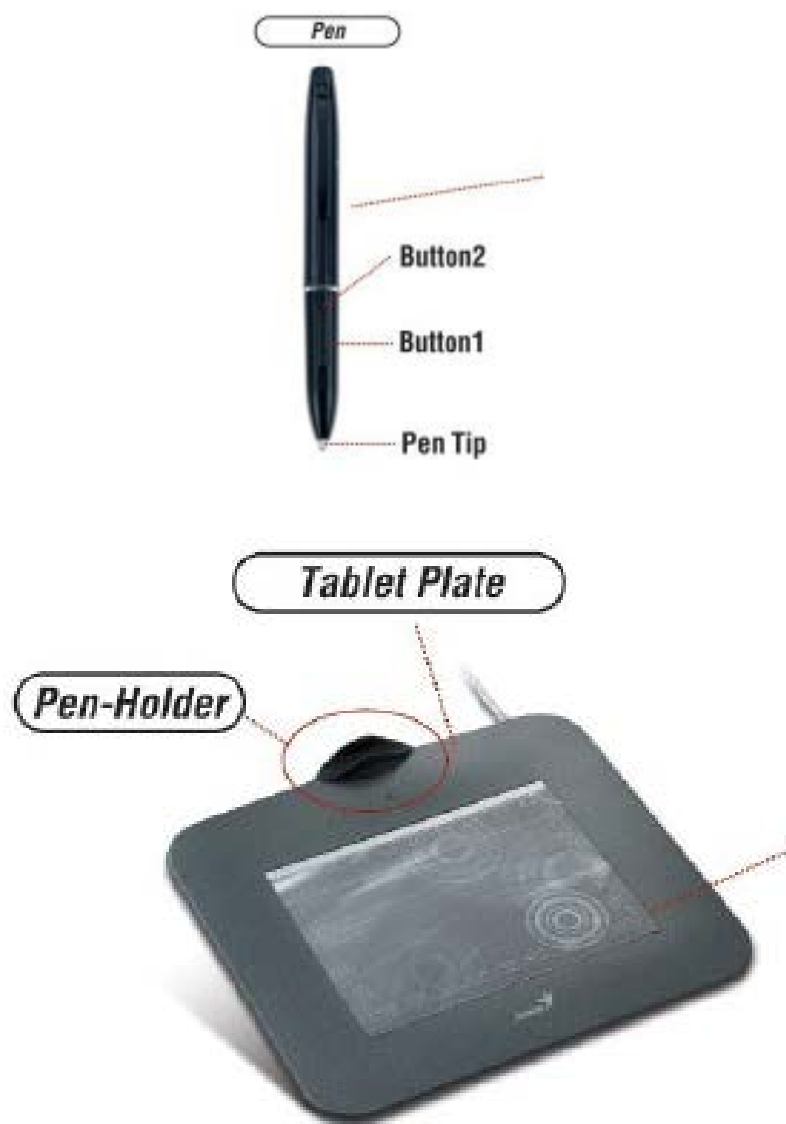
Pembelajaran tuntas (*mastery learning*) dalam proses pembelajaran berbasis kompetensi adalah pendekatan pembelajaran yang mensyaratkan peserta didik menguasai seluruh standar kompetensi dan kompetensi dasar pada mata pelajaran tertentu (Direktorat Pembinaan SMA, 2010: 38), Sedangkan menurut Block (1971: 78) menyatakan bahwa tingkat penguasaan materi peserta didik (*degree of learning*) ditentukan oleh seberapa banyak waktu yang benar-benar digunakan untuk belajar (*time actually spent*), dibagi dengan waktu yang diperlukan untuk menguasai kompetensi tersebut (*time needed*).

Pembelajaran tuntas (*mastery learning*) adalah pola pembelajaran yang menggunakan prinsip ketuntasan secara individual, artinya meskipun kegiatan pembelajaran dilakukan di kelas (secara klasikal) tetapi harus mengakui dan melayani perbedaan-perbedaan individu peserta didik. Untuk merealisasikan pengakuan dan melayani perbedaan individu, maka standar kompetensi atau kompetensi dasar harus dinyatakan secara jelas. Peserta didik yang mempelajari mata pelajaran tertentu dapat pindah dari kompetensi dasar ke kompetensi dasar selanjutnya jika peserta didik telah menguasai sekurang-kurangnya 75% kompetensi dasar sebelumnya. Sehingga munculah permasalahan: (1) mengelompokkan dan menyatakan secara jelas standar kompetensi atau kompetensi dasar adalah tidak mudah; (2) umumnya guru merasa lebih mudah untuk melakukan pembelajaran dengan kecepatan tetap dan dalam waktu tertentu, dibandingkan dengan bila ada variasi kecepatan dan waktu; dan (3) umumnya guru menggunakan peserta didik yang rata-rata keatas sebagai standar waktu menguasai kompetensi dasar, sehingga peserta didik yang lambat belum terlayani.

Karena pembelajaran tuntas (*mastery learning*) belum sepenuhnya diterapkan di sekolah, maka banyak siswa yang telah dinyatakan tuntas dan nilainya melebihi KKM, tetapi masih sangat khawatir dalam menghadapi UN. Sehingga di sekolah-sekolah umumnya menyelenggarakan program pemantapan Sukses UN.

F. Pen Tablet dan Camtasia

Pen Tablet adalah suatu alat untuk menulis dan menggambar yang dihubungkan langsung dengan komputer (laptop) sehingga dapat meningkatkan presentasi lebih profesional. Berikut ini disajikan gambar Pen Tablet yang di produksi oleh Genius.



Gambar 1. Pen Tabtet

Camtasia adalah software yang diinstallkan ke komputer (laptop) sehingga dapat merekam presentasi menjadi video training. Hasil rekaman ini berupa Dokumen Rekaman Camtasia (*Camtasia Recorder Document*), Dokuemen Rekaman Camtasia ini selanjutnya dapat diubah dan dipublikasikan (*produce and share*) melalui CD, HD, DVD, web, blok, You Tube, iPad, iPhone, iPod, serta *Costum pruduction setting* lainnya, dengan berbagai macam format

video misalnya: .avi, .3gp, .flv, .wmv, .mov, dan lainnya. Camtasia studio yang digunakan dalam dalam pembelajaran ini adalah camtasia studi versi 7.1.

G. Implementasi Membumikan Matematika dengan Pembelajaran BerPeTaC pada Kegiatan Pemantapan UN 2012 di SMAN 2 Kuningan.

Meskipun siswa telah dinyatakan tuntas dan nilainya melebihi KKM, tetapi masih sangat khawatir dalam menghadapi UN. Sehingga di SMAN 2 Kuningan menyelenggarakan program pemantapan Sukses UN 2012. Oleh karena itu, penulis selaku guru mata pelajaran matematika berinovasi untuk membumikan matematika dengan pembelajaran **BerPeTaC** (*Berpantuan Pen Tablet dan Camtasia*) pada kegiatan pemantapan sukses UN2012.

Membumikan Matematika dengan pembelajaran **BerPeTaC** (*Berbantuan Pen Tablet dan Camtasia*) adalah pembelajaran matematika yang berorientasi pada pendekatan proses dan ketuntasan belajar secara individual. Meskipun pembelajaran dilakukan secara klasikal (disajikan di kelas) tetapi berprisip mengakui dan melayani perbedaan-perbedaan peserta didik dalam kecepatan belajar.

Langkah membumikan Matematika dengan pembelajaran **BerPeTaC** (*Berbantuan Pen Tablet dan Camtasia*) dalam kegiatan pemantapan sukses UN-2012 adalah sebagai berikut.

1. Menyusun Rencana Pelaksanaan Pembelajaran (RPP)

Rencana Pelaksanaan Pembelajaran (RPP) untuk kegiatan pemantapan disusun berdasarkan indikator Ujian Nasional yang disesuaikan dengan Peraturan BSNP Nomor: 013/P/BSNP/XII/2011 tentang Kisi-kisi-UN 2012.

2. Melaksanakan Pembelajaran

Mengacu pada RPP yang telah disusun, dilaksanakan pembelajaran **BerPeTaC** (*Berbantuan Pen Tablet dan Camtasia*) sehingga semua materi yang diajarkan di kelas dapat terekam dalam bentuk video. Video rekaman pembelajaran inilah yang difungsikan untuk video tutorial yang memfasilitasi dan melayani perbedaan-perbedaan peserta didik dalam kecepatan belajar.

3. Melaksanakan Evaluasi

Untuk mengetahui apakah proses membumikan matematika dengan pembelajaran **BerPeTaC** (*Berbantuan Pen Tablet dan Camtasia*) bersifat efektif, maka siswa diberikan tugas terstruktur untuk dikerjakan secara individu.

H. Deskripsi Hasil Membumikan Matematika dengan Pembelajaran BerPeTaC pada Kegiatan Pemantapan UN 2012 di SMAN 2 Kuningan.

Deskripsi hasil membumikan Matematika dengan pembelajaran **BerPeTaC** (*Berbantuan Pen Tablet dan Camtasia*) pada kegiatan pemantapan sukses UN 2012 adalah sebagai berikut.

1. Peserta UN 2012 SMAN 2 Kuningan

Jumlah peserta UN program IPA SMAN 2 Kuningan tahun pelajaran 2011-2012 adalah sebanyak 199 peserta

2. Deskripsi Hasil Nilai UN 2012 SMAN 2 Kuningan

Hasil nilai UN program IPA SMAN 2 Kuningan tahun pelajaran 2011-2012 dapat didiskripsikan seperti tabel berikut.

Tabel Hasil Nilai UN Program IPA SMAN 2 Kuningan tahun pelajaran 2011-2012

N I L A I	FREKUENSI	
	ABSOLUT	RELATIF
8,25	1	0,50 %
8,50	2	1,01 %
8,75	1	0,50 %
9,00	1	0,50 %
9,25	9	4,52 %
9,50	14	7,04 %
9,75	137	68,84 %
10	34	17,09 %
JUMLAH	199	100%

Berdasarkan tabel diatas diketahui nilai tertinggi 10; nilai terendah 8,25; rata-rata 9,72; median 9,75; modus 9,75; simpangan bakunya 0,25; variannya 0,062; dan klasifikasi A. (Data selengkapnya ada pada lampiran 4)

Prestasi lain yang sangat menggembirakan bahwa salah satu siswa SMAN 2 Kuningan yaitu Triawati Octavia memperoleh nilai tertinggi tingkat nasional pada Ujian Nasional tahun pelajaran 2011-2012.

I. Kesimpulan

Berdasarkan pembahasan dan pemecahan masalah sebagaimana yang telah diuraikan di atas, maka dapat disimpulkan sebagai berikut.

- Langkah membumikan Matematika dengan pembelajaran **BerPeTaC** (*Berbantuan Pen Tablet dan Camtasia*) dalam kegiatan pemantapan sukses UN 2012 adalah : (a) Menyusun Rencana Pelaksanaan Pembelajaran (RPP) berdasarkan indikator sesuai dengan Peraturan BSNP Nomor : 013/P/BSNP/XII/2011 tentang Kisi-kisi-UN 2012. (b) Melaksanakan pembelajaran **BerPeTaC** (*Berbantuan Pen Tablet dan Camtasia*), sehingga semua materi yang diajarkan di kelas dapat terekam dalam bentuk video. Video

rekaman pembelajaran inilah yang difungsikan untuk video tutorial yang memfasilitasi dan melayani perbedaan-perbedaan peserta didik dalam kecepatan belajar. dan (c) Melaksanakan evaluasi.

2. Membumikan Matematika dengan pembelajaran **BerPeTaC** (*Berbantuan Pen Tablet dan Camtasia*) dapat mengantarkan peserta didik sukses UN 2012. Dari 199 peserta Ujian Nasional, untuk mata pelajaran Matematika memperoleh nilai tertinggi 10; nilai terendah 8,25; rata-rata 9,72; median 9,75; modus 9,75; simpangan bakunya 0,25; variannya 0,062; dan klasifikasi A.

J. Saran

Berdasarkan kesimpulan sebagaimana telah diuraikan di atas, dapat disampaikan beberapa saran sebagai berikut.

1. Kepada para guru SMA, disarankan membumikan Matematika dengan pembelajaran **BerPeTaC** (*Berbantuan Pen Tablet dan Camtasia*) dalam kegiatan pemantapan sukses UN.
2. Kepada pihak sekolah disarankan untuk memberikan motivasi kepada para guru agar senantiasa membumikan Matematika dengan pembelajaran **BerPeTaC** (*Berbantuan Pen Tablet dan Camtasia*) dalam kegiatan pemantapan sukses UN.
3. Kepada peneliti lain disarankan agar mencoba melakukan penelitian tindakan kelas yang membumikan Matematika dengan Pembelajaran **BerPeTaC** (*Berbantuan Pen Tablet dan Camtasia*) dalam kegiatan pemantapan sukses UN.

K. Daftar Pustaka

- Block, James H. 1997. *Mastery Learning : Theory and Practice*. New York: Holt, Rinehart and Winston Inc.
- BSNP, 2011. *Kisi-kisi Ujian Nasional Tahun Pelajaran 2011-2012, Peraturan Nomor: 013/P/BSNP/XII/2011*. Jakarta : BNSP-Kemendiknas
- Direktorat Pembinaan SMA, Kemendiknas, 2010. *Pelaksanaan Pembelajaran dalam Implementasi KTSP di SMA, Seri Petunjuk Teknis*. Jakarta: Direktorat Pembinaan SMA.
- Soedjadi, R. 2004. *PMRI dan KBK dalam Era Otonomi Pendidikan. Buletin PMRI*. Edisi III, Jan 2004. Bandung: KPPMT ITB Bandung.
- Sukayati, 2008. *Pembelajaran Tindakan Kelas*. Yogyakarta: PPPG Matematika.
- Suwah Sembiring, 2011. *Matematika XII IPA*, Bandung: Yramawidya.

ALAT PERMAINAN MAMUN TEBAL UNTUK MENINGKATKAN KETERAMPILAN HITUNG BILANGAN BULAT KELAS IV SD KOTAGEDE 3 YOGYAKARTA

Titin Mulyaningsih
SD Kotagede 3 Yogyakarta
titinmulyaningsih@yahoo.com

Abstrak

Tujuan dari penelitian ini adalah menemukan alat yang dapat membantu siswa memahami operasi hitung bilangan bulat dan menciptakan pembelajaran matematika yang menyenangkan. Berdasar dari hal tersebut, maka perlu diciptakan media pembelajaran. Adanya alat bantu Permainan Mamun Tebal Bilangan Bulat ini diharapkan pemahaman konsep operasi hitung bilangan bulat pada siswa kelas IV di SD Kotagede III Yogyakarta.

Data awal diperoleh dari pembelajaran yang belum menggunakan media. Hasil menunjukkan sebanyak 21 siswa belum tuntas yaitu memperoleh nilai ≤ 70 dan rata-rata nilai sebesar 61,50 dengan KKM 70. Kemudian diperbaiki dengan adanya inovasi pembelajaran. Inovasi pembelajaran yang dilakukan adalah dengan menciptakan dan menggunakan media pipa bilangan bulat dan permainan mamun tebal. Hasil yang diperoleh menunjukkan adanya peningkatan yang signifikan sebesar 10,67, sehingga rata-rata nilai menjadi 72,17 dan siswa yang nilainya memenuhi KKM atau tuntas sebanyak 24 siswa

Dari perbaikan pembelajaran yang dilakukan diperoleh hasil yaitu terciptanya suasana pembelajaran matematika yang menyenangkan, meningkatnya keaktifan siswa dan peningkatan keterampilan hitung bilangan bulat yang dilihat dari adanya peningkatan nilai prestasi belajar matematika. dengan demikian dapat disimpulkan bahwa penggunaan media pipa bilangan bulat dan permainan mamun tebal dapat meningkatkan keterampilan hitung bilangan bulat siswa kelas IV SDN Kotagede III Yogyakarta.

Kata Kunci : Alat Permainan Mamun Tebal, Keterampilan Hitung Bilangan Bulat.

A. Latar Belakang

Pembelajaran matematika merupakan mata pelajaran yang ditakuti oleh siswa, bahkan oleh orang dewasa. Konsep-konsep matematika merupakan konsep yang abstrak, sementara pola pikir siswa sekolah dasar adalah konkrit. Siswa perlu diupayakan untuk memahami matematika secara konkrit. Guru juga diharapkan menciptakan suasana pembelajaran yang menyenangkan. Menurut Bobbi Deporter dalam bukunya Quantum Learning, proses pembelajaran dapat efektif jika pembelajaran menyenangkan.

Matematika diajarkan di sekolah agar para siswa dapat mengetahui berbagai contoh penggunaan matematika sebagai alat pemecah masalah dalam mata pelajaran lain atau dalam kehidupan sehari-hari yang disesuaikan dengan tingkat perkembangan siswa (Depdiknas 2006, 2006:428). Matematika merupakan mata pelajaran yang selama ini dianggap momok bagi siswa. Hal tersebut muncul karena berbagai hal, antara lain : guru kurang memberi motivasi pada siswa untuk menyukai pelajaran matematika, metode dan media yang digunakan guru kurang bervariasi, selain dari unsur dari dalam diri siswa sendiri.

Dalam hal ini seorang guru betul-betul harus kreatif dan inovatif dalam menciptakan pembelajaran yang menyenangkan. Matematika adalah mata pelajaran yang berisi simbol-simbol abstrak, dan hal tersebut merupakan tantangan tersendiri bagi guru. pembelajaran matematika di sekolah dasar merupakan tahap penanaman konsep. Berdasarkan hal tersebut, siswa disodorkan dengan hal-hal yang bersifat konkret.

Peran guru dalam menanamkan konsep terhadap siswa sangat besar dan utama. Penguasaan materi pelajaran, kemampuan memilih dan menggunakan metode serta penggunaan media yang tepat ikut menentukan terhadap keberhasilan proses pembelajaran, disamping potensi dan kemauan siswa itu sendiri.

Penanaman konsep matematika materi operasi hitung bilangan bulat meliputi membaca bilangan dan menuliskannya, mengurutkan, membandingkan, dan menyelesaikan operasi hitung bilangan bulat dengan atau tidak menggunakan garis bilangan. Untuk mengkonkritkan konsep tersebut maka visualisasi menggunakan media pipa dan kartu bilangan bulat, sehingga siswa memperoleh pengalaman langsung dalam pembelajaran.

Berdasar identifikasi masalah dan temuan selama proses pembelajaran maka dapat dirumuskan masalahnya yaitu bagaimana media pipa bilangan bulat dan permainan Mamun Tebal dapat meningkatkan keterampilan operasi hitung bilangan bulat siswa kelas IV di SD Kotagede III Yogyakarta.

Penelitian ini bertujuan untuk :

1. Menumbuhkan motivasi dan keaktifan siswa dalam mengikuti pembelajaran matematika.
2. Meningkatkan keterampilan siswa dalam operasi hitung bilangan bulat.
3. Menciptakan suasana pembelajaran matematika yang menyenangkan dan bermakna bagi siswa (joyfull and meaningfull in mathemathic).
4. Meningkatkan motivasi dan kreativitas guru dalam pembelajaran dalam rangka mewujudkan guru yang profesional.

B. Metodologi

Jenis penelitian ini adalah penelitian tindakan kelas yang fokus pada uji coba alat bantu pembelajaran berupa Alat Permainan Mamun Tebal. Subyek penelitian ini adalah siswa kelas IV B SD Kotagede III Yogyakarta tahun ajaran 2011-2012 yang berjumlah 30 siswa. penelitian ini terdiri atas dua siklus dimana setiap siklusnya terdiri dari 2 kali pertemuan. Dalam setiap siklusnya terdapat 4 tahap yaitu perencanaan, pelaksanaan, observasi, dan refleksi. Data didapatkan dari pelaksanaan pretes dan postes, serta adanya pengamatan dalam proses pembelajaran. Instrumen yang digunakan adalah lembar soal/lembar kerja siswa dan lembar pengamatan.

C. Proses Desain dan Pengembangan Alat Bantu Pembelajaran

Deskripsi Alat Peraga

Nama : Permainan Mamun Tebal (Maju Mundur Terus Balik)

Bahan : Karton berlapis kertas stiker

Tujuan : sebagai alat peraga dan permainan edukatif dalam pembelajaran matematika kelas IV materi operasi hitung bilangan bulat

Kelengkapan alat :

1. Papan karton bergambar garis bilangan yang didesain sedemikian sehingga konsep dasar garis bilangan tetap ada namun ada unsure keindahan, menarik, dan kaya warna
2. pion sejumlah pemain yaitu 4
3. bidak-bidak sebagai reward jika pemain bisa menjawab tantangan dengan benar
4. kartu tantangan, merupakan soal operasi hitung bilangan bulat, sebagai pedoman dalam menjalankan pion.

Cara Pembuatan :

1. Konsep dasar alat peraga ini adalah penggunaan garis bilangan untuk menyelesaikan operasi hitung bilangan bulat yaitu penjumlahan dan pengurangan
2. Garis bilangan terdiri atas kotak-kotak yang berisi bilangan bulat positif, bilangan bulat negative dan bilangan nol
3. Garis bilangan yang digunakan sejumlah 4 garis bilangan yang dibentuk seperti baling-baling
4. Ukuran karton keseluruhan adalah ukuran A3
5. Garis bilangan pada karton dibuat dengan menggunakan program CorelDraw.
6. Selain garis bilangan, alat peraga ini dilengkapi dengan piramida sejumlah 4 buah sebagai tempat meletakkan harta yang diperoleh jika bisa menjawab tantangan dengan benar.

Gambar alat peraga permainan mamun tebal sebagai berikut :



Gambar 1. Alat Permainan Mamun Tebal

Cara Menggunakan Alat Peraga

Alat peraga ini berfungsi ganda yaitu sebagai alat peraga operasi hitung bilangan bulat dan alat permainan edukasi matematika. Alat peraga ini digunakan secara bersamaan, atau satu kesatuan. Tujuannya adalah supaya siswa merasa senang belajar matematika, dan bermain sambil bermatematika. Dengan kata lain menciptakan matematika yang menyenangkan.

Adapun cara memainkan alat peraga ini adalah sebagai berikut :

1. Masing-masing pemain meletakkan pionnya pada angka 0. Setiap operasi hitung bilangan bulat dimulai pada angka 0.
2. Pemain melakukan undian untuk menentukan urutan bermain.
3. Pemain pertama mengambil kartu tantangan, membacanya sehingga pemain lain tahu soalnya, kemudian pemain menjalankan pionnya sesuai soal yang ada. Pemain menerapkan konsep dasar operasi hitung yaitu maju jika bilangan bulat positif, mundur untuk bilangan bulat negative, terus untuk penjumlahan dan balik untuk pengurangan.
4. Pemain lain yang tidak bermain memperhatikan apakah jawaban, yaitu titik dimana pion berhenti benar atau salah. Jika benar pemain mendapat 1 bidak yang dapat diletakkan di piramidanya. Jika salah, maka pemain tersebut tidak mendapat reward apa-apa.
5. Setelah satu pemain selesai, diteruskan dengan pemain selanjutnya sesuai urutannya.
6. Pemenang dalam permainan ini adalah pemain yang dapat memenuhi piramidanya dengan bidak-bidak, sejumlah 9 bidak terlebih dahulu.

Manfaat

Alat ini mempunyai manfaat sebagai berikut :

1. Sebagai alat permainan edukatif, sehingga pembelajaran menjadi menyenangkan.
2. Sebagai bentuk alat peraga konkret tentang operasi hitung bilangan bulat
3. Untuk meningkatkan pemahaman tentang konsep operasi hitung bilangan bulat
4. Meningkatkan kreativitas siswa dan guru dalam pembelajaran
5. Meningkatkan keaktifan siswa dalam mengikuti pembelajaran
6. Menghilangkan kesan bahwa matematika itu sulit dan membosankan

Alat bantu pembelajaran merupakan model penggunaan garis bilangan untuk menyelesaikan operasi hitung penjumlahan dan pengurangan bilangan bulat. Permainan Mamun tebal dibuat dari karton tebal yang ditutup dengan gambar hasil print out komputer (hasil olah dengan menggunakan software Corel Draw) diatas kertas sticker. Permainan ini terdiri atas papan permainan yaitu berisi gambar garis bilangan bersusun sejumlah empat (4) menunjukkan bahwa permainan ini dapat dimainkan oleh 4 pemain, gambar piramida yang merupakan tempat untuk meletakkan hadiah atau reward jika dapat menjawab soal dengan benar, dan kotak tempat kartu tantangan serta titik 0 yang letaknya dipusat gambar.

Cara menggunakan permainan ini adalah sama seperti mengerjakan operasi hitung bilangan bulat dengan menggunakan garis bilangan. Masing-masing pemain secara bergiliran bermain dengan mengambil kartu tantangan untuk dikerjakan pada garis bilangan, jika benar mendapat reward, jika belum benar maka tidak mendapat apa-apa. Pemenangnya adalah pemain yang dapat memenuhi piramidanya terlebih dahulu.

Permainan ini adalah aplikasi garis bilangan yang digambar sedemikian sehingga menarik sebagai alat bermain. Permainan ini dimainkan oleh 4 anak. Garis bilangan digambar dengan bentuk kotak-kotak berwarna-warni sebanyak empat garis dan disusun secara bertumpuk membentuk baling-baling. Sebagai poros adalah titik nol yang saling berhimpit. Permainan ini dilengkapi dengan kartu tantangan yaitu kartu yang berisi soal operasi hitung bilangan bulat yang harus dikerjakan dengan menggerakkan pion pada garis bilangan. Sebagai reward jika dapat mengerjakan dengan benar, maka berhak mendapat satu poin berupa pion yang mengisi petak poin yang dimiliki masing-masing pemain. Penentuan pemenang adalah pemain yang petak-petak poinnya penuh lebih dahulu. Sebaliknya jika pemain tidak dapat menjawab soal dengan benar, maka pemain tersebut tidak mendapat poin. Masing-masing pemain saling belajar dengan memperhatikan dan menjadi juri (peer learning) pada saat teman yang lain bermain, dalam arti ikut menentukan benar salahnya penyelesaian soal. Permainan ini diberi nama Mamun Tebal merupakan singkatan dari Maju Mundur Terus Balik, yang merupakan konsep dasar operasi hitung bilangan bulat. Maju jika bilangan bulat positif, mundur jika bilangan bulat negatif, terus jika operasi hitung penjumlahan dan balik jika operasi hitung pengurangan. Sebagai contoh sebagai berikut :

$$4 + (-7) =$$

Penyelesaian dengan menggunakan alat permainan Mamun Tebal adalah :

Cara menggerakkan pion yaitu maju empat langkah ke kanan terus mundur tujuh langkah ke kiri, sehingga pion berhenti pada titik -3.

D. Hasil Penelitian dan Pembahasan

Pembelajaran sebelum menggunakan media yaitu pembelajaran dengan metode ceramah, siswa sekedar mendengarkan dan menyelesaikan soal. Dari hasil tersebut diperoleh nilai awal yang dijabarkan dalam tabel berikut :

Tabel 1. Data Nilai Sebelum Perlakuan

Rentang Nilai	Jumlah siswa	Keterangan	Rata-rata kelas
≥ 70	9	Tuntas	61,5
60 - 69	11	Belum tuntas	
≤ 60	10	Belum tuntas	
jumlah	30		

Berdasar tabel diatas, dengan nilai KKM 70, terdapat 21 siswa yang belum tuntas dan 9 siswa yang sudah tuntas. Banyaknya siswa yang belum tuntas menunjukkan bahwa pembelajaran belum berhasil. Sehingga perlu diadakan perbaikan pembelajaran dengan menggunakan media pipa bilangan bulat dan permainan mamun tebal.

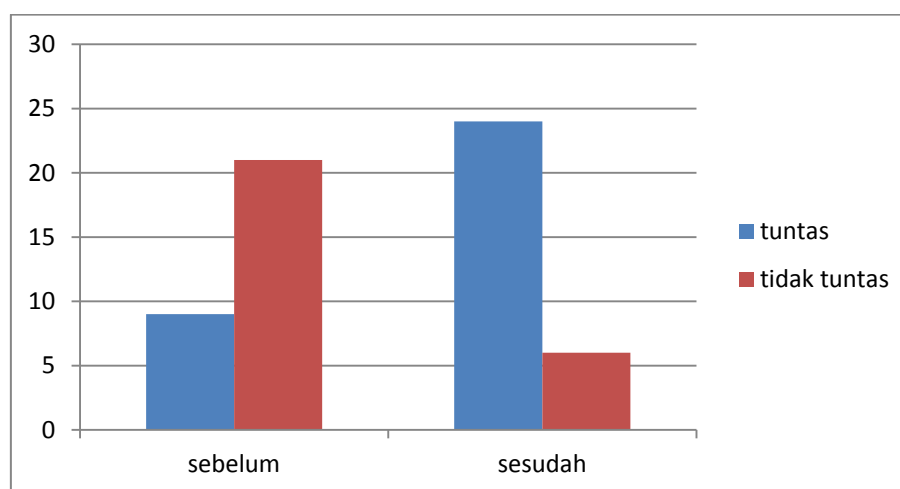
Pada hari yang telah ditentukan siswa belajar materi bilangan bulat menggunakan pipa bilangan bulat dan evaluasi dengan permainan Mamun Tebal. Siswa-siswa berlatih dan saling belajar antarteman satu dan lainnya. Jika ada teman yang kesulitan teman yang sudah bisa membimbingnya sehingga suasana siswa aktif dan saling membantu.

Setelah siswa melaksanakan pembelajaran menggunakan media pipa bilangan bulat dan permainan Mamun tebal, diadakan evaluasi. Hasil evaluasi menunjukkan adanya peningkatan nilai yang diperoleh. Rata-rata kelas menjadi 72,10. Siswa yang memperoleh nilai diatas KKM atau tuntas sebanyak 24 siswa, sedangkan nilai siswa yang kurang dari KKM sebanyak 6 siswa. Perolehan nilai tertinggi adalah 85 dan nilai terendah 60. Hasil tersebut dapat dilihat pada tabel berikut ini :

Tabel 2. Data Nilai Sesudah Perlakuan

Rentang Nilai	Jumlah siswa	Keterangan	Rata-rata kelas
≥ 70	24	Tuntas	72,17
60 - 69	3	Belum tuntas	
≤ 60	3	Belum tuntas	
jumlah	30		

Prosentase siswa yang belum tuntas sebanyak 20% dan siswa yang sudah tuntas sebanyak 80% . Data-data tersebut dapat dilihat dalam sajian grafik nilai berikut ini :



Grafik 1. Perbandingan Nilai Sebelum dan Sesudah Perlakuan

E. Kesimpulan

Hasil perbaikan pembelajaran yang dilakukan dengan menggunakan media Pipa Bilangan Bulat dan permainan Mamun Tebal dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Pembelajaran matematika yang terkesan sulit dapat diatasi dengan menciptakan pembelajaran matematika yang menyenangkan, yaitu dengan memanfaatkan media dan metode yang sesuai dan mendukung tujuan pembelajaran.
2. Terciptanya pembelajaran matematika yang menyenangkan dengan penggunaan media pipa bilangan bulat dan permainan Mamun (*joyfull and meaningfull learning in mathematic*).
3. Motivasi dan keaktifan siswa meningkat dalam mengikuti pembelajaran matematika karena siswa dapat berlatih sendiri dan secara langsung menggunakan media dan alat permainan.
4. Hasil keterampilan siswa dalam operasi hitung bilangan bulat meningkat sebesar 10,67 dari rata-rata awal 61,50 meningkat menjadi 72,17.
5. Penanaman konsep operasi hitung bilangan bulat yang abstrak dapat diberikan secara konkrit dengan menggunakan media pipa bilangan bulat dan permainan Mamun Tebal.

F. Daftar Pustaka

- Azhar Arsyad. 2002. *Media Pembelajaran*. Jakarta: Grafindo Persada.
- Badan Standar Nasional Pendidikan. 2006. *Standar Isi Kurikulum Tingkat Satuan Pendidikan*. Jakarta: Depdiknas
- Deporter, Bobbie. 2001. *Quantum Learning*. Bandung: MMU
- Lusgiyanto, HS. 2004. *Pengembangan Media Pembelajaran Matematika. Makalah*. Disampaikan dalam Lokakarya Pengembangan Media Pembelajaran Matematika Sekolah. Yogyakarta: FMIPA UNY
- Mustakim, B dan Astuti, Ary. 2008. (BSE) *Ayo Belajar Matematika 4*. Jakarta: Pusat Perbukuan
- Sadiq, Fadjar. 2011. *Fun Math. Makalah*. Yogyakarta: SEAMEO Qitep in Mathematics
- Sahid. 2011. *Mathematics Problem Solving and Problem Based Learning for Joyful Learning in Mathematics Instruction. Makalah*. Yogyakarta. SEAMEO Qitep in Mathematics
- Sulardi. 2011. *Pandai Berhitung Matematika Jilid 4*. Jakarta : Penerbit Erlangga
- Rahmatul, A dkk. 2011. *Matematika 4*. Jakarta: Penerbit Yudhistira

Konteks Budaya Ogan Ilir Dalam Pembelajaran Matematika

Zainab

SMP Negeri 3 Pemulutan

Email: zai_enab@yahoo.com

Abstrak

Konteks adalah situasi dan kondisi dari suatu lingkungan yang berhubungan dengan suatu kejadian proses belajar mengajar. Konteks dapat memberi makna dan membangun proses pembelajaran sehingga mengarah pada pemberdayaan potensi siswa. Dalam makalah ini, disajikan konteks budaya Ogan Ilir (OI) dalam pembelajaran matematika. Konteks budaya OI yang diambil diantaranya adalah; rumah adat, pakaian adat yang terdiri dari baju Penganggon dan kain Songket, alat tenun Dayan, kerajinan tangan, keramik, anyaman rotan, industri rumah tangga berupa kerupuk kemplang dan ikan asin serta budidaya jamur tiram. Pada konteks budaya ini mengandung makna matematika seperti rumah adat pada materi geometri ruang yaitu limas, motif songket yang simetri dan geometri bidang, begitu juga yang lainnya.

Kata Kunci: Konteks, Budaya Ogan Ilir dan Pembelajaran Matematika

A. PENDAHULUAN

Paradigma baru pendidikan menekankan bahwa proses pendidikan formal dan sistem pendidikan harus memiliki ciri-ciri berikut: pendidikan lebih menekankan pada proses pembelajaran (*learning*) daripada mengajar (*teaching*), pendidikan diorganisir dalam suatu struktur yang fleksibel, pendidikan memperlakukan peserta didik sebagai individu yang memiliki karakteristik khusus dan mandiri, dan pendidikan merupakan proses yang berkesinambungan serta senantiasa berinteraksi dengan lingkungan (Zamroni dalam Supinah, 2008:2). Pendidikan selalu berinteraksi dengan lingkungan berbentuk konteks yang digunakan dalam pembelajaran matematika membuat konsep dan operasi yang lebih baik dan ditujukan secara spesifik dalam penelitian diantaranya, yaitu: oleh Carraher, dkk (1985), Sullivan, dkk (2003), dan Gutierrez (2002).

The National Council of Teachers of Mathematics (NCTM) mempunyai lima standar proses, salah satunya adalah pemecahan soal (Van de Walle, 2008:4). Standar pemecahan soal mempunyai indikator yaitu: (1) membangun pengetahuan matematis baru melalui pemecahan soal; (2) menyelesaikan soal yang muncul dalam matematika dan dalam bidang lain; (3) menerapkan dan menyesuaikan berbagai macam strategi yang cocok untuk memecahkan masalah; dan (4) mengamati dan mengembangkan proses pemecahan soal matematis (dalam Van de Walle, 2008:5). Sejalan dengan itu, tujuan pembelajaran matematika SMP/MTs dalam Permendiknas No. 22 Tahun 2006 tentang standar isi diantaranya adalah memecahkan masalah yang meliputi kemampuan memahami masalah, merancang model matematika, menyelesaikan model, dan menafsirkan solusi yang diperoleh.

Indonesia mempunyai jumlah kelulusan siswa terutama untuk pelajaran matematika dapat dikategorikan baik dan hal tersebut terlihat dari hasil ujian nasional (UN). Namun, tidak dengan nilai PISA mendapatkan peringkat 61 dari 65 negara pada tahun 2009 dan TIMSS mendapatkan peringkat 36 dari 49 negara pada tahun 2007. Hal ini terjadi karena soal-soal yang diterapkan di Indonesia lebih banyak ke abstrak dan kurang menyentuh pada soal pemecahan masalah serta melupakan soal bersifat konteks. Siswa kurang terbiasa dalam membaca soal dan memodelkannya sehingga untuk soal cerita sering mengalami kesulitan. Proses pembelajaran sebaiknya lebih membiasakan siswa dalam pemecahan masalah yang bersifat konteks. Konteks nyata yang bermakna bagi siswa menurut Retnowati (2010:43) di suatu daerah mungkin berbeda dengan di daerah lain sehingga menggunakan konteks nyata yang tepat lebih disarankan karena akan membantu siswa untuk mempersepsikan dan mengartikan informasi lebih mudah. Hal ini terlihat dari beberapa penelitian oleh Nasrullah dan Zulkardi (2011), Haris dan Ratu Ilma (2011), Kairuddin dan Darmawijoyo (2011), Helsa dan Yusuf Hartono (2011), dan Sumardiyono (2004:22) menyebutkan diantaranya: bentuk bola permainan “Sepak Takraw” (olah raga rakyat di Sumatera), Bilangan dan penggunaannya di Kedang (Indonesia), permainan Mancala (Afrika), ornamen geometris masjid (Arab), berhitung dengan Quipu (Amerika Latin), aritmetika dalam Luo-Shu (China).

Pada makalah ini akan disajikan beberapa budaya Ogan Ilir sebagai sumbangan konteks dalam pembelajaran matematika.

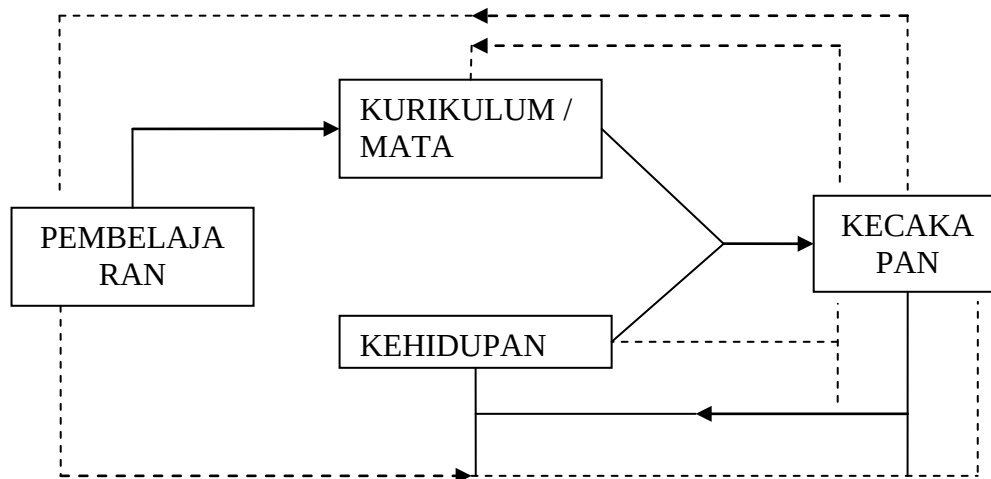
B. KAJIAN PUSTAKA

1. Konteks

Konteks adalah kemeriahan lingkungan tempat belajar-mengajar (Rosalin, 2008:42). Konteks menurut Kamus Besar Bahasa Indonesia (2007) adalah situasi yang ada hubungannya dengan suatu kejadian. Sedangkan konteks menurut Wikipedia adalah kondisi dimana suatu keadaan terjadi. Jadi konteks adalah cara pandang terhadap situasi dan kondisi dari suatu lingkungan yang berhubungan dengan suatu kejadian proses belajar mengajar. Konteks mempunyai ciri-ciri diantaranya adalah:

- 1) Mudah dibayangkan oleh siswa baik situasi dan kondisinya.
- 2) Berkaitan dengan kehidupan sehari-hari siswa.
- 3) Menggunakan proses pemecahan masalah.
- 4) Dimulai dengan informal (nyata) ke formal (abstrak) dengan menggunakan matematisasi atau pemodelan.

Keterkaitan konteks dalam pembelajaran matematika menurut Rosalin (2008:73) dapat dilihat dari gambar berikut:



Gambar 1: Keterkaitan Konteks, Kenyataan Hidup, dan Mata Pelajaran

Pada pembelajaran yang menggunakan konteks, mata pelajaran yang berkaitan dengan kehidupan nyata atau konteks kehidupan sehari-hari peserta didik sehingga dapat membentuk kecakapan hidup yang sesuai dengan kehidupan nyata. Kecakapan hidup berupa kemampuan siswa untuk menghadapi dan menyelesaikan permasalahan hidup, secara proaktif dan kreatif mencari dan menemukan solusi untuk mengatasi permasalahan tersebut.

2. Penggunaan Konteks dalam Pembelajaran Matematika

Konteks dapat memberi makna dan membangun proses pembelajaran yaitu strategi yang digunakan dalam memaksimalkan hasil pembelajaran sehingga lebih mengarah pada pemberdayaan potensi siswa. Pembelajaran kontekstual sebagai suatu proses pendidikan yang bertujuan membantu siswa melihat makna dari pelajaran sekolah yang sedang mereka pelajari dengan menghubungkan pelajaran tersebut dengan konteks dalam kehidupan sehari-hari, baik secara pribadi, sosial, maupun budaya. Proses pembelajaran matematika menurut Wardhani (2011:59) perlu dikaitkan dengan permasalahan kontekstual yang ada dalam masyarakat, tidak hanya yang dialami siswa saja, maka konteks yang dekat dengan siswa adalah konteks budaya yaitu keseluruhan budaya atau situasi non linguistik tempat sebuah komunikasi terjadi (dalam Kamus Besar Bahasa Indonesia, 2007).

Berbagai budaya yang ada di Indonesia dan dunia juga perlu dipelajari dan dikaitkan dengan pengetahuan lain. Dengan menyertakan konteks budaya, wawasan siswa akan menjadi makin luas dan kosakata yang dimiliki juga makin kaya, sehingga siswa akan mudah menyelesaikan berbagai permasalahan yang dihadapi (Wardhani, 2011:59). Konteks budaya dapat dikaitkan dengan mata pelajaran matematika sehingga matematika yang dikenal siswa tidak hanya abstrak melainkan nyata (real).

Matematika menurut De Lange (2004, dalam Shadiq, 2007) menyatakan bahwa matematika dapat dilihat sebagai bahasa yang menjelaskan tentang pola baik pola di alam maupun pola yang ditemukan melalui pikiran. Pola-pola tersebut bisa berbentuk nyata (real) maupun

berbentuk imajinasi, dapat dilihat atau dapat dalam bentuk mental, statis atau dinamis, kualitatif atau kuantitatif, asli berkaitan dengan kehidupan nyata sehari-hari atau tidak lebih dari sekedar untuk keperluan rekreasi. Hal-hal tersebut dapat muncul dari lingkungan sekitar, dari kedalaman ruang dan waktu, atau dari hasil pekerjaan pikiran insani.

Konteks dalam pembelajaran matematika merupakan strategi dalam proses menciptakan suasana belajar matematika melalui pola yang berbentuk nyata (real), situasi, kondisi, dan lingkungan belajar sesuai dengan siswa sehingga lebih bermakna dengan menitikberatkan pada salah satu sasaran yang akan dicapai. Untuk mencapai tujuan konteks dalam pembelajaran matematika tersebut, sistem menurut Johnson (2002) dalam Hadi (2005:19) meliputi delapan komponen, yaitu:

- 1) Membuat hubungan yang bermakna;
- 2) Melakukan pekerjaan yang berarti;
- 3) Pengaturan belajar sendiri;
- 4) Kolaborasi;
- 5) Berpikir kritis dan kreatif;
- 6) Mendewasakan individu;
- 7) Mencapai standar yang tinggi; dan
- 8) Menggunakan penilaian autentik.

Dalam penyelesaian konteks berupa pemecahan masalah menurut George Polya (1957, dalam Wardhani & Wiworo, 2012) ada empat tahap rencana, berguna untuk masalah rutin maupun non rutin. Tahapnya sebagai berikut:

- 9) Memahami masalah
- 10) Membuat rencana pemecahan masalah
- 11) Melaksanakan rencana pemecahan masalah
- 12) Membuat *review* atas pelaksanaan rencana pemecahan masalah

Konteks yang digunakan adalah pencampuran antara budaya, matematika dan pendidikan sering dinamakan *Ethnomathematics*. *Ethnomathematics* mula-mula dipelopori oleh Ubiratan D'Ambrosio tahun 1985. Ethnomatematika menurut Sumardiyono (2004:21) dapat disebut sebagai "matematika dalam lingkungan" (*math in the environment*) atau "matematika dalam komunitas" (*math in the community*). Ethnomatematika merupakan cara khusus yang dipakai oleh suatu kelompok budaya tertentu dalam aktivitas mengelompokkan, mengurutkan, berhitung dan mengukur (aktivitas-aktivitas matematis).

D'Ambrosio (2002) dalam Sumardiyono (2004:22) mengatakan bahwa terdapat dua alasan utama penggunaan *ethnomathematics* dalam pendidikan: (1) untuk mereduksi anggapan bahwa matematika itu bersifat final, permanen, absolute (pasti), dan unik (tertentu); dan (2) mengilustrasikan perkembangan intelektual dari berbagai macam kebudayaan, profesi,

gender, dan lain-lain. Mengajar matematika dengan menghargai budaya menurut Van De Walle (2008:104) adalah salah satu cara untuk menghargai perbedaan yang ada di dalam kelas. Siswa-siswa secara personal bisa ikut serta dalam matematika dengan memeriksa dampak dari budaya mereka sendiri dalam cara-cara yang mereka gunakan, praktekkan, dan pikirkan tentang matematika.

3. Budaya Ogan Ilir (OI) Sebagai Konteks

Ogan ilir (OI) adalah salah satu kabupaten Sumatera Selatan dan merupakan pemekaran dari Ogan Komering Ilir (OKI). OI berada di antara OKI dan Palembang sehingga budaya yang ada di OI sebagian besar sama dengan OKI dan Palembang. Budaya OI dapat dijadikan salah satu konteks dalam pembelajaran matematika, diantaranya:

1) Rumah adat OI



Sumber: <http://karimsh.multiply.com>

Rumah adat OI pada umumnya sama dengan rumah adat yang ada di Sumatera Selatan pada umumnya berupa rumah panggung. Dilihat dari rumah adat tersebut, dapat dilihat bahwa rumah ini mempunyai nilai-nilai dalam proses pembelajaran matematika yang diantaranya: tangga yang simetris; dua tiang yang sejajar; atap rumah yang pada geometris berbentuk limas dan susunan genteng yang terdiri dari barisan

membentuk pola bilangan; permukaan pintu, jendela, alas tangga, dan lain-lain dapat dilihat sebagai bentuk geometri datar seperti berbentuk persegi, persegi panjang, dan sebagainya.

2) Pakaian adat yang terdiri dari baju Penganggon dan kain Songket



Sumber: <http://tp-kkoganihir.blogspot.com>

Songket merupakan kain ciri khas Sumatera selatan untuk upacara resmi dan pernikahan. Songket mempunyai motif yang berbeda-beda yang disetiap motif mempunyai makna matematika. Motif songket ada yang bersifat simetris dan antar motif sejajar. Ada beberapa motif yang berbentuk geometri datar yaitu: lingkaran, persegi, persegi panjang, belah ketupat, segitiga, dan lain-lain.



Sumber: <http://1.bp.blogspot.com>

Tenun merupakan salah satu kerajinan tangan yang berada di wilayah Tanjung Batu, Ogan Ilir. Alat tenun ini dinamakan “Dayan” yang berukuran $2 \times 1,5$ m. Alat ini digunakan untuk menenun songket, kain tajung gebeng, dan lain-lain. Alat ini terdiri dari benang yang sejajar seperti garis yang saling sejajar, batang bambu mempunyai ukuran panjang yang sama dan lain-lain.



Sumber: <http://tp-kkoganihir.blogspot.com>

Baju penganggon terbuat dari kain beludru dengan motif bintang, lingkaran, atau segi lainnya berupa geometri datar bertaburan di baju. Setiap taburan mempunyai jarak yang sama satu sama lain sehingga membentuk pola.

3) Kerajinan tangan



Sumber:

<http://tp-kkoganihir.blogspot.com>

Kerajinan aluminium ada di Desa Tanjung Atap Kec. Tanjung Batu Ogan Ilir. Kerajinan yang dibuat adalah peralatan rumah tangga berupa panci, loyang kue, dan lain-lain. Bentuk peralatan yang dibuat pada umumnya berbentuk geometri bangun ruang seperti: tabung, kerucut terpancung, balok, kubus, kerucut dan lain-lain.



Sumber:

<http://tp-kkoganihir.blogspot.com>

Kerajinan keramik Desa Parit Kec. Indralaya Utara. Keramik dibuat berupa vas bunga, kendi, asbak, kotak tisu dan lain-lain. Kerajinan yang dibuat mempunyai nilai matematika, diantaranya adalah berbentuk bangun ruang yang volumenya berhubungan dengan materi integral, pembuatan motif menggunakan bentuk geometri datar dan sesuai dengan pola bilangan.



Kerajinan anyaman rotan dan bambu di Desa Seri Dalam Kabupaten Ogan Ilir. Mempunyai motif geometri datar, struktur motif yang membentuk pola bilangan, bentuk geometri ruang (misal: tabung, kerucut, balok, dan lain-lain).

Sumber:

<http://tp-kkoganiilir.blogspot.com>

4) Budidaya Jamur Tiram



Sumber:

<http://tp-kkoganiilir.blogspot.com>

Kecamatan Indralaya, banyak yang budidaya jamur Tiram. Budidaya jamur Tiram mengandung makna matematika diantaranya, pertumbuhan jamur menggunakan barisan geometri dan produksi jamur mengandung aritmatika sosial.

5) Industri Rumah Tangga



Sumber:

<http://tp-kkoganiilir.blogspot.com>

Industri kerupuk kemplang tersebar di desa Kab. Ogan Ilir terutama Tebing Gerinting. Kerupuk yang dibuat permukaannya berbentuk lingkaran. Kerupuk yang dijemur tersebut disusun saling sejajar satu sama lain. Produksi kerupuk dapat dimaknai dalam aritmatika sosial karena dalam produksinya diperlukan bahan yang disebut modal, lalu diperjualbelikan sehingga mendapatkan untung atau rugi.



Kerajinan pembuatan ikan asin, dilakukan setiap musiman setelah kemarau tiba. Ikan asin yang dibuat berkaitan dengan aritmatika sosial karena ada modal atau harga beli, harga jual dan untung atau rugi.

Sumber: <http://tp-kkoganiilir.blogspot.com>

4. Contoh Soal Konteks Budaya OI dalam pembelajaran Matematika

Pada soal kontekstual matematika berdasarkan tingkat kesulitan bagi siswa menurut Zulkardi dan Ilma terbagi menjadi tiga level, yaitu:

- Level I: Mudah – Reproduksi, definisi, prosedur standar, fakta.
- Level II: Sedang – Kombinasi, Integrasi, Koneksi.

- Level III: Sulit – Matematisasi, reasoning, generalisasi, modeling

Dari ketiga level tersebut, maka fungsi konteks dalam matematika menurut Zulkardi dan Ilma adalah:

- 1) Pada level ke-tiga: konteks berfungsi sebagai karakteristik dari proses matematisasi;
- 2) Pada level ke-dua: konteks berperan sebagai alat untuk mengorganisasi dan menstruktur dan menyelesaikan suatu masalah realitas; serta
- 3) Pada level pertama: tidak ada konteks atau jika ada maka hanya kamuflase, operasi matematika yang ditambahi konteks.

Soal konteks dalam pembelajaran matematika yang menggunakan budaya Ogan Ilir diantaranya sebagai berikut:

- a) Ogan Ilir mempunyai rumah adat yang pada umumnya mirip dengan rumah adat yang ada di Sumatera Selatan berupa rumah panggung.



Sumber: http://karimsh.multiply.com/journal?&page_start=40

Dari gambar rumah tersebut, maka tentukanlah:

1. Bagian bangun yang simetris.
 2. Bagian yang sejajar dan saling tegak lurus.
 3. Bentuk bangun ruang yang ada pada rumah adat tersebut.
- b) Tanjung Batu merupakan salah satu kecamatan yang ada di Ogan Ilir dan merupakan daerah pusat kerajinan rakyat. Diantara kerajinan tangan yang ada di wilayah tersebut adalah: pandai emas perak ada 96 unit, pandai besi ada 402 unit, anyaman purun ada 70 unit, pandai aluminium ada 60 unit, dan tenun songket ada 298 unit (Sumber: Badan Perencanaan Pembangunan Daerah OI). Buatlah data tersebut dalam bentuk diagram?

- c) Kecamatan Indralaya merupakan salah satu kecamatan di Ogan Ilir yang membudidayakan jamur tiram. Jamur tiram dapat dipanen dengan ketinggian berkisar 10 cm. Jika pada hari keempat jamur mulai tumbuh dengan tinggi 20 mm dan pada hari kedua puluh tingginya 100 mm, maka hari ke berapa jamur dapat dipanen?



Sumber: <http://saka3jamur.blogspot.com>

- d) Tenun merupakan salah satu kerajinan tangan yang berada di wilayah Tanjung Batu, Ogan Ilir. Alat tenun ini dinamakan “Dayan”.



Sumber: <http://palembangdalamsketsa.blogspot.com/2009/09/alat-tenun-songket.html>

Alat ini mempunyai ukuran $2 \times 1,5$ cm pada gambar dengan perbandingan skala 1 : 100. Tentukan ukuran yang sebenarnya?

- e) Berapa luas aluminium yang dibutuhkan untuk membuat alat rumah tangga pada gambar disamping ini:



C. PENUTUP

Pada KTSP, terjadi perubahan dalam proses pembelajaran dari berpusat pada guru menjadi berpusat pada siswa, sehingga bagaimana menciptakan pembelajaran yang aktif, kreatif, inovatif, dan menyenangkan serta menambah wawasan pengetahuan siswa. Untuk mencapai tujuan tersebut, maka perlu pembelajaran yang bersifat nyata (*real*) dan sesuai dengan konteks yang ada dalam kehidupan sehari-hari siswa yang salah satunya berupa konteks budaya. Salah satu tujuan mempelajari budaya dan menginternalisasi konteks budaya dalam pembelajaran agar wawasan siswa semakin luas.

DAFTAR PUSTAKA

- Carraher, T.N., Carraher D.W., & Schliemann, A.D. (1985). ***Mathematics in The Streets and in Schools***. *British Journal of Development Psychology*, 3, 21 – 29. Great Britain: The British Psychological Society.
- De Lange, J. (1987). ***Mathematics Insight and Meaning***. Utrecht: OW & OC.
- Depdiknas. (2006). ***Permendiknas Nomor 22 Tahun 2006 tentang Standar Isi Mata Pelajaran Matematika***. Jakarta: Depdiknas.
- Gutierrez, R. (2002). ***Enabling the Practice of Mathematics Teachers in Context: Toward a New Equity Research Agenda***. *Mathematical Thinking and Learning*, 4(2&3), 145 – 187. Urbana-Champaign: University of Illinois.
- Hadi, Sutarto. (2005). ***Pendidikan Matematika Realistik dan Implementasinya***. Banjarmasin: Tulip.
- Haris, Denny & Ratu Ilma. ***The Role of Context in third Graders' Learning of Area Measurement***. *Journal on Mathematics Education*, Vol.2, No.1, January 2011, 55 – 66. The Indonesian Mathematics Society.
- Helsa, Yullys & Yusuf Hartono. ***Designing Reflection and Symmetry Learning by Using Math Traditional Dance in Primary School***. *Journal on Mathematics Education*, Vol.2, No.1, January 2011, 79 – 94. The Indonesian Mathematics Society.
- Kairuddin & Darmawijoyo. ***The Indonesian's Road Transportations as The Context to Support Primary School Students Learning Number Operation***. *Journal on Mathematics Education*, Vol.2, No.1, January 2011, 67 – 78. The Indonesian Mathematics Society.

- Kamus Besar Bahasa Indonesia. (2007). *Kamus Besar Bahasa Indonesia Edisi Ketiga*. Jakarta: Balai Pustaka.
- Najib, M. (2011). *TP PKK Kabupaten Ogan Ilir*. Tersedia: <http://tp-pkkoganilir.blogspot.com/2011/06/pidato-lkpj-bupati-ogan-ilir-tahun-2010.html>. Diakses: 14 oktober 2012.
- Nasrullah & Zulkardi. *Building Counting by Traditional Game: A Mathematics Program for Young Children*. *Journal on Mathematics Education*, Vol.2, No.1, January 2011, 41 – 54. The Indonesian Mathematics Society.
- Retnowati, Endah. (2010). *Pendidikan Matematika Realistik: Sebuah Tinjauan Teoritik*. Majalah PMRI/vol. viii No. 3/Juli 2010. Bandung: Institut Pengembangan Pendidikan Matematika Realistik Indonesia (IP-PMRI).
- Rosalin, E. (2008). *Gagasan Merancang Pembelajaran kontekstual*. Bandung: PT Karsa Mandiri Persada.
- Shadiq, Fadjar. (2007). *Apa dan Mengapa Matematika Begitu Penting?* Yogyakarta: PPPPTK Matematika.
- Sullivan, P., Zevenbergen, R. & Mousley, J. (2003). *The Context of Mathematics Tasks and The Context of the Classroom: Are We Including all Students?*. *Mathematics Education Research Journal*, Vol.15, No.2, 107 – 121.
- Sumardiyono. (2004). *Karakteristik Matematika dan Implikasinya Terhadap Pembelajaran Matematika*. Yogyakarta: PPPG Matematika.
- Van De Walle, John A. (2008). *Matematika Sekolah Dasar dan Menengah: Pengembangan Pengajaran Jilid 1*. Jakarta: Erlangga.
- Wahyudin. (2008). *Pembelajaran dan Model-model Pembelajaran*. Jakarta: IPA Abong.
- Wardhani, S. & Rumiati. (2011). *Instrumen Penilaian Hasil Belajar Matematika SMP: Belajar dari PISA dan TIMSS*. Yogyakarta: PPPPTK Matematika.
- Wardhani, S. & Wiworo. (2012). *Pemecahan Masalah dalam Pembelajaran Matematika*. Yogyakarta: PPPPTK Matematika.
- Wikipedia. (ny). Konteks. Tersedia: <http://id.wikipedia.org/wiki/Konteks>. Diakses: 22 Oktober 2012.
- Zulkardi & Ilma, R. (2006). *Mendesain Sendiri Soal Kontekstual Matematika*. Paper terseleksi dan dipublikasikan pada prosiding KNM13 Semarang, 2006.

Visual and Auditory Profile Students In Understanding the Concept Of Division: A Case Study

Sulis Janu Hartati¹, I Ketut Budhayasa², Dwi Juniati³

Presenting Author: SulisJanuHartati (hsulisjanu@yahoo.com)

¹Information System, Course Program, STMIK Surabaya, Indonesia

²Surabaya State University, Graduate Program, UNESA, Indonesia

³Surabaya State University, Graduate Program, UNESA, Indonesia

Abstract

Gardner's (1985) Theory of Multiple Intelligences advise that each human being is capable of seven relatively independent forms of information processing, with individuals differing from one another in the specific profile of intelligences that they exhibit. Consequently, each student will have her own learning style according to her strength. Thus it is worth of doing to explore students profiles based on their learning styles. This research aims to explore the profile of visual and auditory students in understanding the concept of division. Two aspects, namely, recognizing and solving the division are the focus covered in this research. Each aspect is differentiated into two components namely students' behaviors and manner. Using case study as research methodology, this study is explorative in nature and is conducted using qualitative approach. Therefore the data are collected in natural setting and in depth, in the form of spoken words, behaviors, and writing or streaks made by the students. The subjects of the research are visual and auditory students at the third grade of an elementary school. Instrument learning style inventory (Dunn & Dunn, 1993) was used to select the subject of this study. The study documented that visual students tend to be calm in recognizing the division, look attentively at the worksheets; make a linkage all of mathematical objects with his scheme; has same preference when solving the problems and recognizing division; write the answers directly instead of write up step by step with his conceptual knowledge; make a linkage of division with addition, multiplication, and subtraction as well as combination of the three operations (addition, multiplication, and subtraction). Furthermore, this study found that auditory students have a tendency to be calm as well when recognize division, look at the worksheets, talk to himself without a sound; make a linkage on all of mathematical objects with his scheme; has similar preference when solving problems and recognizing the division; write the solutions step by step with procedural knowledge; make a linkage between division and multiplication, as well as subtraction; finally make a linkage of number representation with a cake. It is hope that the documentation of this profile may help primary school teacher to recognize their students better so that teacher can provide better teaching strategies for all students.

Keywords: understanding, division, linkage, learning style, visual, auditory.

A. PENDAHULUAN

Satu diantara tugas guru dalam pembelajaran adalah mengkonstruksi pikirannya sendiri suatu representasi mental yang cocok dengan representasi mental siswanya (Maher & Davis, 1990). Jika guru tidak bisa melakukannya, maka proses pembelajaran akan menjadi sia-sia. Mereka berpendapat, siswa tidak mengingat, mentransfer atau mengaplikasikan informasi yang tidak memiliki makna.

Berkait dengan hal tersebut maka dilakukan penelitian terhadap siswa kelas III SD di Surabaya. Hasilnya menunjukkan bahwa pemahaman mereka terhadap operasi pembagian tergolong instrumental (Hartati, 2009.a). Pemahaman instrumental adalah kemampuan

seseorang menjalankan prosedur melalui hafalan (Skemp, 1982). Brownell, Skemp, Byers & Herscovics (Silver, 1986) menyatakan bahwa pemahaman prosedur perhitungan tidak dapat dicapai tanpa dasar pengetahuan konseptual. Skemp (1982) juga menyatakan bahwa untuk memahami pengetahuan konseptual dibutuhkan pemahaman relasional bukan hafalan. Demikian juga menurut Anderson & Karthwohl (2001), siswa dikategorikan memahami suatu konsep jika mereka dapat membangun makna konsep tersebut. Jadi, penelitian tentang pemahaman konsep pembagian pada siswa SD penting dilakukan.

Penelitian tentang pembagian sudah banyak dilakukan diantaranya oleh Silver (1986), Kouba (1989), Vygotsky (Confrey, 1994), Horton (2007), Rizvi & Lawson (2007). Namun, referensi tentang profil pemahaman konsep pembagian pada siswa visual sulit ditemukan, khususnya di Indonesia.

Visual adalah satu diantara 21 komponen yang mempengaruhi gaya belajar seseorang. Unsur gaya belajar penting untuk diperhatikan dalam penelitian karena (1) menurut Suharnan (2005), konsep dipelajari secara berbeda oleh setiap individu, (2) menurut Soedjadi (2007), setiap anak adalah unik dan pendidik diharapkan memperhatikan setiap aspek kejiwaan anak dalam pembelajaran, (3) hasil penelitian pendahuluan menunjukkan bahwa setiap anak melakukan aktivitas membagi secara berbeda satu sama lain (Hartati, 2009.b), (4) Menurut Dunn & Dunn (1993), Prashnig (2007), Kutay (2006), Minotti (2005), Guild (2001), Thomson & Mascazine (1997), Griggs (1992), Dunn, Beadury, & Klavas (1989) unsur perbedaan gaya belajar pada siswa penting diperhatikan dalam pembelajaran karena hasil penelitian kualitatif maupun kuantitatif sebelumnya menunjukkan bahwa pengajaran berbasis gaya belajar dapat meningkatkan keberhasilan dan kenyamanan kelas.

Tujuan penelitian ini adalah mendeskripsikan profil pemahaman konsep pembagian pada siswa kelas III SD yang diidentifikasi mempunyai gaya belajar visual. Hasil penelitian diharapkan dapat dijadikan pedoman untuk menyusun model serta perangkat pembelajaran untuk topik operasi pembagian berbasis gaya belajar visual, serta dapat membantu guru menyiapkan pembelajaran yang dapat mengakomodir kompetensi siswa visual dalam kelas sehingga belajar pembagian menjadi menyenangkan serta pemahaman konsep pembagian pada siswa SD dapat ditingkatkan.

B. METODE PENELITIAN

1. Pemilihan Subjek

Subjek penelitian adalah siswa kelas III SD. Pemilihan subjek dilakukan di Surabaya, tepatnya di SD Muhammadiyah 18 Mulyorejo. Teknik sampling yang digunakan dalam pemilihan subjek adalah snowball. Teknik snowball dipilih karena dalam pemilihan subjek mula-mula jumlahnya sedikit lama-kelamaan menjadi banyak. Hal ini dilakukan karena harus ditemukan subjek yang sesuai dengan ketentuan yang ditetapkan.

Pemilihan subjek dimulai dengan mengidentifikasi gaya belajar sekelompok siswa kelas III SD secara bergantian. Identifikasi menggunakan Learning Style Analysis (LSI) karya Dunn & Dunn (1993) seperti pada tabel 1 berikut.

Tabel 1: Pengintepretasian Gaya Belajar (Dunn & Dunn, 1993)

Elemen	20-29	30-39	40-59	60-69	70-80
Visual (<i>learning by reading or viewing</i>)	Sering membaca sampai selesai tetapi tidak mengerti isinya, sehingga harus membaca ulang.	Kadang-kadang perlu membaca ulang satu halaman, karena walaupun telah membaca tetap belum mengerti isinya.	Dapat menyimpan sebagian besar isi suatu bacaan jika tertarik pada bacaan tersebut.	Dapat mengingat sebagian besar isi suatu bacaan.	Dapat konsentrasi dan mengingat suatu bacaan dengan menutup mata, melihat, membukan-buka buku per halaman, dan memperhatikan cetakan.
Auditori (<i>learning by listening</i>)	Sering duduk selama belajar dan tidak sungguh-sungguh mengerti isi suatu pembicaraan serta menemui kesulitan jika mendengarkan dalam waktu lama	Kadang-kadang duduk selama belajar sambil mendengarkan lagu. Harus konsentrasi penuh untuk mengikuti suatu pembicaraan.	Jika tertatik, dapat belajar dengan mendengarkan. Jika bosan, tidak mengerti pembicaraan berikutnya.	Merasa mudah belajar dengan mendengar.	Mengingat sesuatu yang didengar, dapat konsentrasi dan menebak suara orang, dan dapat menyusun ulang pembicaraan yang didengar.

Siswa dikategorikan mempunyai gaya belajar visual atau auditori jika skor nilai pada elemen visual atau auditori di atas 60 dan hanya pada satu kelompok saja. Skor nilai untuk elemen yang lain di bawah 60.

2. Instrumen Penelitian

Instrumen utama dalam penelitian adalah peneliti sendiri dipandu dengan instrumen lembar kerja, pedoman wawancara, serta peralatan audio visual. Validitas yang digunakan dalam menyusun instrumen lembar kerja adalah validitas isi. Oleh karena itu instrument disusun berdasarkan karakteristik pemahaman konsep pembagian yang akan digali.

Menurut Horton (2007), Rizvi (2007) konsep pembagian dibedakan menjadi dua, yaitu partitif dan kuotitif. Untuk mendapatkan karakteristik yang dicari maka soal pembagian dibuat sebanyak empat dengan karakteristik soal satu berbeda dengan lainnya.

Karakteristik soal tersebut adalah sebagai berikut.

1. Karakteristik soal satu adalah (a) soal disajikan dalam bentuk formal, (b) memuat satu operasi pembagian, (c) bilangan yang dibagi puluhan, (d) bilangan pembagi satuan, (e) hasil pembagian berupa bilangan bulat.
2. Karakteristik soal dua adalah (a) soal disajikan dalam bentuk formal, (b) memuat dua operasi pembagian, (c) bilangan yang dibagi kurang dari 90, (d) bilangan pembagi satuan, (e) hasil pembagian berupa bilangan bulat.
3. Karakteristik soal tiga adalah (a) soal disajikan dalam bentuk formal, (b) memuat satu operasi pembagian, (c) bilangan yang dibagi kurang dari 30, (d) bilangan pembagi satuan, (e) hasil pembagian berupa bilangan pecahan

4. Karakteristik soal empat adalah (a) soal disajikan dalam bentuk cerita yang memuat satu operasi pembagian, (b) banyaknya bilangan yang dibagi tidak disebutkan secara langsung, (c) hasil pembagian berupa bilangan bulat.

Selanjutnya instrument divalidasi ke pakar matematika serta guru SD tempat penelitian di lakukan.

3. Pengumpulan Data

Pengumpulan data dimulai dengan memberi lembar kerja pada setiap subjek secara terpisah dan pada waktu yang berbeda. Kegiatan selama pengumpulan data direkam menggunakan peralatan audio visual. Data yang diperoleh selanjutnya digali lebih dalam dengan wawancara klinis. Pertanyaan wawancara mengarah pada apa, mengapa, serta bagaimana. Prosesnya diulang-ulang sampai peneliti yakin bahwa data dari setiap komponen pemahaman konsep pembagian diperoleh dengan lengkap serta konsisten.

Validitas data diperoleh dengan cara triangulasi (Merriam, 1998), yaitu subjek yang sama diberi lembar kerja ekuivalen pada periode berikutnya (Miles & Huberman, 1994; Merriam, 1998). Data yang diperoleh pada periode pertama dan kedua selanjutnya ditriangulasi. Jika hasilnya diragukan akan dilakukan pengumpulan data lagi serta diproses seperti pada pengumpulan periode sebelumnya. Terakhir dilakukan triangulasi untuk melihat kecenderungan pemahaman konsep pembagian pada subjek.

4. Analisis Data

Data valid yang diperoleh pada tahap pengumpulan dianalisis dengan cara reduksi data (*data reduction*), penyajian data (*data display*), serta menarik kesimpulan (*conclusion drawing*) (Huberman and Miles, 1994).

Reduksi data yang dilakukan dalam penelitian ini adalah kegiatan yang mengacu pada proses pemilihan dan pengidentifikasian data yang memiliki makna jika dikaitkan dengan pertanyaan penelitian. Oleh karena itu dalam reduksi data digunakan karakterisasi pemahaman konsep pembagian yang sudah ditetapkan seperti pada tabel 2 berikut.

Tabel 2: Karakterisasi Pemahaman Konsep Pembagian

Komponen Pemahaman	Aspek yang Diperhatikan
Pengenalan Soal	a. Sikap dan cara subjek mengenali operasi bagi. b. Sikap dan cara subjek mengenali bilangan yang dibagi. c. Sikap dan cara subjek mengenali bilangan pembagi. d. Sikap dan cara subjek mengenali keterkaitan antarobjek dalam soal.
	Khusus untuk soal kedua ditambahkan aspek berikut ini. Sikap dan cara subjek mengenali urutan operasi pembagian.
Penyelesaian Soal	a. Sikap subjek dalam menyelesaikan soal. b. Cara subjek menyelesaikan soal, termasuk langkah-langkah, dan keterkaitan antara pembagian dengan skema yang dimiliki subjek.

Selanjutnya hasil reduksi dikodekan menurut satuannya. Tujuan pengkodean adalah mengetahui asal sumber data. Data yang tidak valid dikumpulkan tersendiri. Data tersebut digunakan sebagai hasil samping jika diperlukan.

C. HASIL PENELITIAN

Hasil penelitian berupa data tulis, perilaku, dan hasil wawancara. Data tulis subjek visual dan auditori berturut-turut disajikan pada gambar 1 dan 2 berikut ini.

1. $20 : 4 = 5$

empat ditambah empat delapan
delapan ditambah delapan ada enam belas
kalau enam belas ditambah empat ada 20
jadi lima

$4 \ 4 \ 8 \ 4 = 5$

$5 \times 4 = 20$

2. $88 : 4 : 2 = 11$

$22 : 2 = 11$

$\begin{array}{r} 88 \\ 4 \div \\ \hline 22 \end{array}$ $\begin{array}{r} 22 \\ 2 \div \\ \hline 11 \end{array}$ $\begin{array}{r} 88 \\ 2 \div \\ \hline 44 \end{array}$

kalau 10 kali 4 sama dengan 40 11
jadi 20 kali 4 sama dengan 80 ~
kalau 80 ditambah 8 sama dengan 88
jadi ada 22

3. $15 : 4 = 3 \text{ sisa } 3$

kalau empat ditambah empat 8
kalau delapan ditambah empat kan 12
sisa tiga tidak bisa dibagi 4
kalau 12 + 3 kan 15
kalau $3 \times 4 = 12$ kalau $15 : 4$ kan 3 sisa 3

Empat ditambah empat delapan
kalau delapan ditambah delapan kan enam belas
enam belas ditambah enam belas ada tiga puluh dua
tiga puluh dua ditambah tiga puluh dua enam puluh empat
kalau enam puluh empat ditambah delapan kan tujuh puluh dua
tujuh puluh dua ditambah delapan kan delapan puluh
kalau delapan puluh ditambah delapan kan delapan puluh delapan
jadi kan dua puluh dua. Page 2 of 8

4. Pada acara tujuh belas agustus, Upin mendapatkan hadiah kelereng sebanyak 5 kantong plastik. Setiap kantong plastik berisi 10 kelereng. Sesampai di rumah, Upin membagi kelerengnya dengan Ipin sama banyak. Berapa banyak kelereng Upin sekarang? Berapa banyak kelereng yang diterima oleh Ipin

$10 \times 5 = 50$

Upin menerima 25 kelereng
kalau Ipin menerima 25 kelereng

Upin mendapat setengahnya 50 kelereng
kalau Ipin mendapatkan setengahnya 50 kelereng

Gambar 1: Data Tulis Subjek Visual Pada Pengumpulan Data Periode Satu

1. $20:4 = 5$ $2 \times 9 = 8$
 $5 \times 9 = 20$ $3 \times 9 = 12$
 $9 \times 9 = 16$
 $5 \times 9 = 20$
 $5 + 5 + 5 + 5 = 20$



2. $88:4:2 = 11$

$11 + 11 = 22$
 $22 + 22 = 44$

44
 44
 $\frac{44}{88} =$

$88:2 = 44$

$2 \overline{) 88}$
 44
 $\frac{44}{88} =$

$88:4 = 22$

$4 \overline{) 88}$
 22
 $\frac{22}{88} =$

$22:2 = 11$

$2 \overline{) 22}$
 11
 $\frac{11}{22} =$

$2 \times 9 = 8$

$1 \times 2 = 2$
 $88:(4 \times 2) = 44$

$4:2 = 2$

$2 \times 2 = 4$

$2 \times 2 = 4$
 $3 \times 2 = 6$
 $4 \times 2 = 8$

3. $15:4 = 3 + \oplus \oplus \oplus \oplus$

$3 \times 4 = 12$

$15:4 = 3 + 3:4$

$\oplus \bigcirc \bigcirc \bigcirc$

$2 \times 9 = 8$

$3 \times 4 = 12$

$4 \times 4 = 16$

4. Pada acara tujuh belas agustus, Upin mendapatkan hadiah kelereng sebanyak 5 kantong plastik. Setiap kantong plastik berisi 10 kelereng. Sesampai di rumah, Upin membagi kelerengnya dengan Ipin sama banyak. Berapa banyak kelereng Upin sekarang? Berapa banyak kelereng yang diterima oleh Ipin?

5 kantong plastik = $10 + 10 + 10 + 10 + 10$
 $= 50$ kelereng

25 kelereng

25 kelereng

$\frac{25}{25} = 50$ kelereng

Upin = 25 kelereng

Ipin = 25 kelereng



Upin = 2 plastik + 5 kelereng

Ipin = 2 plastik + 5 kelereng

Gambar 2: Data Tulis Subjek Auditori Pada Pengumpulan Data Periode Satu

Data perilaku kedua subjek disajikan pada tabel 3 berikut ini.

Tabel 3: Pemahaman Konsep Pembagian per Tipe Soal

Komponen Pemahaman	Soal Tipe Satu	
	Subjek Visual	Subjek Auditori
Pengenalan Soal	Sikap subjek adalah tenang, perhatian ditujukan pada lembar kerja, dan objek matematika pada soal ditunjuk dengan telunjuk jari kiri. Semua objek matematika pada soal dapat dikenali oleh subjek melalui makna setiap simbol pada soal dan keterkaitannya. Objek matematika tersebut adalah bilangan yang dibagi, operasi pembagian, dan bilangan pembagi. Operasi pembagian dikenali oleh subjek melalui makna simbol operasi aritmetika. Bilangan yang dibagi dan pembagi dikenali oleh subjek melalui makna posisi kedua bilangan tersebut terhadap simbol operasi pembagian. Bilangan yang terletak di sebelah kiri simbol operasi pembagian dikenali sebagai bilangan yang dibagi. Bilangan yang terletak di sebelah kanan simbol operasi pembagian dikenali sebagai bilangan pembagi.	Sikap subjek adalah tenang, objek matematika ditunjuk dengan pensil. Semua objek matematika pada soal dapat dikenali oleh subjek S2 melalui makna setiap simbol pada soal dan keterkaitannya. Objek matematika tersebut adalah: bilangan yang dibagi, operasi pembagian, dan bilangan pembagi. Operasi pembagian dikenali oleh subjek melalui makna simbol operasi aritmetika. Bilangan yang dibagi dan pembagi dikenali oleh subjek melalui makna posisi bilangan terhadap simbol operasi pembagian. Bilangan yang terletak di sebelah kiri simbol operasi pembagian dikenali sebagai bilangan yang dibagi. Bilangan yang terletak di sebelah kanan simbol operasi pembagian dikenali sebagai bilangan pembagi.
Penyelesaian Soal	Sikap subjek adalah tenang, perhatian ditujukan pada lembar kerja, dan semua perhitungan dilakukan dalam otak dengan bantuan jari tangan, tetapi hampir tidak kelihatan. Oleh karena itu, hasil perhitungan akhir ditulis secara langsung tanpa didahului tahapan solusi. Soal pembagian diselesaikan oleh subjek S-1 dengan dua cara yaitu (1) penjumlahan sekumpulan kelipatan bilangan pembagi, yang hasilnya sama dengan bilangan yang dibagi, dan (2) perkalian. Ini berarti, operasi penjumlahan dan perkalian sudah dikaitkan dengan operasi pembagian. Rincian penjelasannya adalah (1) bilangan yang dibagi dikaitkan dengan sekumpulan kelipatan bilangan pembagi, ini sama artinya dengan operasi pembagian sudah dikaitkan dengan operasi tambah, dan (2) operasi pembagian dikaitkan dengan operasi kali, (3) bilangan pembagi dikaitkan dengan unsur terkecil pembentuk bilangan yang dibagi, akibatnya subjek memberi makna bahwa bilangan yang dibagi harus lebih besar atau sama dengan bilangan pembagi, dan (4) hasil bagi dikaitkan dengan hasil penjumlahan dari setiap kelipatan bilangan pembagi, atau hasil bagi parsial. Sifat operasi pembagian dikenali oleh subjek tidak komutatif.	Sikap subjek adalah tenang, perhatian ditujukan pada lembar kerja sambil bicara tanpa suara, sesekali dilihatnya langit-langit dan lembar kerja secara bergantian sambil mata berkedip-kedip seperti berpikir, kemudian jari tangannya digerakkan sangat pelan, dan solusi ditulis secara bertahap. Soal pembagian diselesaikan oleh subjek S-2 dengan dua cara. Cara pertama digunakan gambar kue berbentuk lingkaran sebanyak bilangan yang dibagi. Kemudian setiap gambar kue dibagi menjadi beberapa area sebanyak bilangan pembagi, setiap area besarnya sama. Hasil operasi pembagian dihitung dengan cara menggabungkan setiap area menjadi satu. Cara ini digunakan jika bilangan pembagi lebih besar dari bilangan yang dibagi. Cara kedua digunakan daftar perkalian. Cara ini digunakan jika bilangan yang dibagi lebih besar atau sama dengan bilangan pembagi. Hasil operasi pembagian diperiksa menggunakan prosedur penjumlahan berulang. Ini berarti operasi pembagian sudah dikaitkan dengan operasi perkalian, dan penjumlahan oleh subjek S-2. Rincian penjelasan keterkaitan operasi pembagian dengan operasi perkalian adalah (1) bilangan yang dibagi dikaitkan dengan hasil kali, (2) operasi bagi dikaitkan dengan operasi kali, (3) bilangan pembagi dikaitkan dengan bilangan yang dikalikan, dan (4) hasil bagi dikaitkan

Tabel 3: Pemahaman Konsep Pembagian per Tipe Soal

Soal Tipe Satu		
Komponen Pemahaman	Subjek Visual	Subjek Auditori
		dengan bilangan pengali terakhir. Rincian penjelasan keterkaitan operasi pembagian dengan penjumlahan berulang adalah (1) bilangan yang dibagi dikaitkan dengan hasil penjumlahan, (2) operasi pembagian dikaitkan dengan operasi penjumlahan secara berulang, (3) bilangan yang dibagi dikaitkan dengan bilangan yang dijumlahkan, dan (4) hasil pembagian dikaitkan dengan banyaknya melakukan perulangan. Sifat tidak komutatif dimiliki oleh operasi pembagian. Sifat ini diketahui oleh Subjek S-2.
Temuan Sampling	1) Soal pembagian dikelompokkan menjadi dua, yaitu soal benar dan salah. Soal dikelompokkan benar jika bilangan yang dibagi lebih besar atau sama dengan bilangan pembagi. Sebaliknya dikelompokkan ke dalam soal salah. 2) Operasi perkalian dikenali mempunyai sifat komutatif.	1. Keterkaitan operasi pembagian dengan konsep dasar bilangan pecahan dan operasi penjumlahan pada bilangan pecahan dapat dikenali subjek tanpa disadarinya. Namun, keterkaitan ini belum sempurna. 2. Hasil operasi pembagian diperiksa kebenarannya dengan prosedur penjumlahan berulang. 3. Sifat komutatif dimiliki oleh operasi perkalian.
Soal Tipe Dua		
Pengenalan Soal	Sikap subjek adalah tenang, perhatian ditujukan pada lembar kerja, dan telunjuk kiri sering digunakan untuk menunjuk objek matematika pada soal. Semua objek matematika pada soal dapat dikenali oleh subjek S1 melalui makna setiap simbol pada soal dan keterkaitannya. Objek matematika tersebut meliputi: bilangan yang dibagi, operasi pembagian, dan bilangan pembagi. Operasi pembagian dikenali oleh subjek melalui makna simbol operasi aritmetika. Bilangan yang dibagi dan pembagi dikenali oleh subjek melalui makna posisi kedua bilangan tersebut terhadap simbol operasi pembagian. Bilangan yang terletak di sebelah kiri simbol operasi pembagian dikenali sebagai bilangan yang dibagi. Bilangan yang terletak di sebelah kanan simbol operasi pembagian dikenali sebagai bilangan pembagi. Subjek menyebutkan bahwa kedua operasi pembagian pada soal harus dikerjakan semua. Urutan operasi dari kiri ke kanan, kecuali urutan diubah dengan cara ditambahkan tanda kurung pada soal. Hasil pembagian dipengaruhi oleh urutan operasi.	Sikap subjek adalah tenang, perhatian ditujukan pada lembar kerja, dan semua objek matematika pada soal ditunjuk dengan pensil sambil disebutkan namanya. Semua objek matematika pada soal dapat dikenali oleh subjek S-2 melalui makna setiap simbol pada soal dan keterkaitannya. Objek matematika tersebut meliputi bilangan yang dibagi, operasi bagi, dan bilangan pembagi. Setiap objek banyaknya dua. Operasi pembagian dikenali oleh subjek melalui makna simbol operasi aritmetika. Bilangan yang dibagi dan pembagi dikenali oleh subjek melalui makna posisi kedua bilangan tersebut terhadap simbol operasi pembagian. Bilangan yang terletak di sebelah kiri simbol operasi pembagian dikenali sebagai bilangan yang dibagi. Bilangan yang terletak di sebelah kanan simbol operasi pembagian dikenali sebagai bilangan pembagi. Subjek menyebutkan bahwa kedua operasi pembagian pada soal harus dikerjakan semua. Urutan operasi dari kiri ke kanan, kecuali urutan diubah dengan cara ditambahkan tanda kurung pada soal. Hasil pembagian dipengaruhi oleh urutan operasi.
Penyelesaian Soal	Sikap subjek adalah tenang, perhatian ditujukan pada lembar kerja, dan semua perhitungan dilakukan dalam otak dengan bantuan jari tangan, tetapi hampir tidak terlihat. Oleh karena itu, hasil perhitungan akhir ditulis secara langsung tanpa didahului tahapan solusi.	Sikap subjek adalah tenang, perhatian ditujukan pada lembar kerja sambil bicara tanpa suara, sesekali dilihatnya langit-langit dan lembar kerja secara bergantian sambil mata berkedip-kedip seperti berpikir, kemudian jari tangannya digerakkan sangat pelan, dan solusi ditulis secara bertahap.

Tabel 3: Pemahaman Konsep Pembagian per Tipe Soal

Soal Tipe Satu		
Komponen Pemahaman	Subjek Visual	Subjek Auditori
	Soal pembagian diselesaikan oleh subjek S1 secara berurutan, setiap urutan dikerjakan terpisah menggunakan pembagian bersusun, penjumlahan sekumpulan kelipatan bilangan pembagi, dan kebalikan pembagian. Ini berarti operasi pembagian sudah dikaitkan dengan ketiga operasi dasar aritmetika lainnya, yaitu penambahan, pengurangan, dan perkalian. Rincian penjelasan tentang keterkaitan tersebut adalah (1) bilangan yang dibagi dikaitkan dengan nilai tempat suatu bilangan, yaitu nilai tempat puluhan dan satuan, ini sama artinya bahwa operasi pembagian sudah dikaitkan dengan operasi pengurangan, penambahan, dan operasi pembagian sendiri, (2) operasi pembagian dikaitkan dengan operasi perkalian dan penambahan secara berurutan dan bertahap, (3) bilangan pembagi dikaitkan dengan unsur terkecil pembentuk bilangan yang dibagi, akibatnya subjek memberi makna bahwa bilangan yang dibagi harus lebih besar atau sama dengan bilangan pembagi, dan (4) hasil pembagian dikaitkan dengan hasil penjumlahan dari setiap kelipatan bilangan pembagi, (5) hasil pembagian dari operasi pembagian pertama dikaitkan dengan bilangan yang dibagi pada operasi pembagian kedua. Beberapa sifat operasi pembagian dapat dikenali oleh subjek tanpa disadarinya. Sifat-sifat tersebut adalah (1) tidak komutatif, (2) tidak asosiatif.	Soal pembagian diselesaikan secara berurutan oleh subjek dari kiri ke kanan kecuali urutan diubah dengan cara ditambahkan tanda kurung pada soal, dan setiap urutan dikerjakan terpisah. Soal pembagian diselesaikan oleh subjek S-2 dengan tiga cara. Cara pertama digunakan gambar kue berbentuk lingkaran sebanyak bilangan yang dibagi. Kemudian setiap gambar kue dibagi menjadi beberapa area sebanyak bilangan pembagi, setiap area besarnya sama. Hasil operasi pembagian dihitung dengan cara menggabungkan setiap area menjadi satu. Cara ini digunakan jika bilangan pembagi lebih besar dari bilangan yang dibagi. Cara kedua digunakan daftar perkalian dan cara ketiga digunakan prosedur pembagian bersusun. Kedua cara tersebut digunakan jika bilangan yang dibagi lebih besar atau sama dengan bilangan pembagi. Hasil operasi pembagian diperiksa menggunakan prosedur penjumlahan berulang. Ini berarti operasi pembagian sudah dikaitkan dengan operasi perkalian, kombinasi operasi pengurangan, perkalian, dan pembagian sendiri, dan operasi penjumlahan. Rincian penjelasan keterkaitan operasi pembagian dengan kombinasi operasi pengurangan, perkalian, dan pembagian sendiri adalah (1) bilangan yang dibagi dikaitkan dengan beberapa bilangan sesuai dengan nilai tempat suatu bilangan, yaitu nilai tempat puluhan dan satuan, bilangan yang dibagi juga dikaitkan dengan hasil kali yang dituju, (2) operasi bagi dikaitkan dengan operasi kali dan kurang secara berurutan dan bertahap, (3) bilangan pembagi dikaitkan dengan bilangan yang dikalikan, dan (4) hasil bagi dikaitkan dengan bilangan pengali terakhir atau sederetan bilangan yang berada pada posisi hasil. Rincian penjelasan keterkaitan operasi pembagian dengan operasi perkalian adalah (1) bilangan yang dibagi dikaitkan dengan hasil kali, (2) operasi bagi dikaitkan dengan operasi kali, (3) bilangan pembagi dikaitkan dengan bilangan yang dikalikan, dan (4) hasil bagi dikaitkan dengan bilangan pengali terakhir. Rincian penjelasan keterkaitan operasi pembagian dengan penjumlahan berulang adalah (1) bilangan yang dibagi dikaitkan dengan hasil penjumlahan, (2) operasi pembagian

Tabel 3: Pemahaman Konsep Pembagian per Tipe Soal

Soal Tipe Satu		
Komponen Pemahaman	Subjek Visual	Subjek Auditori
		dikaitkan dengan operasi penjumlahan secara berulang, (3) bilangan yang dibagi dikaitkan dengan bilangan yang dijumlahkan, dan (4) hasil pembagian dikaitkan dengan banyaknya melakukan perulangan. Sifat tidak komutatif dan tidak asosiatif dimiliki oleh operasi pembagian. Sifat ini diketahui oleh Subjek S-2.
Temuan Sampling	1) Soal pembagian dikelompokkan menjadi dua, yaitu soal benar dan salah. Soal dikelompokkan benar jika bilangan yang dibagi lebih besar atau sama dengan bilangan pembagi. Sebaliknya dikelompokkan ke dalam soal salah. 2) Sifat komutatif dimiliki oleh operasi perkalian.	1. Keterkaitan operasi pembagian dengan konsep dasar bilangan pecahan dan operasi penjumlahan pada bilangan pecahan dapat dikenali subjek tanpa disadarinya. Namun, keterkaitan ini belum sempurna. 2. Hasil operasi pembagian diperiksa kebenarannya dengan prosedur penjumlahan berulang. 3. Sifat komutatif dimiliki oleh operasi perkalian.
Soal Tipe Tiga		
Pengenalan Soal	Sikap subjek adalah tenang, perhatian ditujukan pada lembar kerja, telunjuk kiri sering digunakan untuk menunjuk objek matematika pada soal, pensil dipegang dan dimainkan oleh tangan kanan. Semua objek matematika pada soal dikenali melalui makna setiap simbol pada soal dan keterkaitannya. Objek matematika tersebut adalah: bilangan yang dibagi, operasi pembagian, dan bilangan pembagi. Operasi pembagian dikenali oleh subjek melalui makna simbol operasi aritmetika. Bilangan yang dibagi dan pembagi dikenali oleh subjek melalui makna posisi kedua bilangan tersebut terhadap simbol operasi pembagian. Bilangan yang terletak di sebelah kiri simbol pembagian dikenali sebagai bilangan yang dibagi. Bilangan yang terletak di sebelah kanan simbol operasi pembagian dikenali sebagai bilangan pembagi. Oleh sebab itu, jika posisi kedua bilangan ditukar, maka makna soal menjadi berubah.	Sikap subjek S-2 adalah tenang, pensil sering digunakannya untuk menunjuk objek matematika pada soal, serta menyebut nama objek tersebut. Semua objek matematika pada soal dapat dikenali oleh subjek S-2 melalui makna setiap simbol pada soal dan keterkaitannya. Objek matematika tersebut adalah bilangan yang dibagi, operasi pembagian, serta bilangan pembagi. Operasi pembagian dikenali oleh subjek melalui makna simbol operasi aritmetika. Bilangan yang dibagi dan pembagi dikenali oleh subjek melalui makna posisi kedua bilangan tersebut terhadap simbol bagi. Bilangan yang terletak di sebelah kiri simbol operasi pembagian dikenali sebagai bilangan yang dibagi. Bilangan yang terletak di sebelah kanan simbol operasi pembagian dikenali sebagai bilangan pembagi.
Penyelesaian Soal	Sikap subjek adalah tenang, perhatian ditujukan pada lembar kerja, dan semua perhitungan dilakukan dalam otak dengan bantuan jari tangan, tetapi hampir tidak terlihat. Oleh karena itu, hasil perhitungan akhir ditulis secara langsung, diikuti dengan kata 'sis' dan bilangan sisa hasil pembagian tanpa didahului tahapan solusi. Solusi langkah demi langkah ditulis oleh subjek setelah diminta oleh peneliti. Soal pembagian diselesaikan dengan cara penambahan berulang, dan perkalian. Ini berarti operasi pembagian sudah dikaitkan dengan operasi penambahan, dan perkalian. Rincian penjelasannya adalah (1) bilangan yang dibagi dikaitkan dengan sekumpulan kelipatan bilangan pembagi, yang hasil penjumlahannya sama dengan bilangan yang dibagi, (2) operasi pembagian	Sikap subjek S-2 adalah tenang, perhatian diarahkannya pada lembar kerja sambil berbicara tanpa suara, melihat ke atas dan lembar kerja secara bergantian dengan mata berkedip-kedip, jari tangan digerakannya sangat pelan, serta menulis solusi langkah demi langkah sampai diperoleh hasil pembagian. Soal pembagian diselesaikan oleh subjek S-2 dengan dua cara. Cara pertama digunakan gambar kue berbentuk lingkaran sebanyak bilangan yang dibagi. Kemudian setiap gambar kue dibagi menjadi beberapa area sebanyak bilangan pembagi, setiap area besarnya sama. Hasil operasi pembagian dihitung dengan cara menggabungkan setiap area menjadi satu. Cara

Tabel 3: Pemahaman Konsep Pembagian per Tipe Soal

Soal Tipe Satu		
Komponen Pemahaman	Subjek Visual	Subjek Auditori
	dikaitkan dengan operasi perkalian, (3) bilangan pembagi dikaitkan dengan unsur terkecil pembentuk bilangan yang dibagi, (4) hasil pembagian dikaitkan dengan banyaknya bilangan pembagi yang dijumlahkan, dan (5) sisa hasil pembagian dikaitkan dengan bilangan terkecil penyusun bilangan yang dibagi tetapi bukan kelipatan dari bilangan pembagi dan nilainya lebih kecil dari bilangan pembagi. Operasi pembagian dikenali mempunyai sifat tidak komutatif tanpa disadari oleh subjek.	ini digunakan jika bilangan pembagi lebih besar dari bilangan yang dibagi. Cara kedua digunakan perkalian. Cara ini digunakan jika bilangan yang dibagi lebih besar atau sama dengan bilangan pembagi. Ini berarti operasi pembagian sudah dikaitkan dengan operasi perkalian serta konsep bilangan pecahan walaupun belum sempurna. Rincian keterkaitan antara operasi pembagian dengan operasi perkalian adalah bilangan yang dibagi dikaitkan dengan hasil perkalian, bilangan pembagi dikaitkan bilangan yang dikalikan. Subjek S-2 mengenali bahwa sifat pembagian tidak komutatif.
Temuan Sampling	1) Soal pembagian dikelompokkan menjadi dua, yaitu soal benar dan salah. Soal dikelompokkan benar jika bilangan yang dibagi lebih besar atau sama dengan bilangan pembagi. Sebaliknya dikelompokkan ke dalam soal salah. 2) Operasi perkalian mempunyai sifat komutatif	1. Keterkaitan operasi pembagian dengan konsep dasar bilangan pecahan dan operasi penjumlahan pada bilangan pecahan dapat dikenali subjek tanpa disadarinya. Namun, keterkaitan ini belum sempurna. 2. Sifat komutatif dimiliki oleh operasi perkalian.
Soal Tipe Empat		
Pengenalan Soal	Sikap subjek adalah tenang, perhatian ditujukan pada lembar kerja, soal cerita dibaca oleh subjek, setelah selesai perhatian diarahkan ke atas dan lembar kerja secara bergantian, seperti berpikir. Semua objek matematika pada soal dapat dikenali oleh subjek S1 melalui makna kalimat pada soal dan keterkaitannya. Objek matematika tersebut adalah: bilangan yang dibagi, operasi pembagian, dan bilangan pembagi. Operasi pembagian dikenali oleh subjek melalui kalimat 'membagi secara sama'. Bilangan yang dibagi dikenali oleh subjek melalui kalimat yang memuat informasi tentang objek yang akan dibagikan kepada orang lain, bilangan pembagi dikenali oleh subjek melalui kalimat yang memuat informasi tentang banyaknya penerima objek yang dibagi.	Sikap subjek S-2 adalah tenang, soal dibacanya tanpa suara, kalimat pada soal yang memuat informasi tentang objek matematika ditunjuknya dengan pensil sambil disebut namanya. Semua objek matematika pada soal dapat dikenali oleh subjek S-2 melalui makna kalimat pada soal dan keterkaitannya. Objek matematika tersebut adalah bilangan yang dibagi, operasi pembagian, serta bilangan pembagi. Operasi pembagian dikenali oleh subjek melalui makna kalimat "membagi secara sama". Bilangan yang dibagi dikenali oleh subjek melalui makna kalimat yang memuat informasi tentang objek yang akan dibagikan kepada orang lain, bilangan pembagi dikenali oleh subjek melalui makna kalimat yang memuat informasi tentang banyaknya penerima.
Penyelesaian Soal	Sikap subjek adalah tenang, perhatian ditujukan pada lembar kerja, dan semua perhitungan dilakukan dalam otak. Oleh karena itu, hasil perhitungan akhir ditulis secara langsung tanpa didahului tahapan solusi. Itu sebabnya solusi secara bertahap ditulis oleh subjek setelah diminta. Soal pembagian diselesaikan oleh subjek S1 menggunakan pengalaman sehari-hari, yaitu pengalaman membagi uang dan mengukur menggunakan penggaris. Operasi pembagian dengan bilangan pembagi	Sikap subjek S-2 adalah tenang, perhatian diarahkannya pada lembar kerja sambil bicara tanpa suara, melihat ke atas dan lembar kerja secara bergantian dengan mata berkedip-kedip, serta menulis solusi langkah demi langkah. Soal pembagian diselesaikan oleh subjek S-2 dengan dua cara. Cara pertama digunakan penjumlahan dua bilangan yang sama besarnya. Cara kedua digunakan bantuan gambar dan operasi pengurangan (tanpa disadari oleh subjek).

Tabel 3: Pemahaman Konsep Pembagian per Tipe Soal

Komponen Pemahaman	Soal Tipe Satu	
	Subjek Visual	Subjek Auditori
	bulat dikaitkan dengan operasi kali dengan bilangan pecahan senilai satu per bilangan pembagi tanpa disadarinya.	Ini berarti subjek S-2 dapat mengaitkan antara operasi pembagian dengan operasi penjumlahan, serta pengalaman membagi sesuatu sama banyak kepada beberapa orang.
Temuan Sampling	Soal cerita tidak ditransformasikan secara eksplisit menjadi soal formal oleh subjek. Soal cerita diselesaikan menggunakan pengalaman sehari-hari, bukan menggunakan operasi pembagian.	1. Soal cerita tidak ditransformasikan secara eksplisit menjadi soal formal oleh subjek S-2. 2. Soal cerita diselesaikan menggunakan pengalaman sehari-hari, tidak menggunakan operasi pembagian.

D. PEMBAHASAN

Pembahasan hasil penelitian adalah sebagai berikut.

1. Pembahasan untuk soal tipe satu adalah sebagai berikut.
 - a. Sikap subjek yang konsisten dalam mengenali dan menyelesaikan soal adalah tenang, perhatian ditujukan pada lembar kerja, dan jari tangan digunakan jika diperlukan. Sikap ini sesuai dengan kecenderungan individu dalam memulai konsentrasi, menyerap, dan memproses informasi dengan cara melihat. Sikap lain dalam menyelesaikan soal adalah semua perhitungan dilakukan dalam otak. Solusi secara bertahap ditulis oleh subjek setelah diminta oleh peneliti.
 - b. Sikap lain dalam menyelesaikan soal adalah semua perhitungan dilakukan dalam otak. Solusi secara bertahap ditulis oleh subjek setelah diminta oleh peneliti.
 - c. Soal dikenali subjek melalui makna setiap simbol pada soal dan keterkaitannya. Pada aspek ini ditemukan *tiga keterkaitan* yang disajikan dengan garis satu arah warna biru pada gambar 2. Tiga keterkaitan tersebut adalah (a) objek matematika pada soal berupa simbol operasi pembagian dikaitkan dengan operasi pembagian, (b) objek matematika pada soal berupa bilangan bulat dan terletak di sebelah kiri simbol operasi pembagian dikaitkan dengan bilangan yang dibagi, dan (c) objek matematika pada soal berupa bilangan bulat dan terletak di sebelah kanan simbol operasi pembagian dikaitkan dengan bilangan pembagi.
 - d. Soal diselesaikan subjek dengan dua cara (a) penjumlahan sekumpulan kelipatan bilangan pembagi, yang hasilnya sama dengan bilangan yang dibagi, dan (b) perkalian. Pada aspek ini ditemukan *empat keterkaitan esensial* dan *10 keterkaitan lain*. Keterkaitan esensial disajikan dengan garis satu dan dua arah warna merah, sedangkan keterkaitan lain disajikan dengan garis satu arah warna hijau pada gambar 2.
 - e. Keterkaitan esensial meliputi simbol $[:n]$ dikaitkan dengan definisi operasi pembagian dengan bilangan pembagi n , (b) simbol $[:m]$ dikaitkan dengan

-
- The diagram illustrates the grammar of a mathematical language. It consists of several nodes and transitions:
- Top Level Nodes:** oi , op , and oa .
 - Intermediate Nodes:** mn , xn , xm , n , m , $:n$, $:m$, $:mn$, tda .
 - Mathematical Terms:** $Perkalian$ (Multiplication), $Pembagian$ (Division).
 - Linguistic Terms:** obj (object), oc (operator), def (definition), $dikaitkan$ (linked).
- Transitions and Relationships:**
- oi is linked to mn via $dikaitkan$.
 - op is linked to mn via $dikaitkan$.
 - oa is linked to mn via $dikaitkan$.
 - mn is linked to xn via oc .
 - mn is linked to m via obj .
 - xn is linked to $Perkalian$ via def .
 - xm is linked to $Perkalian$ via def .
 - $Perkalian$ is linked to n via def .
 - m is linked to $Pembagian$ via obj .
 - $:n$ is linked to $Pembagian$ via obj .
 - $:m$ is linked to $Pembagian$ via obj .
 - $Pembagian$ is linked to n via def .
 - $:mn$ is linked to n via obj .
 - $:mn$ is linked to tda via oc .
 - tda is linked to n via oc .
 - n is linked to mn via oc .
 - m is linked to mn via oc .
 - $:n$ is linked to mn via oc .
 - $:m$ is linked to mn via oc .
 - $:mn$ is linked to mn via oc .
 - tda is linked to mn via oc .
 - n is linked to mn via oc .
 - m is linked to mn via oc .
 - $:n$ is linked to mn via oc .
 - $:m$ is linked to mn via oc .
 - $:mn$ is linked to mn via oc .
 - tda is linked to mn via oc .
 - n is linked to mn via oc .
 - m is linked to mn via oc .
 - $:n$ is linked to mn via oc .
 - $:m$ is linked to mn via oc .
 - $:mn$ is linked to mn via oc .
 - tda is linked to mn via oc .
 - n is linked to mn via oc .
 - m is linked to mn via oc .
 - $:n$ is linked to mn via oc .
 - $:m$ is linked to mn via oc .
 - $:mn$ is linked to mn via oc .
 - tda is linked to mn via oc .
 - n is linked to mn via oc .
 - m is linked to mn via oc .
 - $:n$ is linked to mn via oc .
 - $:m$ is linked to mn via oc .
 - $:mn$ is linked to mn via oc .
 - tda is linked to mn via oc .
 - n is linked to mn via oc .
 - m is linked to mn via oc .
 - $:n$ is linked to mn via oc .
 - $:m$ is linked to mn via oc .
 - $:mn$ is linked to mn via oc .
 - tda is linked to mn via oc .
 - n is linked to mn via oc .
 - m is linked to mn via oc .
 - $:n$ is linked to mn via oc .
 - $:m$ is linked to mn via oc .
 - $:mn$ is linked to mn via oc .
 - tda is linked to mn via oc .
 - n is linked to mn via oc .
 - m is linked to mn via oc .
 - $:n$ is linked to mn via oc .
 - $:m$ is linked to mn via oc .
 - $:mn$ is linked to mn via oc .
 - tda is linked to mn via oc .
 - n is linked to mn via oc .
 - m is linked to mn via oc .
 - $:n$ is linked to mn via oc .
 - $:m$ is linked to mn via oc .
 - $:mn$ is linked to mn via oc .
 - tda is linked to mn via oc .
 - n is linked to mn via oc .
 - m is linked to mn via oc .
 - $:n$ is linked to mn via oc .
 - $:m$ is linked to mn via oc .
 - $:mn$ is linked to mn via oc .
 - tda is linked to mn via oc .
 - n is linked to mn via oc .
 - m is linked to mn via oc .
 - $:n$ is linked to mn via oc .
 - $:m$ is linked to mn via oc .
 - $:mn$ is linked to mn via oc .
 - tda is linked to mn via oc .
 - n is linked to mn via oc .
 - m is linked to mn via oc .
 - $:n$ is linked to mn via oc .
 - $:m$ is linked to mn via oc .
 - $:mn$ is linked to mn via oc .
 - tda is linked to mn via oc .
 - n is linked to mn via oc .
 - m is linked to mn via oc .
 - $:n$ is linked to mn via oc .
 - $:m$ is linked to mn via oc .
 - $:mn$ is linked to mn via oc .
 - tda is linked to mn via oc .
 - n is linked to mn via oc .
 - m is linked to mn via oc .
 - $:n$ is linked to mn via oc .
 - $:m$ is linked to mn via oc .
 - $:mn$ is linked to mn via oc .
 - tda is linked to mn via oc .
 - n is linked to mn via oc .
 - m is linked to mn via oc .
 - $:n$ is linked to mn via oc .
 - $:m$ is linked to mn via oc .
 - $:mn$ is linked to mn via oc .
 - tda is linked to mn via oc .
 - n is linked to mn via oc .
 - m is linked to mn via oc .
 - $:n$ is linked to mn via oc .
 - $:m$ is linked to mn via oc .
 - $:mn$ is linked to mn via oc .
 - tda is linked to mn via oc .
 - n is linked to mn via oc .
 - m is linked to mn via oc .
 - $:n$ is linked to mn via oc .
 - $:m$ is linked to mn via oc .
 - $:mn$ is linked to mn via oc .
 - tda is linked to mn via oc .
 - n is linked to mn via oc .
 - m is linked to mn via oc .
 - $:n$ is linked to mn via oc .
 - $:m$ is linked to mn via oc .
 - $:mn$ is linked to mn via oc .
 - tda is linked to mn via oc .
 - n is linked to mn via oc .
 - m is linked to mn via oc .
 - $:n$ is linked to mn via oc .
 - $:m$ is linked to mn via oc .
 - $:mn$ is linked to mn via oc .
 - tda is

g. Temuan sampling pada penelitian meliputi (a) soal pembagian dikelompokkan menjadi dua, yaitu soal benar dan salah. Soal dikelompokkan benar jika bilangan yang dibagi lebih besar atau sama dengan bilangan pembagi. Sebaliknya dikelompokkan ke dalam soal salah, dan (b) operasi perkalian mempunyai sifat komutatif. Akibat temuan sampling diketahui ada sebelas keterkaitan tambahan yaitu (a) simbol $[xn]$ dikaitkan dengan definisi operasi perkalian dengan bilangan n , (b) simbol $[xm]$ dikaitkan dengan definisi operasi perkalian dengan bilangan m , (c) operasi perkalian dikaitkan dengan kebalikan dari operasi pembagian, (d) simbol $[+n]$ dikaitkan dengan definisi operasi

penjumlahan dengan bilangan n , dan (e) operasi penjumlahan adalah komponen dari operasi penjumlahan sekumpulan bilangan yang merupakan kelipatan dari bilangan pembagi, dan (f) simbol $[:mn]$ dikaitkan dengan bukan definisi operasi pembagian karena bilangan pembagi lebih besar dari bilangan yang dibagi, (g) a dikaitkan dengan bilangan yang dijumlahkan pada operasi penjumlahan dengan bilangan n , (j) $n+a$ dikaitkan dengan hasil operasi penjumlahan dengan bilangan n , (k) n dikaitkan dengan bilangan yang dibagi pada definisi bukan perkalian, dan (l) tda dikaitkan dengan bukan hasil pembagian. Keterkaitan tambahan disajikan dengan garis warna coklat pada gambar 2 di atas.

2. Pembahasan untuk soal tipe dua adalah sebagai berikut.

- a. Sikap subjek yang konsisten dalam mengenali dan menyelesaikan soal adalah tenang, perhatian ditujukan pada lembar kerja, dan jari tangan digunakan jika diperlukan. Sikap ini sesuai dengan kecenderungan individu dalam memulai konsentrasi, menyerap, dan memproses informasi dengan cara melihat.
- b. Sikap lain dalam menyelesaikan soal adalah semua perhitungan dilakukan dalam otak. Solusi secara bertahap ditulis oleh subjek setelah diminta oleh peneliti.
- c. Soal dikenali subjek melalui makna setiap simbol pada soal dan keterkaitannya. Dari aspek ini ditemukan *tiga keterkaitan*, yang disajikan dengan garis satu arah warna biru pada gambar 2. Tiga keterkaitan tersebut adalah (a) objek matematika pada soal berupa simbol operasi pembagian dikaitkan dengan operasi pembagian, (b) objek matematika pada soal berupa bilangan bulat dan terletak di sebelah kiri simbol operasi pembagian dikaitkan dengan bilangan yang dibagi, dan (c) objek matematika pada soal berupa bilangan bulat dan terletak di sebelah kanan simbol operasi pembagian dikaitkan dengan bilangan pembagi.
- d. Soal diselesaikan subjek secara berurutan dari kiri ke kanan, kecuali urutan diubah dengan menambahkan tanda kurung pada soal. Setiap urutan dikerjakan terpisah menggunakan pembagian bersusun, penjumlahan sekumpulan kelipatan bilangan pembagi, dan kebalikan pembagian. Pada aspek ini ditemukan *10 keterkaitan esensial* dan *23 keterkaitan lain*. Keterkaitan esensial disajikan dengan garis satu dan dua arah warna merah, sedangkan keterkaitan lain disajikan dengan garis satu arah warna hijau pada gambar 3.

e. Keterkaitan esensial meliputi (a) simbol $[:n]$ dikaitkan dengan definisi operasi pembagian dengan bilangan pembagi n , (b) simbol $[:m]$ dikaitkan dengan definisi operasi pembagian dengan bilangan pembagi m , (c) simbol $[:10]$ dikaitkan dengan definisi operasi pembagian dengan bilangan pembagi 10 , (d) simbol $[:k]$ dikaitkan dengan definisi operasi pembagian dengan bilangan pembagi k , (e) simbol $':a'$ dikaitkan dengan definisi operasi pembagian dengan bilangan pembagi a , (f) operasi pembagian dikaitkan dengan kebalikan dari operasi perkalian, (g) operasi pembagian dikaitkan dengan operasi penjumlahan sekumpulan bilangan yang merupakan kelipatan dari bilangan pembagi, (h) operasi pembagian dikaitkan dengan operasi pembagian bersusun yang dikerjakan secara terpisah menurut nilai tempat bilangan, (i) n dikaitkan dengan komponen dari simbol $[:n]$, (j) k dikaitkan dengan komponen dari simbol $[:k]$.

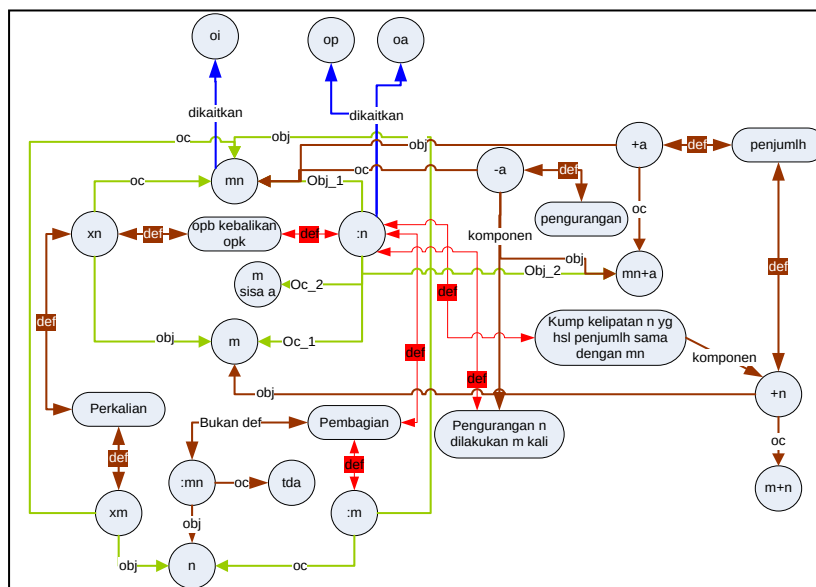
f. Keterkaitan lain meliputi (a) mn dikaitkan dengan bilangan yang dibagi pada operasi pembagian dengan bilangan n , (b) mn dikaitkan dengan bilangan yang dibagi pada operasi pembagian dengan bilangan m , (c) mn dikaitkan dengan bilangan yang dibagi pada operasi pembagian dengan bilangan 10 , (d) mn dikaitkan dengan bilangan yang dibagi pada operasi pembagian dengan bilangan k , (e) mn (sebagai bilangan yang dibagi) dikaitkan dengan hasil perkalian dengan bilangan n , (f) mn (sebagai bilangan yang dibagi) dikaitkan dengan hasil perkalian dengan bilangan m , (g) m dikaitkan dengan hasil operasi pembagian dengan bilangan n , (f) m (sebagai hasil operasi pembagian)

dikaitkan dengan bilangan yang dikalikan pada operasi perkalian dengan bilangan n , (h) m dikaitkan dengan hasil operasi pembagian dengan bilangan n , (f) m dikaitkan dengan hasil operasi pembagian dengan bilangan a , (i) n dikaitkan dengan hasil operasi pembagian dengan bilangan n , (j) n dikaitkan dengan hasil operasi pembagian dengan bilangan a , (k) n dikaitkan dengan hasil operasi pembagian dengan bilangan m , (l) n (sebagai hasil pembagian) dikaitkan dengan operasi perkalian dengan bilangan m , (m) b dikaitkan dengan hasil pembagian dengan bilangan a , (n) k dikaitkan dengan hasil pembagian dengan bilangan a , (o) h dikaitkan dengan hasil pembagian dengan bilangan k , (p) $(mx10)+n$ dikaitkan dengan bilangan yang dibagi pada operasi pembagian dengan bilangan n , (q) $(mx10)+n$ dikaitkan dengan bilangan yang dibagi pada operasi pembagian dengan bilangan 10 , (r) $(mx10)+n$ (sebagai operasi hasil pembagian) dikaitkan dengan hasil penjumlahan dengan bilangan n , (s) $mx10$ dikaitkan dengan bilangan yang dibagi pada operasi pembagian dengan bilangan n , (t) $mx10$ dikaitkan dengan bilangan yang dijumlahkan pada operasi penjumlahan dengan bilangan n , (u) $a+1$ dikaitkan dengan hasil operasi pembagian dengan bilangan n , (v) 1 dikaitkan dengan hasil operasi pembagian dengan bilangan n .

- g. Temuan samping pada penelitian meliputi (a) Soal pembagian dikelompokkan menjadi dua, yaitu soal benar dan salah. Soal dikelompokkan benar jika bilangan yang dibagi lebih besar atau sama dengan bilangan pembagi. Sebaliknya dikelompokkan ke dalam soal salah, dan (b) Operasi perkalian mempunyai sifat komutatif. Akibat temuan samping diketahui ada 16 *keterkaitan tambahan* yaitu (a) simbol $[xn]$ dikaitkan dengan definisi operasi perkalian dengan bilangan n , (b) simbol $[xm]$ dikaitkan dengan definisi operasi perkalian dengan bilangan m , (c) operasi perkalian dikaitkan dengan kebalikan dari operasi pembagian, (d) simbol $[+n]$ dikaitkan dengan definisi operasi penjumlahan dengan bilangan n , (e) operasi penjumlahan adalah komponen dari operasi penjumlahan sekumpulan bilangan yang merupakan kelipatan dari bilangan pembagi, dan (f) simbol $[:mn]$ dikaitkan dengan bukan definisi operasi pembagian karena bilangan pembagi lebih besar dari bilangan yang dibagi, (g) a dikaitkan dengan bilangan yang dijumlahkan pada operasi penjumlahan dengan bilangan n , (j) $n + a$ dikaitkan dengan hasil operasi penjumlahan dengan bilangan n , (k) n dikaitkan dengan bilangan yang dibagi pada definisi bukan perkalian, (l) tda dikaitkan dengan bukan hasil pembagian, (m) simbol $[+a]$ dikaitkan dengan definisi operasi penjumlahan dengan bilangan a , (n) 1 dikaitkan dengan bilangan yang dijumlahkan pada operasi penjumlahan dengan bilangan a , (o) $a + 1$ dikaitkan dengan hasil operasi penjumlahan dengan bilangan a , (p) n dikaitkan dengan komponen dari simbol $[+n]$, (q) a dikaitkan dengan bilangan yang dijumlahkan pada hasil operasi pembagian

pada operasi pembagian dengan bilangan n . Keterkaitan tambahan disajikan dengan garis warna coklat pada gambar 3.

3. Pembahasan untuk soal tipe tiga adalah sebagai berikut.
 - a. Sikap subjek yang konsisten dalam mengenali dan menyelesaikan soal adalah tenang, perhatian ditujukan pada lembar kerja, dan jari tangan digunakan jika diperlukan. Sikap ini sesuai dengan kecenderungan individu dalam memulai konsentrasi, menyerap, dan memproses informasi dengan cara melihat.
 - b. Sikap lain dalam menyelesaikan soal adalah semua perhitungan dilakukan dalam otak. Solusi secara bertahap ditulis oleh subjek setelah diminta oleh peneliti.
 - c. Soal dikenali subjek melalui makna setiap simbol pada soal dan keterkaitannya. Dari aspek ini ditemukan *tiga keterkaitan* yang disajikan dengan garis satu arah warna biru pada gambar 4. Tiga keterkaitan tersebut adalah (a) objek matematika pada soal berupa simbol operasi pembagian dikaitkan dengan operasi pembagian, (b) objek matematika pada soal berupa bilangan bulat dan terletak di sebelah kiri simbol operasi pembagian dikaitkan dengan bilangan yang dibagi, dan (c) objek matematika pada soal berupa bilangan bulat dan terletak di sebelah kanan simbol operasi pembagian dikaitkan dengan bilangan pembagi.



Gambar 4: Pemahaman Konsep Pembagian untuk Soal Tipe Tiga

- d. Soal diselesaikan subjek dengan tiga cara yaitu (a) menjumlahkan sekumpulan kelipatan bilangan pembagi, yang hasilnya sama dengan bilangan yang dibagi, (b) operasi perkalian, dan (c) operasi pengurangan. Pada aspek ini ditemukan *lima keterkaitan esensial* dan *sembilan keterkaitan lain*. Keterkaitan esensial

disajikan dengan garis dua arah warna merah, sedangkan keterkaitan lain disajikan dengan garis satu arah warna hijau pada gambar 4.

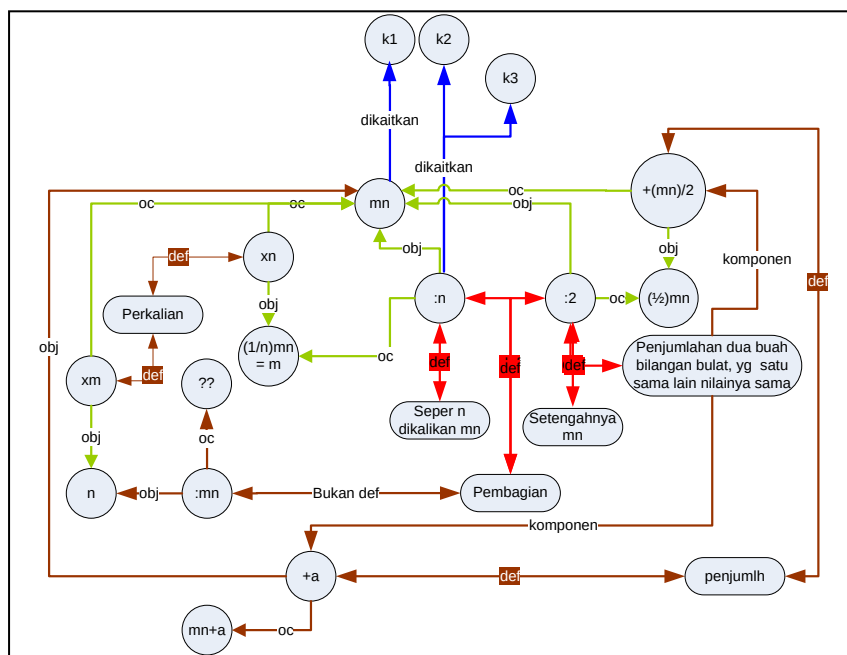
- e. Keterkaitan esensial meliputi (a) simbol $[:n]$ dikaitkan dengan definisi operasi pembagian dengan bilangan pembagi n , (b) simbol $[:m]$ dikaitkan dengan definisi operasi pembagian dengan bilangan pembagi m , (c) operasi pembagian dikaitkan dengan kebalikan dari operasi perkalian, (d) operasi pembagian dikaitkan dengan operasi penjumlahan sekumpulan bilangan yang merupakan kelipatan dari bilangan pembagi, (e) operasi pembagian dikaitkan dengan operasi pengurangan dengan bilangan n sebanyak m kali.
- f. Keterkaitan lain meliputi (a) mn dikaitkan dengan bilangan yang dibagi pada operasi pembagian dengan bilangan n , (b) mn dikaitkan dengan bilangan yang dibagi pada operasi pembagian dengan bilangan m , (c) mn (sebagai bilangan yang dibagi) dikaitkan dengan hasil perkalian dengan bilangan n , (d) mn (sebagai bilangan yang dibagi) dikaitkan dengan hasil perkalian dengan bilangan m , (e) m dikaitkan dengan hasil operasi pembagian dengan bilangan n , (f) m (sebagai hasil operasi pembagian) dikaitkan dengan bilangan yang dikalikan pada operasi perkalian dengan bilangan n , (g) n dikaitkan dengan hasil operasi pembagian dengan bilangan m , (h) n (sebagai hasil operasi pembagian) dikaitkan dengan bilangan yang dikalikan pada operasi perkalian dengan bilangan m , (i) $mn + a$ dikaitkan dengan bilangan yang dibagi pada operasi pembagian dengan bilangan n , dan (j) ' m sisa a ' dikaitkan dengan hasil pembagian dengan bilangan n .
- g. Temuan samping pada penelitian meliputi (a) soal pembagian dikelompokkan menjadi dua, yaitu soal benar (jika bilangan yang dibagi lebih besar atau sama dengan bilangan pembagi) dan soal salah (jika sebaliknya), (b) operasi perkalian mempunyai sifat komutatif. Akibat temuan samping diketahui ada 17 keterkaitan tambahan yaitu (a) simbol $[xn]$ dikaitkan dengan definisi operasi perkalian dengan bilangan n , (b) simbol $[xm]$ dikaitkan dengan definisi operasi perkalian dengan bilangan m , (c) operasi perkalian dikaitkan dengan kebalikan dari operasi pembagian, (d) simbol $[+n]$ dikaitkan dengan definisi operasi penjumlahan dengan bilangan n , (e) simbol $[+a]$ dikaitkan dengan definisi operasi penjumlahan dengan bilangan a , (f) simbol $[-a]$ dikaitkan dengan definisi operasi pengurangan dengan bilangan a , (g) operasi penjumlahan adalah komponen dari operasi penjumlahan sekumpulan bilangan yang merupakan kelipatan dari bilangan pembagi, (h) operasi pengurangan adalah komponen dari operasi pengurangan dilakukan m kali, (i) m dikaitkan dengan bilangan yang dijumlahkan pada operasi penjumlahan dengan bilangan n , (j) simbol $[:mn]$ dikaitkan dengan bukan definisi operasi pembagian karena bilangan pembagi lebih besar dari bilangan yang dibagi, (k) n dikaitkan dengan bilangan yang dibagi pada definisi bukan perkalian, dan (l) tda dikaitkan dengan bukan hasil pembagian, (m) mn dikaitkan dengan bilangan yang dijumlahkan

pada operasi penjumlahan dengan bilangan a , (n) $mn + a$ dikaitkan dengan hasil operasi penjumlahan dengan bilangan a , (o) $mn + a$ (hasil operasi penjumlahan) dikaitkan dengan bilangan yang dikurangi dengan bilangan a , (p) mn dikaitkan dengan hasil pengurangan dengan bilangan a , dan (q) $m+n$ dikaitkan dengan hasil operasi penjumlahan dengan bilangan n . Keterkaitan tambahan disajikan dengan garis warna coklat pada gambar 4.

4. Pembahasan untuk soal tipe empat adalah sebagai berikut.
 - a. Sikap subjek yang konsisten dalam mengenali dan menyelesaikan soal adalah: tenang, perhatian ditujukan pada lembar kerja. Sikap ini sesuai dengan kecenderungan individu dalam memulai konsentrasi, menyerap, dan memproses informasi dengan cara melihat. Sikap ini sesuai dengan kecenderungan individu dalam memulai konsentrasi, menyerap, dan memproses informasi dengan cara melihat. Sikap lain dalam menyelesaikan soal adalah semua perhitungan dilakukan dalam otak. Solusi secara bertahap ditulis oleh subjek setelah diminta oleh peneliti.
 - b. Sikap lain dalam mengenali soal adalah soal dibaca dengan bersuara, kemudian perhatian diarahkan ke langit-langit dan lembar kerja secara bergantian.
 - c. Sikap lain dalam menyelesaikan soal adalah semua perhitungan dilakukan dalam otak. Solusi secara bertahap ditulis oleh subjek setelah diminta oleh peneliti.
 - d. Soal dikenali subjek melalui makna setiap kalimat pada soal dan keterkaitannya. Dari aspek ini ditemukan *tiga keterkaitan*, yang disajikan dengan garis satu arah warna biru pada gambar 5. Tiga keterkaitan tersebut adalah: (a) objek matematika pada soal berupa kalimat kalimat yang mempunyai makna sama dengan bilangan yang dibagi dikaitkan dengan bilangan yang dibagi, (b) objek matematika pada soal berupa kalimat yang mempunyai makna sama dengan operasi pembagian dikaitkan dengan operasi pembagian, dan (c) objek matematika pada soal berupa kalimat yang mempunyai makna sama dengan bilangan pembagi dikaitkan dengan bilangan pembagi.
 - e. Soal diselesaikan subjek dengan menggunakan pengalaman sehari-hari, yaitu: (1) pengalaman membagi uang, dan (2) pengalaman mengukur dengan penggaris. Dari aspek ini ditemukan *lima keterkaitan esensial* dan *10 keterkaitan lain*. Keterkaitan esensial disajikan dengan garis dua arah warna merah, sedangkan keterkaitan lain disajikan dengan garis satu arah warna hijau pada gambar 5.
 - f. Keterkaitan esensial meliputi: (a) simbol $[:n]$ dikaitkan dengan definisi operasi pembagian dengan bilangan pembagi n , (b) simbol $[:n]$ dikaitkan dengan operasi perkalian dengan bilangan seper n , (c) simbol $[:2]$ dikaitkan dengan definisi operasi pembagian dengan bilangan pembagi 2, (d) simbol $[:2]$

dikaitkan dengan operasi perkalian dengan bilangan setengah, (e) simbol $[:2]$ dikaitkan dengan operasi penjumlahan dua buah bilangan bulat yang satu sama lain nilainya sama.

- g. Keterkaitan lain meliputi (a) mn dikaitkan dengan bilangan yang dibagi pada operasi pembagian dengan bilangan n , (b) mn dikaitkan dengan bilangan yang dibagi pada operasi pembagian dengan bilangan 2, (c) mn (sebagai bilangan yang dibagi) dikaitkan dengan hasil perkalian dengan bilangan n , (d) mn (sebagai bilangan yang dibagi) dikaitkan dengan hasil perkalian dengan bilangan m , (e) mn (sebagai bilangan yang dibagi) dikaitkan dengan hasil penjumlahan pada operasi penjumlahan dengan bilangan $mn/2$, (f) $mn/2$ dikaitkan dengan hasil operasi pembagian dengan bilangan 2, (g) $mn/2$ dikaitkan dengan bilangan yang dijumlahkan pada operasi penjumlahan dengan bilangan $mn/2$, (h) $(1/n)mn$ dikaitkan dengan hasil operasi pembagian dengan bilangan n , (i) $(1/n)mn$ (sebagai hasil operasi pembagian) dikaitkan dengan bilangan yang dikalikan pada operasi perkalian dengan bilangan n .



Gambar 5: Pemahaman Konsep Pembagian untuk Soal Tipe Empat

- h. Temuan samping pada penelitian meliputi (a) Soal cerita tidak ditransformasikan secara eksplisit menjadi soal formal, (b) Soal cerita tidak diselesaikan dengan operasi pembagian. Akibat temuan samping diketahui ada *sebelas keterkaitan tambahan*, yaitu: (a) simbol $[xn]$ dikaitkan dengan definisi operasi perkalian dengan bilangan n , (b) simbol $[xm]$ dikaitkan dengan definisi operasi perkalian dengan bilangan m , (c) simbol $[+a]$ dikaitkan dengan definisi operasi penjumlahan dengan bilangan a , (d) operasi penjumlahan dengan bilangan a adalah komponen dari operasi penjumlahan dua buah bilangan

bulat yang satu sama lain nilainya sama, (e) operasi penjumlahan dengan bilangan $mn/2$ adalah komponen dari operasi penjumlahan dua buah bilangan bulat yang satu sama lain nilainya sama, (f) simbol $[:mn]$ dikaitkan dengan bukan definisi operasi pembagian karena bilangan pembagi lebih besar dari bilangan yang dibagi, (g) mn dikaitkan dengan bilangan yang dijumlahkan pada operasi penjumlahan dengan bilangan a , (h) $mn+a$ dikaitkan dengan hasil operasi penjumlahan dengan bilangan a , (i) n dikaitkan dengan bilangan yang dibagi pada definisi bukan perkalian, (j) tda dikaitkan dengan bukan hasil pembagian, dan (k) simbol $[(mn/2)]$ dikaitkan dengan definisi operasi penjumlahan dengan bilangan $mn/2$. Keterkaitan tambahan disajikan dengan garis warna coklat pada gambar 5.

E. PENUTUP

Berdasar hasil penelitian disimpulkan bahwa profil pemahaman konsep pembagian pada siswa visual adalah:

1. Sikap subjek mengenali soal terlihat tenang sambil memperhatikan lembar kerja.
2. Cara subjek mengenali soal adalah semua objek matematika pada soal dikaitkan dengan skema yang dimiliki. Operasi pembagian dikenali mempunyai sifat tidak komutatif dan tidak asosiatif.
3. Sikap subjek menyelesaikan soal terlihat tenang, serta semua perhitungan dilakukan dalam otak.
4. Cara subjek menyelesaikan soal dengan mengaitkan operasi pembagian dan operasi aritmetika lain serta pengalaman sehari-hari. Pada skema subjek ditemukan 15 keterkaitan esensial, 24 keterkaitan lain, serta delapan pengertian operasi pembagian.

DAFTAR PUSTAKA

- Asiala, M, et all. (2004). *A Framework for Research and Curriculum Development in Undergraduate Mathematics Education*. Indiana: Purdue University.
- DeVries, David. (2004). Solution- What Does It Mean? Helping Linear Algebra Students Develop The Concept While Improving Research Tools. *Proceedings of the 28th Conference of the International Group for the Psychology of Mathematics Education* 2004; **2**; 55–62.
- Diknas. (2006). *Peraturan Menteri Pendidikan Nasional Republik Indonesia, Nomor 23 Tahun 2006*. Diknas, Jakarta.
- Dubinsky, E. (1988). A Theory And Practice Of Learning College Mathematics. In A. Schoenfeld (Ed.), *Mathematical Thinking and Problem Solving* 1988; vol; 221-243.
- Fischbein, E., Deri, M., Nello, M.S., Marina, M.S. 1985. The role of implicit models in solving verbal problems in multiplication and division. *Journal for Research in Mathematics Education*, 16(1), 3-17.

- Hartati, J., Sulis. (2009.a). Strategi Mengkonstruksi Konsep Pembagian Siswa Kelas III SD dengan Pembelajaran Kontekstual. *Prosiding: Seminar Nasional Matematika LSM XVII*. Yogyakarta: Universitas Negeri Yogyakarta.
- (2009.b). Karakteristik Proses Berpikir Siswa Kelas III SD Pada Saat Melakukan Aktivitas Membagi. *Prosiding: Seminar Nasional Matematika dan Pendidikan Matematika*. Surabaya: Universitas Negeri Surabaya.
- Horton, L. (2007). *Understanding the Concept of Division*. An Honors Thesis Presented to the Faculty of the Department of Mathematics East Tennessee State University.
- Merriam, B.S. (1998). *Qualitative Research and Case Study Applications in Education: Revised and Expanded from Case Study Research in Education*. San Francisco: Jossey-Bass Publisher.
- Miles, B.M. & Huberman, M.A. (1994). *Qualitative Data Analysis: an Expanded Sourcebook, 2nd ed*. New Delhi: Sage Publications, Inc.
- Prashnig, B.. 2007. *The Power Of Learning Styles. Memacu Anak Melejitkan Prestasi Dengan Mengenal Gaya Belajarnya*. Terjemahan oleh fauziyah. Kaifa. Bandung.
- Rizvi, F.N., Lawson, J.M.. 2007. Prospective teachers' knowledge: Concept of Division. *International Education Journal*. Vol. 8, no. 2, 377-392, ISSN 1443-1475. <http://iej.com.au>. 10 Desember 2009.
- Tall, David. (1999). Reflections On APOS Theory In Elementary And Advanced Mathematical Thinking. *Proceedings of the 23rd Conference of PME 1999*; 1; 111–118.

Proceedings



SEAMEO Regional Centre
for QITEP in Mathematics

Jl. Kaliurang KM. 6 Sambisari, Condongcatur, Depok, Sleman Yogyakarta

Telp. +62274 889987, Fax. +62274 887222

Email : qitepinmath@yahoo.com, Website : www.qitepinmath.org

