

PENGEMBANGAN KEMAMPUAN PEMECAHAN MASALAH MATEMATIS SISWA SD DENGAN *DIDACTICAL ENGINEERING*

Oleh: **Riandi Marisa¹, Sarah Fazilla²**

¹Program Studi Pendidikan Guru Sekolah Dasar, Universitas Almuslim

²Program Studi Pendidikan Guru Madrasah Ibtidaiyah, IAIN Lhokseumawe

Corresponding Email: ¹riandy_marisa@yahoo.co.id

ABSTRACT

Various studies, both at international and national levels, revealed that elementary school students' problem solving ability was still very low. In fact, the ability to solve problems is part of human nature created by reason, because in principle no human being does not think. Students' potential is very possible to develop in students if the teacher as a bridge of knowledge really masters the learning method and recognizes students' character in learning mathematics properly. Therefore, in this study tried to apply learning strategy using Didactical Engineerering (DE), as a basis for developing problem solving abilities of elementary students. The hope is that learning by using DE has implications for developing pedagogic science that is needed by teachers, especially elementary school teachers.

Keywords: *Elementary Students, Mathematical problem solving abilities, and Didactical Engineering.*

ABSTRAK

Berbagai penelitian, baik di tingkat internasional maupun nasional, mengungkapkan kemampuan pemecahan masalah siswa sekolah dasar masih sangat rendah. Padahal, kemampuan memecahkan masalah merupakan bagian dari kodrat manusia yang diciptakan oleh nalar, karena pada prinsipnya tidak ada manusia yang tidak berpikir. Potensi siswa sangat mungkin berkembang pada diri siswa jika guru sebagai jembatan pengetahuan benar-benar menguasai metode pembelajaran dan mengenali karakter siswa dalam pembelajaran matematika dengan baik. Oleh karena itu, dalam penelitian ini mencoba menerapkan strategi pembelajaran menggunakan *Didactical Engineerering* (DE), sebagai dasar untuk mengembangkan kemampuan pemecahan masalah siswa SD. Harapannya, pembelajaran menggunakan DE dapat berimplikasi pada pengembangan

ilmu pedagogik yang sangat dibutuhkan oleh para guru, khususnya guru sekolah dasar.

Kata Kunci: Siswa SD, Kemampuan Pemecahan Masalah Matematika, dan Didactical Engineering.

PENDAHULUAN

Pendidikan bertujuan sebagai proses perkembangan kecakapan individu dalam sikap dan perilaku bermasyarakat. Proses sosial dimana seseorang dipengaruhi oleh suatu lingkungan yang terorganisir, seperti rumah atau sekolah, sehingga dapat mencapai perkembangan diri dan kecakapan sosial.

Berdasarkan beberapa hasil penelitian yang pernah dikaji oleh para peneliti yang dipaparkan dalam jurnal internasional, mengungkapkan bahwa kemampuan pemecahan masalah siswa SD dan menengah masih rendah. Gibney (2010), dalam artikelnya mengatakan bahwa berdasarkan hasil dari *National Assessment of Educational Progress* yang telah melakukan uji kemampuan menyelesaikan masalah matematis terhadap 71.000 siswa nasional, menunjukkan bahwa untuk pembelajaran matematika dasar tidak cukup untuk mempersiapkan siswa dalam kemampuan memecahkan permasalahan mereka sendiri.

Brandl (Szabo and Andrews, 2017), mengatakan bahwa rendahnya kemampuan pemecahan masalah akibat dari rendahnya kemampuan matematika tingkat tinggi. Hal ini dikarenakan di banyak negara kemampuan tersebut diartikan oleh guru, orang tua, dan bahkan politisi, merupakan sebagai karakter tetap yang dimiliki oleh siswa. Sehingga banyak negara yang mengembangkan kemampuan matematika sebatas isi buku teks, dan tentunya berakibat kepada lemahnya kemampuan pemecahan masalah.

Agar siswa memiliki kemampuan pemecahan masalah yang baik, maka diperlukan sikap matematis siswa yang baik pula, diantaranya adalah memiliki keingintahuan yang tinggi dan senang belajar matematika. Dengan sikap yang demikian, siswa diharapkan dapat terus mengembangkan matematika, menggunakan matematika untuk menyelesaikan masalah-masalah yang dihadapi dalam hidupnya.

Mengacu pada permasalahan di atas, timbul pertanyaan upaya apa yang dapat ditempuh agar (1) pembelajaran berlangsung optimal; (2) pembelajaran lebih bermakna; (3) siswa belajar secara koperatif; (4)

manfaat dari belajar matematika dapat lebih dirasakan oleh siswa; dan (5) kemampuan pemecahan masalah siswa dapat meningkat.

Mengubah model atau pendekatan pembelajaran itu sangat mungkin untuk dilaksanakan mengingat: (1) pemilihan pendekatan atau model pembelajaran merupakan salah satu kewenangan yang dimiliki guru sehingga guru dapat melaksanakan model atau pendekatan yang telah dipilihnya; (2) negara-negara yang maju dalam bidang matematika telah menerapkan pendekatan pembelajaran yang mendukung kemampuan pemecahan masalah.

Pelaksanaan strategi pembelajaran tersebut diterapkan dalam rancangan *Didactical Engineering* (DE). DE merupakan sebuah desain penelitian yang dikembangkan khusus berdasarkan teori situasi didaktis Brousseau sebagai cara yang dikendalikan sedemikian rupa yang berguna untuk membangun dan menilai sebuah situasi dan efektifitasnya (González-Martin, Bloch, Durand-Guerrier & Maschietto, 2014). Penyusunan desain pembelajaran menggunakan DE mengadopsi cara kerja seorang arsitek yang membangun sebuah bangunan dengan memperhatikan fungsi bangunan tersebut. Dengan demikian desain bangunan yang dirancang tentu disesuaikan dengan kebutuhan. Perancangan pembelajaran untuk meningkatkan kemampuan pemecahan masalah dan disposisi matematis tentu saja memperhatikan kebutuhan kelas tersebut, karena setiap kelas memiliki hambatan, karakteristik, kebutuhan dan situasi yang berbeda.

Kemampuan Pemecahan Masalah Matematis Siswa

Sejak kecil, kita secara aktif memecahkan masalah yang hadir dihadapan kita. Kita memperoleh informasi tentang dunia, dan mengorganisasi informasi ini ke dalam struktur pengetahuan tentang obyek, kejadian, manusia, dan diri kita yang disimpan di dalam memori kita. Struktur-struktur pengetahuan ini terdiri dari beberapa kumpulan pemahaman (*body of understanding*), model-model mental, dan keyakinan yang mempengaruhi bagaimana kita menghubungkan pengalaman-pengalaman kita secara bersama-sama, dan bagaimana kita memecahkan masalah yang kita hadapi dalam kehidupan sehari-hari, di sekolah, di pekerjaan, dan di permainan (Danek, Wiley & öllinger, 2016).

Jacobsen, D.A., dkk (2009), dalam bukunya menjelaskan pemecahan masalah merupakan strategi pengajaran berbasis masalah di mana guru membantu siswa untuk belajar memecahkan masalah melalui pengalaman-pengalaman pembelajaran *hands-on*. Seperti halnya semua strategi berbasis

masalah, pemecahan masalah juga diawali dengan suatu masalah di mana siswa bertanggung jawab untuk memecahkannya dengan bantuan dari guru.

Dalam kegiatan belajar matematika pada dasarnya siswa akan berhadapan dengan masalah-masalah dan bagaimana menyelesaikan masalah tersebut. Melalui kegiatan pemecahan masalah, siswa dapat mengembangkan kemampuannya untuk menyelesaikan permasalahan. Mielicki & Wiley (2016), mengungkapkan pemecahan masalah merupakan bagian dari kurikulum yang sangat penting karena dalam proses pembelajarannya maupun penyelesaiannya, siswa dimungkinkan memperoleh pengalaman menggunakan pengetahuan serta keterampilan yang sudah dimiliki untuk diterapkan pada pemecahan masalah yang tidak rutin. Karena itu sangat tepat bila dikatakan bahwa dalam matematika kemampuan pemecahan masalah bagi seseorang akan membantu keberhasilan orang tersebut dalam kehidupan sehari-hari.

Mengingat begitu pentingnya pemecahan masalah matematis, penelitian-penelitian tentang pemecahan masalah dan pemanfaatan hasil-hasilnya memegang peranan yang penting dalam pendidikan matematika. Usaha-usaha seperti ini membutuhkan dukungan dari para guru karena pemecahan masalah matematis sangat bermanfaat bagi pengembangan kemampuan siswa.

Dengan demikian, tujuan studi tentang investigasi variabel-variabel esensial yang menentukan berhasil tidaknya di dalam pemecahan masalah dan menemukan jenis metode dan strategi yang tepat untuk meningkatkan kemampuan memecahkan masalah-masalah matematika memegang peranan yang sangat penting dalam pendidikan matematika. Meskipun pemecahan masalah matematis itu lebih spesifik, tetapi masih terbuka kemungkinan untuk memberikan interpretasi yang beragam. (Gök & Silay, 2010).

Untuk kepentingan penelitian ini yang dimaksud dengan kemampuan pemecahan masalah matematis adalah kemampuan mengidentifikasi unsur-unsur yang diketahui, ditanyakan, dan kecukupan unsur yang diperlukan; mampu membuat/menyusun model matematika; dapat memilih dan mengembangkan strategi pemecahan; mampu menjelaskan dan memeriksa kebenaran jawaban yang diperoleh.

Didactical Engineering (DE)

Banyak penelitian telah dilakukan oleh para ahli tentang penerapan DE. Misalnya, *Active Learning in Engineering Education: a (re)introduction* oleh Lima, R.M, Andersson, P. H. & Saalman, E. (2016), mengemukakan bahwa pembelajaran aktif adalah belajar yang terlibat dan menantang siswa menggunakan kehidupan nyata dan situasi berimajinasi, di

mana siswa terlibat dalam pola berpikir tingkat tinggi seperti analisis, sintesis dan evaluasi. Dalam lingkungan pembelajaran aktif siswa terlibat dalam penyelidikan, tindakan, imajinasi, penemuan, interaksi, hipotesis dan refleksi. Untuk mencapai pengaruh yang signifikan dalam pemahaman siswa tentang fisik atau konsep rekayasa desain yang memadai yaitu dengan metodologi DE, bahkan, untuk kasus miskonsepsi yang sangat parah sekalipun. Metodologi ini bisa didukung oleh berbagai kerangka teoritis sesuai dengan spesifik yang diinginkan dari pengaruh belajar. Dalam kasus ini, pendekatan psiko-kognitif memungkinkan untuk dirancang sesuai urutan perubahan konseptual yang terdiri dalam menyatukan berbagai alternatif konsep.

Berdasarkan paparan hasil penelitian tentang DE, dapat disimpulkan bahwa dalam penerapannya, guru sebagai *engineer* di dalam kelas, karena itu diperlukan rancangan awal bagaimana siswa dapat menguasai dengan baik apa yang hendak diajarkan. *Design research* dalam pendidikan matematika dapat dicirikan sebagai tukang yang bekerja mengotak-atik atau membolak-balikkan hasil kerjanya, maka dalam hal ini seperti pengetahuan matematika, gagasan teoritis, gagasan pedagogis, dan tugas praktis desain ide dan keterampilan. Pengetahuan teoritis diharapkan dikembangkan melalui desain dan evaluasi teori, yang didasarkan pada hasil siklus penelitian dari desain instruksional, pengalaman mengajar dan analisis retrospektif.

Dari perspektif metodologi, fase penelitian dari DE, yaitu fase analisis awal dan desain, fase eksperimen mengajar, dan fase analisis retrospektif. DE dilakukan observasi dalam kolaborasi dengan guru. Lebih detailnya, konfrontasi dari dua gagasan tentang analisis *a priori* dan hipotetik *learning trajectory* sangat diunggulkan pada pendekatan tersebut. Akhirnya, metodologi sangat diperlukan. Sebagai tren global, kita melihat bahwa *didactical engineers* (guru) tidak lagi hanya 'disibukkan' dengan tugas matematika, melainkan sebagai pelengkap alat mereka dalam pengetahuan metodologis diluar rancangan heuristik, dan dengan metode kuantitatif ditambah metode kualitatif. (Margolinas & Drijvers, 2015)

Untuk DE, prioritasnya adalah untuk mengumpulkan pemahaman tentang fenomena yang berasal dari mengajar matematika. Dengan demikian, untuk mengajar matematika dengan cara yang sesuai dengan pekerjaan seorang guru matematika adalah tantangan (Brousseau et al., 2014) yang harus didokumentasikan dalam penelitian yang secara dasar bertujuan epistemic. Dengan pertimbangan bahwa pengajaran matematika harus diajarkan dengan cara yang sesuai, seperti tujuan pragmatis dalam

mengembangkan teori pembelajaran. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa di satu sisi, prioritas dalam DE memberikan laporan teoritis yang saat ini telah dilengkapi dengan hasil pragmatis. (Margolinas & Drijvers, 2015)

DE erat terkait dengan teori-teori tertentu seperti *Theory Of Didactical Situation* (TDS) atau antropologi seperti teori didaktik. DE dalam berbagai bentuknya tampaknya memiliki lebih luas dan lebih heterogen secara teoritis. (Plomp & Nieveen, 2013)

Karena itu, peneliti disini mencoba menggunakan rancangan pembelajaran dengan DE dalam kajian ini, sehingga diharapkan mampu memberikan kontribusi yang optimal dalam pengembangan kemampuan pemecahan masalah matematis siswa SD.

METODE PENELITIAN

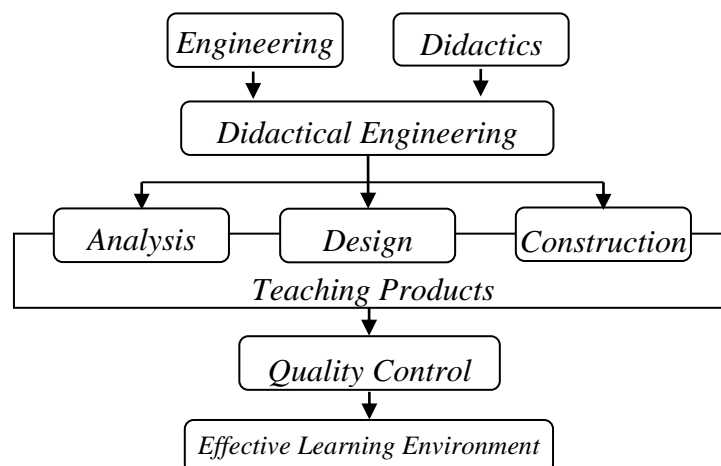
Pendekatan yang digunakan dalam penelitian ini adalah pendekatan kualitatif. Sesuai dengan fokus penelitian di bagian pendahuluan, untuk memperoleh jawaban dari pertanyaan penelitian digunakan pendekatan kualitatif. Adapun ciri-ciri penelitian ini sebagai penelitian kualitatif,

1. Mendeskripsikan secara kompleks kegiatan pembelajaran berdasarkan perspektif orang yang terlibat dalam penelitian ini;
2. Mengkaji fenomena-fenomena yang terjadi dalam aktivitas belajar yang melibatkan *milieu*;
3. Mengkaji fenomena melalui gambaran holistik serta memperdalam pemahaman dari subjek penelitian berdasarkan informasi akurokuat serta mempelajari pandangan individu tentang fenomena yang terjadi;
4. Bekerja secara fleksibel dengan kerangka yang sistematis; dan
5. Fokus penelitian ini adalah merumuskan, merancang, dan menerapkan suatu desain pembelajaran.

Desain dalam penelitian ini menggunakan desain *Didactical Engineering* (DE). DE bertujuan untuk mengembangkan desain yang sangat tepat yang akan direproduksi dalam kondisi kelas yang dikendalikan sebaik mungkin oleh guru dengan rancangan saat sebelum pembelajaran, diterapkan dalam proses pembelajaran, serta merefleksi proses pembelajaran yang telah terjadi. Untuk melakukannya dibutuhkan analisis sistematis yang lengkap dengan variabel dan strategi, dibingkai dalam hal teori didaktik secara menyeluruh sehingga akan membentuk lingkungan belajar yang efektif.

DE dikembangkan untuk memperhitungkan sistematis kompleksitas dari sistem penelitian ingin diselidiki (Artigue, 2000). Dalam pengertian ini, desain DE memungkinkan penelitian eksperimental yang sistematis berdasarkan pada dua yaitu *Theory of Didactic Situations* (TDS) dan teori didaktik transposisi; bentuk situasi pada tingkat lokal, pemodelan situasi mengajar sehingga dapat dikembangkan dan dikelola dengan cara yang terkontrol, dan yang terakhir pada tingkat global, berkonsentrasi pada pergeseran dari pengetahuan awal dengan pengetahuan yang diajarkan, dan kemudian ke pengetahuan mengajar yang sebenarnya di kelas (González-Martín, Bloch, Durand-Guerrier and Maschietto, 2014).

Adapun rancangan lingkungan belajar yang efektif dengan menggunakan DE disajikan dalam gambar berikut:



Gambar *Didactical Engineering* dan tujuan utamanya:
Desain lingkungan belajar yang efektif
(Tchoshanov, 2013)

Dari rancangan lingkungan belajar tersebut, peneliti kembangkan pada tahapan-tahapan penelitian DE:

a) Analisis awal

Pada tahap ini, analisis ini digunakan untuk menyelidiki kondisi epistemologis, kognitif, dan institusional beserta dengan hambatan-hambatan yang terjadi. Berdasarkan hasil penyelidikan tersebut disusunlah *hypothetical learning trajectory* yang disesuaikan dengan karakter siswa.

b) Desain dan analisis apriori dari situasi mengajar;

Pada tahap ini, peneliti mendesain dan membuat analisis *a priori* atau analisis hipotetis dengan memfokuskan pada identifikasi dan pemilihan

nilai untuk variabel didaktis (variabel yang dikembangkan) dan antisipasi terhadap efek potensial variabel didaktis tersebut terhadap interaksi antara siswa dengan *milieu*.

c) Percobaan;

Pada tahap ini, peneliti menerapkan desain yang telah dirancang pada tahap sebelumnya dan melihat sejauh mana siswa mampu menerapkan hasil dari analisis *a priori* yang telah dibuat.

d) Analisis posteriori; dan

Pada tahap ini, peneliti membandingkan analisis *a priori* dengan *posteriori*, apakah hasilnya sesuai dengan prediksi yang telah dirancang sebelum penerapan pembelajaran.

e) Evaluasi.

Pada tahapan ini, peneliti memvalidasi terhadap hipotesis yang mendasari desain yang dirancang, kemudian menyimpulkan dari seluruh tahapan yang telah dilakukan. (Godino, Batanero, Contreras, Estepa, Lacasta and Wilhelmi, 2013)

HASIL PENELITIAN

Berdasarkan pada tahapan desain *didactical engineering* yang disajikan pada bab 3, tahapan awal yaitu berupa analisis pendahuluan dimana pada tahap ini analisis digunakan untuk menyelidiki kondisi epistemologis, kognitif, dan institusional beserta dengan hambatan-hambatan yang terjadi. Berdasarkan hasil penyelidikan tersebut disusunlah *hypothetical learning trajectory* yang disesuaikan dengan karakter siswa.

Proses penelitian ini diawali dengan analisis pendahuluan. Analisis pendahuluan dilakukan untuk mendapatkan data tentang karakteristik siswa dan kesulitan belajar (*learning obstacle*) yang dihadapi siswa dalam proses pembelajaran. Dengan mengetahui karakteristik siswa dan kesulitan belajar yang dihadapi siswa ini akan memudahkan guru untuk mengantisipasi setiap kesulitan yang dihadapi siswa.

Dalam tahap pendahuluan ini, peneliti mengumpulkan data penelitian mencakup: (1) identifikasi kemampuan pemecahan masalah matematis siswa SD; (2) identifikasi *learning obstacles* kemampuan pemecahan masalah matematis siswa SD; dan (3) identifikasi disposisi matematis siswa SD. Adapun untuk mengidentifikasi kemampuan pemecahan masalah dan identifikasi *learning obstacles* yaitu melalui tes. Sedangkan disposisi matematis siswa SD dilakukan melalui observasi dan wawancara.

Analisis Kemampuan Pemecahan Masalah Matematis Siswa SD

Analisis Pendahuluan

Hasil observasi menunjukkan bahwa siswa cukup terbiasa mengemukakan pendapatnya di dalam kelas. Akan tetapi, pendapat tersebut masih dalam konteks umum seperti cerita mengenai pengalamannya. Pembelajaran yang lebih banyak dilakukan secara klasikal dan pengerjaan buku ajar kurang memberikan ruang bagi siswa untuk berdiskusi mengenai materi pelajaran. Hal ini senada dengan pernyataan Ulfah dan Jupri (2017) bahwa guru lebih banyak menggunakan metode ekspositori dalam mengajar sehingga pembelajaran hanya terpusat kepada guru saja. Siswa menjadi tidak percaya diri untuk mengemukakan gagasan dan pendapatnya mengenai materi, yang tampak ketika siswa menggunakan kalimat-kalimat singkat, harus dipancing oleh guru, maupun suara yang lirih.

Dari analisis terhadap Tes Kemampuan Responden dan wawancara siswa menunjukkan hasil bahwa kemampuan pemecahan masalah matematis siswa pada saat analisis pendahuluan adalah sebagai berikut:

➤ Siswa menunjukkan kesulitan mengekspresikan situasi riil maupun gambar bangun datar ke dalam bahasa matematika dengan baik. Hal ini tampak ketika siswa diminta menggambar jam berbentuk segi empat yang semua sisinya sama panjang namun justru menggambar bentuk-bentuk yang berbeda dari instruksi;

➤ Siswa menunjukkan kemampuan menjelaskan gagasannya mengenai bangun datar secara sederhana secara lisan namun belum terarah dan masih terpisah-pisah. Hal ini tampak pada inkonsistensi saat menjelaskan dan membedakan bangun datar segi empat. Namun, siswa menunjukkan kesulitan dalam menyampaikan gagasannya secara tertulis pada saat menggambar bangun datar. Representasi yang ditunjukkan oleh siswa tampak belum rapi dan masih kasar;

➤ Siswa masih kesulitan mengemukakan gagasannya secara lisan mengenai bangun datar pada khususnya maupun matematika pada umumnya karena belum terbiasa berdiskusi secara terarah mengenai matematika dengan guru dan teman-temannya. Banyak di antara siswa yang mampu menyelesaikan soal dengan baik namun tidak mampu menjelaskan justifikasi terhadap pengerjaannya secara lisan. Hal ini sejalan dengan Yusra & Saragih (2016) menemukan bahwa siswa masih kesulitan mengekspresikan bagaimana cara mereka menemukan jawaban dari soal yang mereka kerjakan;

➤ Siswa belum mampu mengenali representasi matematika secara tertulis dengan baik seperti tampak pada materi pola bangun datar.

Sebagian besar siswa tidak dapat mengenali pola yang disajikan. Aktivitas pengenalan pola bangun datar berkaitan erat dengan kemampuan penalaran induktif (Serra, 1997). Dengan demikian kesulitan kemampuan pemecahan masalah matematis ini disebabkan oleh kemampuan penalaran induktif yang belum terlatih dengan baik.

Hasil analisis tersebut kemudian menunjukkan bahwa kemampuan pemecahan masalah matematis yang ditunjukkan siswa masih bersifat pasif. Ketika peneliti menunjukkan bangun datar yang digambarkan secara visual, siswa dapat mengenali bangun-bangun datar itu dengan baik. Akan tetapi, ketika siswa diminta menyampaikan gagasan secara lisan maupun tertulis, siswa masih mengalami kesulitan. Hal ini disebabkan oleh siswa belum terbiasa mengemukakan pendapatnya mengenai matematika dan hambatan-hambatan belajar yang dialami siswa sebagaimana yang diceritakan pada bagian analisis *learning obstacles*.

Oleh karena itu, dengan mempertimbangkan temuan-temuan kemampuan pemecahan masalah matematis di atas, maka desain pembelajaran materi bangun datar untuk membangun kemampuan pemecahan masalah matematis dalam penelitian ini disusun dengan memperhatikan pedoman berikut:

➤ Pembelajaran dilakukan secara berkelompok untuk memastikan terjadinya diskusi antar siswa agar siswa dapat saling bertukar pengalaman dan ide matematika dan terbiasa menggunakan istilah matematika. Pemilihan metode berkelompok ini didasari oleh temuan Kutnick dan Berdondini (2009) yang mengonfirmasi bahwa pekerjaan berkelompok di kelas menyediakan dasar bagi kemampuan pemecahan masalah yang efektif untuk mendukung pencapaian kognitif bagi siswa kelas rendah;

➤ Aktivitas pembelajaran juga melibatkan presentasi baik ide, gagasan, pendapat, maupun hasil kerja kelompok. Seluruh siswa harus mendapat giliran bicara meskipun sedikit agar terbiasa mengemukakan idenya di depan kelas. Salah satu cara untuk membangun kemampuan pemecahan masalah matematis adalah dengan membiasakan siswa mengemukakan alasan yang relevan dan membiasakan mereka menggunakan bahasa mereka sendiri agar siswa mampu memahami konsep matematika dan argumen-argumen mereka secara bermakna (Pugalee, 2001);

➤ Aktivitas menggunakan peraga konkret dan sebanyak mungkin membuat hubungan dengan dunia nyata untuk menarik minat siswa dan memastikan siswa mendapat pengalaman langsung untuk kemudian diceritakan kepada teman-temannya maupun di depan kelas;

➤ Guru harus menekankan penggunaan penggaris agar siswa dapat terbiasa menggambar bangun datar sesuai dengan sifat-sifatnya. Aktivitas ini berguna untuk menjembatani ranah abstrak siswa ketika memikirkan ide bangun datar dengan ranah konkret ketika siswa merepresentasikan idenya tersebut.

Analisis Selama Implementasi Desain Pembelajaran Desain Pembelajaran 1

Partisipasi aktif seluruh siswa dalam diskusi kelompok menandakan bahwa siswa telah menunjukkan indikator kemampuan pemecahan masalah matematis melalui menjelaskan situasi matematika berupa deskripsi bangun datar secara lisan secara sederhana dan mendengarkan dan mendiskusikan deskripsi bangun datar bersama guru dan siswa lainnya. Meskipun demikian, hasil penilaian LKS menunjukkan bahwa hanya 66,7% siswa yang mampu menulis deskripsi bangun datar secara sederhana. Hal ini terjadi akibat adanya ketidaksempurnaan dalam penyusunan LKS seperti yang telah diceritakan pada analisis *a posteriori* situasi didaktis kedua.

Terlepas dari kemampuan pemecahan masalah matematis yang cukup baik yang ditunjukkan oleh siswa, siswa masih mengalami sedikit hambatan pada awal kegiatan. Kesulitan tersebut adalah pada awalnya siswa mengalami kesulitan dalam mendeskripsikan bentuk dua dimensi. Dari sini kita dapat melihat bahwa siswa belum terbiasa mengkomunikasikan idenya secara lisan. Pengamatan pendahuluan juga menunjukkan bahwa meskipun siswa aktif dalam kelas, namun lebih banyak dalam hal menjawab pertanyaan guru. Setelah guru memberikan *scaffolding* dengan cara memberi contoh cara mendeskripsikan potongan kertas, barulah siswa dapat mengembangkan idenya dalam mendeskripsikan bentuk bangun.

Desain Pembelajaran 2

Pengamatan pada implementasi desain pembelajaran 2 menunjukkan bahwa siswa mulai menggunakan istilah yang lebih spesifik dalam mengungkapkan gagasannya saat mendeskripsikan segitiga dan segi empat. Ungkapan yang digunakan pada saat mendeskripsikan bangun-bangun tersebut adalah (1) persegi mempunyai empat sisi; (2) persegi panjang mempunyai empat sisi dan ada sisi yang lebih panjang dari sisi yang lain; (3) jajar genjang mempunyai empat sisi dan ada dua sisi yang miring ke arah yang sama; (4) trapesium memiliki empat sisi dan ada dua sisi yang miring ke arah yang berbeda; (5) segitiga mempunyai tiga sisi; dan (6) segitiga siku-siku memiliki sisi lurus dan miring. Hal ini menunjukkan

bahwa siswa mulai menunjukkan indikator kemampuan pemecahan masalah matematis yaitu menjelaskan ide, situasi, dan hubungan matematika secara lisan serta mendengarkan dan mendiskusikan matematika bersama-teman-teman dan guru.

Indikator-indikator tersebut juga ditunjukkan ketika siswa berdiskusi tentang cara mengenali lingkaran dan membedakannya dengan elips. Siswa kemudian menemukan cara yang menurut mereka paling tepat dalam mengenali lingkaran yaitu dengan memilih kertas yang menurut mereka paling bundar dan menjadikannya pedoman untuk mengenali kertas-kertas lain. Hasil pengamatan ini diperkuat oleh hasil *assesment* yang menunjukkan bahwa hanya 2 siswa yang terbalik ketika membedakan jajar genjang dan trapesium dan semua siswa dapat membedakan lingkaran dengan elips.

Secara keseluruhan siswa mulai menunjukkan kemampuan mengemukakan gagasan matematis dengan baik. Siswa juga menunjukkan kemampuan membuat justifikasi terhadap pendapatnya dengan mengemukakan argumen yang terarah. Hal ini tampak ketika siswa berdiskusi mengenai nama-nama bentuk segitiga dan segi empat. Siswa menamai bangun-bangun yang digambar oleh guru di papan tulis dengan mengemukakan alasan di balik penamaan tersebut yaitu atribut-atribut bangun yang bersangkutan. Ketika terdapat siswa yang salah menamai bangun tersebut, siswa yang lain mengoreksinya dengan mengemukakan argumen yang mendasari koreksi tersebut. Hal ini menunjukkan adanya peningkatan positif bila dibandingkan dengan temuan pada analisis pendahuluan ketika siswa kesulitan mengemukakan gagasannya karena belum terbiasa berdiskusi secara terarah mengenai matematika dengan guru dan teman-temannya.

Desain Pembelajaran 3

Hasil *asesment* pada desain ini menunjukkan adanya kesulitan siswa untuk memahami bangun datar yang diletakkan dalam posisi yang berbeda. Kesulitan ini tampak ketika siswa tidak mampu membedakan antara jajar genjang dan persegi panjang yang diletakkan secara miring. Temuan ini bertentangan dengan temuan pada desain sebelumnya yang menunjukkan bahwa siswa mampu mengenali persegi panjang dan jajar genjang berdasarkan atributnya. Hal ini menunjukkan bahwa pemahaman siswa terhadap bangun datar masih terbatas oleh penampakan bangun tersebut sehingga belum mampu mengenali bangun yang sama yang diletakkan dalam posisi yang berbeda. Dengan demikian, siswa

menunjukkan bahwa mereka masih kesulitan dalam membaca representasi matematika tertulis secara bermakna.

Meskipun demikian, dalam desain ini siswa kembali menunjukkan kemampuan menjelaskan ide, situasi, dan hubungan matematika secara lisan serta mendengarkan dan berdiskusi tentang matematika. Indikator-indikator ini tampak pada saat siswa berdiskusi dalam kelompok maupun pada saat mempresentasikan hasil diskusinya di depan kelas. Selain itu, siswa juga menunjukkan kemampuan mengekspresikan situasi, gambar, diagram, atau situasi riil ke dalam bahasa, simbol, ide matematika. Indikator ini tampak ketika siswa mampu mengenali berbagai bentuk bangun datar pada permukaan benda-benda di kelas, sebagaimana tampak ketika siswa mengenali bangun persegi panjang pada daun pintu dan papan tulis. Siswa juga tampak dengan mudah mengenali trapesium, persegi, dan segitiga yang digambar secara miring. Siswa baru mengalami kesulitan ketika persegi panjang tersebut disajikan secara miring atau ketika sebuah jajar genjang disajikan memanjang secara vertikal atau miring. Hal ini sejalan dengan temuan Indriani (2012) yang menyatakan bahwa salah satu kesalahan siswa dalam penyelesaian soal kemampuan pemecahan masalah matematis adalah siswa masih terpaku kepada gambar yang disajikan tanpa mengidentifikasi atribut-atribut pada gambar tersebut. Temuan ini menunjukkan masih adanya kesulitan dalam kemampuan pemecahan masalah matematis yang ditunjukkan oleh siswa.

Pengamatan pada pembelajaran menunjukkan bahwa siswa mengalami kesulitan dalam memahami istilah yang digunakan guru ketika berdiskusi tentang bangun datar. Guru menggunakan istilah *bentuk* ketika bertanya kepada siswa apakah daun pintu dan papan tulis merupakan contoh bangun yang sama. Baru setelah guru menggunakan istilah *bangun*, siswa kemudian memahami maksud pertanyaan guru. Temuan ini menunjukkan bahwa penggunaan istilah yang tepat sangat penting dalam melatih siswa untuk mengekspresikan situasi riil atau menjelaskan ide matematis. Hal ini senada dengan Vukovic dan Lesaux (2013) yang menyatakan bahwa sebagai alat kemampuan pemecahan masalah, bahasa memengaruhi bagaimana siswa memaknai matematika dalam geometri. Hal yang sama juga dikemukakan oleh Bailey, *et al.* (2015) yang menyatakan bahwa apabila guru hendak membantu siswa-siswanya dalam mengembangkan penjelasan dalam matematika yang semakin baik, maka guru perlu memperhatikan bahasa yang digunakan dalam penjelasan tersebut.

Desain Pembelajaran 4

Pengenalan pola bangun datar yang disajikan dalam situasi didaktis memang masih sederhana dan terbatas pada deret bangun datar. Akan tetapi, siswa mampu mengenali pola warna yang membentuk pengubinan pada LKS. Siswa juga menunjukkan bahwa mereka mampu memprediksi nama, posisi, dan warna bangun datar yang muncul berikutnya setelah pola yang disajikan pada soal. Hal ini menunjukkan bahwa siswa mampu mengenali pola bangun datar dengan baik. Siswa menunjukkan kemampuan mengekspresikan situasi, gambar, diagram, atau situasi riil ke dalam bahasa, simbol, ide, atau model matematika dan membaca representasi matematika tertulis berupa pola bangun datar dengan baik.

Kegiatan kelompok yang diadakan agar siswa yang lebih terampil mampu membimbing temannya yang kurang terampil menandakan bahwa siswa telah mampu mendengarkan dan berdiskusi tentang matematika bersama teman-temannya. Selain itu, siswa yang membimbing temannya menunjukkan kemampuan menjelaskan ide matematika secara lisan yang juga ditunjukkan oleh teman-temannya pada saat diskusi klasikal.

Hambatan yang ditemukan dalam desain ini adalah ketika siswa menggambar bangun datar segitiga yang kurang tepat pada saat melengkapi pola. Pola yang telah ada menunjukkan bahwa seharusnya bangun datar yang hilang adalah segitiga siku-siku akan tetapi beberapa siswa menggambar segitiga sembarang. Hal ini kembali menunjukkan bahwa siswa masih mengalami kesulitan membaca representasi segitiga dan mengekspresikan gagasan mengenai segitiga dalam bentuk tulisan. Seperti yang telah dijelaskan pada analisis desain sebelumnya, hambatan ini terjadi karena siswa memang masih berada pada level *visualization* sehingga belum memiliki pemahaman konsep yang kuat mengenai bangun datar.

Desain Pembelajaran 5

Pengamatan dan hasil *assesment* pada desain kelima menunjukkan beberapa temuan indikator kemampuan pemecahan masalah. Pada saat siswa bermain tebak gambar, siswa menunjukkan kemampuan menjelaskan ide, situasi, dan hubungan matematika secara lisan. Hal ini ditunjukkan oleh penggunaan istilah-istilah yang telah cukup spesifik ketika mendeskripsikan bangun datar. Akan tetapi siswa mengalami kesulitan pada saat menggambar bangun-bangun tersebut. Temuan tersebut menunjukkan bahwa meskipun siswa mampu mengenali dan mendeskripsikan visual yang dilihatnya dalam kartu dan menghubungkan deskripsi yang didengarnya dengan bangun datar yang tepat, siswa masih belum mampu menuangkan visual maupun gambaran deskripsi tersebut ke dalam gambar. Hal ini

menandakan bahwa siswa masih kesulitan mengekspresikan situasi, gambar, diagram, atau situasi riil ke dalam bahasa, simbol, ide, atau model matematika secara tertulis.

Dengan demikian, pengamatan pada desain pembelajaran ini kembali menegaskan temuan pada desain pembelajaran ketiga yaitu siswa menunjukkan kemampuan pemecahan masalah matematis secara lisan namun masih menunjukkan kesulitan dalam kemampuan pemecahan masalah matematis tertulis, terutama representasi tertulis. Kesulitan ini terjadi antara lain karena siswa memang masih berada pada level *visualization* sehingga siswa belum mampu merepresentasikan bangun datar secara tertulis dengan baik. Meskipun demikian, siswa tetap perlu berlatih merepresentasikan bangun datar secara sederhana misalnya dengan menyalin contoh bangun datar yang disajikan dalam berbagai posisi.

Desain Pembelajaran 6

Pengamatan menunjukkan bahwa siswa dapat menyusun pengubinan dengan baik meskipun beberapa kelompok belum menerapkan penggunaan pola dan simetri dalam menyusun ubin. Akan tetapi pengubinan yang dibuat oleh siswa sudah cukup rapih dan tidak menyisakan ruang kosong antara masing-masing bangun. Satu kelompok sempat mengalami kesulitan ketika seorang siswa menempelkan bangun datar secara bertumpuk. Namun siswa lain dalam kelompok tersebut mengoreksinya dengan menyebutkan bahwa bangun-bangun tersebut harus diletakkan berimpitan namun tidak boleh bertumpuk. Di saat yang lain, siswa tampak memotong kertas bangun datar yang berlebih agar tepat dengan bidang kertas manila yang tersisa. Siswa melakukan hal tersebut karena pernah melihat cara yang sama pada pemasangan ubin di rumahnya. Hal ini cukup menandakan bahwa siswa mulai mampu mengekspresikan situasi riil dalam model matematika yaitu pengubinan bangun datar.

Kesulitan yang tampak pada desain ini adalah bahwa siswa masih belum mampu mengenali bangun datar yang merupakan gabungan atau pecahan dari bangun datar lain. Contohnya adalah siswa tidak dapat mengenali bangun yang muncul ketika empat segitiga sama sisi diletakkan sedemikian hingga ujung-ujung segitiga tersebut bertemu satu sama lain dan membentuk bidang persegi di dalamnya. Siswa hanya melihat satu macam bangun saja yaitu segitiga. Hal ini kembali menunjukkan bahwa siswa masih mengalami kesulitan dalam membaca representasi matematika tertulis secara bermakna. Hal ini dapat diatasi dengan melatih siswa untuk mengenali berbagai bangun datar yang dapat dibentuk oleh bangun datar

lain maupun bangun datar yang dapat dibentuk dari menguraikan sebuah bangun datar.

Hasil analisis terhadap kemampuan pemecahan masalah matematis siswa selama implementasi pembelajaran menunjukkan bahwa kemampuan pemecahan masalah matematis siswa sudah mulai terbangun meski masih mengalami beberapa hambatan, terutama pada kemampuan membaca representasi matematika secara bermakna dan mengekspresikan gagasan dalam bentuk tulisan. Untuk memudahkan pemahaman terhadap analisis kemampuan pemecahan masalah matematis siswa.

Terakhir, siswa menunjukkan kemampuan membaca representasi matematika tertulis secara bermakna yang ditunjukkan ketika siswa mampu mengenali gambar-gambar bangun datar dan benda-benda dalam susunan tertentu sebagai pola. Namun secara keseluruhan, siswa mengalami cukup banyak hambatan akibat tingkat kognitif siswa yang memang sedang berada dalam tahap perkembangan. Hal ini tampak ketika siswa mengenali bangun persegi panjang yang diletakkan secara vertikal dan horizontal namun kesulitan membedakan persegi panjang yang diletakkan dalam posisi miring. Kesulitan ini terjadi karena siswa baru saja mengenali kurva tertutup sehingga kadang kesulitan dalam membedakan persegi panjang dengan segi empat lainnya (Wisner, 1982). Kesulitan lain yang dihadapi siswa adalah siswa tidak mampu mengenali bangun yang muncul dari gabungan bangun datar lain pada saat diminta menyebutkan bentuk ubin pada pengubinan yang disajikan. Hal ini juga terjadi akibat siswa masih memandang sesuatu bangun geometri sebagai suatu keseluruhan (*wholistic*), sehingga pada tingkat ini siswa belum memperhatikan komponen-komponen dari masing-masing bangun (Van de Walle, *et al.*, 2003).

Pembelajaran dengan pendekatan realistik di mana siswa memulai dari soal-soal kontekstual, mencoba menguraikan dengan bahasa dan simbol yang dibuat sendiri, kemudian menyelesaikan soal tersebut. Proses ini dikenal sebagai matematisasi horizontal, yang kemudian proses pembelajaran dilanjutkan ke matematisasi vertikal. Dengan proses seperti ini setiap anak dapat menggunakan cara mereka sendiri yang mungkin berbeda dengan orang lain. Disini pengetahuan setiap individu dapat berkembang secara optimal. Cara seperti inipun akan menciptakan suasana belajar di kelompok yang demokratis, siswa bebas untuk aktif dalam proses pembelajaran, tidak merasa takut membuat kesalahan jika mereka bertanya atau menjawab pertanyaan.

Seperti yang dikemukakan oleh Jacobsen, D.A., dkk (2009), dalam bukunya menjelaskan pemecahan masalah merupakan strategi pengajaran berbasis masalah di mana guru membantu siswa untuk belajar memecahkan

masalah melalui pengalaman-pengalaman pembelajaran *hands-on*. Seperti halnya semua strategi berbasis masalah, pemecahan masalah juga diawali dengan suatu masalah di mana siswa bertanggung jawab untuk memecahkannya dengan bantuan dari guru.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis data dan pembahasan sebelumnya, maka disimpulkan bahwa implementasi pembelajaran dengan menggunakan *Didactical Engineering* (DE) yang dapat meminimalkan hambatan belajar dalam membangun kemampuan pemecahan masalah siswa SD yaitu dengan rancangan lingkungan belajar yang dikembangkan pada tahapan-tahapan penelitian DE. Dari 5 tahapan DE, kemampuan pemecahan masalah siswa SD tampak mulai muncul dan meningkat secara bertahap, hal ini terlihat ketika dilakukan pengamatan secara mendetail dalam setiap situasi didaktis 1 sampai 8 dalam setiap proses pembelajaran yang dilakukan oleh peneliti.

Berdasarkan hasil penelitian tentang pengembangan kemampuan pemecahan masalah siswa di Sekolah Dasar, maka peneliti memberikan rekomendasi dari temuan penelitian ini yaitu dari rancangan DE yang dapat mengembangkan kemampuan siswa dalam kemampuan pemecahan masalah matematis. Dengan demikian, bagi guru agar implementasi DE ini berhasil dengan optimal, perlunya merancang bahan ajar dengan masalah-masalah kontekstual yang ada. Guru juga perlu memperhatikan kemampuan yang dimiliki siswa, masalah yang disajikan harus menarik bagi siswa sehingga dapat memunculkan ide-ide kreatif siswa untuk menyelesaikannya. Guru sebagai ujung tombak di lapangan harus berupaya mencari strategi kegiatan dan inovasi-inovasi baru dalam menerapkan pembelajaran pada siswa.

DAFTAR PUSTAKA

- Boaler, J. (1994). *When Do Girls Prefer Football to Fashion? An Analysis of Female Underachievement in Relation to "realistic" Mathematic contexts*. *British Educational Research Journal*, Vol. 20, No. 5, hlm. 551-564
- Brousseau, G. (2002). *Theory of Didactical Situations in Mathematics*. Dalam *Mathematics Education Library* Vol. 19. New York: Kluwer Academic Publisher.

- Brousseau, G. (2008). Research in Mathematics Education. Dalam M. Niss (Ed.), *Proceedings of The 10th International Congress on Mathematical Education* (p. 244-254). IMFUFA: Denmark.
- Brousseau, G., Brousseau, N., & Warfield, G. (2014). *Teaching fractions through situations: A fundamental experiment*. Dordrecht, Heidelberg, New-York, London: Springer.
- Canu, M., Duque, M. & Hosson, C. (2016): *Active Learning session based on Didactical Engineering framework for conceptual change in students' equilibrium and stability understanding*, European Journal of Engineering Education, DOI: 10.1080/03043797.2016.1190689
- Casabò, M. B. & Farràs, B. B. (2013). *Didactical Engineering as a Research Methodology: the TDS Programme and Its Developments*. ICMI Study 22 – Task Design
- Creswell, J. W. (2012). *Educational Research: Planning, Conducting, and Evaluating Quantitative and Qualitative Research – 4 ed*. Pearson
- Danek A. H., Wiley, J. & öllinger, M. (2016). *Solving Classical Insight Problems Without Aha! Experience: 9 Dot, 8 Coin, and Matchstick Arithmetic Problems*. Journal of Problem Solving. Vol. 9, hlm. 47-57
- Doorman, M., Drijvers, P., Gravemeijer, K., Boon, P., & Reed, H. (2012). Tool use and the development of the function concept: From repeated calculations to functional thinking. *International Journal of Science and Mathematics Education, 10*, 1243–1267.
- Gibney, T. (2010). *The Gifted as Problem Solvers In Elementary Schools*. Roeper Review, 4:4, 13-14, doi: 10.1080/02783198209552622
- Godino, J. D., Batanero. C., Contreras, A., Estepa, A., Lacasta, E. & Wilhelmi, M. R. (2013). *Didactic Engineering as Design-Based Research in Mathematics Education*. EDU2012-31869, Ministry of Economy and Competitiveness (MEC), Madrid
- González-Martín, A. S., Bloch, I., Durand-Guerrier, V., & Maschieeto, M. (2014). Didactic Situations and Didactical Engineering in University Mathematics: Cases from the study of calculus and proof. Dalam *Research in Mathematics Education, 16*(2) 117-134. doi:10.1080/14794802.2014.918347
- Jacobsen, D.A., Eggen, P., & Kauchak, D. (2009). *Methods for Teaching: Metode-metode Pengajaran Meningkatkan Belajar Siswa TK-SMA*. Yogyakarta: Pustaka Pelajar.
- Kizilirmak, J. M., Wiegmann, B., & Klavehn, A. R. (2016). *Problem Solving as an Encoding Task: A Special Case of the Generation Effect*. Journal of Problem Solving. Vol. 9, hlm. 59-76

- Lima, R.M, Andersson, P. H. & Saalman, E. (2016). *Active Learning in Engineering Education: a (re)introduction*. European Journal Of Engineering Education, doi.org/10.1080/03043797.2016.1254161
- Margolinas, C. & Drijvers, P. (2015). *Didactical Engineering in France; an insider's and an outsider's view on its foundations, its practice and its impact*. ZDM Mathematics Education 47:893-903. DOI 10.1007/s11858-015-0698-z
- Mielicki, M. K. & Wiley, J. (2016). *Alternative Representations for Algebraic Problem Solving: When Are Graphs Better Than Equations?*. Journal of Problem Solving. Vol. 9, hlm. 3-12
- National Council of Teachers of Mathematics (NCTM). (2000). *Principles and standards for school mathematics*. North Carolina: NCTM.
- Perrin-Glorian, M. J. (2011). L'ingénierie didactique à l'interface de la recherche avec l'enseignement. Vers une ingénierie didactique de deuxième génération? In C. Margolinas, M. Abboud-Blanchard, L. Bueno-Ravel, N. Douek, A. Fluckiger, P. Gibel, F. Vandebrouck, & F. Wozniak (Eds.), *En amont et en aval des ingénieries didactiques* (pp. 57–77). Grenoble: La pensée sauvage.
- Pierce, J.W. & Jones, B.F. (2001). Problem-based learning: Learning and teaching in context of problems. In K.R. Howey, S. Sears, R. Berns, J. S. Stefano, & S. Pritz, *Contextual Teaching and Learning to Enhance Students Success in the Workplace and Beyond*. Colombos, Ohio: ERIC Clearinghouse on Teaching and Teacher Education.
- Prediger, S. (2008). The Relevance of Didactic Categories for Analysing Obstacles in Conceptual Change: Revisiting the Case of Multiplication of Fractions. Dalam *Learning and Instruction*, 18(1), 3-17. Doi:10.1016/j.learninstruc.2006.08.001.
- Rasmussen, C. L. & King, K. D. (2000). *Locating Starting Points in Differential Equations: A Realistic Mathematics Education Approach*. International Journal Mathematics Education Science and Technology, Vol. 31. No. 2. hlm. 161-172
- Suryadi, D. (2007). Pendidikan Matematika. Dalam Ali, M., Ibrahim, R., Sukmadinata, N.S., Suidjana, D., dan Rasjidin, W. (Penyunting). *Ilmu dan Aplikasi Pendidikan: Handbook*. Bandung: Fipupi Press.
- Suryadi, D., Nishitani, I., Koseki, K., & Ohtake, K. (2001). *Mathematical Problem Solving and Primary School Children: Some Essential Issues*, Gunma: Gunma. U. Ac. Jp.

- Syaiful, Kusumah, Y. S., Sabandar, Y., dan Darhim (2011). *Peningkatan Kemampuan Pemecahan Masalah Matematis melalui Pendekatan Matematika Realistik*. Prosiding Seminar Nasional Penelitian Pendidikan dan Penerapan MIPA Fakultas MIPA Universitas Negeri Yogyakarta. 14 Mei 2011. hlm. 215
- Szabo, A. & Andrews, P. (2017): *Uncovering the Relationship Between Mathematical Ability and Problem Solving Performance of Swedish Upper Secondary School Students*, Scandinavian Journal of Educational Research, doi: 10.1080/00313831.2016.1258671
- Szetela, W. & Nicol, C. (1992). *Evaluating Problem Solving in Mathematics*. Educational Leadership. hlm. 42-45
- T. Gök & I. Silay (2010). *The Effects of Problem Solving Strategies on Students' Achievement, Attitude and Motivation*. Lat. Am. J. Phys. Educ. Vol. 4, No. 1, hlm. 7-21
- Trends in International Mathematics and Science Studies (2007). [online]. Tersedia: http://timss.bc.edu/timss2007/PDF/T07_S_IR_Chapter1.pdf. [30 Januari 2017]