

SAMBUTAN KEPALA PPPPTK MATEMATIKA

Assalamu`alaikum wr.wb.

Puji syukur kita panjatkan ke hadirat Allah SWT atas segala rahmat-Nya, sehingga jurnal EDUMAT edisi kedua (Volume 1, Nomor 2) dapat diselesaikan dengan baik. Di tengah kesibukan PPPPTK Matematika dengan berbagai bentuk kegiatan, penerbitan jurnal EDUMAT kali ini merupakan langkah yang cukup menantang dalam rangka meneruskan program jurnal yang telah dimulai dengan edisi nomor 1. Walaupun demikian, mudah-mudahan penerbitan jurnal edisi kedua ini dapat menjawab tantangan tersebut.

Sebagaimana dimaksudkan sebagai wahana publikasi karya tulis ilmiah di bidang pendidikan matematika, Jurnal EDUMAT kali ini mengetengahkan topik-topik yang cukup beragam, dari kajian sejarah hingga terapan model pembelajaran matematika, dari penelitian lapangan hingga studi kepustakaan.

Kami berharap keberadaan Jurnal EDUMAT ini dapat memberi manfaat yang sebesar-besarnya kepada semua pendidik dan tenaga kependidikan, khususnya kepada para guru matematika, baik sebagai sumber belajar dalam pengembangan diri maupun sebagai wahana pengembangan karir. Kami berharap peran serta para guru matematika dalam mengisi artikel untuk edisi mendatang lebih banyak lagi.

Sebagai institusi publik, PPPPTK Matematika selalu berusaha memberikan layanan prima kepada semua pihak, khususnya pendidik dan tenaga kependidikan matematika, dalam rangka mengemban visi lembaga yaitu "Terwujudnya PPPPTK Matematika sebagai institusi yang terpercaya dan pusat unggulan dalam pengembangan dan pemberdayaan pendidik dan tenaga kependidikan matematika".

Akhirnya, kepada semua pihak, khususnya tim redaksi jurnal EDUMAT, yang telah berusaha keras dalam mewujudkan penerbitan jurnal ilmiah ini, kami mengucapkan terima kasih dan memberikan apresiasi yang tinggi. Semoga Allah SWT senantiasa melimpahkan taufik, hidayah, dan innayah-Nya kepada kita semua. Amin.

Wassalaamu`alaikum wr.wb.



Plh. Kepala PPPPTK Matematika

Dra. Ganung Anggraeni, M.Pd.
NIP. 195905081985032002

KEMAMPUAN VISUALISASI GEOMETRI SPASIAL SISWA MADRASAH ALIYAH NEGERI (MAN) KELAS X MELALUI SOFTWARE PEMBELAJARAN MANDIRI

Rahayu Kariadinata

Dosen Jurusan Pendidikan Matematika, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan
State Islamic University Bandung- Indonesia.
email: rahayu_kariadinata@yahoo.co.id

Abstract. *The study is aimed to explore Islamic Senior High School (MAN) students' ability of geometry spatial visualization through self-regulated learning software. To carry out the study, 120 students of Islamic Senior High School 2 (MAN 2) in Bandung were involved. They were selected representing three different homogenous classes taught with different models of learning: one class taught with self-regulated learning software (A1); one class with self-regulated learning and classroom meeting (A2), and as their comparison, taught with conventional model (A3). The students with high (T), average (S), and low (R) mathematics ability were used as the control variables. Therefore, the experiment research design two paths analysis with a 3 x 3 factorial model. Upon analyzing the data, the students' ability of geometry spatial visualization taught with three models are different. The students in A2 have a better than those with A1 and those with A3. Based on the categorization of students' mathematics ability, the students with T in A2 have a better ability than those in A1 and A3; similarly, the students with T in A3 have a better ability than those in A1. The students with S in A2 have a better ability than those in A1 and A3; and students with S in A3 have a better ability than those in A1. The students with low R in A2 have a better ability than A1 and A3. The students with R in A3 have a lower than those in A1. Based on the calculation of partial correlation test, there is significant correlation between students' general mathematics ability and geometry spatial visualization ability.*

Keywords: *self-regulated learning software, geometry spatial visualization*

1. Pendahuluan

a. Latar Belakang Masalah

Kemajuan di bidang teknologi informasi dan komunikasi (TIK) saat ini telah menimbulkan perubahan penting dalam berbagai aspek kehidupan, di antaranya perubahan pada pola belajar. Siswa belajar tidak lagi hanya mengandalkan tatap muka dengan guru, meski siapapun mengakui bahwa peran guru dalam pendidikan tak tergantikan oleh teknologi sekalipun. Dengan kemajuan TIK telah tercipta *information market place* (Tilaar, 1999), yang memungkinkan manusia dapat berhubungan dengan yang lain, belajar satu dengan lainnya

dengan lebih cepat serta tersedianya informasi secara cepat dan akurat. Kemajuan teknologi tersebut telah menggeser paradigma sistem pembelajaran yaitu dari paradigma yang berpusat pada "mengajar" menjadi berpusat pada "belajar". Paradigma yang berpusat belajar berorientasi pada pencapaian tujuan dalam rangka mempersiapkan siswa menjadi manusia yang dapat belajar secara mandiri (*independent learners*).

Kemajuan TIK memungkinkan siswa untuk dapat belajar secara mandiri. Saat ini telah banyak dirancang *software-software* pembelajaran mandiri yang memudahkan siswa dalam memahami suatu topik



pelajaran tertentu. Melalui *software-software* tersebut, seorang siswa memiliki kendali penuh atas pembelajarannya. Selain itu melalui pembelajaran mandiri, seorang siswapun dapat belajar mendidik disiplin diri.

Dalam dunia pendidikan matematika, potensi TIK khususnya komputer telah membawa keuntungan dan kemudahan baik bagi siswa maupun guru. Sebagaimana dikemukakan oleh Fletcher dan Glass dalam Kusumah (2004) bahwa potensi teknologi komputer sebagai media dalam pembelajaran matematika begitu besar, komputer dapat dimanfaatkan untuk mengatasi perbedaan individual siswa; mengajarkan konsep; melaksanakan perhitungan, dan menstimulir belajar siswa.

Sebagai contoh, *Cabri Geometry II* adalah suatu *software* yang dirancang dan dikembangkan untuk membantu guru dan siswa dalam pembelajaran, yaitu untuk mendalami geometri sehingga pemakai dengan mudah menggambar atau mengkonstruksi bangun-bangun geometri pada bidang datar; melakukan eksplorasi terhadap bangun-bangun yang dikonstruksikan; dan pemakai dapat berinteraksi dengan Cabri. Dengan demikian Cabri dapat membuka peluang untuk siswa belajar membangun pengetahuannya setelah melakukan observasi, eksplorasi, eksperimen dan berhipotesis untuk selanjutnya pada pembuktian formal yang akhirnya dapat diaplikasikan dalam memecahkan permasalahan geometri (Sabandar, 2002).

Selanjutnya Clement (1989) menyatakan bahwa pembelajaran geometri melalui komputer dapat memotivasi siswa untuk menyelesaikan masalah-masalah dan konsep-

konsep geometri yang abstrak dan sulit. Dalam belajar geometri, banyak permasalahan yang harus diselesaikan bukan saja melalui sajian analitik tetapi juga sajian visual. Sajian visual ini berkaitan dengan kemampuan visualisasi ruang yang dapat diartikan sebagai kemampuan memahami sifat-sifat keruangan, dan menafsirkan gambar-gambar dua dimensi yang mewakili benda tiga dimensi.

Kemampuan visualisasi ruang merupakan salah satu bagian dari kegiatan (aktivitas) geometri yang harus dikuasai siswa sebagaimana direkomendasikan dalam The National Council of Teachers of Mathematics (NCTM, 1989), *The mathematics curriculum for grade 9-12 should include the study of the geometry of two, and three dimensions so that all student can interpret and draw three-dimensional object; represent problem situations with geometric models and apply properties of figures.*

Pada materi pokok Ruang Dimensi Tiga untuk siswa SMA kelas X, kompetensi dasar yang dituntut adalah menggunakan aturan geometri, abstraksi ruang dan gambar dalam pemecahan masalah ruang. Kompetensi dasar tersebut mengindikasikan bahwa siswa harus memiliki kemampuan tilikan ruang yang merupakan bagian dari kemampuan geometri ruang.

Berdasarkan uraian di atas, perlu dirancang suatu pembelajaran geometri yang dapat mengembangkan kemampuan visualisasi ruang bagi siswa, yaitu suatu pembelajaran yang memberikan kemudahan kepada siswa dalam memahami permasalahan geometri, sehingga siswa dapat menyelesaikannya baik secara analitik maupun visual. Salah satu alternatif pembelajaran geometri yang dapat diterapkan adalah dengan



menggunakan software yang memungkinkan siswa dapat belajar secara mandiri, yaitu lebih dikenal dengan software pembelajaran mandiri.

Software pembelajaran mandiri yang dirancang terdiri dari elemen-elemen yang menggabungkan beberapa komponen seperti warna, teks, animasi, gambar/grafik, suara, dan video, fotografi, suara, dan data yang dikendalikan dengan program komputer dalam satu *software digital*. Hal ini sangat menunjang dalam pembelajaran geometri yang memerlukan visualisasi. Elemen-elemen tersebut terintegrasi dalam satu kesatuan untuk menyampaikan bahan pelajaran sehingga menjadikan proses pembelajaran lebih menarik.

Penelitian ini dilakukan untuk mengungkap kemampuan visualisasi ruang geometri siswa melalui *software* pembelajaran mandiri. Dalam penelitian ini *software* pembelajaran yang dikembangkan berbentuk CD pembelajaran mandiri yang akan digunakan pada sejumlah siswa MAN.

b. Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian pada latar belakang, maka permasalahan yang dibahas berfokus pada perbedaan kemampuan visualisasi ruang geometri siswa setelah proses pembelajaran dilaksanakan. Adapun model pembelajaran yang akan diterapkan pada penelitian ini adalah: kelas dengan model *software* pembelajaran mandiri (A_1), kelas dengan model kombinasi *software* pembelajaran mandiri dan tatap muka (A_2), dan pembandingnya adalah kelas model konvensional (A_3).

Untuk mendapatkan gambaran yang lebih rinci tentang permasalahan di atas ditinjau dari kemampuan matematika siswa dengan kategori tinggi (T), sedang (S), dan rendah (R), maka permasalahan tersebut dijabarkan menjadi masalah-masalah berikut:

- 1). Apakah terdapat perbedaan kemampuan visualisasi ruang geometri antara siswa yang belajar pada kelas A_1 , A_2 dan A_3 , ditinjau dari: a) Keseluruhan, b) Kategori kemampuan matematika siswa dengan kategori T, S, dan R
- 2). Bagaimanakah keterkaitan antara kemampuan matematika dengan kemampuan visualisasi ruang geometri siswa.
- 3). Apakah kemampuan matematika memberikan pengaruh terhadap kemampuan visualisasi ruang geometri siswa ?

2. Kajian Pustaka

a. Kemampuan Visualisasi Ruang Geometri

Kemampuan visualisasi ruang (*spatial visualization*) geometri merupakan kemampuan menginterpretasikan informasi yang melibatkan gambar-gambar yang relevan, dan kemampuan untuk memproses visual, melibatkan perhitungan transformasi visual yang relevan (Bishop, dalam Saragih, 2000).

Beberapa pakar menyatakan tentang pengertian kemampuan visualisasi ruang diantaranya Tartre, Linn, dan Petersen (Pitalis, Mousoulides, dan Christou, 2006), mendefinisikan,

- 1). *Spatial visualization as the mental skills concerned with understanding, manipulating, reorganizing, and interpreting relationship visually*
- 2). *Spatial visualization as the process of representing,*



transforming, generating, and recaling symbolic, non-linguistic information.

Kemampuan visualisasi ruang merupakan proses dan kegiatan berpikir yang terlihat baik melalui deskripsi verbal, analitik maupun sajian visual dalam rangka penyelesaian masalah. Selanjutnya Gree's (Saragih, 2000) menyatakan bahwa kemampuan tilikan ruang mencakup:

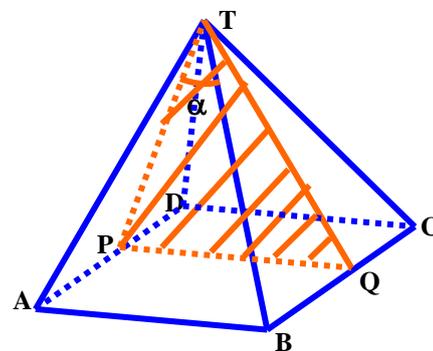
- 1). *Spatial visualization (Vz), which involves "the ability to mentally manipulate, rotate, twist or invert a pictorially presented stimulus object;*
- 2). *Spatial orientation (SR-O) which "the comprehension of the arrangement of the element within visual stimulus pattern and aptitude to remain unconfused by the changing orientations in which a spatial configurations may be presented'*

Beberapa pendapat (McGee; Burnett & Lane; Elliot & Smith; Pellegrino *et al.*; Clements & Battista, dalam Olkun, 2003) menyatakan bahwa, *Two major components of spatial visualization have been identified: spatial relations and spatial visualization. In standardized spatial ability tests, spatial relations tasks involve 2D and 3D rotations and cube comparisons. Spatial visualization is described as the ability to imagine rotations of objects or their parts in 3-D space.*

Berdasarkan pendapat-pendapat di atas, maka kemampuan visualisasi ruang dapat dibagi menjadi dua kategori yaitu kemampuan orientasi/relasi ruang dan kemampuan visual ruang. Kemampuan orientasi/relasi ruang merupakan kemampuan memahami unsur-unsur dalam bangun ruang, serta hubungan antara unsur-unsur tersebut. Misalnya yang berkaitan dengan menentukan kedudukan titik,

garis dan bidang dalam ruang dan volume bangun ruang. Sedangkan kemampuan visual ruang terdiri dari:

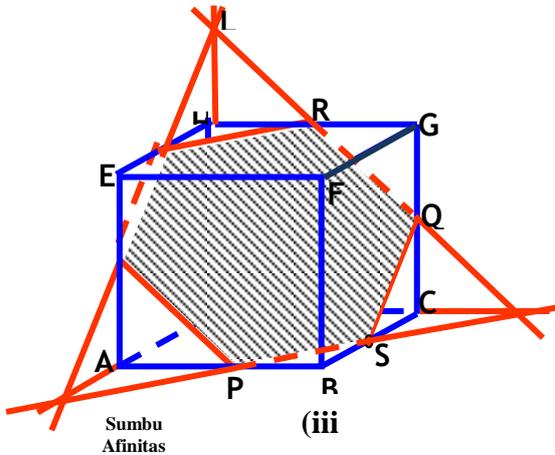
- 1). Kemampuan memvisualisasikan masalah yang diberikan secara tepat sehingga jawaban yang disusun dapat dikaitkan dengan keadaan gambar. Sebagai contoh, diberikan limas segiempat T.ABCD dengan ukuran-ukuran rusuk bidang alas dan rusuk tegak yang diketahui, α merupakan sudut antara bidang TAD dengan bidang TBC, siswa disuruh menentukan nilai $\sin \alpha$. Kemampuan yang perlu dimiliki siswa dalam memecahkan masalah ini adalah kemampuan memvisualisasikan bangun ruang yang dimaksud, yaitu limas T.ABCD, dan sudut antara TAD dengan bidang TBC, yaitu α . Selanjutnya siswa melakukan langkah penyelesaian melalui sajian analitik. Gambar digunakan untuk menyelesaikan masalah. Penyelesaian yang disusun mengandalkan kemampuan menerapkan konsep, seperti bangun datar segitiga, aturan kosinus, dan identitas trigonometri. Visualisasi permasalahan tersebut tersaji pada Gambar 1.



Gambar 1. Visualisasi untuk Mencari Sudut antara Dua Bidang

- 2). Kemampuan mengkonstruksi bangun ruang berdasarkan ide-ide geometri yang diberikan. Sebagai contoh, siswa diminta untuk mengkonstruksi irisan

antara bidang yang melalui titik P, Q, dan R dengan kubus ABCD.EFGH, dengan bantuan sumbu afinitas. Bidang irisannya adalah bidang yang diarsir seperti tampak pada Gambar 2.



Gambar 2. Hasil Konstruksi Irisan antara Bidang dan Bangun Ruang

Bendick dan Levin (dalam Rif'at, 2001) berpendapat bahwa kemampuan visualisasi merupakan kemampuan masalah dari gambar, gambar yang dimanipulasi atau dari pengkonstruksian gambar.

b. Kompetensi Dasar Geometri untuk Madrasah Aliyah (MA)/SMA

Kompetensi dasar merupakan pernyataan minimal tentang pengetahuan, keterampilan, sikap dan nilai-nilai yang direfleksikan dalam kebiasaan berpikir dan bertindak setelah siswa menyelesaikan suatu aspek atau sub aspek mata pelajaran tertentu. Sebagai perwujudan dari kompetensi tersebut ditunjukkan dengan hasil belajar.

Perumusan hasil belajar adalah untuk menjawab pertanyaan "apa yang harus siswa ketahui dan mampu lakukan setelah memperoleh pembelajaran pada kelas ini?". Hasil belajar mencerminkan keluasan,

kedalaman, dan kompleksitas kurikulum dan dinyatakan dengan kata kerja yang dapat diukur dengan berbagai penilaian. Setiap hasil belajar memiliki seperangkat indikator yang dirumuskan untuk menjawab pertanyaan "bagaimana kita mengetahui bahwa siswa telah mencapai hasil belajar yang diharapkan?" (Depdiknas, 2004)

Kompetensi yang diharapkan dalam belajar matematika untuk tingkat MA/SMA pada aspek geometri (Depdiknas, 2004) mencakup: mengidentifikasi bangun datar dan bangun ruang menurut sifat, unsur, atau kesebangunannya; melakukan operasi hitung yang melibatkan keliling, luas, volume, dan satuan pengukuran; menaksir ukuran (misalnya panjang, luas, volume) dari benda atau bangun geometri; mengaplikasikan konsep geometri dalam menentukan posisi, jarak, sudut, dan transformasi, dalam pemecahan masalah.

c. Software Pembelajaran Mandiri

Software pembelajaran memiliki 2 kategori, yaitu Software Pembelajaran Mandiri (SPM) dan Media Presentasi Pembelajaran (MPP), keduanya bukan buku teks. Buku teks hanya dijadikan sebagai acuan. SPM adalah media pembelajaran yang dirancang sedemikian rupa sehingga memungkinkan siswa dapat mempelajarinya secara mandiri dengan bantuan yang minimal dari guru atau orang lain. Bahkan tanpa bantuan sama sekali atau belajar sendiri. Karena itu, dalam membahas atau menguraikan materi pembuat *software* bersikap seolah-olah sedang berkomunikasi dengan siswa.

SPM merupakan *software* pembelajaran yang dapat dimanfaatkan oleh siswa secara mandiri atau tanpa bantuan guru. Dalam *software* pembelajaran mandiri terjadi paduan

explicit knowledge (pengetahuan tertulis yang ada di buku, artikel, dan lainnya) dan *tacit knowledge* (*know how, rule of thumb*, pengalaman guru).

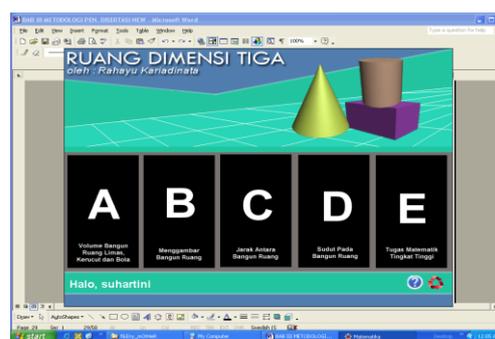
Dalam pembelajaran matematika, beberapa topik yang sulit disampaikan secara konvensional atau sangat membutuhkan akurasi tinggi, dapat disampaikan dengan bantuan *software* pembelajaran melalui elemen-elemen yang ada. Selain itu, perbedaan individual siswa, sesuai dengan kecepatan dan kemampuan belajarnya, dapat dibantu dengan layanan program komputer yang disesuaikan dengan bahan ajar dan komunikasi yang berlangsung antara siswa dan komputer di bawah fasilitator guru yang diwujudkan dalam bentuk stimulus-respon (Kusumah, 2003).

Saat ini bagi guru, termasuk guru matematika, *software* pembelajaran bukan merupakan hal yang asing lagi. Dengan perkembangan TIK sekarang ini guru sangat dipermudah dalam membuat media pembelajaran berbasis TIK. Alat bantu ini diharapkan mampu menarik minat siswa dalam mempelajari suatu materi atau mampu menstimulus siswa, mampu mengikuti kemajuan TIK, membantu pemahaman siswa mempelajari suatu materi dengan ilustrasi, gambar, video atau animasi, mempermudah guru melakukan pembelajaran di kelas paralel dan menumbuhkan tradisi pembelajaran yang inovatif dan kreatif.

Perancangan sebuah SPM harus memenuhi beberapa persyaratan pokok sebagaimana Pedoman Membuat SPM yang dikembangkan oleh Depdiknas yaitu:

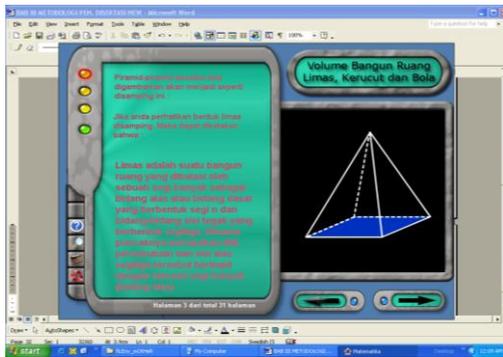
- 1). Syarat Isi Software Pembelajaran Mandiri, yang terdiri

- a). Identitas program pembelajaran mencakup: sasaran, kelas dan semester; standart kompetensi; kompetensi dasar; indikator; petunjuk belajar; sajian materi dan topik/pokok Bahasan,
- b). Materi Pembelajaran, berisi uraian materi pokok, dalam menyusun materi harus memperhatikan aspek: kesesuaian topik/pokok bahasan dengan isi materi; kebenaran teori dan konsep materi; ketepatan penggunaan istilah sesuai bidang keilmuan; kedalaman materi dan aktualitas,
- c). Evaluasi/Penilaian, mencakup: latihan soal dan pembahasan; evaluasi akhir kunci jawaban dan pembahasan,
- d). Referensi, meliputi: sumber bahan cuplikan (jika ada) dan daftar pustaka,
- e). Identitas Pembuat Media Pembelajaran.
- f). Syarat keseluruhan diatas jika dibuat sebuah contoh Tampilan Menu Utama dalam sebuah SPM mata pelajaran matematika MA/SMA pokok bahkan ruang dimensi-3 yang penulis rancang adalah sebagai berikut:



Gambar 3. Tampilan Menu Utama

Tampilan Menu Utama ini berupa daftar sub pokok bahasan yang akan dipelajari siswa, terdiri dari bagian A,B,C,D, dan E. Bagian A adalah Volume bangun ruang, limas, kerucut, dan bola; B: Menggambar bangun ruang; C: Jarak pada bangun ruang; D: Sudut pada bangun ruang; dan E: Tugas



Gambar 4. Tampilan Bahan Ajar

Pada Gambar 4. Siswa sudah mulai mempelajari materi tentang limas. Penjelasan konsep limas menggunakan teks bergerak yang diiringi suara, warna, dan animasi. Dimulai dengan definisi limas diikuti dengan pemberian warna pada bagian-bagian terpenting seperti bidang alas, dan bidang-bidang sisi tegak, sampai pada penemuan tentang volume limas. Demikian pula pada konsep selanjutnya.

2). Syarat Desain Pembelajaran

Untuk desain pembelajaran harus memperhatikan: kejelasan tujuan pembelajaran (realistis dan terukur); relevansi tujuan pembelajaran dengan kurikulum/SK/KD; kesesuaian materi, pemilihan media dan evaluasi (latihan, test, kunci jawaban) dengan tujuan pembelajaran; ketepatan penggunaan media yang sesuai dengan tujuan dan materi pembelajaran sistematis yang runut, logis, dan jelas; interaktivitas; penumbuhan motivasi belajar; kontekstualitas; kelengkapan dan kualitas bahan bantuan belajar;

kejelasan uraian materi, pembahasan, contoh, simulasi, latihan; kelevansi dan konsistensi alat evaluasi; konsistensi evaluasi dengan tujuan pembelajaran; pemberian umpan balik terhadap latihan dan hasil evaluasi.

3). Syarat Rekayasa Perangkat Lunak (Software)

- a) Efektif dan efisien dalam pengembangan maupun penggunaan
- b) Reliabilitas (kehandalan)
- c) Maintainabilitas (dapat dipelihara/dikelola dengan mudah)
- d) Usabilitas (mudah digunakan dan sederhana dalam pengoperasian)
- e) Ketepatan pemilihan jenis aplikasi/multimedia/ *tool* untuk pengembangan
- f) Kompatibilitas (dapat diinstalasi dan dijalankan diberbagai *hardware* dan *software* yang ada)
- g) Pemaketan *software* pembelajaran secara terpadu dan mudah dalam eksekusi
- h) Dokumentasi *software* pembelajaran yang lengkap meliputi: petunjuk instalasi (jelas, singkat, lengkap), penggunaan, *trouble shooting* (jelas, terstruktur, dan antisipatif), desain program (jelas dan menggambarkan alur kerja program)
- i) Reusabilitas (sebagian atau seluruh *software* pembelajaran dapat dimanfaatkan kembali untuk mengembangkan multimedia pembelajaran lain)

4). Syarat Komunikasi Visual

- a) Komunikatif: unsur visual dan audio mendukung materi ajar, agar mudah dicerna oleh siswa
- b) Kreatif: visualisasi diharapkan disajikan secara unik dan tidak klise (sering digunakan), agar menarik perhatian

- c) Sederhana: visualisasi tidak rumit, agar tidak mengurangi kejelasan isi materi ajar dan mudah diingat
- d) *Unity*: menggunakan bahasa visual dan audio yang harmonis, utuh, dan senada, agar materi ajar dipersepsi secara utuh (komprehensif)
- e) Penggambaran objek dalam bentuk *image* (citra) baik realistik maupun simbolik
- f) Pemilihan warna yang sesuai, agar mendukung kesesuaian antara konsep kreatif dan topik yang dipilih
- g) Tipografi (*font* dan susunan huruf), untuk memvisualisasikan bahasa verbal agar mendukung isi pesan, baik secara fungsi keterbacaan maupun fungsi psikologisnya
- h) Tata letak (*lay-out*): peletakan dan susunan unsur-unsur visual terkendali dengan baik agar jelas peran dan hirarki masing-masing unsur tersebut
- i) Unsur visual bergerak (animasi dan/atau movie), animasi dapat dimanfaatkan untuk mensimulasikan materi ajar dan *movie* untuk mengilustrasikan materi secara nyata
- j) Navigasi yang familiar dan konsisten agar efektif dalam penggunaan unsur audio (dialog, monolog, narasi, ilustrasi musik, dan *sound/special effect*) sesuai dengan karakter topik dan untuk memper-kaya imajinasi

3. Metode Penelitian

a. Populasi dan Sampel

Populasi penelitian ini adalah seluruh siswa MAN 2 Kota Bandung, Sedangkan sampel dalam penelitian ini adalah siswa kelas X sebanyak 120 orang (3 kelas) masing-masing kelas terdiri dari 40. Penentuan

sampel ini berdasarkan *random*. Salah satu cara pengambilan sampel yang representatif adalah secara acak atau *random*. Pengambilan sampel secara acak berarti setiap individu dalam populasi mempunyai peluang yang sama untuk dijadikan sampel

b. Desain Penelitian

Penelitian ini merupakan penelitian eksperimen dan desain eksperimen yang digunakan adalah dua jalur 3 x 3 model faktorial, yaitu 3 kategori kemampuan matematika siswa, dan 3 model pembelajaran. Dengan demikian desain penelitian ini berbentuk:

A : O₁ X₁ O₂
 A : O₁ X₂ O₂
 A : O₁ X₃ O₂

dengan:

A : Pemilihan secara acak
 O₁ : Tes Kemampuan Matematika Siswa
 O₂ : Tes Kemampuan Visualisasi Ruang Geometri
 X₁ : Perlakuan menggunakan Kelas A₁
 X₂ : Perlakuan menggunakan Kelas A₂
 X₃ : Perlakuan menggunakan Kelas A₃

c. Instrumen Penelitian

Penelitian ini menggunakan dua perangkat instrumen, yaitu tes visualisasi ruang geometri dan tes kemampuan matematika. Tes visualisasi ruang geometri bertujuan untuk mengukur kemampuan visual ruang yang meliputi: 1) kemampuan memvisualisasikan masalah yang diberikan secara tepat sehingga jawaban yang disusun dapat dikaitkan dengan keadaan gambar, 2) kemampuan mengkonstruksi bangun ruang berdasarkan ide-ide geometri yang diberikan.

Sedangkan kemampuan matematika bertujuan untuk mengukur

pemahaman siswa tentang materi yang telah dipelajari sebelumnya, dimana materi-materi tersebut dapat menunjang dalam belajar materi geometri ruang dimensi tiga.

4. Hasil Penelitian dan Pembahasan

a. Hasil Penelitian

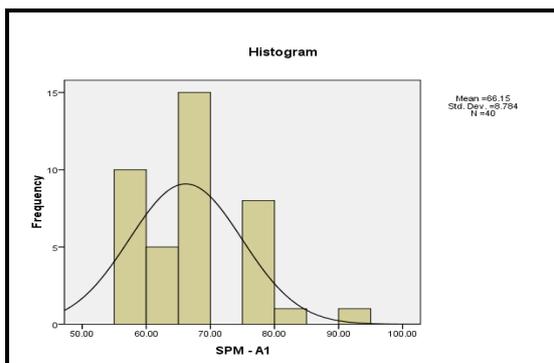
Berdasarkan pengolahan data diperoleh data statistik hasil tes, sebagai berikut.

Tabel 1. Data Statistik Tes Kemampuan Visualisasi Ruang Geometri Berdasarkan Model Pembelajaran

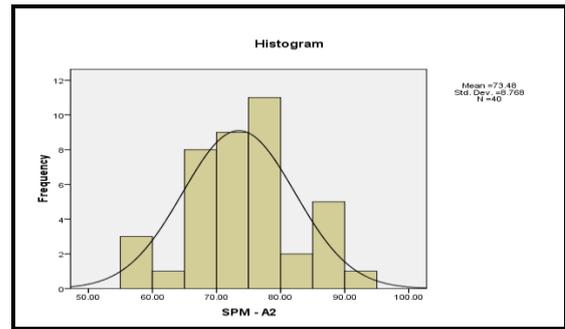
Model Pemb	Mean	Stand Dev	Var	Nilai Min	Nilai Maks	Range
A ₁	66,15	8.78	77.16	55	90	35
A ₂	73.48	8.77	76.87	56	90	34
A ₃	64,28	8.91	79.44	49	79	30

Catatan: Skor maksimum 100

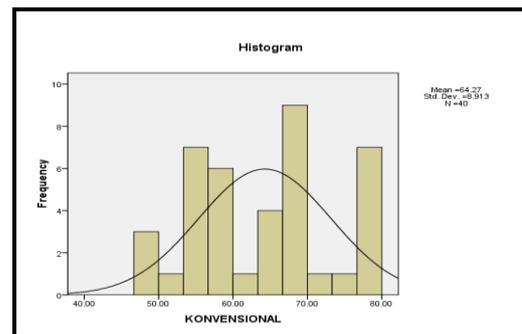
Dari Tabel 1, rata-rata (mean) tertinggi dicapai untuk kelompok siswa pada kelas A₂, yaitu 73,48 selanjutnya untuk kelompok siswa pada kelas A₁ rata-ratanya mencapai 66,15, dan untuk kelompok siswa pada kelas A₃ rata-ratanya mencapai 64,28. Secara rinci diagram batang skor siswa pada tiap kelas dapat dilihat pada Gambar 5, 6, dan 7.



Gambar 5. Diagram Batang dan Kurva Normal Skor Siswa pada Kelas A₁



Gambar 6. Diagram Batang dan Kurva Normal Skor Siswa pada Kelas A₂



Gambar 7. Diagram Batang dan Kurva Normal Skor Siswa pada Kelas A₃

Selanjutnya untuk melihat apakah ketiga sampel mempunyai variansi yang sama maka digunakan uji homogenitas varians, hasil pengolahannya tampak pada Tabel 2.

Tabel 2. Tes Homogenitas Varians Skor Visualisasi

Levene Statistic	df1	df2	Sig.
.185	2	117	.832

Pada Tabel 2. terlihat bahwa nilai Sig > α , yaitu $(0,832) > 0,05$. Hal tersebut mengindikasikan varians ketiga kelompok adalah sama. Selanjutnya untuk melihat ada atau tidaknya perbedaan rata-rata kemampuan visualisasi ruang geometri berdasarkan ketiga model pembelajaran digunakan uji ANOVA satu jalur. Berikut tabel hasil pengolahannya.

Tabel 3. ANOVA Satu Jalur Skor Visualisasi

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	1890.817	2	945.408	12.149	.000
Within Groups	9105.050	117	77.821		
Total	10995.867	119			

Analisis dengan menggunakan ANOVA adalah:

1) Hipotesis

H_0 = Ketiga kelompok memiliki rata-rata skor visualisasi yang sama

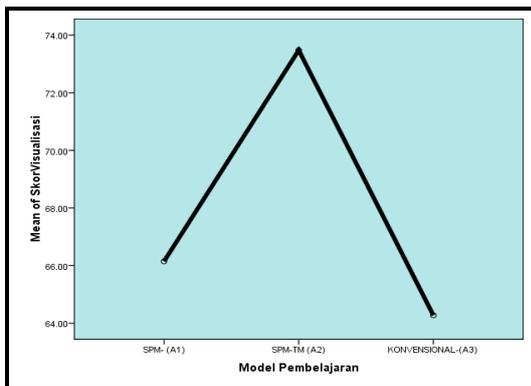
H_1 = Ketiga kelompok memiliki rata-rata skor visualisasi yang berbeda

2) Pengambilan Keputusan

Jika nilai signifikansi (Sig) > 0,05, maka H_0 diterima. Jika nilai signifikansi (Sig) < 0,05, maka H_0 ditolak. Karena nilai Sig adalah $0,000 < 0,05$, maka H_0 ditolak, sehingga ketiga kelompok mempunyai rata-rata skor visualisasi yang berbeda.

Berdasarkan hasil uji ANOVA satu jalur dapat dirinci sebagai berikut:

- 1) Terdapat perbedaan yang signifikan mengenai kemampuan visualisasi ruang geometri antara siswa yang belajar di kelas A_2 dengan siswa yang belajar di kelas A_1 dan A_3 .



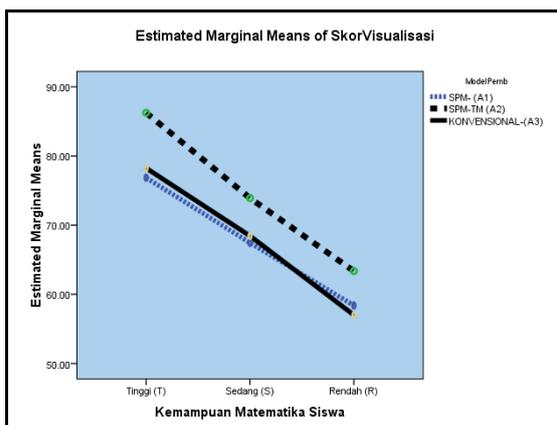
Gambar 8. Grafik Rata-rata Skor pada Tiap Model Pembelajaran

Pada Gambar 8, terlihat bahwa rata-rata skor yang dicapai siswa di kelas A_2 jauh lebih unggul dibandingkan dengan dua kelas lainnya (A_1 dan A_3). Sehingga dapat diuraikan lebih rinci sebagai berikut:

- a). Kemampuan visualisasi ruang geometri siswa di kelas A_2 lebih baik daripada siswa di kelas A_1 dan A_3
 - b). Kemampuan visualisasi ruang geometri siswa di kelas A_1 lebih baik daripada siswa di kelas A_3 , walaupun perbedaannya sangat tipis.
- 2) Terdapat perbedaan kemampuan visualisasi ruang geometri berdasarkan kemampuan matematika siswa

Selanjutnya, uji ANOVA dua jalur digunakan bertujuan untuk mengetahui apakah ada interaksi (hubungan) yang signifikan antara dua faktor, yang dalam kasus ini akan diuji apakah ada interaksi antara model pembelajaran dengan kemampuan matematika siswa dalam kemampuan visualisasi geometri ruang.

Dari hasil perhitungan diperoleh, tidak terdapat interaksi antara kemampuan matematika siswa dengan model pembelajaran, atau dapat dikatakan bahwa tidak terdapat hubungan antara kemampuan matematika siswa dengan ketiga model pembelajaran. Interaksi antara kemampuan matematika siswa dan model pembelajaran tersaji pada Gambar 9.



Gambar 9. Interaksi antara Kemampuan Matematika Siswa dan Model Pembelajaran dalam Kemampuan Visualisasi Geometri Ruang

Berdasarkan Gambar 9, tampak bahwa siswa kategori T di kelas A₂ kemampuan lebih unggul dibandingkan dengan siswa kategori T di kelas A₁ dan A₃, demikian pula siswa kategori S dan R di kelas A₂ lebih unggul dibandingkan dengan siswa kategori S dan R di kelas A₁ dan A₃. Siswa kategori S dan R di kelas A₁ hampir sama dengan siswa kategori S dan R di kelas A₃

Selanjutnya untuk melihat ada atau tidaknya korelasi (keterkaitan) antara kemampuan visualisasi ruang geometri dan kemampuan matematika siswa digunakan uji Korelasi Bivariat. Korelasi antara kemampuan visualisasi geometri ruang dan kemampuan matematika siswa, disajikan pada Tabel 4.

Tabel 4. Correlations

		Skor Visualisasi	Kemampuan Matematika
Kemampuan Visualisasi Geometri Ruang	Pearson Correlation	1	.789**
	Sig. (2-tailed)		.000
	N	120	120
Kemampuan Matematika Siswa	Pearson Correlation	.789**	1
	Sig. (2-tailed)	.000	
	N	120	120

		Skor Visualisasi	Kemampuan Matematika
Kemampuan Visualisasi Geometri Ruang	Pearson Correlation	1	.789**
	Sig. (2-tailed)		.000
	N	120	120
Kemampuan Matematika Siswa	Pearson Correlation	.789**	1
	Sig. (2-tailed)	.000	
	N	120	120

** . Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

Tabel 4. Tentang Pearson Correlation memaparkan nilai koefisien korelasi 0,789 antara variabel kemampuan visualisasi ruang geometri dan kemampuan matematika siswa. Nilai Sig < α atau 0,000 < 0,05, hal ini menunjukkan bahwa ada hubungan yang signifikan diantara kedua variabel tersebut

Selanjutnya untuk melihat seberapa besar pengaruh antara kedua variabel tersebut dilakukan uji regresi linier. Hasil uji menunjukkan bahwa kemampuan matematika siswa berpengaruh secara signifikan terhadap kemampuan visualisasi ruang geometri.

b. Pembahasan

Berdasarkan hasil perhitungan diketahui bahwa kemampuan visualisasi ruang geometri secara keseluruhan dari ketiga model pembelajaran menunjukkan hasil yang cukup baik. Namun pada umumnya siswa merasa kesulitan dalam mengkonstruksi bangun ruang geometri. Banyak persoalan geometri yang memerlukan visualisasi dalam pemecahan masalahnya.

Pada kelas yang mengintegrasikan *software* pembelajaran mandiri siswa merasa terbantu dalam memahami konstruksi bangun ruang geometri. Komponen-komponen dalam *software* pembelajaran mandiri seperti animasi, video, gambar, dan

interaktivitas memudahkan siswa dalam mempelajari konstruksi bangun ruang geometri. Menurut Burger & Culpepper (dalam Abdussakir, 2001), kegiatan geometri dapat ditinjau dari dua sudut pandang. Pertama, dari sudut pandang psikologi, geometri merupakan penyajian abstraksi pengalaman visual dan spasial, misalnya bidang, pola, pengukuran, dan pemetaan; kedua, dari sudut pandang matematik, geometri menyediakan pendekatan-pendekatan untuk pemecahan masalah melalui sajian visual, misalnya gambar-gambar, diagram, dan sistem koordinat.

Oleh karenanya dalam pembelajaran geometri peragaan tentang visualisasi sangatlah penting, baik peragaan melalui guru maupun bantuan teknologi seperti software yang dirancang untuk menyampaikan konsep-konsep geometri. Sehingga pembelajaran yang mengkombinasikan antara tatap muka dengan guru dan teknologi sangatlah efektif. Hal ini sesuai dengan temuan penelitian yang menyatakan bahwa skor rata-rata kemampuan siswa yang belajar di kelas A_2 (kelas kombinasi antara software pembelajaran mandiri dan tatap muka) lebih baik dari pada siswa yang belajar di kelas A_1 (*software* pembelajaran mandiri) dan kelas A_3 (konvensional). Kehadiran dan peran gruru masih diperlukan dalam setiap pembelajaran, sekalipun media penyampai informasi (materi pelajaran) dapat disampaikan melalui perangkat teknologi komputer.

Hasil penelitian lain menyatakan terdapat hubungan yang signifikan antara kemampuan visualisasi ruang geometri dengan kemampuan matematika siswa. Hal ini mengindikasikan bahwa banyak konsep-konsep matematika yang perlu dikuasai siswa untuk dapat menyelesaikan permasalahan geometri terutama yang berkaitan dengan pengkonstruksian

bangun ruang. Bila ditinjau dari pekerjaan siswa masih banyak ditemukan kesalahan dalam menghubungkan satu titik dengan titik lain yang sebidang. Pengaruh model pembelajaran, menunjukkan perbedaan yang signifikan pada pencapaian kemampuan visualisasi geometri ruang diantara ketiga model pembelajaran.

5. Kesimpulan

Berdasarkan hasil atau temuan penelitian yang telah dikemukakan pada bagian terdahulu, diperoleh beberapa kesimpulan sebagai berikut:

- a. Kemampuan visualisasi ruang geometri antara siswa yang belajar pada kelas A_1 , dengan siswa yang belajar pada kelas A_2 dan A_3 , ditinjau dari:
 - 1). Keseluruhan:

Terdapat perbedaan yang signifikan mengenai kemampuan visualisasi ruang geometri antara siswa yang belajar di kelas A_2 dengan siswa yang belajar di kelas A_1 dan A_3 .

 - a). Kemampuan visualisasi ruang geometri siswa di kelas A_2 lebih baik daripada siswa di kelas A_1 dan A_3
 - b). Kemampuan visualisasi ruang geometri siswa di kelas A_1 lebih baik daripada siswa di kelas A_3 , walaupun perbedaannya sangat tipis.
 - 2). Kategori kemampuan matematika siswa dengan kategori T, S, dan R.

Terdapat perbedaan yang signifikan mengenai kemampuan visualisasi ruang geometri berdasarkan kategori kemampuan matematika siswa

 - a). Kemampuan visualisasi ruang geometri siswa

- kategori T di kelas A2 lebih baik daripada siswa kategori T di kelas A1 dan A3
- b). Kemampuan visualisasi ruang geometri siswa kategori T di kelas A3 lebih baik daripada siswa kategori T di kelas A1
- c). Kemampuan visualisasi ruang geometri siswa kategori S di kelas A2 lebih baik daripada siswa kategori R di kelas A1 dan A3
- d). Kemampuan visualisasi ruang geometri siswa kategori S di kelas A3 lebih baik daripada siswa kategori S di kelas A1 walaupun perbedaannya sangat tipis.
- e). Kemampuan visualisasi ruang geometri siswa kategori R di kelas A2 lebih baik daripada siswa kategori R di kelas A1 dan A3
- f). Kemampuan visualisasi ruang geometri siswa kategori R di kelas A3 lebih baik daripada siswa kategori R di kelas A1 walaupun perbedaannya sangat tipis.
- b. Perhitungan uji signifikansi korelasi bivariat menunjukkan adanya hubungan yang signifikan diantara kemampuan visualisasi ruang geometri dan kemampuan matematika siswa
- c. Kemampuan matematika siswa berpengaruh secara signifikan terhadap kemampuan visualisasi ruang geometri.

Daftar Pustaka

- Depdiknas.(2004). *Kurikulum 2004 Standar Kompetensi Mata Pelajaran Matematika, Sekolah Menengah Atas dan Madrasah Aliyah*. Jakarta: Depdiknas
- Clement. D.H. (1989). *Computers in Elementary Mathematics Education*. New Jersey: Prantice Hall, Inc
- Kusumah, Y. ,Tapilouw, M., Wahyudi, D.,Cunayah.(2003) Desain dan Pengembangan Model Bahan Ajar Matematika Interaktif Berbasis Teknologi untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir Logis dan Analitis Siswa SMU. *Laporan Penelitian*. Bandung: UPI
- MAN 3 Rukoh Banda Aceh (2009). *Membuat Media Belajar*. [on-Line] tersedia di: <http://www.man3rukohbna.sch.id/index.php>. diakses : 8 Pebruari 2010
- National Council of Teachers of Mathematics (NCTM). (1989). *Curriculum and Evaluation Standards for School Mathematics*. Reston, VA: NCTM
- Olkun, S. (2003). Making Connections: Improving Spatial Abilities with Engineering Drawing Activities. *International Journal of Mathematics Teaching and Learning*. April 2003
- Pitalis, Mousoulides, dan Christou. (2006) Developing the 3D Math Dinamic Geometry Software: Theoretical Perspectives on Design, In *International Journal for Technology in Mathematics Education*. Volume. 13 No.4
- Rifat, M. (2001). *Pengaruh Pembelajaran Pola-Pola Visual dalam Rangka Meningkatkan Kemampuan Menyelesaikan Masalah-Masalah Matematika*. Disertasi UPI: Tidak dipublikasikan
- Sabandar, J. (2002). Pembelajaran Geometry dengan Menggunakan Cabry Geometri II. *Jurnal Matematika atau Pembelajarannya*. ISSN: 0852-7792 Tahun VIII, Edisi Khusus, Juli 2002
- Saragih, S. (2000). *Pembelajaran Kooperatif Tipe STAD dengan Menggunakan Laboratorium Mini untuk Meningkatkan Kemampuan Keruangan*. Tesis Universitas Negeri Surabaya. Tidak dipublikasikan
- Tilaar, H.A.R. (1999) *Beberapa Agenda Reformasi Pendidikan Nasional, Dalam Perspektif Abad 21*. Magelang: Tera Indonesia

MENALAR SENGKALA MERAJUT MATEMATIKA

Agung Prabowo

Program Studi Matematika - Fakultas Sains dan Teknik
Universitas Jenderal Soedirman
e-mail: agung_nghp@yahoo.com

Abstract. *Indonesia has not been long familiar with mathematics. In Indonesia, mathematics was known since the 20th century, so it has been about 100 years. A question arise, do the people of Indonesia, prior to the 20th century had no knowledge that is currently known with math? This question is disturbing writer and become motivation to study the culture of Indonesia with the aim to discover knowledge of mathematics in it. The author chooses one heritage Indonesian culture from Java Island namely sengkala. Sengkala is created to record the activity of Javanese mathematics, but that sengkala rich with concepts and mathematical knowledge is another thing that can not be denied. This is the significance of why sengkala needs to be explored. This article explores the awareness of the numbers and how to express it that can be tracked through sengkala.*

Keywords: *number, mathematics, sengkala*

1. Pendahuluan

Kesan bahwa moyang orang Indonesia tidak melek matematika adalah cukup wajar, sebab Indonesia memang belum lama mengenal matematika, yaitu sejak abad 20. Doktor matematika pertama dari Indonesia adalah Dr. G.S.S.J. Ratu Langie alias Dr. Sam Ratulangi, dari Sulawesi Utara. Ia meraih gelar doktornya pada tahun 1919 dari University of Zürich (Gunawan, 2007). Setelah cukup lama absen, baru pada tahun 1957, Profesor Handali memperoleh gelar doktor matematika dari FIPIA-ITB dan dua tahun kemudian Profesor Moedomo (ITB) meraih gelar doktornya pada tahun 1959 dari University of Illinois (Gunawan, 2007). Apakah memang benar bahwa bangsa Indonesia sebelum abad ke-20 tidak mempunyai pengetahuan yang hari ini disebut matematika?

Penelusuran sejarah matematika dunia menunjukkan bahwa matematika pada mulanya adalah aktifitas praktis manusia sehingga dalam setiap kegiatan yang dilakukan

manusia selalu dapat ditemukan pengetahuan matematika. Manusia mengembangkan matematika sebagai kegiatan induktif yang berkaitan dengan pengalaman nyata sehari-hari, dilakukan berulang-ulang dalam jangka panjang sehingga menjadi suatu kebiasaan (*habit*). Mungkin saja pada saat melakukan aktifitasnya tersebut, manusia tidak menyadari bahwa kegiatan yang dilakukannya menyimpan pengetahuan matematika, sehingga kesadaran tersebut munculnya belakangan.

Dalam setiap aktifitas yang dilakukan orang Jawa, juga sarat dan kaya dengan matematika. Kecenderungan orang Jawa yang lebih menekankan pada olah rasa dan susastra, memang pada gilirannya meminggirkan (memarginalkan) matematika. Pengetahuan matematika bagi orang Jawa tidak dianggap sebagai pengetahuan utama, setidaknya tidak lebih penting dibanding sastra, etika, kebatinan dan moral. Tersimpannya pengetahuan matematika dalam tradisi Jawa sebenarnya sudah disadari sejak semula, oleh karena



itu saat ini perlu dihidupkan dan digali aspek dan pengetahuan matematika dalam tradisi Jawa tersebut.

Keberhasilan Euclid menyusun *the Elements* menjadi motivasi untuk menyusun keping-keping pengetahuan matematika yang terserak dan tercecer dalam khasanah budaya Jawa, menelusuri dan menemukannya kembali agar dapat diangkat sebagai pengetahuan matematika formal. Latar belakang di atas memotivasi penulis untuk menelusuri kandungan matematika dalam aktifitas yang dilakukan orang Jawa. Dalam kesempatan ini, penulis hendak memulainya dengan menggali konsep-konsep matematika yang digunakan dalam penciptaan sengkala atau sengkalan.

2. Metodologi

Artikel ini merupakan kajian literatur sebagai usaha ke arah menggali pengetahuan matematika melalui budaya nusantara, khususnya budaya Jawa. Selain sebagai upaya untuk menghasilkan apa yang disebut *Javanese Mathematics* (Matematika Tanah Jawa) dan secara lebih luas dalam jangka panjang akan menghasilkan *Indonesian Mathematics* (Matematika Nusantara), juga dapat dipandang sebagai upaya untuk memperkenalkan khasanah budaya nusantara, khususnya Jawa, tidak hanya pada orang Indonesia tetapi juga dunia.

3. Hasil dan Pembahasan

a. Sengkala

Untuk mengekspresikan suatu bilangan dapat digunakan dua cara, yaitu dengan lambang bilangan (atau yang sering disebut angka) dan dengan watak bilangan. Mengenai lambang bilangan sudah cukup jelas.

Berkaitan dengan watak bilangan, maka dikatakan bahwa bilangan mempunyai ciri, karakter, sifat, ciri, tabiat, manifestasi, muatan, stigma atau watak tertentu, misalnya bilangan-bilangan ganjil mempunyai sifat maskulin dan bilangan genap berkarakter feminin (Anglin, 1994; Schimmel, 2006). Istilah watak kata juga digunakan secara berdampingan dengan penggunaan istilah watak bilangan. Sengkala adalah angka tahun yang dilambangkan dengan kata, gambar atau ornamen tertentu. Pada sengkala, kata-kata yang digunakan untuk menyusun sengkala tersebut dikatakan mempunyai watak atau karakter tertentu yang disebut *watak wilangan* (bahasa Jawa) atau dalam bahasa Indonesia disebut watak bilangan (Bratakesawa, 1980). Dengan demikian, dari aspek matematika, sengkala adalah cara untuk mengungkapkan bilangan-bilangan, tetapi tanpa menggunakan angka.

Menurut Bratakesawa, kata sengkala (sangkala) diyakini berasal dari nama muda Aji Saka, yaitu Jaka Sengkala. Dari keterangan yang diberikan oleh Bratakesawa dalam bukunya yang berjudul *Penjelasan Candrasengkala* terbit tahun 1980 pada halaman 21, dapat disimpulkan bahwa sengkala pertama kali diciptakan dan digunakan oleh orang Jawa pada tahun 78 M, dan tahun 78 M itu pula yang kemudian dipilih Sultan Agung sebagai tahun pertama sistem Kalender Jawa yang dibuatnya. Bratakesawa mempertegas pendapatnya dengan mengambil rujukan dari Surat Kabar Budi Utama, Maret 1924 No. 28 yang menyebutkan bahwa sengkala adalah ciptaan Aji Saka (Bratakesawa, 1980). Sementara itu, F.L. Winter (Bratakesawa, 1980: 24) mengatakan, "Yang membuatnya bernama Empu Ramadi pada tahun Jawa yang kebetulan bersengkala 152". Jika dihitung, tahun 152 S adalah tahun 230 M.

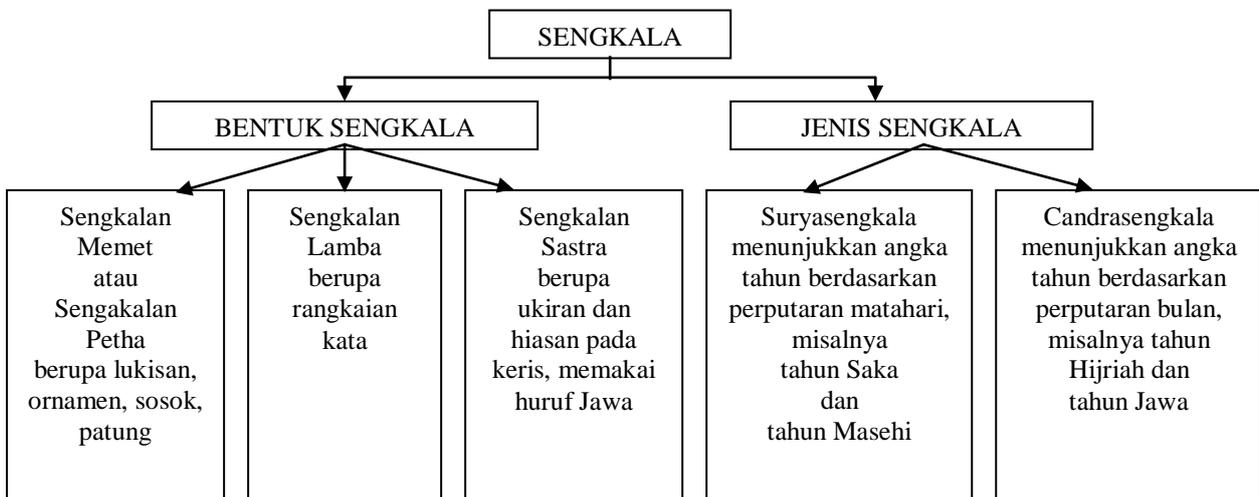


Sindunegara (1997) lebih memilih menggunakan istilah *cakakala* yang berasal dari bahasa Sanskerta *caka* dan *kala*, yang berarti tahun Saka. Setelah keruntuhan Majapahit, istilah *cakakala* tidak lagi digunakan, digantikan *candrasengkala* karena pada masa setelah Majapahit kalender Saka digantikan kalender Hijriah yang merupakan kalender *komariah* (*lunar*) yang berdasarkan peredaran bulan (*candra* = bulan atau *lunar*). Istilah *candrasengkala* masih terus digunakan pada masa pemerintahan Sultan Agung yang menciptakan tahun Jawa yang juga merupakan kalender *komariah*. Istilah *suryasengkala* digunakan untuk kalender masehi yang berdasarkan peredaran matahari (*surya*) makin banyak digunakan.

Sengkala berdasarkan bentuknya ada tiga macam, yaitu sengkalan lamba, sengkalan memet, dan sengkalan sastra (Enthung, 2009). Namun jika berdasarkan jenisnya, sengkala ada dua macam, yaitu *suryasengkala* dan *candrasengkala* (Bratakesawa, 1980). Gambar 1 menjelaskan bentuk dan jenis sengkala.

Bentuk sengkala lainnya adalah sengkala miring yaitu, "Sengkala

ing kang kadamel salebeting ukara mawi tetembungan ing kang miring saking tetembungan watek sengkalan lamba" (Prasaja, 2009: 2). Dalam sengkala miring kata-kata yang digunakan mempunyai kesamaan asal-usul dengan kata-kata yang digunakan dalam sengkala lamba. Untuk dapat mengerti watak bilangan pada kata-kata yang digunakan dalam sengkala miring dapat digunakan delapan metode penurunan watak bilangan (Bratakesawa, 1990) yaitu *guru dasanama* (dasar sepadan), *guru sastra* (dasar sepenulisan), *guru wanda* (dasar sesuku kata), *guru warga* (dasar sekaum), *guru karya* (dasar sekerja), *guru sarana* (dasar sealat), *guru darwa* (dasar sekeadaan), dan *guru jarwa* (dasar searti). Delapan metode tersebut juga menjelaskan bahwa terdapat logika tertentu yang harus diikuti untuk menentukan watak bilangan suatu kata, sekaligus menjelaskan bahwa watak bilangan tidak selamanya diperoleh secara mistis dan bersifat mitos, tetapi merupakan penyandian. Dengan demikian, sengkala miring dapat dilihat sebagai penyandian (*sandi*) dari sengkala lamba.



Gambar 1. Bentuk dan Jenis Sengkala

Contoh sengkala miring adalah *lungiding wasita ambuka bawana* (Prasaja, 2009). Jika sengkala dapat langsung diketahui angka tahunnya maka dikategorikan sengkala lamba, tetapi jika sebaliknya disebut sengkala miring. Untuk mengetahui angka tahunnya digunakan cara penyandian dengan delapan metode penurunan watak bilangan. Kata *lungid* berarti *landhep* (tajam), jadi yang dimaksudkan adalah *landheping gaman* (tajamnya senjata) dan *gaman* (senjata) mempunyai watak bilangan 5, dan seterusnya sehingga diperoleh angka tahun 1975.

Keterangan yang diberikan oleh Sindunegara merekam berbagai prasasti, Serat Babad, Kitab Jawa Kuno, Kitab Jawa Pertengahan yang biasanya berupa kidung, Jaman Islam (Nitisruti dan suluk) yang memuat angka tahun berbentuk *cakakala* dan kitab dari jaman Surakarta yang memuat angka tahun berbentuk *candrasengkala*, antara lain sebagai berikut (Sindunegara, 1997).

- 1). Prasasti Canggal: *Cruti Indria Rasa*, tahun 654 S (732 M).
- 2). Prasasti Karang Tengah: *Rasa Sagara Ksitidhara*, tahun 746 S (824 M).
- 3). Prasasti Wantil: *Wualung Gunung sang Wiku*, tahun 778 S (856 M).
- 4). Babad Arya Tabanan dari Bali: *Dwaraning Buta Sanga* 959 S (1037 M); *Basmi Buta Rwaning Ulam*, 1250 S (1328 M); *Sad Buta Manon Janmo*, 1256 S (1334 M); *Sad Buta Ngapit Sasongko*, 1256 S (1334 M).
- 5). Kitab Bharatayudha: *Sanga Kuda Cuddha Candrama*, 1079 S (1157 M)
- 6). Kitab Haricraya: *Sad Sanga Njala Candra*, 1496 S (1574 M)
- 7). Kitab Kidung Subrata: *Tiga Rasa Dadi Jalma*, 1463 S (1541 M)
- 8). Kitab Kidung Panji Angreni: *Guna Paksa Kaswareng Rat*, 1723

namun tidak dijelaskan kalender yang digunakan.

- 9). Kitab Nitisruti: *Bahmi Maha Stra Chandra*, 1513 S (1591 M)
- 10). Suluk Wujil: *Panerus Tingal Tataning Nabi* atau 1529 S (1607 M)
- 11). Kitab Wiwaha Jarwa: *Tasik Sonya Giri Juga*, 1704 J (sekitar 1782 M)
- 12). Kitab Panitisastra: *Tata Tri Gora Ratu*, 1735 J (sekitar 1813 M)

Catatan ini menunjukkan bahwa orang Jawa sudah mengenal pencatatan angka tahun dengan menggunakan sengkala setidaknya sejak tahun 732 M dan masih terus dilestarikan hingga sekarang. Dalam pembuatan sengkala, sangkala, atau sengkalan, terdapat beberapa aturan yang harus dipenuhi, yaitu:

- 1). Harus jelas menyebutkan kalender yang digunakan. Penggunaan kalender Saka, harus secara eksplisit menyebutkan kata *cakakala*, *sakawarsa*, atau *purwakala*, kalender Hijriah atau Jawa harus menyebutkan kata *candrasengkala*, dan kalender Masehi harus menyebutkan *suryasengkala*.
- 2). Kata-kata berwatak bilangan yang dipilih sebaiknya yang sudah umum digunakan.
- 3). Harus berupa rangkaian kata-kata yang bermakna, menunjukkan angka tahun tertentu dan dapat menjelaskan peristiwa yang terjadi atau pesan yang hendak disampaikan.
- 4). Penyusunan sengkala dimulai dari kiri ke kanan, tetapi pembacaan angka tahunnya dimulai dari kanan ke kiri
- 5). Sedikitnya menggunakan dua kata sehingga untuk tahun satuan dituliskan dengan menambahkan satu atau lebih angka 0 di depannya, misalnya 01, 002, 0007.
- 6). Jika sudah tidak memunculkan keraguan, penyebutan bilangan abad dapat dihilangkan, sehingga

hanya disebutkan tahun puluhan atau satuannya saja

- 7). Penggunaan kata-kata yang berwatak bilangan 10, 11, 12 dan sebagainya dapat digunakan untuk penyusunan sengkala yang berabad 11, 12, 13.
- 8). Dapat disisipkan satu atau lebih kata-kata yang tidak berwatak bilangan
- 9). Dapat disisipkan satu atau lebih kata-kata berwatak bilangan nol, sejauh tidak mengubah angka tahun yang dimaksudkan.

b. Kontribusi Tradisi Jawa Terhadap Matematika

Apakah nenek moyang kita tidak memiliki kebiasaan bermatematika? Jika ada, apakah kebiasaan tersebut dilakukan begitu saja, ataukah sudah terdokumentasi dengan baik? Sengkala diciptakan bukan untuk merekam aktifitas matematika orang Jawa, tetapi bahwa pada sengkalan terdapat konsep matematika adalah hal lain yang tidak dapat disangkal. Oleh karena itu, untuk dapat membuat sengkala maka pembuatnya harus memahami konsep matematika terutama konsep nilai tempat, selain tentunya aspek kebahasaan dan watak bilangan.

Meskipun sama-sama digunakan untuk menunjuk suatu angka tahun tertentu yang diperoleh dengan penjumlahan suku-sukunya, namun terdapat perbedaan antara sengkala dengan kronogram. Struktur sengkala sangat sistematis, teratur, logis dan mengekspresikan keruntutan tertentu, sebab suku-sukunya disusun secara bertingkat dari kecil ke besar. Berbeda dengan kronogram yang pengaturan suku-sukunya tidak mengikuti pola tertentu. Hal ini menunjukkan bahwa penyusun sengkala mensyaratkan penggunaan logika berpikir yang runtut dan efisien.

Dengan menggali sengkala, dapat diketahui kontribusi apa saja yang disumbangkan oleh tradisi Jawa terhadap matematika. Kontribusi dalam hal ini lebih bermakna sebagai pengetahuan matematika apa yang telah dimiliki dan dikuasai oleh orang Jawa. Jika kontribusi tersebut sudah ada di dalam matematika yang dikenal sekarang ini, setidaknya tradisi Jawa telah memiliki, menyimpan dan mengawetkan pengetahuan matematika tersebut. Jika kontribusi tersebut belum ditemukan ada pada matematika yang sekarang dikenal, maka dapat dikembangkan menjadi pengetahuan baru. Beberapa kontribusi tersebut adalah:

- 1). Berpotensi untuk mengembangkan sistem bilangan basis 10 (desimal).
- 2). Telah mengenal konsep bilangan nol dan lambang bilangan nol
- 3). Telah mengenal bilangan bulat positif (bilangan cacah)
- 4). Kata-kata dapat memiliki watak bilangan tertentu mulai dari 1, 2, 3, ..., 9, 0, termasuk bilangan 10, 11, 12 dan lain-lain
- 5). Bilangan dituliskan dengan menggunakan sistem abjad, yaitu huruf sekaligus sebagai angka.
- 6). Aplikasi sistem bilangan pada penggunaan sengkala didasarkan pada nilai letak. Operasi penjumlahan, pengurangan, perkalian, pembagian dan perpangkatan mungkin sudah dikenal karena operasi-operasi tersebut terangkum dalam nilai letak.
- 7). Pembacaan angka tahun sengkala sebagai kebalikan dari rangkaian kata-kata dalam sengkala tersebut menjelaskan dikenalnya sistem pengkodean (*coding*) meskipun sederhana. Terdapat saling invers antara penulisan angka tahun dan pembacaannya.
- 8). Pembacaan sengkala miring yang didasarkan pada sengkala lamba

merupakan proses penyandian yang didasarkan pada delapan metode penurunan watak bilangan.

Sebagai catatan, kontribusi ini sudah diberikan sejak tahun 78 M atau 230 M atau 732 M atau paling lambat 778 M, tergantung tahun yang disepakati sebagai tahun penciptaan sengkala.

1). Bilangan Nol

Penggunaan nol adalah penemuan cerdas, sebab dengan adanya bilangan nol dapat ditentukan nilai letak atau nilai tempat (*place value*) dari sebuah angka. Penemuan angka nol juga memungkinkan terciptanya operasi-operasi matematika yang sangat rumit (Schimmel, 2006). Seperti tradisi bangsa-bangsa lainnya, orang Jawa memahami konsep bilangan secara kongkrit melalui menghitung banyaknya suatu benda sehingga mereka lebih dulu mengenal bilangan 1, 2, 3, ..., 9. Bilangan nol dikenal (disadari) lebih belakangan dibanding sembilan buah bilangan lainnya sehingga sistem bilangan Jawa adalah berbasis 10 atau desimal dan bilangan-bilangan sesudahnya dituliskan dengan kombinasi kesepuluh bilangan tersebut.

Dua informasi yang sangat bernilai mengenai sudah adanya penggunaan bilangan di Indonesia sebelum 876 M datang dari Joseph dan sejak 683 M datang dari Joyce. George Gheverghese Joseph dari *University of Manchester* menyatakan bahwa Indonesia sudah mengenal dan menggunakan bilangan, lebih khusus lagi, sistem numerasi Hindu sebelum 876 M, dengan pernyataan berikut, "There is earlier evidence of the use of Indian system of numeration in South East Asia in areas covered by present-day countries such as Malaysia, Cambodia and Indonesia, all of whom were under the cultural influence of

India" (Joseph, 2008). Penggunaan bilangan di Indonesia, lebih khusus lagi di Sumatra, diungkapkan oleh D. Joyce dari *Clark University*, "683 C.E zero digit used in Hindu colonies in Khmer (Cambodia) and Sumatra" (Joyce, 2006).

Pengenalan angka 0 oleh orang Jawa yang relatif cepat adalah wajar sebab Aji Saka sebagai penggagasnya pernah menjadi raja Kerajaan Surati di India, dan orang India sudah mengenal angka nol sejak abad VI SM yang berasal dari konsep *shunya* (kekosongan) dalam agama Hindu (Schimmel, 2006). Hal ini didukung oleh adanya kata-kata yang berwatak bilangan nol dan penamaan bilangan nol dengan *das* dalam bahasa Jawa Kuna (Kawi). Menurut Bratakesawa (1980:85) *das* berarti hilang, lenyap, habis, dan nol.

Sengkala *Sanga Kuda Cudda Candrama* berangka tahun 1079 S (seribu tujuh puluh sembilan) menunjukkan kemampuan berhitung hingga ribuan telah dikuasai orang Jawa di tahun 1157 M. Sengkala tersebut dapat disajikan seperti di bawah ini:

<i>sanga</i>	<i>kuda</i>	<i>cudda</i>	<i>candrama</i>
9	7	0	1

Sengkala di atas jika dinyatakan dalam nilai tempat menjadi [9;7;0;1]. Hal ini menunjukkan bahwa bilangan nol sudah dikenal dan sudah digunakan dalam pembuatan sengkala, tetapi tidak berarti bahwa bilangan nol baru dikenal dan digunakan pada tahun 1157 M. Belum ditemukan adanya sengkala yang mengandung watak bilangan nol yang lebih tua dari sengkala ini.

Jika sengkala untuk tahun 1079 S dibuat dengan menggunakan kata yang berwatak bilangan 10, seperti yang disajikan di bawah ini:



<i>sanga</i>	<i>kuda</i>	<i>dasaluhur</i>
9	7	10

Dalam bentuk nilai tempat dituliskan dengan [9;7;10] sehingga terbuka kemungkinan angka 0 belum dikenal, sebab ada kemungkinan bilangan sepuluh tidak dituliskan dengan 10 tetapi dengan X atau lainnya. Meskipun [9;7;0;1] dan [9;7;10] bernilai sama akan tetapi yang pertama dipastikan bilangan nol sudah diketahui dan yang kedua ada kemungkinan bilangan nol belum diketahui. Tambahan lagi, karena sengkalanya menggunakan kata berwatak bilangan 0.

Tanda Maya untuk angka nol adalah *shell* (tiram) kosong, yang disebut *xok* berarti sesuatu yang bulat dan melengkung atau obyek dengan karakteristik cekung, dan masa paling awal bangsa Maya diketahui mengenal bilangan nol adalah 200 M (Schimmel, 2006). Schimmel menulis, orang-orang Arab mengadopsi sistem India, yang di dalamnya terdapat angka nol, tak lama setelah kemunculan agama Islam (sekitar 650 M) dan angka India pertama kali ditemukan dalam sebuah buku Syria bertahun 662 M (Schimmel, 2006). Leonardo Fibonacci dari Pisa dan John dari Sacrobosco adalah dua orang yang secara intensif memperkenalkan angka Arab di barat atau Eropa, sekitar tahun 1200 M (Fibonacci wafat 1250 M).

Tahun paling awal yang dirujuk sebagai saat pertama kali orang Jawa mengenal bilangan nol adalah tahun 78 M, yaitu saat Aji Saka menjadi raja di Kerajaan Medang. Jika tahun 78 M yang diyakini, maka orang Jawa mengenal nol lebih awal dibanding bangsa Maya, Arab-Muslim dan Eropa. Tahun lain yang dirujuk sebagai saat pertama kali orang Jawa mengenal nol adalah tahun 230 M saat Empu Ramadi menciptakan sengkala. Setidaknya, orang Jawa

hampir bersamaan dengan bangsa Maya dalam mengenal nol, tetapi masih tetap lebih awal dibanding Arab-Muslim dan Eropa. Tahun berikutnya adalah 732 M yang tertuang dalam prasasti Canggal dengan sengkala *Cruti Indria Rasa*, tahun 654 S (732 M). Masa paling akhir yang diyakini sebagai saat pertama kali orang Jawa mengenal nol adalah 778 M. Berdasarkan tahun 778 M ini, kesadaran adanya bilangan nol bagi orang Jawa tetap jauh lebih awal dibanding orang Eropa.

Setidaknya fakta sejarah ini memberi kebanggaan meskipun dalam perkembangan selanjutnya keunggulan tersebut tidak dikemas dan dipelihara dengan baik. Pengenalan bilangan nol bagi orang Jawa nampaknya lebih dilatarbelakangi oleh aspek agama (keyakinan) dan olah rasa, dan bukan dilatarbelakangi aspek matematis sehingga matematika tidak lebih dikembangkan dibanding olah rasa, etika, dan moral. Meskipun aspek matematis juga disadari keberadaannya, namun karena kurang dipentingkan, menyebabkan konsep bilangan tidak digunakan untuk mengembangkan pengetahuan matematika lebih lanjut.

Dengan diketahuinya bilangan nol maka keterampilan orang Jawa dalam berhitung sudah dapat menjangkau puluhan, ratusan, bahkan sampai ribuan. Menambah lambang 0 di belakang suatu bilangan berarti mengalikan bilangan tersebut dengan 10 dan menambah lambang 00 di belakang suatu bilangan berarti mengalikan bilangan tersebut dengan 100 dan seterusnya.

2). Sistem Nilai Tempat (*Place Value*)

Nilai tempat atau nilai letak (*place value*) pada bilangan adalah arti yang



diberikan kepada masing-masing digit pada bilangan multi-digit, misalnya satuan, puluhan, ratusan, dan seterusnya. Kemampuan memahami nilai tempat menurut Miura (Hartono, 2004) memberi pengaruh pada kemampuan untuk memanipulasi angka dan melakukan penalaran matematika. Kemampuan

untuk memahami konsep nilai tempat juga sangat penting untuk mengerti penjumlahan dan pengurangan dengan pengelompokan (misalnya pengurangan dengan meminjam puluhan), selain juga menjadi dasar untuk operasi perkalian dan pembagian.

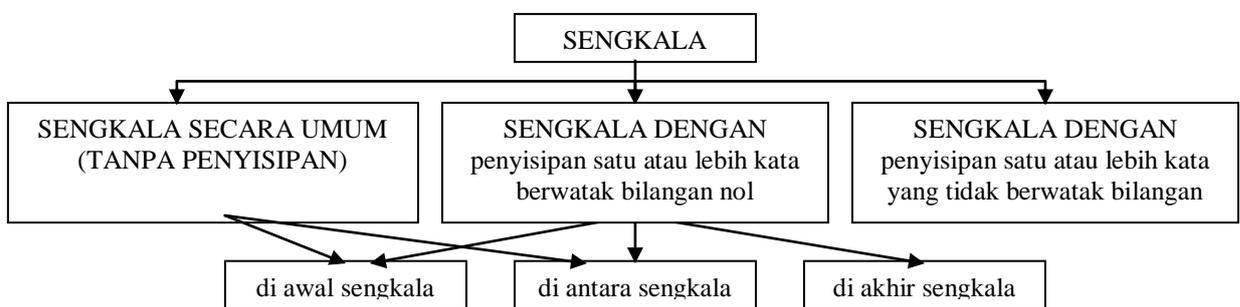
Sengkala disusun dengan pola sebagai berikut:

_____ _____ _____ _____
ekan (satuan) *dasan* (puluhan) *atusan* (ratusan) *ewon* (ribuan)

Dengan nilai tempat, pola sengkala di atas dapat dinyatakan dengan: [satuan; puluhan; ratusan; ribuan]. Oleh karena pelafalan bilangan dalam bahasa Jawa dan juga Indonesia dimulai dari yang terbesar, maka pembacaan angka tahun pada sengkala dimulai dari angka yang paling kanan.

menurut Bratakesawa dapat ditambahkan satu atau lebih kata penyisip yang tidak berwatak bilangan (Bratakesawa, 1980). Menurut penulis, secara matematis, dapat juga disisipkan satu atau lebih kata-kata yang berwatak bilangan nol, yang dapat dilakukan di awal sengkala, di antaranya, atau di akhir. Hal ini dimungkinkan karena pada sengkala terkandung konsep penjumlahan. Berkaitan dengan hal ini, penulis membagi sengkala dalam lima kategori, seperti tampak pada gambar 2.

Sengkala harus berupa kalimat dan pengertian yang terkandung dalam kalimat tersebut harus dengan cermat menerangkan keadaan yang dibuatkan sengkalanya. Untuk keperluan kepantasan dan estetika,



Gambar 2. Pembagian Sengkala Tanpa atau Dengan Penyisipan

a). Sengkala Secara Umum (Tanpa Penyisipan)

sirna ilang kertaning bumi
 0 0 4 1

Sengkala *Sirna Ilang Kertaning Bumi* menunjuk pada angka tahun 1400 S, sebab kata-kata *sirna* dan *ilang* berwatak 0, *kertaning* berwatak 4 dan *bumi* berwatak 1.

Dua buah kata berwatak bilangan 0 dalam sengkala tersebut bukanlah jenis penyisipan, sebab jika



penyisipan maka yang dirujuk adalah tahun 14 S.

Dalam sistem nilai letak dapat dituliskan sebagai [0;0;4;1] yang artinya

$$(0 \times 10^0) + (0 \times 10^1) + (4 \times 10^2) + (1 \times 10^3)$$

dan hasilnya juga 1400. Dengan konsep nilai letak ini, maka dipastikan orang Jawa sudah mengenal operasi penjumlahan dan perkalian. Mungkin saja orang Jawa belum mengenal operasi perpangkatan, tetapi jika ini belum setidaknya mereka sudah mengenal satuan, puluhan, ratusan dan ribuan, sehingga sudah dapat berhitung sampai ribuan. Dengan demikian, angka nol berfungsi untuk mengisi jarak di antara angka-angka agar mudah membedakan kedudukan sebuah angka dalam satuan, puluhan dan seterusnya.

b). Sengkala dengan Penyisipan Satu atau Lebih Kata yang Tidak Berwatak Bilangan

Pada prasasti Wantil terdapat sengkala yang berbunyi *Wualung Gunung Sang Wiku* yang terdiri dari empat suku kata. Kata *wualung* berwatak 8, *gunung* berwatak 7, *wiku* berwatak 7 dan kata *sang* tidak berwatak bilangan. Sengkala tersebut menunjuk angka tahun 778 S (856 M).

$$\begin{array}{cccc} \text{wualung} & \text{gunung} & \text{sang} & \text{wiku} \\ 8 & 7 & - & 7 \end{array}$$

Oleh karena kata *sang* tidak berwatak bilangan, maka dalam sistem nilai tempat sengkala tersebut dituliskan dengan [8;7;7] yang artinya $(8 \times 10^0) + (7 \times 10^1) + (7 \times 10^2)$ atau $8 + 70 + 700 = 778$. Secara matematis, penyisipan kata yang tidak berwatak bilangan tidak akan merubah angka tahun yang dimaksudkan, dengan kata lain satuan akan tetap bernilai satuan,

puluhan akan tetap bernilai puluhan dan seterusnya. Penyisipan kata tidak berwatak bilangan, satu atau lebih, yang dilakukan di akhir sengkala atau di awal sengkala, juga tidak akan merubah kedudukan masing-masing bilangan, artinya satuan akan tetap berkedudukan sebagai satuan.

c). Sengkala dengan Penyisipan Satu atau Lebih Kata yang Berwatak Bilangan Nol di Akhir Sengkala

Dari sisi susastra, satuan pada sengkala ditempatkan pada bagian paling kiri dan makin ke kanan nilai bilangannya semakin besar (satuan, puluhan, ratusan, ribuan dan seterusnya). Menurut Bratakesawa jika susunan kata-katanya kurang lengkap atau pantas, dapat ditambahkan lagi susunan kata yang berwatak bilangan nol, sebanyak sebuah atau lebih (Bratakesawa, 1980). Oleh karena itu, tahun 1 Saka tidak dapat dinyatakan dengan *jebug* yang berarti pinang, sebab *jebug* bukanlah kalimat dan tidak dapat merepresentasikan situasi yang terjadi saat itu. Disisipkanlah satu atau lebih kata-kata yang berwatak bilangan nol, tentunya harus diletakkan di sebelah kanan (di akhir/setelah) kata *jebug*, misalnya: *Jebug Awuk* (Pinang Masak) = 01 atau *Kunir Awuk Tanpa Dalu* (Kunyit Busuk Tanpa Malam) = 0001.

Dari sisi matematika, hal ini memperlihatkan bahwa angka 1 dapat dituliskan dengan 1, 01, 001, 0001, dan seterusnya. Ini berarti keberadaan angka nol, berapapun banyaknya di depan suatu bilangan asli adalah tidak bermakna, sebab kuantitas terkecil dalam bilangan asli adalah satuan, belum dikenal bilangan desimal. Akibatnya, bilangan yang lebih kecil dari satuan dianggap tidak ada. Jadi, terdapat kesesuaian antara konsep



matematika dengan konsep pembuatan sengkala, dengan kata lain konsep pembuatan sengkala sangat matematis dan didasarkan pada bilangan asli, bilangan yang baru dikenal pada masa penciptaannya.

Untuk menyatakan tahun 1 Saka dapat digunakan sengkala *jebug awuk* atau *kunir awuk tanpa dalu*. Kata *jebug* dan *kunir* mempunyai watak 1 dan kata *awuk, tanpa, dalu* berwatak 0. Pembacaan sengkala adalah dari kanan ke kiri sehingga *jebug awuk* menunjukkan angka tahun 01 dan *kunir awuk tanpa dalu* menunjukkan angka tahun 0001, seperti pada bagan berikut:

<i>jebug</i>	<i>awuk</i>	<i>kunir</i>	<i>awuk</i>	<i>tanpa</i>	<i>dalu</i>
1	0	1	0	0	0

Dalam sistem nilai tempat dituliskan dengan [1;0] dan [1;0;0;0]

Ternyata untuk menunjukkan angka 1 dapat digunakan angka 01 atau 0001 sebab berdasarkan sistem nilai tempat 1 dituliskan dengan [1] yang menyatakan 1×10^0 , 01 dalam dituliskan dengan [1;0] yang menyatakan $(1 \times 10^0) + 0$, 0001 dituliskan dengan [1;0;0;0] yang menyatakan $(1 \times 10^0) + 0 + 0 + 0$. Abstraksi dan deduksi seharusnya mengantarkan orang Jawa untuk sampai kepada konsep tak hingga sebab 1 adalah 00000.....01, namun pengetahuan seperti ini belum ditemukan sumbernya.

Sindunegara satu pendapat dengan Bratakesawa bahwa penambahan kata-kata yang berwatak bilangan nol dimaksudkan untuk keindahan kalimat agar enak susunan kalimatnya dan juga untuk melengkapi suku kata dalam tembang (Sindunegara, 1997). Dalam kitab Nagarakertagama terdapat kalimat *manama Cayaraja sirnna*

rikaning Cakabda bhujagosasiksaya pejah yang mengisahkan terbunuhnya Cayaraja pada masa pemerintahan Kertanegara (Sindunegara, 1997). Dalam kalimat tersebut terdapat *cakakala bhujagosasiksaya pejah* dengan kata *cakabda* yang menunjukkan tahun Saka.

<i>bhuja</i>	<i>go</i>	<i>sasi</i>	<i>ksaya</i>	<i>pejah</i>
1	9	1	1	0

Cakakala tersebut merujuk pada tahun 01191 S. Namun karena angka 0 yang posisinya paling kiri tidak bermakna, maka tahun yang dirujuk adalah 1191 S. Kata *pejah* yang berwatak bilangan 0 dalam perhitungan tahunnya harus dihilangkan karena hanya berfungsi untuk melengkapi banyaknya suku kata dalam tembang. Jadi, pada *cakakala*, kata terakhir yang berwatak nol tidak dihitung dalam penyusunan angka tahun. Dengan demikian $[1;9;1;1;0] = [1;9;1;1]$ dan tentunya juga akan sama dengan $[1;9;1;1;0;0]$

Berdasarkan hal ini, maka pada sengkala kata berwatak bilangan yang terletak paling kiri bernilai satuan (10^0), kedua paling kiri bernilai puluhan (10^1), ketiga dari kiri bernilai ratusan (10^2), ribuan (10^3) dan seterusnya. Ini memperlihatkan bahwa orang Jawa sudah menggunakan konsep nilai letak pada aritmatika untuk penyusunan sengkala.

d). Sengkala dengan Penyisipan Satu atau Lebih Kata yang Berwatak Bilangan Nol di Antara Sengkala

Kata berwatak bilangan nol yang terdapat di antara *cakakala*, harus tetap dihitung, seperti pada contoh berikut yang bertahun 1079 S (1157



M). Tahun penulisan kitab Bharatayudha oleh Mpu Panuluh ditandai dengan sengkala *Sanga Kuda Cuddha Candrama* (Sindunegara, 1997). Kata *cuddha* memiliki watak bilangan nol.

sanga kuda cuddha candrama
9 7 0 1

Untuk contoh ini, jika angka 0 tidak dihitung maka tahun yang dirujuk adalah 179 S dan bukan 1079 S. Jadi, keberadaan angka 0 pada contoh ini bukan untuk keindahan atau melengkapi suku kata dalam tembang, tetapi memang harus ada. Dengan kata lain, keberadaan angka 0 dalam kasus ini sesungguhnya bukanlah suatu penyisipan. Jelas bahwa [9;7;0;1] berbeda dengan [9;7;1]. Hal ini menjelaskan bahwa penyisipan kata-kata berwatak bilangan nol di antara sengkala harus dihitung. Kasus ini tidak berbeda dengan sengkala secara umum (tanpa penyisipan) dan jika diperlukan penyisipan maka hanya bisa dilakukan dengan menambahkan kata-kata yang tidak berwatak bilangan.

e). Sengkala dengan Penyisipan Satu atau Lebih Kata yang Berwatak Bilangan Nol di Awal Sengkala

Kata berwatak bilangan nol yang terdapat pada awal cakakala, harus tetap dihitung, seperti pada contoh berikut yang bertahun 1660 Saka (Sindunegara, 1997):

pegat pangrasa winaya pisa
0 6 6 1

Untuk contoh ini jika angka 0 tidak dihitung, maka tahun yang ditunjuk adalah 166 S dan bukan 1660 S. Jadi, keberadaan angka 0 pada contoh ini bukan untuk keindahan atau melengkapi suku kata dalam tembang, tetapi memang harus ada.

Dengan kata lain, keberadaan angka 0 dalam kasus ini sesungguhnya bukanlah suatu penyisipan.

Sengkala *pegat pangrasa winaya pisa* jika dituliskan dalam sistem nilai letak akan menjadi [0;6;6;1] dan ini berbeda dengan [6;6;1], namun akan sama dengan [0;6;6;1;0]. Hal ini menjelaskan bahwa penyisipan kata-kata berwatak bilangan nol di awal sengkala harus dihitung. Sama seperti kasus sebelumnya, kasus ini pada akhirnya kembali merujuk pada sengkala secara umum (tanpa penyisipan) dan jika diperlukan penyisipan maka hanya bisa dilakukan dengan menambahkan kata-kata yang tidak berwatak bilangan.

3). Sengkala dengan Penggunaan Bilangan Berwatak Puluhan

Terdapat satu kasus lagi yaitu yang berkaitan dengan penggunaan bilangan berwatak puluhan yang biasanya digunakan untuk penulisan abad. Abad tertentu dapat diwakili oleh kata tertentu, seperti abad ke-12 diwakili oleh kata *indu* yang berwatak 11 dan abad ke-13 diwakili kata *ina* yang berwatak 12. Kitab *Negarakertagama* memberikan contoh kata yang berwatak 11 dan 12 (Sindunegara, 1997) seperti pada kalimat (1) *nguni cakabdhidecenduhana sira maharapa yiddhekawira* dan (2) *ring cakarttucarena rakwa ri wijil nrpati tlas inastwaken prabhu*. *Cakakala* pada kalimat pertama terdapat pada kata *cakabdhidecendu* menunjuk tahun 1104 S.

abdhi deca indu
4 0 11

Dalam bentuk nilai tempat angka tahun tersebut harus dituliskan dengan [4;0;11] yang artinya $(4 \times 10^0) + (0 \times 10^1) + (11 \times 10^2)$ atau $4 + 0 + 1100 = 1104$. Bentuk penulisan



$[4;0;1;1]$ juga menghasilkan angka yang sama yaitu 1104. Dengan demikian penulisan $[4;0;11] = [4;0;1;1]$

Cakakala pada kalimat kedua terdapat pada kata *cakarttuarena* yang menunjuk pada angka tahun 1256 Saka. Berdasarkan contoh di atas maka $[6;5;12] = [6;5;2;1]$.

<i>retu</i>	<i>cara</i>	<i>ina</i>
6	5	12

Sebagai catatan, pengetahuan ini telah dikuasai pada masa 78 M atau 230 M, atau 732 M atau paling lambat 778 M. Pengetahuan seperti ini, untuk masa sekarang tidak cukup berarti, namun pada masa tahun 78 M, 230 M, 732 M atau 778 M dapat dikatakan sebagai pengetahuan yang sangat tinggi dan membanggakan pada masanya, sebab jika kita hidup di tahun 778 M dan bepergian ke Eropa, nampaknya bangsa Eropa masih barbar, belum beradab dan dipastikan belum mengenal bilangan nol.. Mungkin ini adalah *da Vinci Code*-nya orang Jawa.

4). Pengembangan Hasil-Hasil

Dengan dimilikinya kesadaran akan bilangan termasuk bilangan nol dan dimilikinya pengetahuan tentang nilai tempat, maka berbagai operasi matematika dapat dikembangkan dari hasil-hasil yang diperoleh melalui sengkala. Cukup wajar jika diduga bahwa operasi-operasi tersebut juga sudah diketahui dan digunakan dalam kehidupan sehari-hari orang Jawa, namun bukti tertulis belum ada. Meskipun angka yang diperoleh dari sengkala menunjuk pada tahun tertentu, namun dalam pengembangannya tidak harus selalu menunjuk pada angka tahun tetapi dapat menunjuk pada angka apapun, misalnya jarak dua tempat, usia, berat dan lain-lain

Dengan adanya kesadaran terhadap bilangan nol, maka sistem nilai tempat dapat berfungsi dengan efisien sehingga dapat dibedakan antara $[9;7;0;1]$ dengan $[9;7;10]$. Meskipun keduanya menunjuk pada nilai yang sama, namun pada $[9;7;0;1]$ dipastikan bahwa angka 0 sudah dikenal tetapi pada $[9;7;10]$ angka 0 belum tentu dikenal, sebab 10 dapat saja dinyatakan dengan X, seperti pada penulisan Romawi.

Tahun 1191 dalam sistem nilai tempat yang dikembangkan melalui sengkala dituliskan dengan $[1;9;1;1]$. Penulisan yang berbeda tetapi menunjukkan angka tahun yang sama adalah $[1;9;1;1;0]$, berdasarkan penjelasan 3.2.3. Bentuk lain yang memberikan hasil yang sama adalah $[1;9;11]$ yang diperoleh berdasarkan penjelasan 3.3. Sekali lagi dengan menggunakan penjelasan 3.2.3 maka $[1;9;11] = [1;9;11;0]$. Sebaliknya $[4;0;11] = [4;0;1;1]$ dan $[6;5;12] = [6;5;2;1]$.

Tahun 166 dalam sistem nilai tempat yang dikembangkan melalui sengkala dituliskan dengan $[6;6;1]$. Dengan menggunakan penjelasan 3.2.5 dapat diperoleh angka tahun 1660 yang dinyatakan dengan $[0;6;6;1]$. Hubungan keduanya adalah $[0;6;6;1] = 10 \times [6;6;1]$. Demikian juga $[0;6;6;1] = 10 \times [6;6;1;0]$. Demikian juga $[0;0;4;1] = 100 \times [4;1]$

5). Peneduktifan Hasil-Hasil

Penyisipan kata-kata berkarakter bilangan nol di antara kata-kata juga sudah dapat dipahami mempunyai makna yang berbeda dengan menyisipkan kata-kata berwatak bilangan nol pada akhir sengkalan dan bermakna sama jika disisipkan pada awal sengkala. Hal ini menjelaskan konsep nilai tempat sudah dikenal pada tahun 78 M, 230 M, 732 M atau paling lambat 778 M,



tergantung tahun mana yang diyakini sebagai tahun diciptakannya sengkala. Dapat disimpulkan bahwa penyisipan satu atau lebih kata berwatak bilangan 0 tidak akan merubah angka tahun jika dilakukan pada akhir sengkala. Penyisipan kata berwatak bilangan nol di awal atau di antara sengkala akan merubah angka tahun. Kesimpulan ini hanya mungkin diketahui jika konsep nilai tempat dipahami. Dengan demikian penyusun sengkala haruslah orang yang memahami konsep nilai letak, khususnya dalam kaitannya dengan bilangan nol.

Penyisipan satu atau lebih kata berwatak bilangan nol dalam pembuatan sengkala dimaksudkan untuk keindahan, tetapi dari aspek matematika kesadaran tersebut merupakan pengetahuan yang tinggi. Perhatikan bahwa dengan pengetahuan nilai letak yang terdapat pada sengkala, maka $[0;0;4;1]$ tidak sama dengan $[0;0;4;0;1]$, tetapi sama dengan $[0;0;4;1;0]$ demikian juga $[1;0]$ akan sama dengan $[1;0;0]$ dan sama dengan $[1;0;0;0]$. Pengetahuan seperti ini tidak akan dikuasai tanpa adanya bilangan 0. Dengan dikenalnya bilangan nol dan dipahaminya konsep nilai letak maka dengan mudah orang Jawa yang hidup pada tahun 78 M dapat mengetahui bahwa $[0;0;0;4;1] = 10 \times [0;0;4;1]$. Keberadaan angka nol menyebabkan operasi aritmatika dapat dibuat menjadi semakin rumit namun dapat diselesaikan dengan indah. Matematika yang *useful* dan *beautiful*. Konsep nilai letak juga menyadarkan bahwa $[1;0]$ tidak sama dengan $[0;1]$, tetapi $[0;1]$ bernilai sama dengan $[0;1;0]$. Dapat dibedakan, kapankah bilangan nol mempunyai fungsi dan kapankah hanya sebagai hiasan untuk estetika. Konsep nilai letak dan pengenalan bilangan nol secara matematis juga menjelaskan mengapa angka tahun pada sengkala harus dibaca dari

kanan ke kiri. Jadi, kemampuan memahami nilai tempat berpengaruh pada kemampuan memanipulasi angka dan melakukan penalaran matematika.

Pengetahuan-pengetahuan yang telah diperoleh dapat diformalkan dan disusun secara deduktif dalam bentuk teorema dilengkapi dengan pembuktiannya. Sebutlah sebagai sengkalamatika, yaitu teori bilangan yang dihasilkan dari sengkala. Tidak disarankan $[6;5;2;1]$ untuk dituliskan dalam bentuk $[56;2;1]$ tetapi dapat ditulis dengan $[56;0;2;1]$ yaitu dengan menyisipkan kata berwatak bilangan nol di antara sengkala. Sangat menarik. Penulisan lain adalah $[6;5;2;1] = [56;0;12]$. Semakin menarik. Contoh-contoh ini pada akhirnya akan menghasilkan teorema-teorema turunan.

4. Simpulan

Beberapa kesimpulan yang dapat diperoleh antara lain (1) sengkala diciptakan bukan untuk merekam aktifitas matematika orang Jawa, tetapi bahwa sengkala kaya dengan konsep dan pengetahuan matematika adalah hal lain yang tidak dapat disangkal, (2) penggunaan sengkala menunjukkan bahwa orang Jawa lebih awal dalam mengenal dan menggunakan bilangan nol dibanding bangsa Eropa dan paling tidak hampir sejaman dengan orang Arab-Muslim, (3) konsep nilai letak dan pengenalan bilangan nol secara matematis dapat menjelaskan mengapa angka tahun pada sengkala harus dibaca dari kanan ke kiri dan memungkinkan untuk melakukan perhitungan hingga jutaan dan seterusnya, (4) dapat dibedakan, kapankah bilangan nol mempunyai fungsi dan kapankah hanya sebagai hiasan untuk estetika, (5) sudah waktunya untuk mengabstraksikan matematika yang digali dari tradisi agar menjadi matematika formal

deduktif, menjadi Euclid melalui tradisi sendiri. Pengetahuan matematika yang diperoleh dapat diformalkan dan disusun secara deduktif dalam bentuk teorema dilengkapi dengan pembuktiannya, (6) pembelajaran matematika melalui eksplorasi budaya Jawa, misalnya melalui sengkala, selain menemukan aspek matematikanya, juga mengajarkan nilai-nilai yang

terkandung di dalamnya (*human values*), membelajarkan aspek sejarah bangsa dan melalui metode hermeneutika dapat diketahui kejadian yang menyertai sengkala tersebut, (7) keunggulan di masa lampau haruslah dijadikan sebagai motivasi untuk mengejar ketinggalan dan balik mengungguli bangsa-bangsa lain.

Daftar Pustaka

- Anglin, W.S. (1994). *Mathematics: A Concise History and Philosophy*. New York: Springer Verlag Inc.
- Bratakesawa, R. (1980). *Keterangan Candrasengkala*. Jakarta: Balai Pustaka.
- Enthung, K. (2009). *Tentang Sengkolo/Sengkala (Sengkalan)*. [Online]. Tersedia: <http://pancamukti.blogspot.com/2009/06/sengkolo-sengkala-sengkalan.html>. [26 Juli 2010].
- Gunawan, H. (2007). *Perkembangan Matematika di Indonesia*. <http://personal.fmipa.itb.ac.id/.../matematika-di-indonesia-bagian-1.pdf>, diakses pada 19 Agustus 2010
- Hartono, H.S. (2004). *Kemampuan Memahami Angka dan Matematika pada Anak: Suatu Tinjauan Budaya dan Kognitif*. [Online]. Tersedia: <http://blogger.kebumen.info/docs/kemampuan-memahami-angka-dan-matematika-pada-anak-suatu-tinjauan.pdf>. [3 Agustus 2010].
- Joyce, D. (2006). *Outline of the History of Mathematics in India*. [Online]. Tersedia: <http://aleph0.clarku.edu/~djoyce/ma105/india.pdf>. [19 Agustus 2010].
- Joseph, G.G. (2008). A Brief History of Zero. *Tarikh-e 'Elm: Iran Journal for the History of Science*, 6, (2008), 37-48. [Online]. Tersedia: http://www.sid.ir/en/VEWSSID/J_pdf/12392000601.pdf [19 Agustus 2010].
- Prasaja, S.A. (2009). *Sengkalan (Kawruh Bab Pangrakiting Sengkalan)*. [Online]. Tersedia: <http://www.ziddu.com/download/5813232/SENGKALAN.pdf.html> [18 Agustus 2010].
- Schimmel, A. (2006). *Misteri Angka-Angka dalam Berbagai Peradaban Kuno dan Tradisi Agama Islam, Yahudi, dan Kristen*. Bandung: Pustaka Hidayah.
- Sindunegara, K. (1997). Struktur Cakakala serta Manfaatnya untuk Penelitian Sejarah. *Makalah disajikan dalam Pidato Pengukuhan Jabatan Guru Besar Madya dalam Ilmu Filologi pada Fakultas Sastra Universitas Diponegoro di Semarang, 27 Desember 1997*. [Online]. Tersedia: http://eprints.undip.ac.id/306/1/Karyana_Sindunegara.pdf. [13 Agustus 2010].

ANALISIS KEMAMPUAN KOMUNIKASI MATEMATIKA MELALUI MODEL THINK TALK WRITE (TTW) DI KELAS VII SMP NEGERI 1 MANYAR GRESIK

Syaiful Hadi

Program Studi Pendidikan Matematika Unmuh Gresik

E-mail : syai_77@yahoo.co.id

Abstract. *Mathematics communication ability is one of purposes of mathematics subject in KTSP (Kurikulum Tingkat Satuan Pendidikan). Mathematics communication ability is an ability to convey mathematics idea in oral or written form. However, in fact, mathematics communication ability got less attention in mathematics learning at schools for example in SMP Negeri 1 Manyar Gresik, so that mathematics communication ability of students was still low. Due to that reason, it is needed to find out a way to improve it. One of the way was by applying Think Talk Write (TTW) study model. The purpose of this research was to know wheather there was significant mathematics communication ability improvement in 7th grade at SMP Negeri 1 Manyar Gresik through Think Talk Write (TTW) model at rectangular subject. The type of this research is comparative. The draft of this research was Post Test Control Group Random Subject. The method which was used were documentation and test. The data analyze technique which was used in this research was analyze technique inferensial data, namely t-test. From the result of t-test, the researcher obtained that sig value $(0,000) < (0,05)$, It means that there was significant mathematics communication ability improvement through Think Talk Write (TTW) study model at rectangular subject in 7th grade at SMP Negeri 1 Manyar Gresik.*

Keywords: *Mathematics communication ability, Think Talk Write (TTW).*

1. Pendahuluan

Kemampuan mengkomunikasikan ide, pikiran, ataupun pendapat sangatlah penting. Seseorang tidak akan pernah mendapat gelar master, atau doktor sebelum ia mampu mengkomunikasikan ide dan pendapatnya secara runtut dan sistematis dalam bentuk tesis ataupun disertasi. Juga misalnya di Australia, para sopir bus diharuskan menulis laporan di buku khusus tentang hal-hal penting yang ditemuinya selama di perjalanan, seperti perubahan temperatur mesin yang tiba-tiba ataupun peristiwa seorang penumpang yang sakit. Secara umum, dengan semakin kuatnya tuntutan keterbukaan dan akuntabilitas dari setiap lembaga, kemampuan mengkomunikasikan ide dan pendapat akan semakin dibutuhkan.

Dalam *National Council of Teachers of Mathematics* (2000) dijelaskan: *Many educators of mathematics believe communication is a crucial part of mathematics. It is a way of sharing ideas and clarifying understanding. Through communication, ideas become objects of reflection, refinement, discussion, and amendment. The communication process also helps build meaning and permanence for ideas and makes them public.* Sejalan dengan hal tersebut, di bawah judul ‘*Why teach mathematics*’; laporan Cockroft (1986) dinyatakan bahwa: “*We believe that all these perceptions of the usefulness of mathematics arise from the fact that mathematics provides a means of communication which is powerful, concise, and unambiguous.*” Pernyataan ini menunjukkan tentang perlunya siswa belajar matematika dengan alasan



bahwa matematika merupa-kan alat komunikasi yang sangat kuat, teliti, dan tidak membingungkan.

Sejalan dengan hal tersebut penyempurnaan, pengembangan, dan inovasi pembelajaran matematika melalui revisi kurikulum akan selalu dan akan terus dilaksanakan Kemdiknas untuk meningkatkan mutu pendidikan di Indonesia, yang pada akhirnya dimaksudkan untuk meningkatkan mutu sumber daya manusia Indonesia. Dalam Kurikulum Tingkat Satuan Pendidikan (KTSP) terdapat beberapa Standar Kompetensi dan Kompetensi Dasar yang di dalamnya memberikan nuansa baru dalam pembelajaran matematika. Tidak hanya konsep dan pemecahan masalah saja, penalaran dan komunikasi matematika pun tidak luput dari penilaian matematika. Adapun tujuan pembelajaran matematika dalam kurikulum tersebut menyiratkan dengan jelas tujuan yang ingin dicapai yaitu kemampuan pemecahan masalah (*problem solving*), kemampuan berargumentasi (*reasoning*), kemampuan berkomunikasi (*communication*), kemampuan membuat koneksi (*connection*), dan kemampuan representasi (*representation*). Dengan demikian pembelajaran matematika kini telah berpindah dari pandangan mekanistik kepada pemecahan masalah, meningkatkan pemahaman dan kemampuan berkomunikasi secara matematika dengan orang lain.

Schoenfeld (1992) dalam Sapa'at (2007) menyatakan bahwa belajar matematika merupakan sifat suatu aktivitas sosial. Pembelajaran komunikasi konvensional dengan satu arah mengabaikan sifat sosial dari belajar matematika, juga mengganggu perkembangan matematika peserta didik. Untuk itu diperlukan model pembelajaran secara berkelompok, sehingga peserta didik mampu berkomunikasi dengan sesama

temannya untuk membangun pengetahuan dari aktivitas belajar kelompok. Di samping itu, model pembelajaran tersebut diharapkan dapat memberikan kesempatan bagi peserta didik untuk mengungkapkan ide/gagasan secara optimal melalui lisan maupun tulisan sehingga kemampuan komunikasi matematika peserta didik meningkat.

Salah satu model yang dapat diiterapkan adalah model pembelajaran *Think Talk Write (TTW)* yang dimulai dengan berpikir melalui bahan bacaan matematika (membaca, menyimak, mengkritisi, dan alternatif solusi) yang merupakan salah satu bentuk komunikasi matematika selanjutnya mengkomunikasikan hasil bacaannya dengan presentasi dan diskusi. Kegiatan yang terakhir dalam model pembelajaran ini adalah melaporkan dengan menuliskan hasil belajarnya dengan bahasa sendiri. Menulis mengenai matematika mendorong peserta didik untuk merefleksikan pekerjaan mereka dan mengklarifikasi ide-ide untuk mereka sendiri. Membaca apa yang peserta didik tulis adalah cara yang istimewa bagi para guru dalam mengidentifikasi pengertian dan miskonsepsi dari peserta didik.

Berdasarkan uraian tersebut di atas, rumusan dalam penelitian ini adalah bagaimana gambaran kemampuan komunikasi matematika siswa melalui model pembelajaran *think talk write (TTW)* dibandingkan dengan model pembelajaran konvensional?

2. Tinjauan Literatur dan Metode

a. Tinjauan Literatur

1). Komunikasi Matematika

Sebagai contoh, perhatikan hasil analisis yang dilakukan oleh peneliti



terhadap salah satu soal Lomba Olimpiade Matematika SD yang diadakan oleh program studi Pendidikan Matematika UMG Tahun 2007 berikut.

Gambar berikut menunjukkan suatu ruangan

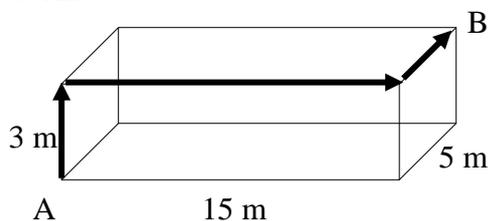


Seekor semut berjalan dari A ke B. Dia dapat berjalan melalui dinding dan atap ruangan. Berapakah jarak terpendek yang dapat dilalui semut?

Untuk menjawab soal di atas, seluruh peserta semifinal yang terdiri atas 27 peserta tidak ada yang menjawab dengan benar.

Sebagian besar siswa menjawab bahwa jarak terpendek yang dapat ditempuh semut dapat dikategorikan dalam dua penyelesaian yang berbeda yaitu:

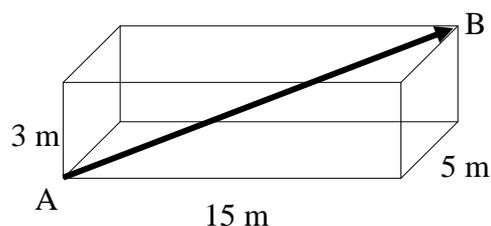
1. Kategori pertama, sebagian siswa menyelesaikan soal diatas sebagai berikut:



Semut dari A berjalan melalui pojok dinding ruang kemudian dilanjutkan melalui pojok-pojok atap ruang (seperti ditunjukkan anak panah), sehingga sebagian besar siswa menjawab bahwa jarak terpendek yang dapat dilalui semut adalah $3\text{ m} + 15\text{ m} + 5\text{ m} = 23\text{ m}$.

2. Kategori kedua, sebagian siswa yang lain menjawab bahwa jarak

terpendek yang dapat dilalui semut adalah garis diagonal ruang dari A ke B.



Sehingga untuk menyelesaikan permasalahan tersebut pertama kali dengan menentukan panjang diagonal sisi yaitu

$$\sqrt{15^2 + 5^2} = \sqrt{225 + 25} = \sqrt{250} = 15,81$$

Kemudian baru mencari panjang diagonal ruangnya yaitu

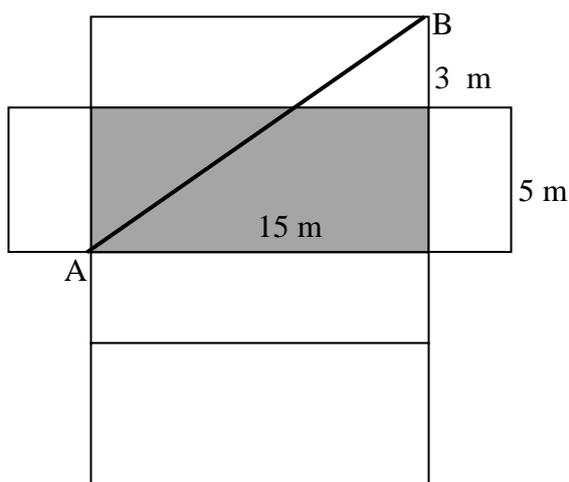
$$\sqrt{15,81^2 + 3^2} = \sqrt{249,96 + 9} = \sqrt{258,96} = 16,09$$

Sehingga jarak terpendek yang dapat ditempuh semut adalah 16,09 m.

Dari kedua kategori jawaban tersebut tidak ada satupun yang dapat mengkomunikasikan dengan benar. Pada kategori pertama dapat diajukan pertanyaan, "Apakah jawaban tersebut sudah merupakan jarak terpendek yang ditempuh semut?". Sedangkan untuk kategori kedua walaupun jarak yang ditempuh lebih pendek, namun dapat diajukan pertanyaan yang menggelitik yaitu: "Dapatkan seekor semut berjalan pada suatu diagonal ruang?".

Adapun penyelesaian yang lebih tepat adalah seperti diuraikan berikut:

Untuk dapat menjawab pertanyaan tersebut maka dapat kita lakukan dengan menggambarkan perjalanan semut sebagai berikut:



Panjang AB adalah $\sqrt{15^2 + 3^2} = \sqrt{225 + 9} = \sqrt{234} = 15,3$ m.

Jadi jarak terpendek yang dilalui oleh semut adalah 15,3 m. Contoh di atas menunjukkan pentingnya kemampuan berkomunikasi dikembangkan dan dilatihkan kepada para siswa sedemikian rupa sehingga dengan belajar berkomunikasi, kemampuan bernalar dan kemampuan memecahkan masalah para siswa akan meningkat pula.

Pembuktian secara tertulis tadi telah menunjukkan bahwa, kata-kata, lambang matematis, gambar, dan bilangan telah digunakan untuk mengkomunikasikan ide-ide dan pikiran penulis.

2). Hubungan Komunikasi Matematika dengan Model Pembelajaran Think Talk Write (TTW)

Menurut Suherman (2005) model pembelajaran *Think Talk Write* (TTW) adalah model pembelajaran yang dimulai dengan berpikir melalui bahan bacaan (menyimak, mengkritisi, dan alternatif solusi), hasil bacaannya dikomunikasikan dengan presentasi, diskusi, dan kemudian membuat laporan hasil presentasi. Sintaksnya adalah informasi, kelompok (membaca,

mencatat, menandai), presentasi, diskusi, dan melaporkan.

Belajar dalam kelompok kecil dengan model pembelajaran *Think Talk Write* (TTW) memberikan kesempatan kepada peserta didik untuk memulai belajar secara aktif dalam diskusi kelompok dan akhirnya menuliskan dengan bahasa sendiri hasil belajar yang diperolehnya (Helmaheri, 2005).

Adanya keterkaitan antara model pembelajaran *Think Talk Write* (TTW) dengan kemampuan komunikasi matematika dapat diketahui dari hubungan antara indikator komunikasi matematika dengan tahap-tahap pembelajaran dalam model pembelajaran *Think Talk Write* (TTW). Model pembelajaran *Think Talk Write* (TTW) yang dimulai dengan berpikir melalui bahan bacaan matematika (membaca, menyimak, mengkritisi, dan alternatif solusi) merupakan salah satu bentuk komunikasi matematika. Membaca memiliki peran sentral dalam pembelajaran matematika. Sebab, kegiatan membaca mendorong peserta didik belajar bermakna secara aktif. Istilah membaca diartikan sebagai serangkaian keterampilan untuk menyusun intisari informasi dari suatu teks. Dengan membaca, pembaca tidak hanya sekedar menarik arti dari teks tetapi juga menggunakan pengetahuannya, minatnya, nilainya, dan perasaannya untuk mengembangkan makna. Hal tersebut akan mendorong tercapainya indikator kemampuan komunikasi matematika khususnya kemampuan menggunakan kemampuan membaca, menulis, dan menelaah untuk menginterpretasi dan mengevaluasi ide matematika.

Kegiatan selanjutnya dalam model pembelajaran *Think Talk Write* (TTW) adalah mengkomunikasikan hasil bacaannya dengan presentasi dan diskusi. The Common Core of

Learning dalam Aryan (2007), menyarankan semua peserta didik seharusnya: “...*justify and communicate solutions to problems*”. Peserta didik-peserta didik mempelajari matematika seakan-akan mereka berbicara dan menulis tentang apa yang mereka sedang kerjakan. Mereka dilibatkan secara aktif dalam mengerjakan matematika, ketika mereka diminta untuk memikirkan ide-ide mereka, atau berbicara dengan dan mendengarkan peserta didik lain, dalam berbagi ide, strategi dan solusi.

Kegiatan ini juga akan mendorong tercapainya indikator kemampuan komunikasi matematika khususnya kemampuan mendiskusikan ide-ide matematika, membuat konjektur, menyusun argumen, merumuskan definisi dan generalisasi.

Kegiatan yang terakhir dalam model pembelajaran ini adalah melaporkan dengan menuliskan hasil belajarnya dalam bahasa sendiri. Menulis mengenai matematika mendorong peserta didik untuk merefleksikan pekerjaan mereka dan mengklarifikasi ide-ide untuk mereka sendiri. Membaca apa yang peserta didik tulis adalah cara yang istimewa untuk para guru dalam mengidentifikasi pengertian dan miskonsepsi dari peserta didik. Hal tersebut juga akan mendorong tercapainya indikator kemampuan komunikasi matematika khususnya kemampuan membaca, menulis, dan menelaah untuk menginterpretasi dan mengevaluasi ide matematika.

Kemampuan mengemukakan ide matematika dari suatu teks, baik dalam bentuk lisan maupun tulisan merupakan bagian penting dari standar komunikasi matematika yang perlu dimiliki peserta didik. Sebab, seorang pembaca dikatakan memahami teks tersebut secara bermakna apabila ia dapat

mengemukakan ide dalam teks secara benar dalam bahasanya sendiri. Oleh karena itu, untuk memeriksa apakah peserta didik telah memiliki kemampuan membaca teks matematika secara bermakna, maka dapat diestimasi melalui kemampuan peserta didik menyampaikan secara lisan atau menuliskan kembali ide matematika dengan bahasanya sendiri (Aryan, 2007).

b. Metode

Berdasarkan rumusan masalah dalam penelitian maka peneliti menggunakan penelitian eksperimen dengan desain kelompok kontrol hanya pada postes. Peneliti hanya membandingkan kemampuan komunikasi matematika peserta didik yang diberi model pembelajaran *Think Talk Write* (TTW) dengan model pembelajaran konvensional yang biasa digunakan guru yaitu *direct instruction* (pembelajaran langsung) dengan memperhatikan kategori kemampuan matematika siswa. Analisis data yang akan dipakai adalah analisis varian (Anova) dua jalur dengan sampel kelas VII E yang terdiri dari 39 peserta didik sebagai kelas eksperimen dan kelas VII D yang terdiri dari 38 peserta didik sebagai kelas kontrol.

3. Hasil dan Pembahasan

Sebelum melakukan analisis data hasil tes kemampuan komunikasi matematika dilakukan pengelompokan kemampuan matematika siswa berdasarkan nilai ujian akhir semester (UAS) menjadi tiga kategori yaitu kemampuan tinggi, sedang dan rendah. Nilai rata-rata dan simpangan baku UAS siswa disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Data Nilai UAS Kelas Eksperimen dan Kelas Kontrol Berdasarkan Kategori Kemampuan Matematika

Kategori Kemampuan	Kelas	Mean	Simp. Baku
Rendah	Kelas Eksperimen	28,17	6,463
	Kelas Kontrol	20,67	7,024
	Total	25,67	7,246
Sedang	Kelas Eksperimen	51,21	7,709
	Kelas Kontrol	42,48	7,647
	Total	46,77	8,791
Tinggi	Kelas Eksperimen	73,20	6,573
	Kelas Kontrol	69,67	9,245
	Total	71,27	7,964
Total	Kelas Eksperimen	50,49	14,114
	Kelas Kontrol	45,05	14,495
	Total	47,81	14,470

Berdasarkan variasi kategori kemampuan matematika siswa dan pembelajaran, rata-rata dan simpangan baku skor kemampuan berpikir kritis matematis mahasiswa disajikan dalam Tabel 2.

Tabel 2. Skor Kemampuan Komunikasi Matematika Berdasarkan Kategori Kemampuan Matematika dan Pembelajaran

Kategori Kemampuan	Kelas	Mean	Simp. Baku
Rendah	Kelas Eksperimen	73,67	6,831
	Kelas Kontrol	55,33	5,774
	Total	67,56	11,024
Sedang	Kelas Eksperimen	80,29	7,581
	Kelas Kontrol	62,10	10,210
	Total	71,04	12,803
Tinggi	Kelas Eksperimen	91,60	3,847
	Kelas Kontrol	77,83	7,468

Total	Kontrol		
	Total	84,09	9,246
Total	Kelas Eksperimen	80,72	8,491
	Kelas Kontrol	64,05	11,321
Total		72,49	12,992

Berdasarkan uji statistik dengan Anova dua jalur, dapat dirangkum hasil analisis data kemampuan komunikasi matematika siswa ditinjau dari kategori kemampuan dan metode pembelajaran seperti pada Tabel 3.

Tabel 3. Hasil Anova Dua Jalur dengan Variabel Kategori Kemampuan dan Model Pembelajaran

Variabel	F	Sig.	Ho
Model Pembelajaran	37,508	,000	Tolak
Kategori	15,545	,000	Tolak
Interaksi (Kategori * Model Pembelajaran)	,319	,728	Terima

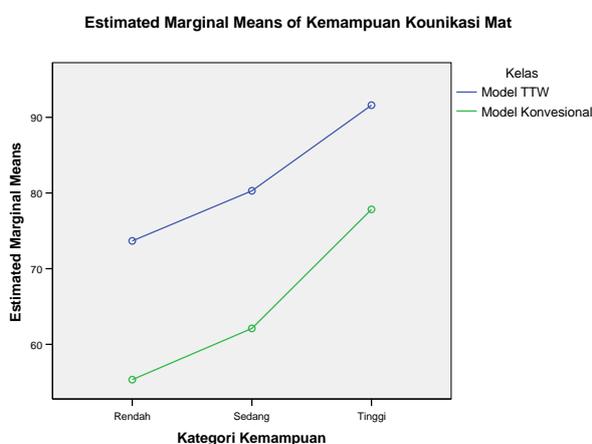
Ho: tidak ada perbedaan kemampuan komunikasi matematika antara siswa yang belajar melalui pembelajaran TTW dan yang melalui pembelajaran konvensional.

Ho: tidak ada perbedaan kemampuan komunikasi matematika antara siswa dengan kategori tinggi, sedang dan rendah

Ho: tidak ada interaksi antara pembelajaran dan kategori kemampuan siswa.

Berdasarkan Tabel 3 tersebut dapat disimpulkan bahwa terdapat perbedaan kemampuan komunikasi matematika antara siswa yang memperoleh pembelajaran TTW dengan yang memperoleh pembelajaran konvensional. Demikian juga, terdapat perbedaan kemampuan komunikasi matematika yang

signifikan antara siswa yang dikelompokkan berdasarkan tingkat kemampuannya. Namun tidak terdapat interaksi yang signifikan antara klasifikasi kemampuan siswa dan pembelajaran. Interaksi antara keduanya dapat dilihat pada gambar berikut



Gambar 1. Interaksi antara Pembelajaran dan Kemampuan Akademik

Gambar 1 memperlihatkan adanya interaksi antara kemampuan siswa dan pembelajaran. Namun, menurut hasil uji yang tercantum dalam Tabel

3 interaksi tersebut tidak cukup signifikan.

Dari Gambar 1 juga terlihat bahwa tidak ada perbedaan rata-rata kemampuan komunikasi matematika siswa kelompok bawah di kelas eksperimen dan rata-rata kemampuan komunikasi matematika siswa kelompok tengah di kelas kontrol. Gambar tersebut juga menginformasikan bahwa tidak terdapat perbedaan yang mencolok antara rata-rata kemampuan komunikasi matematika siswa kelompok tengah yang belajar melalui pembelajaran model TTW dan rata-rata kemampuan komunikasi matematika siswa kelompok atas yang belajar dengan pembelajaran konvensional. Hal tersebut menunjukkan bahwa pembelajaran model TTW cukup berperan terhadap kemampuan komunikasi matematika siswa.

Untuk mengetahui pembelajaran mana yang lebih baik dalam kemampuan komunikasi matematika siswa, dilakukan uji statistik melalui uji-t. Hasil perhitungan terangkum pada Tabel 4.

Tabel 4. Hasil Uji T Perbandingan Antara Kelas Eksperimen (TTW) dan Kelas Kontrol (Konvensional)

	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
						Lower	Upper
Kemampuan Komunikasi Mat.	-7,320	75	,000	-16,665	2,277	-21,201	-12,130

Dari Tabel 4 terlihat bahwa kemampuan komunikasi matematika siswa yang belajar melalui pembelajaran TTW lebih baik daripada siswa yang belajar melalui pembelajaran konvensional karena $sig < 0,05$ (taraf signikansi 5%).

Untuk mengetahui perbedaan rata-rata kemampuan komunikasi matematika siswa antar kelompok

siswa yang dikelompokkan berdasarkan kemampuan akademik siswa, selanjutnya dilakukan uji statistik lanjutan (uji-Tukey HSD). Berdasarkan perhitungan statistik tersebut, hasilnya terangkum pada Tabel 5 berikut.

Tabel 5. Perbedaan Rata-rata Kemampuan komunikasi Matematika antar Kemampuan Akademik Siswa

(I) Kategori Kemamp.	(J) Kategori Kemamp.	Mean Difference (I-J)	Sig.
Rendah	Sedang	-3,48	,491
	Tinggi	-16,54(*)	,000
Sedang	Rendah	3,48	,491
	Tinggi	-13,06(*)	,000
Tinggi	Rendah	16,54(*)	,000
	Sedang	13,06(*)	,000

Dari Tabel 5 terlihat bahwa terdapat perbedaan yang signifikan kemampuan komunikasi matematika antara kelompok tinggi dan sedang serta kelompok tinggi dan rendah pada taraf nyata 0.05. Tidak terdapat perbedaan yang signifikan kemampuan komunikasi matematika antara

kelompok sedang dan rendah pada taraf signifikansi 0.05.

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian seperti yang telah dikemukakan sebelumnya maka dapat disimpulkan bahwa pembelajaran TTW lebih baik daripada pembelajaran konvensional dalam meningkatkan kemampuan komunikasi matematika siswa SMP Negeri 1 Manyar. Hal tersebut dikarenakan model TTW memberikan peluang kepada siswa berpikir melalui bahan bacaan matematika yang selanjutnya mengkomunikasikan hasil bacaannya dengan presentasi dan diskusi.

Daftar Pustaka

- Arikunto, Suharsimi. (2002). *Prosedur Penelitian Suatu Pendekatan Praktek*. Jakarta : Rineka Cipta.
- Aryan, Bambang. (2007). *Komunikasi Dalam Matematika*. Tersedia pada <http://rbaryans.wordpress.com/2007/04/25/kemampuan-membaca-dalam-pembelajaran-matematika/> . Diakses pada tanggal 19 Juni 2008.
- Aryan, Bambang. (2007). *Kemampuan Membaca Dalam Pembelajaran Matematika*. Tersedia pada <http://rbaryans.wordpress.com/2007/04/25/kemampuan-membaca-dalam-pembelajaran-matematika/> . Diakses pada tanggal 19 Juni 2008.
- Cockroft, W.H. (1986). *Mathematics Counts*. London: HMSO
- Helmaheri. (2005). *Mengembangkan Kemampuan Komunikasi dan Pemecahan Matematika Peserta didik SLTP Melalui Belajar Dalam Kelompok Kecil Dengan Strategi Think Talk Write*. Tersedia pada <http://pages-yourfavourite.com/ppupsi/abstrakmat2005.html> . Diakses pada tanggal 19 Juni 2008.
- National Council of Teacher of Mathematics. (2000). *Principles and Standards for School Mathematics*. Reston. VA: NCTM.
- Nizar, Achmad. (2007). *Kontribusi Matematika Dalam Membangun Daya Nalar dan Komunikasi Peserta didik*. Tersedia pada <http://nizland.wordpress.com>. Diakses pada tanggal 13 Maret 2009.
- Sapa'at, Asep. (2007). *Paradigma Pembelajaran Matematika Bermakna dan Menyenangkan*. Tersedia pada <http://smpitadzki.multiply.com/journal/item/8> . Diakses pada tanggal 26 juni 2008.
- Suherman, Erman. (2005). *Model Belajar dan Pembelajaran Berorientasi Kompetensi Peserta didik*. Tersedia pada http://educare.e-fkipunla.net/index.php?option=com_content&task=view&id=60&Itemid=1. Diakses pada tanggal 26 Juni 2008.

POTRET PENGAJARAN MATEMATIKA SMP KELAS 8 DI INDONESIA

Puji Iryanti

Widyaiswara PPPPTK Matematika
Koordinator Tim Peneliti Inti Studi Video
emelotirto@yahoo.com

Abstract. *The mathematics achievements of Indonesian students in TIMSSs (Trends in International Mathematics and Science Study) were still low. Indonesia has participated in 3 TIMSSs for grade 8 mathematics, TIMSS 1999, 2003, and 2007. TIMSS 2007 implements a scale with an international average score of 500. Not only the Indonesia position was low when it is compared with those of other countries, but the facts show that the majority of Indonesian students have mathematics scores categorized as low (below 400). With such a condition, then the question arises: "How is the grade 8 mathematics teaching in Indonesia?". To know the portrait of grade 8 mathematics teaching in Indonesia, 2007 Mathematics Video Study was conducted. The study refers to Teaching Mathematics in Seven Countries: Result from TIMSS 1999 Video Study (Hiebert et al, 2003). The study shows interesting facts which can be used to improve the quality of mathematics teaching in Indonesia.*

Keywords: TIMSS 2007, Video Study of Mathematics Grade 8

1. Latar Belakang

Sampai tahun 2006, prestasi siswa Indonesia dalam bidang matematika, terutama untuk ukuran internasional masih jauh dari yang diharapkan. Walaupun ada sebagian kecil siswa Indonesia yang berprestasi dalam Olimpiade Matematika Internasional namun sebagian besar siswa masih menunjukkan pencapaian yang rendah. Hal ini ditunjukkan oleh hasil TIMSS (*Trends in International Mathematics and Science Study*). Sampai saat ini hasil matematika siswa kelas 8 Indonesia dalam dua kali TIMSS yang diikuti adalah sebagai berikut.

- Pada TIMSS 1999, Indonesia berada pada posisi ke-34 dari 38 negara dengan pencapaian skor rata-rata 403, sedangkan skor rata-rata internasional 487.
- Pada TIMSS 2003, Indonesia berada pada posisi ke-34 dari 46 negara dengan pencapaian skor rata-rata 411, sedangkan

skor rata-rata internasional TIMSS 2003 adalah 467.

Melihat data di atas timbul keingintahuan: "Bagaimana pengajaran matematika kelas 8 di Indonesia?". Untuk mendapatkan jawaban pertanyaan ini maka dilakukan *Video Study in Teaching Grade 8 Mathematics* atau Studi Video dalam Pengajaran Matematika Kelas 8 Indonesia.

2. Metodologi

a. Tujuan Studi Video

Secara umum studi ini bertujuan untuk memotret pengajaran matematika kelas 8 di Indonesia. Dari studi ini diharapkan terlihat faktor-faktor yang berperan negatif dalam pengajaran matematika sehingga pada waktu yang akan datang faktor-faktor ini dapat diperbaiki. Selain itu, hasil video studi dapat digunakan sebagai data oleh pengambil kebijakan dalam



meningkatkan mutu pengajaran matematika.

b. Metode Studi Video

Studi Video ini mengacu pada *Teaching Mathematics in Seven Countries, Result from TIMSS 1999 Video Study* (Hiebert *et al*, 2003) dengan menggunakan metodologi yang sama dalam hal teknik pengambilan video, cara mengkode video dan pengembangan sebagian besar instrumen. *Seven Countries* yang dimaksud di sini adalah Amerika, Australia, Belanda, Ceko, Slowakia, Hongkong SAR, Jepang, dan Swiss.

c. Instrumen-instrumen Studi Video

Instrumen utama adalah video yang dilengkapi dengan angket guru dan siswa; wawancara guru dan siswa; catatan observasi; transkrip video; dan RPP (Rencana Pelaksanaan Pembelajaran). Instrumen-instrumen ini dikembangkan dengan tujuan untuk melihat kemunculan indikator-indikator pertanyaan penelitian.

d. Sampel Studi Video

Sebanyak 101 SMP dan MTs menjadi sampel penelitian ini. Sampel ini merupakan sub sampel dari 150 sampel TIMSS 2007. Setelah verifikasi data, hanya data dari 72 sekolah yang dapat dianalisis. Verifikasi dilakukan dengan membandingkan data guru, siswa dan kelas yang diperoleh sebelum dilakukan penelitian dengan data pada saat penelitian. Berkurangnya sampel yang dianalisis datanya ini disebabkan oleh:

1. adanya penggantian guru.
2. adanya penggantian kelas (siswa).
3. adanya penggantian guru dan kelas.

e. Pelaku Studi Video

World Bank Jakarta, bekerjasama dengan Puspendik (Pusat Penilaian Pendidikan) dan Ditjen PMPTK (Peningkatan Mutu Pendidik dan Tenaga Kependidikan) yang mengkoordinir Studi Video ini. Tim pengambil data melibatkan widyaiswara matematika dari PPPPTK Matematika, LPMP Banten, LPMP Jakarta, LPMP Jawa Tengah; instruktur matematika dari DKI Jakarta, Jawa Tengah dan Yogyakarta. Tim pengolah data melibatkan tim pengambil data dan Puspendik. Tim analisis data adalah dosen Universitas Terbuka. Penulis laporan resmi melibatkan dosen dari Universitas Negeri Makassar dan konsultan *World Bank*.

f. Tahap Pelaksanaan Studi Video

Studi video diawali dengan *piloting study* yang dilakukan pada bulan Agustus 2006 di 3 SMP di Yogyakarta. Berdasarkan hasil dari *piloting* ini kemudian dikembangkan kerangka penelitian yang lebih luas untuk Studi Video 2007. Pengambilan data dilakukan di 101 SMP dan MTs di wilayah Indonesia pada akhir Januari sampai dengan Mei 2007.

g. Teknik Analisis Data Video

Pengolahan data video menggunakan *Software Studio Code*. *Software* ini hanya memberikan informasi waktu yang digunakan untuk suatu kegiatan tertentu. Data yang diperoleh selanjutnya dianalisis menggunakan *software SPSS*. Untuk instrumen lain yaitu angket guru dan siswa; wawancara guru dan siswa; catatan observasi; transkrip video; dan RPP juga dianalisis menggunakan *software SPSS*.

3. Hasil Studi

Peneliti mendapatkan banyak sekali data. Namun demikian, tulisan ini hanya mengungkapkan sebagian temuan yang menarik untuk didiskusikan.

a. Mayoritas siswa menyenangi matematika dan sebagian besar siswa menyatakan matematika tidak sulit.

Pada angket siswa terdapat 2 pertanyaan yang menyangkut sikap siswa terhadap matematika, yaitu: “Apakah Anda senang pelajaran matematika?” dan “Apakah matematika pelajaran yang sulit?”. Dari 3660 siswa yang menanggapi pertanyaan pertama, 760 (20,8%) siswa menyatakan sangat senang, 2609 (71,3%) siswa menyatakan

senang, 276 (7,5%) siswa menyatakan tidak senang, dan hanya 15 (0,4%) siswa menyatakan sangat tidak senang. Tanggapan terhadap pertanyaan kedua menghasilkan 1232 (33,7%) siswa menyatakan sulit, 1517 (41,4%) siswa menyatakan tidak sulit, dan sebanyak 259 (7,1%) siswa menyatakan tidak tahu. Data yang diperoleh ternyata berlawanan dengan apa yang sering dikatakan bahwa siswa tidak menyenangi matematika dan bahwa matematika adalah pelajaran yang sulit.

b. Lama Pelajaran Matematika

Indonesia menggunakan waktu untuk kelas matematika relatif lebih lama daripada 7 negara lain, seperti terlihat pada tabel di bawah ini.

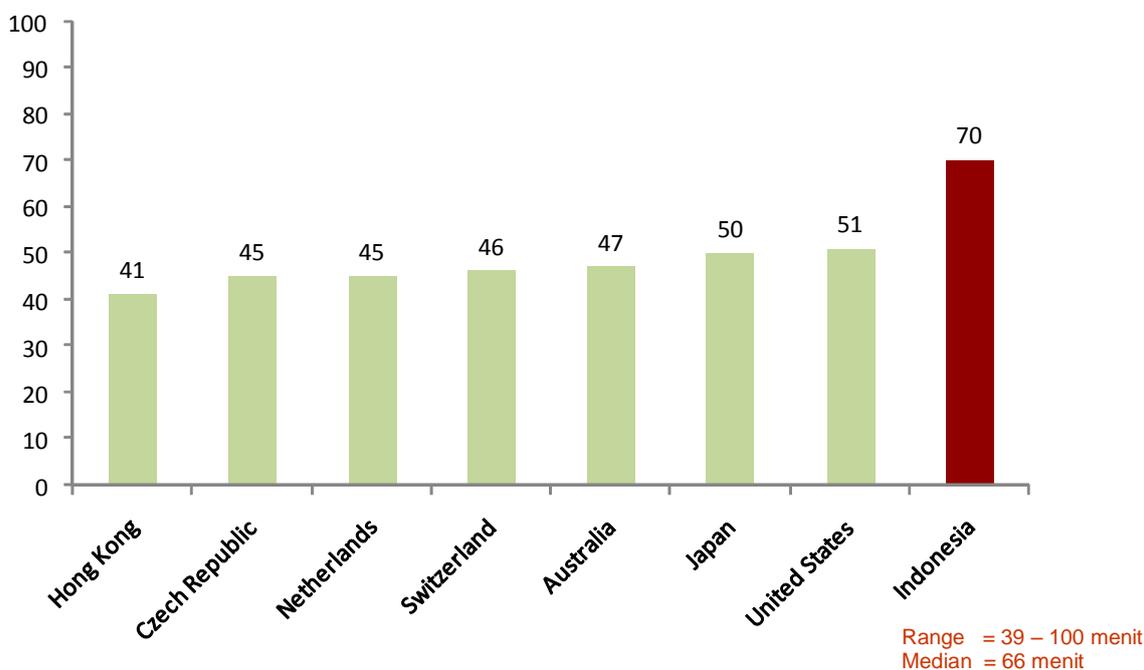


Diagram 1. Lama Pelajaran (dalam menit)

c. Waktu yang Digunakan Untuk Belajar Matematika

Indonesia paling sedikit menggunakan waktu (89%) untuk belajar matematika dibandingkan 7 negara lain yang mengalokasikan waktu

minimal 96%. Sebaliknya untuk non-matematika, Indonesia menggunakan paling banyak waktu (8%). Distribusi waktu untuk non-matematika ini antara lain berupa pengucapan salam, doa, mengecek

kehadiran siswa satu demi satu dan hal-hal lain di luar matematika.

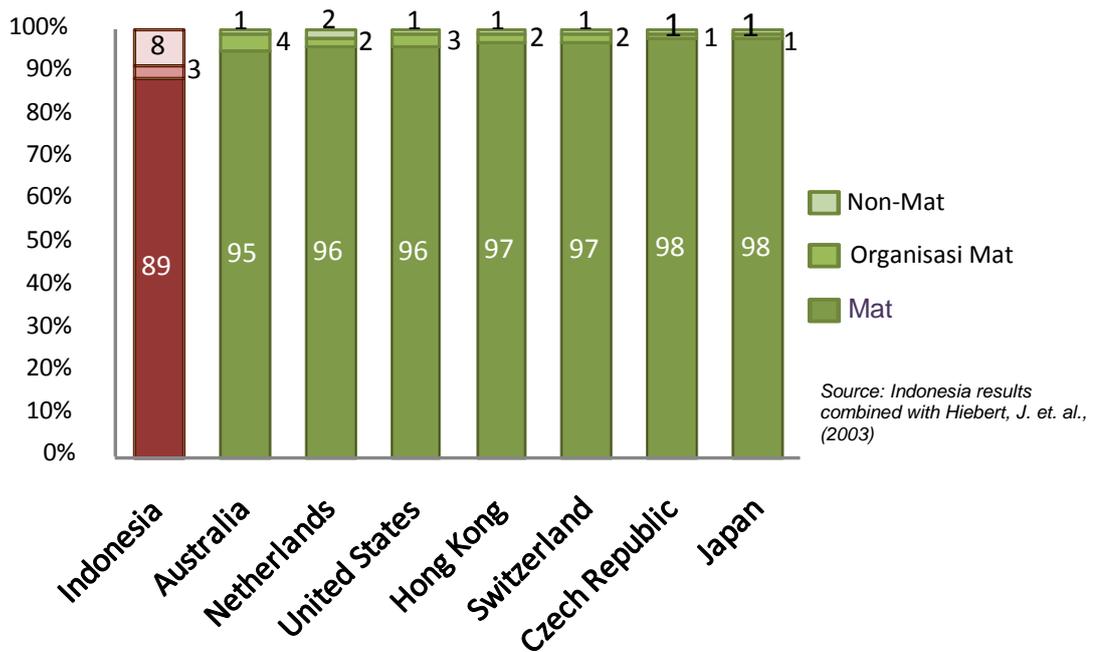


Diagram 2. Persentase Waktu yang Digunakan Untuk Belajar

Waktu belajar matematika dirinci lagi menjadi waktu yang dialokasikan untuk Review, Materi Baru, dan Latihan. Indonesia

menggunakan waktu latihan paling banyak (41%) dibandingkan dengan 7 negara lain.

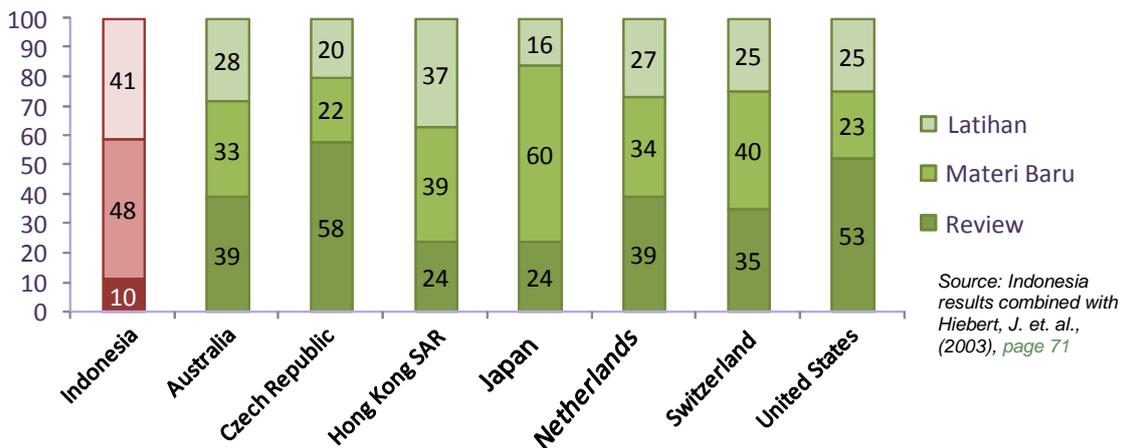


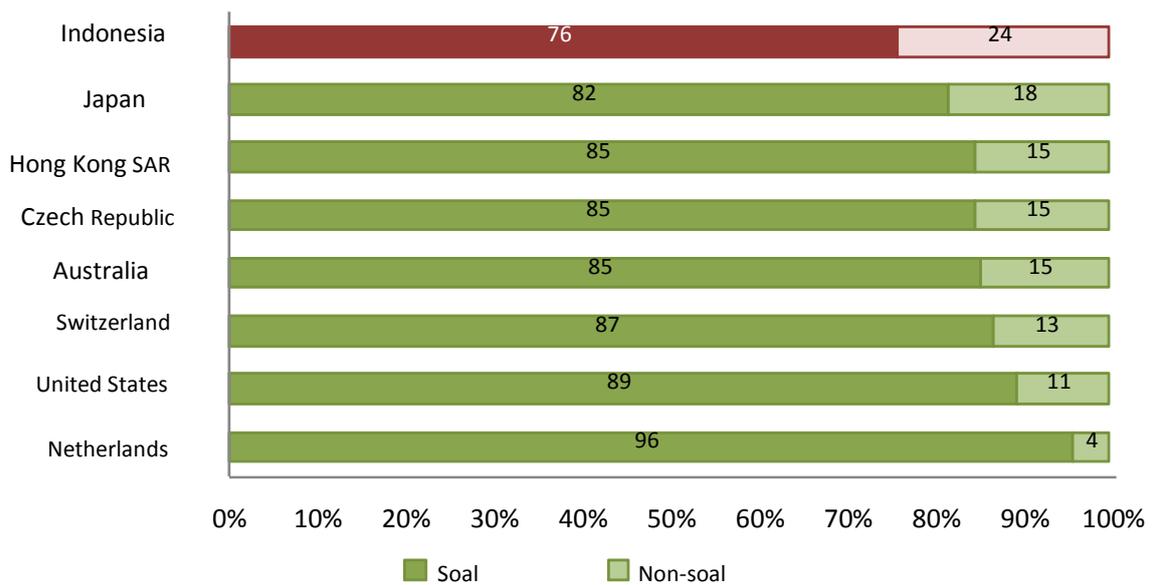
Diagram 3. Persentase Waktu per Kategori

d. Waktu yang Digunakan Untuk Membahas atau Mendiskusikan Soal

Indonesia menggunakan waktu paling sedikit (76%) untuk membahas

atau mendiskusikan soal dibandingkan dengan 7 negara lain.





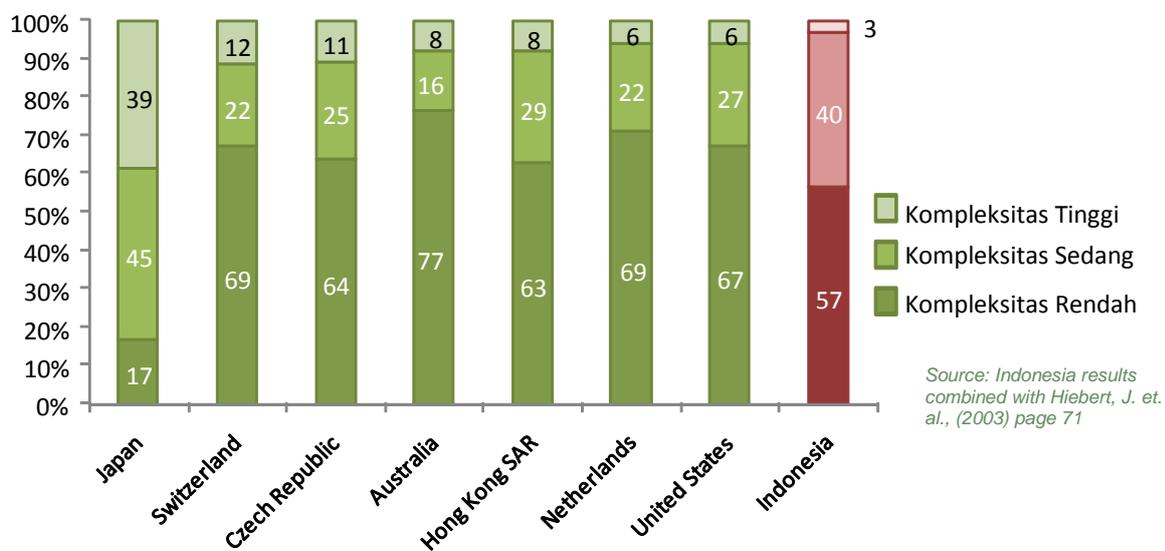
Source: Indonesia results combined with Hiebert, J. et. al., (2003)

Diagram 4. Waktu Matematika untuk Soal vs. Non-soal (Persen total)

e. Kompleksitas Soal-soal yang Dibahas

Persentase waktu yang digunakan paling banyak oleh Indonesia (57%) ketika membahas atau mendis-

kusikan soal-soal dengan kompleksitas rendah. Hanya 3% waktu atau paling sedikit waktu untuk membahas soal-soal dengan kompleksitas tinggi.



Source: Indonesia results combined with Hiebert, J. et. al., (2003) page 71

Diagram 5. Persentase Kompleksitas Soal

f. Rata-rata Banyak Soal yang Dibahas

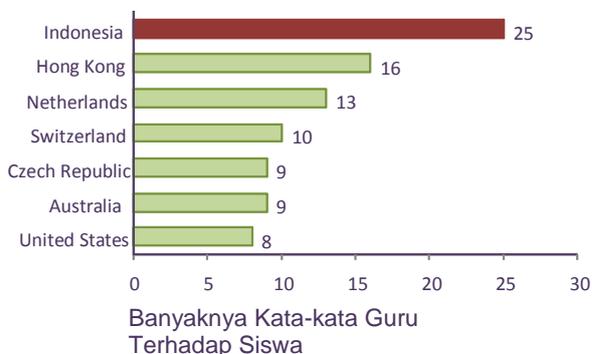
Rata-rata banyak soal matematika yang dibahas pada setiap kelas di Indonesia relatif sedikit (3,3 soal). Namun demikian banyaknya soal ini masih dalam interval banyak soal yang diberikan oleh 7 negara lain yaitu 3 sampai dengan 13. Guru juga tidak menekankan kepada siswa untuk mencari solusi lain (alternatif jawaban lain) soal yang dibahas.

g. Strategi Mengajar

Strategi yang paling banyak digunakan adalah ekspositori (ceramah) yang memakan waktu rata-rata 52% dari waktu kelas. Strategi lain adalah *problem solving*, diskusi, praktik, dan investigasi berturut-turut sebesar 20%, 15%, 10% dan 3%.

h. Banyak Kata yang Diucapkan Guru dan Siswa

Salah satu hal yang sangat berbeda dibandingkan dengan negara-negara lain adalah bahwa guru Indonesia mengucapkan rata-rata kata yang jauh lebih banyak dibandingkan negara-negara lain.



Source: Indonesia results combined with Hiebert, J. et. al., (2003)

Diagram 6. Rasio Kata-kata Guru Terhadap Siswa

4. Hasil TIMSS 2007

Studi video mulai dilakukan pada bulan Januari 2007, sebelum pelaksanaan TIMSS 2007. Hasil TIMSS 2007 yang dipublikasikan pada tahun 2009 menunjukkan Indonesia berada pada posisi ke-36 dari 48 negara dengan skor rata-rata 397, sementara skor rata-rata internasional TIMSS adalah 500.

Posisi Indonesia relatif sangat rendah dibandingkan negara-negara Asia Tenggara lain yang berpartisipasi dalam TIMSS 2007 seperti Thailand yang menempati posisi 29 dengan skor rata-rata 441, Malaysia yang menempati posisi ke-20 dengan skor rata-rata 474, apalagi Singapura yang menempati posisi ke-3 dengan skor 593.

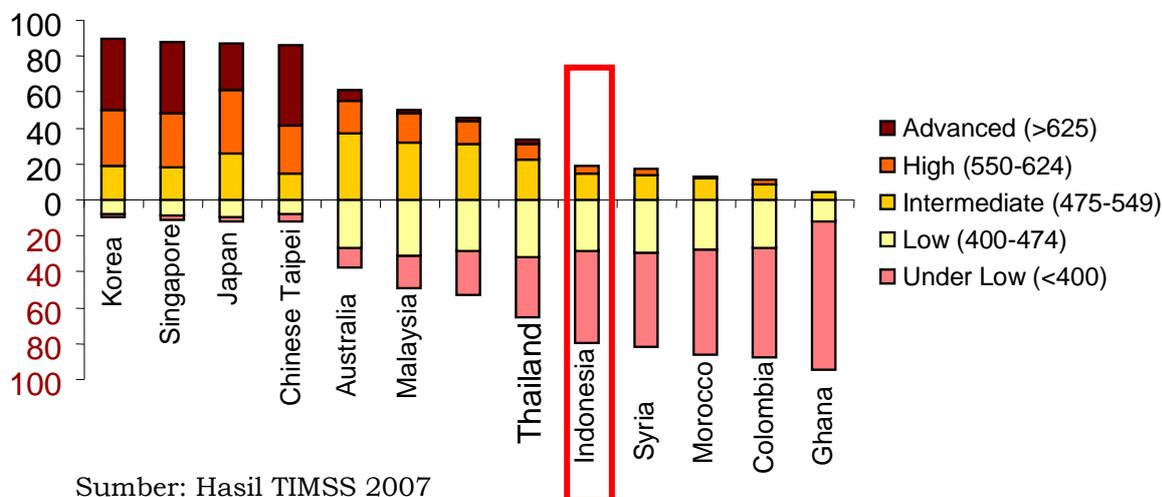
TIMSS 2007 untuk matematika kelas 8 meliputi 4 domain materi Matematika yaitu Bilangan, Aljabar, Geometri, serta Data dan Peluang. Skor rata-rata Indonesia pada tiap-tiap domain adalah: pada Bilangan 399, pada Aljabar 405, pada Geometri 395 dan pada Data dan Peluang 402.

TIMSS 2007 membagi standar pencapaian matematika kelas 8 dalam 4 kategori yaitu *Advanced International Benchmark* -625, *High International Benchmark* -500, *Intermediate International Benchmark* -475 dan *Low International Benchmark* -400. Siswa kelas 8 Indonesia digambarkan hanya memiliki pengetahuan matematika tentang bilangan cacah dan desimal, operasi bilangan dan grafik dasar. Profil ini diperoleh berdasarkan perbandingan antara skor rata-rata siswa Indonesia (397) dengan standar pencapaian matematika yang masuk dalam kategori *Low International Benchmark* berikut ini: “*Low International Benchmark* -400: *Students have some knowledge of*

whole numbers and decimals, operations, and basic graphs.” (Source: IEA’s TIMSS 2007).

Lebih memprihatinkan lagi adalah bahwa mayoritas siswa Indonesia

memiliki skor berkategori kurang (*low*) dan berkategori di bawah kurang (*under low*). Diagram batang berikut ini memperlihatkan keadaan tersebut.



Sumber: Hasil TIMSS 2007

Diagram 7. Perbandingan Skor TIMSS Indonesia dengan Berbagai Negara

5. Skor siswa dalam TIMSS 2007 dan Studi Video 2007

Praktik pengajaran matematika yang berkorelasi positif dengan skor siswa dalam studi video ini adalah: review, banyak waktu yang digunakan untuk menyelesaikan soal, kekompleksan soal, soal menggunakan pembuktian, soal yang menggunakan hubungan antar topik (*make connection*), waktu yang digunakan untuk matematika, siswa mempresentasikan jawaban, dan siswa bersama-sama dengan guru mempresentasikan jawaban. Sedangkan komponen-komponen yang berkorelasi negatif adalah waktu latihan, waktu yang digunakan untuk non-matematika dan guru ceramah.

6. Pembahasan

Melihat data-data hasil penelitian ada beberapa hal yang bisa dikaitkan dan didiskusikan lebih lanjut. Banyak siswa senang matematika dan

menganggap matematika itu tidak sulit tetapi nilai matematika rendah. Walaupun waktu yang digunakan untuk belajar matematika setiap tatap muka cukup banyak dan juga waktu yang dialokasikan untuk latihan juga banyak ternyata hanya rata-rata 3,3 soal dengan kompleksitas rendah yang diselesaikan dalam satu tatap muka. Ini berarti waktu latihan tidak digunakan dengan efektif. Dari rekaman video terlihat beberapa guru seringkali duduk diam agak lama menghabiskan waktu latihan, atau mencari jawaban pertanyaan yang ia berikan kepada siswa dan ada pula yang mengelilingi kelas tetapi tidak memberikan bantuan kepada siswa. Banyak guru yang tidak memberikan batasan waktu untuk menyelesaikan soal-soal latihan. Ini juga menyebabkan waktu latihan berlangsung lama walaupun banyak soal yang diberikan hanya sedikit dan relatif mudah.

Ketika mendiskusikan solusi suatu soal, jarang sekali guru yang meminta siswa untuk mencari solusi alternatif suatu soal. Ini menyebabkan kemampuan penalaran dan pemecahan masalah tidak terasah. Padahal jika melihat soal-soal TIMSS, beberapa soal masuk kategori kompleksitas sedang dan tinggi dan menuntut siswa untuk menggunakan kemampuan bernalar dan memecahkan masalah.

Strategi mengajar juga perlu lebih variatif sehingga tidak hanya ekspositori dan perlu diperbanyak strategi investigasi. Strategi ekspositori menyebabkan guru lebih dominan dalam berbicara dibandingkan dengan siswa, artinya *teacher-centered* masih dominan. Ini terlihat jelas dari rasio kata-kata yang diucapkan guru terhadap siswa, yaitu 25 : 1. Walaupun demikian guru dan siswa Indonesia cenderung lebih “diam” dibandingkan dengan guru dan siswa negara-negara lain.

Daftar Pustaka

- Mullis, Ina V, et al. 2009. *TIMSS 2007 International Mathematics Report: Findings from IEA's Trends in International Mathematics and Science Study at the Fourth and Eight Grades*. TIMSS & PIRLS International Study Center, Lynch School of Education, Boston College
- Hiebert, James, et al. 2003. *Teaching Mathematics in Seven Countries: Results from the TIMSS 1999 Video Study*. Washington: US Department of Education, National Center for Education Statistics
- <http://timssandpirls.bc.edu>, diakses 15 April 2010

7. Implikasi Hasil Penelitian Terhadap Pengajaran Matematika

Hasil penelitian ini perlu ditindaklanjuti untuk meningkatkan mutu pembelajaran matematika. Faktor guru memegang peranan penting dalam proses pembelajaran. Sikap siswa terhadap matematika sudah bagus tetapi kalau tidak didukung oleh faktor guru yang berkualitas tentu tidak akan terjadi pembelajaran yang bermutu. Kemampuan guru dalam mengelola pembelajaran, penguasaan konten matematika, meningkatkan kemampuan mengembangkan soal-soal dengan kompleksitas sedang dan tinggi harus ditingkatkan. Data-data yang diperoleh dapat menjadi dasar dalam membuat kebijakan peningkatan mutu guru dan calon guru.

MENINGKATKAN MOTIVASI BELAJAR MATEMATIKA SISWA KELAS IX SMP PAMUNGKAS KECAMATAN MLATI KABUPATEN SLEMAN MELALUI PEMBELAJARAN MATEMATIKA REALISTIK

Sri Wulandari Danoebroto

PPPPTK Matematika

Abstract. *This study aimed to describe the teaching and learning process using realistic mathematics on topic of Statistics and Probability that can enhance student's motivation to study mathematics, to get their positive response, and to describe teacher's effort in motivating the students. .*

This research was colaborative classroom action research, which teaching and learning action was conducted by the teacher herself. The data were collected using a questionnaire, classroom observation, field note, and polls. The data were analyzed using qualitative analyzis data technique.

The result of the research among others: teaching and learning mathematics using realistic mathematics approach can enhance the student's motivation through exploring real life situation problems, managing group discussion and task on student's level, promoting joyful situation, and appreciating student's effort. The result of the research shows that students have positive response toward realistic mathematics teaching and learning.

Keywords: *motivation, realistics, mathematics teaching and learning*

1. Pendahuluan

Pembelajaran matematika di sekolah Indonesia bertujuan antara lain agar siswa memiliki sikap menghargai kegunaan matematika dalam kehidupan. Hal ini ditunjukkan dengan memiliki rasa ingin tahu, perhatian, dan minat mempelajari matematika, serta sikap ulet dan percaya diri dalam pemecahan masalah. Kegagalan atau keberhasilan belajar matematika sangat tergantung pada kemampuan dan kesiapan siswa untuk mengikuti kegiatan belajar, salah satunya dipengaruhi oleh bagaimana sikap dan minatnya terhadap matematika.

Sebagian besar siswa masih menganggap matematika adalah mata pelajaran yang menakutkan, Syarien dalam Asmin (2003:2) mengistilahkannya dengan matematika phobia atau fenomena ketakutan anak pada matematika. Siswa menganggap matematika adalah

mata pelajaran yang sulit, sehingga tak heran jika siswa kurang memiliki motivasi dan keinginan untuk mempelajari matematika.

SMP Pamungkas merupakan salah satu sekolah swasta yang terletak dipinggiran Kecamatan Mlati Kabupaten Sleman. SMP Pamungkas hanya memiliki satu guru matematika yang mengajar untuk seluruh siswa, mulai dari kelas VII, VIII dan IX.

Berdasarkan observasi awal di kelas IX, siswa terlihat kurang memiliki motivasi untuk belajar matematika. Selama proses pembelajaran berlangsung, sebagian besar siswa kurang menunjukkan ketertarikan untuk mengikuti pelajaran matematika. Siswa cenderung bersikap pasif dan mudah sekali teralihkannya konsentrasinya pada hal lain di luar pelajaran.

Berdasarkan wawancara dengan guru, diketahui pula bahwa siswa sering lalai mengerjakan PR matematika. Siswa juga mengalami kesulitan dalam memahami soal terutama soal cerita, kurang terampil mengerjakan soal, dan mudah melupakan materi pelajaran yang telah disampaikan guru. Guru menganggap faktor intelegensi yang rendah menjadi penyebab lemahnya daya tangkap siswa pada materi pelajaran. Guru pernah mengupayakan perbaikan dengan mengelola pembelajaran secara berkelompok, namun dinilainya kurang berhasil. Ketidakberhasilan tersebut disebabkan oleh aktivitas sebagian besar siswa pada saat kegiatan diskusi kelompok justru tidak berhubungan dengan materi pelajaran. Pembagian kelompok dilakukan dengan cara yang mudah bagi guru, yaitu berdasarkan kelompok piket kebersihan, barisan tempat duduk atau siswa dibebaskan memilih sendiri teman kelompoknya. Guru juga pernah menggunakan alat peraga dalam pembelajaran, dan menurutnya siswa terlihat memberikan respon positif. Namun, alat peraga matematika yang tersedia di sekolah amat terbatas.

Selanjutnya dilakukan jajak pendapat dengan meminta siswa menuliskan persepsinya tentang pelajaran matematika. Menurut siswa, matematika merupakan pelajaran yang sulit dipahami, rumit, dan memerlukan kemampuan berpikir. Beberapa siswa menganggap pelajaran matematika membosankan. Namun demikian, siswa juga menyatakan bahwa pengetahuan matematika memang dibutuhkan agar menjadi pintar. Sementara siswa yang lain menyatakan senang atau suka terhadap pelajaran matematika. Siswa berpendapat bahwa matematika berhubungan dengan hitungan, angka dan rumus. Belum ada siswa yang berpendapat bahwa matematika

terkait dengan kehidupan sehari-hari dan mempelajari matematika akan bermanfaat bagi kehidupan dan masa depannya kelak.

Peneliti dan guru matematika kemudian berdiskusi untuk menelaah berbagai masalah di atas. Kesulitan siswa dalam mengerjakan soal baik soal cerita, PR, maupun latihan disebabkan oleh pemahaman konsep yang kurang matang. Jika siswa belum menguasai konsep tentu sulit mengharapkan mereka dapat meningkatkan kemampuannya menjadi terampil. Ketidakmatangan pemahaman konsep siswa bisa disebabkan oleh kapasitas intelektual mereka, sehingga guru perlu menyesuaikan strateginya dengan kemampuan siswa. Kegiatan kelompok yang kurang berhasil disebabkan oleh pembagian kelompok yang tidak mempertimbangkan kemampuan siswa, sehingga memungkinkan terbentuknya kelompok yang semua anggotanya berkemampuan rendah. Mengingat penggunaan alat peraga sangat membantu siswa untuk memahami konsep matematika yang abstrak melalui benda-benda konkrit, maka keterbatasan alat peraga dapat diatasi dengan memanfaatkan bahan-bahan yang mudah didapat dari lingkungan sekitar sekolah atau rumah dengan biaya yang terjangkau. Dari berbagai masalah yang muncul tersebut, faktor rendahnya motivasi belajar matematika pada siswa dirasakan sebagai masalah yang paling mendesak untuk diperbaiki. Motivasi belajar yang rendah menjadi kendala keberhasilan proses pembelajaran matematika di kelas IX SMP Pamungkas. Menurut Suryanto (2001:54) ada korelasi antara ranah kognitif dan ranah afektif. Pendekatan pembelajaran yang menggunakan konteks mempertautkan matematika dengan dunia nyata sebagai sarana untuk memperkenal-

kan konsep atau prinsip matematis mungkin dapat meningkatkan aspek afektif, yang pada gilirannya akan membantu meningkatkan hasil belajar pada aspek kognitif.

Motivasi merupakan kekuatan pendorong pada diri seseorang untuk melakukan sesuatu (Hudojo, 1988:106). Terdapat dua macam motivasi yaitu motivasi ekstrinsik dan motivasi intrinsik. Motivasi ekstrinsik timbul karena adanya stimulus dari luar diri seseorang, misalnya hadiah. Motivasi intrinsik timbul dari dalam diri seseorang. Motivasi belajar yang datang dari dalam diri siswa lebih baik daripada motivasi yang timbul akibat stimulus dari lingkungan sekitarnya (Elliot, et al. , 2000:333).

Salah satu motivasi intrinsik adalah minat. Penelitian Hogan dalam Suryanto (2001:46) menunjukkan bahwa minat dipandang mewakili faktor motivasi yang spesifik bagi materi pelajaran. Jika seseorang memiliki minat belajar matematika, maka ia akan menunjukkan tingkah laku seperti menginginkan materi matematika yang lebih banyak, secara sukarela mencarinya, dan bahkan mengulanginya. Ia tetap melakukannya untuk suatu periode waktu dan mungkin berusaha mempengaruhi temannya untuk melakukan hal yang sama. Motivasi intrinsik hanya dapat dipertahankan selama kegiatan belajar mengarah ke pengalaman emosional positif pada taraf tertentu.

Sikap merupakan macam kecenderungan yang biasanya digunakan untuk mengacu kepada suatu gagasan yang berkaitan dengan emosi. Misal, seorang siswa menyukai matematika maka sikap ini akan mempengaruhi tingkah lakunya terhadap matematika. Sikap seringkali membuat suatu topik baru matematika dapat dipelajari lebih

mudah atau lebih sukar. Sikap tidak menyukai matematika merupakan salah satu hambatan untuk belajar matematika yang efektif.

Menurut Elliot, dkk (2000:345), terdapat beberapa hal yang mempengaruhi motivasi belajar yaitu kecemasan, minat dan rasa ingin tahu, rasa putus asa atau frustrasi, keyakinan siswa akan kemampuan dirinya, lingkungan kelas, bahkan latarbelakang budaya siswa. Siswa yang merasa kurang mampu dalam matematika percaya bahwa keberhasilan dalam tes matematika merupakan suatu kebetulan, sedangkan kegagalan dalam tes merupakan akibat kekurangmampuan dirinya.

Motivasi berhubungan erat dengan faktor perasaan atau pengalaman emosional, sehingga upaya bagi seorang guru untuk memotivasi siswanya dapat dilakukan dengan cara menimbulkan rasa puas atau rasa telah mencapai keberhasilan pada diri siswa. Hal ini dapat dilakukan dengan cara merancang strategi pembelajaran yang disesuaikan dengan kemampuan siswa. Suatu konsep matematika yang baru diperkenalkan jika ternyata gagal dipahami siswa atau siswa merasa kesulitan pada mula pembelajaran, dapat menimbulkan rasa frustrasi pada diri siswa. Pemahaman siswa akan konsep matematika hendaknya dibangun berdasarkan pengalaman-pengalaman belajar siswa sebelumnya. Untuk itu, guru perlu mendorong siswa menggunakan pengetahuan yang sudah dimilikinya guna memahami konsep matematika yang baru tersebut.

Upaya meningkatkan motivasi belajar matematika di kelas IX SMP Pamungkas dilakukan melalui Pendidikan Matematika Realistik (PMR). Pembelajaran matematika realistik menggunakan masalah-masalah nyata atau kontekstual

yaitu siswa mempelajari konsep matematika melalui hal-hal nyata terlebih dahulu sebelum memasuki wilayah matematika yang abstrak. Hal nyata yang dimaksud adalah situasi sehari-hari yang dikenal siswa atau hal-hal yang nyata dalam benak siswa (Gravemeijer, 1994). Dengan demikian diharapkan matematika akan lebih mudah dipahami siswa.

Pembelajaran matematika realistik menggunakan masalah dalam kehidupan sehari-hari, sehingga diharapkan siswa dapat memahami kegunaan dan kaitan matematika dalam kehidupannya. Dalam hal ini, masalah dalam kehidupan sehari-hari yang menarik bagi siswa, sehingga diharapkan dapat menarik minat siswa untuk belajar matematika. Pembelajaran matematika realistik memandang matematika sebagai aktivitas manusia sehingga diharapkan dapat meningkatkan partisipasi siswa dalam kegiatan pembelajaran.

Hasil penelitian di Indonesia tentang implementasi pembelajaran matematika realistik di antaranya adalah siswa merasa mudah memahami materi pelajaran, siswa memberikan respons positif terhadap pembelajaran matematika berupa sikap senang menyelesaikan masalah realistik, senang mengikuti pembelajaran dan adanya perasaan senang dan bangga karena dapat menemukan sendiri konsep matematika (Siti Inganah, 2003; Megawati, 2004). Sikap terhadap matematika untuk siswa yang diajar dengan pendekatan realistik secara signifikan lebih baik daripada yang diajar dengan pendekatan biasa, tidak terdapat interaksi yang signifikan antara pendekatan pembelajaran dengan tingkat kepandaian terhadap sikap siswa terhadap matematika, namun terdapat interaksi yang signifikan antara jenis kelamin dengan tingkat kepandaian terhadap sikap siswa

terhadap matematika (Saleh Haji, 2005). Penelitian lain mengenai motivasi dan minat belajar matematika antara lain dirangkum oleh Suryanto (2001:48), bahwa minat siswa terhadap topik mata pelajaran matematika, makin besar atau makin kecil tergantung topiknya. Terdapat korelasi yang kuat antara minat belajar dan pengalaman belajar.

Penelitian dalam rangka meningkatkan motivasi belajar matematika pada siswa kelas IX SMP Pamungkas melalui pembelajaran matematika realistik dibatasi pada topik statistika dan peluang. Kedua topik ini diajarkan di kelas IX SMP Pamungkas.

Rumusan masalah dalam penelitian ini adalah:

1. Bagaimana upaya meningkatkan motivasi belajar siswa melalui pembelajaran matematika realistik untuk topik statistika dan peluang?
2. Bagaimana respons siswa terhadap pembelajaran matematika realistik untuk topik statistika dan peluang?
3. Bagaimana upaya guru dalam meningkatkan motivasi belajar matematika siswa selama proses pembelajaran?

2. Metode Penelitian

Penelitian ini berusaha mengungkap proses pembelajaran matematika realistik yang dapat meningkatkan motivasi siswa untuk belajar matematika. Penelitian lebih ditekankan pada peningkatan proses belajar matematika daripada hasil belajar yaitu dengan menerapkan penelitian tindakan kelas (PTK). Bentuk PTK ini merupakan penelitian tindakan kolaboratif dimana peneliti melibatkan kepala sekolah dan guru matematika sebagai tim.

Kepala sekolah dan guru matematika menentukan kelas IX yang mendapat prioritas karena akan menghadapi ujian akhir, mengingat matematika merupakan salah satu mata pelajaran yang akan diujikan. Subyek penelitian yaitu siswa kelas IX SMP Pamungkas Kecamatan Mlati pada tahun ajaran 2006/2007 yang seluruhnya ada 17 siswa.

Guru dan peneliti kemudian mengidentifikasi masalah dalam proses pembelajaran matematika di kelas tersebut. Peneliti berperan sebagai perancang kegiatan pembelajaran yaitu menyusun Rencana Pelaksanaan Pembelajaran (RPP), menyiapkan Lembar Kerja Siswa (LKS), lembar materi dan alat bantu belajar lainnya serta bertindak sebagai observer, sedangkan guru sebagai pelaksana rancangan pembelajaran di kelas sekaligus sebagai observer.

Penelitian ini dilaksanakan mulai bulan Oktober sampai dengan Desember tahun 2006 dengan menempuh dua tahap yaitu tahap pendahuluan (pra tindakan) dan tahap tindakan. Pada tahap pendahuluan atau pra tindakan dilakukan pertemuan awal dengan kepala sekolah dan guru matematika, melakukan observasi awal di kelas yang ditunjuk, melakukan wawancara dengan guru matematika, dan melakukan jajak pendapat siswa berupa kegiatan menuliskan persepsinya tentang matematika. Informasi dari tulisan ini menjadi bahan penilaian pada ranah afektif termasuk motivasi belajar siswa sebelum dilaksanakannya tindakan. Tahap tindakan berupa proses daur ulang mulai dari tahap perencanaan, pelaksanaan tindakan dan peman-tauan, serta refleksi.

Tindakan dalam setiap siklus dapat mencakup satu materi atau lebih. Siklus dihentikan jika telah

memenuhi kriteria yaitu hasil pengamatan menunjukkan adanya peningkatan minat dan sikap positif siswa dalam proses pembelajaran.

Teknik pengumpulan data yang diterapkan adalah pengamatan untuk mengamati antusiasme siswa, keceriaan, dan kreativitas sebagai indikator motivasi belajar. Catatan lapangan untuk mencatat informasi penting lainnya yang mendukung tujuan penelitian, seperti perilaku siswa selama proses pembelajaran, upaya guru dalam memotivasi siswa dan hal-hal lain dalam interaksi guru dan siswa di kelas. Jajak pendapat melalui kegiatan menulis dan angket menggunakan skala Likert untuk memperoleh informasi tentang respons siswa terhadap pembelajaran dengan PMR. Respons siswa yang ingin diketahui mencakup aspek perasaan terhadap proses belajar dan persepsi siswa tentang matematika dan pembelajaran matematika.

Pengamatan dan pencatatan dilakukan selama proses pembelajaran berlangsung. Jajak pendapat dilakukan setelah tindakan pada siklus I berakhir. Angket diberikan setelah pelaksanaan semua tindakan pembelajaran selesai.

Teknik analisis data yang digunakan adalah teknik analisis data kualitatif yang dikembangkan oleh Miles dan Huberman (1992:18), yaitu dengan cara reduksi data, penyajian data, dan penarikan kesimpulan serta verifikasi data dengan teknik triangulasi.

3. Hasil Penelitian dan Pembahasan

a. Tindakan pada Siklus I

Tindakan pembelajaran direncanakan untuk topik Statistika pada Kompetensi Dasar (KD) pengumpulan

dan penyajian data, dan KD pengolahan data. Pada KD pengumpulan dan penyajian data, siswa melakukan aktivitas pengumpulan data berdasarkan masalah sehari-hari dari lembar kerja siswa. Siswa secara individu atau berpasangan dengan teman sebangku melakukan aktivitas pengurutan data, menentukan data terbesar, data terkecil dan jangkauan data. Siswa kemudian bekerja secara kelompok. Setiap kelompok diskusi memiliki anggota dengan kemampuan matematika yang heterogen. Masing-masing kelompok siswa mendapat tugas menyajikan data dalam bentuk diagram batang, diagram garis atau diagram lingkaran. Kemudian secara bergiliran diminta mempresentasikan hasil kerjanya.

Kegiatan pengumpulan data berupa kegiatan pemungutan suara untuk memilih band terfavorit di kelas IX dengan beberapa nama band terkenal di Indonesia sebagai kandidatnya. Kegiatan ini berlangsung dalam suasana yang mengasyikkan. Siswa secara keseluruhan menunjukkan keingintahuan yang besar, terlihat sangat bersemangat, tampak gembira dan senang selama mengikuti pembelajaran termasuk ketika melakukan diskusi. Beberapa siswa aktif berdiskusi, bekerja dalam kelompok, dan mengajukan pertanyaan. Namun, masih dijumpai siswa yang terlihat pasif meskipun bisa merespon. Siswa secara keseluruhan masih terlihat kurang senang mengerjakan tugas-tugas antara lain dilihat dari LKS yang masih kosong. Siswa ketika ditanya dapat memberikan jawaban namun malas mencatat pada lembar kerjanya. Ketika kegiatan presentasi, siswa nampak malu-malu untuk tampil didepan kelas, yang terjadi kemudian guru mengambil alih dengan menjelaskan gambar diagram siswa dan cara membaca diagram tersebut.

Pada KD pengolahan data, direncanakan siswa akan kembali melakukan aktivitas belajar secara berkelompok. Mereka diminta menyelesaikan permasalahan sehari-hari pada lembar kerja mengenai nilai rata-rata, data yang sering muncul, dan nilai tengah. Selanjutnya, siswa mempresentasikan hasil kerjanya. Pembelajaran diakhiri dengan menarik kesimpulan tentang pengertian dan rumus mean/rata-rata, median, modus, dan kuartil secara formal dengan bimbingan guru. Pada tahap berikutnya adalah kegiatan individu berupa latihan-latihan soal dari buku pelajaran untuk dikerjakan di kelas.

Namun pelaksanaannya ternyata tidak sesuai dengan perencanaan. Kali ini, siswa lebih banyak mendengarkan ceramah guru. Guru memang berusaha melibatkan siswa dengan cara mengajukan pertanyaan yang mendorong siswa untuk berpikir, namun hanya sebagian kecil yang merespon. Terlihat bahwa siswa perempuan lebih banyak memberikan respon terhadap pertanyaan guru daripada siswa laki-laki. Selama proses pembelajaran dengan ceramah ini, secara keseluruhan siswa kurang menunjukkan keingintaannya, nampak kurang bersemangat, dan kurang ceria. Pada kegiatan belajar untuk materi kedua ini terdapat penurunan minat siswa.

Pada pertemuan berikutnya, barulah dilaksanakan kegiatan kelompok. Tiap kelompok bertugas menyelesaikan masalah rata-rata dan modus jenis kendaraan yang lewat didepan sekolah. Data kendaraan telah disiapkan pada lembar kerja. Siswa diminta mendiskusikan rata-rata jumlah kendaraan jenis tertentu dan menentukan jenis kendaraan apa yang paling sering lewat. Kali ini nampak bahwa siswa bersemangat mengerjakan tugas-tugas, senang mengikuti diskusi dengan

mengemukakan ide-ide, dan siswa berusaha mengerjakan tugas dengan berbagai cara. Lembar kerja merupakan lembar kerja kelompok, dan kali ini semua diisi oleh siswa. Hal ini berbeda dengan pengisian pada LKS sebelumnya yang merupakan LKS individu dimana masih ada beberapa siswa yang malas mengisi.

Terdapat hal yang menarik bahwa siswa masih belum dapat mengaitkan hitungan matematika dengan kehidupan sehari-hari. Hal ini ditunjukkan dengan jawaban siswa mengenai rata-rata jumlah kendaraan yang lewat berupa angka pecahan. Siswa mampu menyusun definisi dengan kalimat mereka sendiri, namun masih kesulitan untuk mengungkapkannya secara runtut.

Pada siklus II direncanakan pembelajaran dengan memperhatikan hal-hal sebagai berikut:

- a. Guru harus memfasilitasi siswa menemukan sendiri konsep matematika melalui kegiatan diskusi kelompok
- b. Guru harus lebih memotivasi siswa untuk berani menyampaikan pendapatnya dalam kegiatan diskusi, terutama siswa laki-laki
- c. Kegiatan pembelajaran harus lebih menunjukkan kaitan matematika dengan kehidupan sehari-hari

b. Tindakan pada Siklus II

Sebelum memulai siklus II dilakukan kembali jajak pendapat yang kedua. Hasilnya, siswa menuliskan bahwa pembelajaran matematika terasa menyenangkan jika materinya mudah dipahami dan kegiatan pembelajaran dilakukan secara berkelompok. Namun, pembelajaran terasa membosankan jika dilakukan dengan ceramah. Beberapa siswa masih

mengatakan sulit. Belum ada siswa yang mengungkapkan pendapat sehubungan dengan keyakinannya tentang matematika.

Tindakan direncanakan untuk topik Peluang pada KD menentukan ruang sampel pada suatu percobaan. Kegiatan inti terbagi dalam dua sesi, pada sesi pertama siswa mengisi LKS secara individu atau berdiskusi dengan teman sebangku. Kemudian, secara bergiliran siswa diminta membacakan jawabannya dan siswa lain diminta pendapatnya terhadap jawaban teman tersebut. Diskusi diarahkan untuk mencapai pengertian sampel, ruang sampel, titik sampel kejadian, dan populasi secara formal, setelah itu LKS dikumpulkan kembali. Pada sesi kedua, siswa akan melakukan percobaan sederhana mengambil bola secara acak. Kegiatan ini akan dilakukan secara berkelompok. Diakhir pembelajaran, diharapkan siswa dapat memahami pengertian percobaan statistika dan cara menentukan ruang sampel suatu percobaan dengan mendata titik-titik sampelnya. Pemahaman ini diharapkan tumbuh berdasarkan pengalaman siswa sebelumnya yaitu pada saat melakukan percobaan.

Pada topik peluang, siswa dihadapkan pada masalah sehari-hari yang mudah dipahami. Pembelajaran diawali dengan contoh tentang lowongan pekerjaan pada dua perusahaan, jumlah lowongan dan jumlah pelamar, siswa kemudian diminta menentukan pada perusahaan mana yang berpeluang lebih besar untuknya diterima bekerja. Contoh ini ditanggapi siswa dengan baik. Siswa menggunakan pengetahuan informalnya untuk menjawab pertanyaan dari guru. Upaya ini berhasil memberikan dorongan pada siswa menyadari perlunya mempelajari peluang dan manfaatnya dalam kehidupan sehari-

hari. Pada kegiatan pengisian LKS secara individu, beberapa siswa mengajukan pertanyaan karena tidak memahami perintah pengerjaan. Pada kegiatan kelompok, siswa tidak sabar untuk memulai kegiatan percobaan sederhana dan waktu dirasakan kurang. Penyebabnya, siswa memerlukan waktu untuk menata meja dan kursi dalam formasi kelompok, siswa juga memerlukan waktu lama untuk menggambar tabel.

Materi berikutnya untuk KD menentukan peluang suatu kejadian sederhana. Siswa secara berkelompok berdiskusi menentukan kemungkinan dari peristiwa guru menunjuk secara acak salah satu siswa di kelas IX untuk maju ke depan kelas yaitu siapa saja siswa yang mungkin terpilih pada peristiwa tersebut. Kegiatan ini untuk mencapai kompetensi menghitung peluang masing-masing titik pada ruang sampel. Selanjutnya, siswa mengerjakan LKS dengan topik hasil percobaan sederhana pada pertemuan sebelumnya untuk menghitung peluang dengan pendekatan frekuensi relatif. Hasil diskusi kelompok kemudian dipresentasikan. Pembelajaran diakhiri dengan penarikan kesimpulan tentang pengertian dan rumus formal dengan bimbingan guru.

Pada saat kegiatan diskusi kelompok, siswa nampak serius. Siswa memerlukan waktu yang lebih leluasa untuk mengerjakan tugas-tugas dan waktu yang lebih lama untuk memahami materi. Oleh karena itu, pada materi berikutnya jumlah indikator pencapaian kompetensi harus disesuaikan dengan kemampuan siswa untuk mencapainya. Kegiatan presentasi kali ini berjalan cukup baik, siswa nampak lebih berani maju kedepan kelas dan lebih berani menjelaskan ide-idenya. Siswa nampak ber-

semangat ketika mempresentasikan hasil diskusinya, sementara siswa lain menunjukkan keingintahuan terhadap isi pembicaraan dengan mengajukan pertanyaan untuk memperjelas maksud dari pernyataan teman yang sedang presentasi. Guru selalu siap membantu siswa menjelaskan maksud pernyataannya tersebut.

Selama kegiatan pembelajaran, guru memberikan perhatian pada siswa yang pasif dengan menyebut namanya atau memintanya menyampaikan pendapat. Cara ini berhasil menarik perhatian siswa untuk terlibat dalam diskusi. Guru kemudian memberikan pujian bagi siswa yang memberikan tanggapan dengan baik. Terjadinya kegiatan tanya jawab antara siswa dan siswa, maupun siswa dan guru menunjukkan bahwa siswa berminat terhadap kegiatan belajar. Pada kegiatan menyimpulkan definisi, siswa mampu memberikan kata kunci. Contohnya definisi populasi, kata kuncinya adalah keseluruhan atau semua. Namun untuk menyusunnya menjadi kalimat yang runtut, siswa masih mengalami kesulitan. Hal ini perlu mendapat perhatian untuk diperbaiki pada kesempatan berikutnya yaitu kemampuan siswa dalam berkomunikasi baik secara lisan maupun tulisan dalam pembelajaran matematika.

4. Simpulan dan Saran

a. Saran

- 1). Upaya meningkatkan motivasi belajar siswa melalui pembelajaran matematika realistik pada topik statistika dan peluang adalah sebagai berikut.
 - a). Pembelajaran dimulai dari masalah nyata yang mudah dipahami siswa dan yang disukai siswa yaitu



- menggunakan masalah disekitar sekolah, sekitar tempat tinggal siswa, atau topik yang digemari siswa misalnya pemungutan suara untuk memilih band terfavorit di kelas IX SMP Pamungkas untuk topik statistika, melakukan kegiatan percobaan memungut bola berwarna untuk topik peluang
- b). Siswa belajar secara kooperatif dalam kelompok yang heterogen yaitu beragam kemampuan matematikanya
 - c). Pembelajaran matematika berbentuk permainan dalam suasana santai atau aktivitas lain yang melibatkan psikomotorik siswa seperti pada kegiatan percobaan
 - d). Pemberian tugas perlu disesuaikan dengan kemampuan rata-rata siswa yaitu jumlah tugas dan beban tugas sesuai kemampuan siswa untuk menyelesaikannya, volume tugas tidak terlalu banyak atau terlalu sedikit, tidak terlalu sulit atau terlalu mudah
 - e). Siswa diberi waktu yang leluasa untuk mengerjakan tugas-tugas dan berdiskusi, namun dalam pelaksanaan kegiatannya tetap ada batasan waktu.
 - f). Guru mengemukakan topik materi dan memberitahukan kegunaan atau manfaat pengetahuan tersebut bagi siswa
 - g). Metode belajar dilakukan secara bervariasi antara kegiatan individu dan kelompok
- 2). Siswa menunjukkan respons yang positif terhadap pembelajaran matematika realistik untuk topik statistika dan peluang, yaitu:
 - a). Siswa senang menyelesaikan masalah realistik dari lingkungan sekitarnya
 - b). Siswa terdorong mengemukakan ide-idenya, merasa bangga dan senang karena menggunakan idenya sendiri
 - c). Siswa merasa senang belajar matematika melalui diskusi dengan teman-temannya
 - d). Siswa berpendapat bahwa ada kaitan matematika dengan lingkungan di sekitar mereka
 - e). Siswa berpendapat bahwa pengetahuan matematika dapat diperoleh dengan mengembangkan idenya sendiri
 - f). Siswa berpendapat bahwa pembelajaran matematika yang interaktif antara siswa dengan siswa dan siswa dengan guru dapat menambah pengetahuan mereka
 - 3). Upaya guru dalam meningkatkan motivasi belajar matematika siswa selama proses pembelajaran dilakukan dengan cara sebagai berikut.
 - a). Memberikan waktu yang leluasa bagi siswa untuk menyampaikan idenya dan memberikan kesempatan presentasi sepenuhnya menjadi porsi siswa untuk berbicara didepan kelas
 - b). Memberikan pujian atas berbagai keberhasilan yang dicapai siswa, sebaliknya tidak serta merta menyalahkan kegagalan atau kesalahan yang dilakukan siswa
 - c). Mengajukan pertanyaan yang mendorong siswa untuk berpikir dan mengajak siswa untuk melakukan refleksi atas hasil kerja siswa sendiri
 - d). Memberi perhatian lebih pada siswa yang tidak menunjukkan perhatian pada

- pelajaran atau pasif, antara lain dengan menyebut nama siswa tersebut, atau meminta siswa tersebut menyampaikan pendapatnya
- e). Membantu siswa menyampaikan gagasannya ke dalam bahasa matematika yang formal dan membimbing siswa untuk menyusun kalimat secara runtut dan logis.

b. Saran

Bagi para guru yang akan menerapkan pembelajaran matematika realistik dapat dipadukan dengan metode belajar kooperatif *Teams Games Tournament (TGT)* agar siswa termotivasi untuk berkompetisi. Metode TGT dapat mendorong semangat siswa bekerjasama untuk menunjukkan kelompoknya lebih baik daripada kelompok lain. Waktu kegiatan diskusi kelompok perlu dialokasikan dengan baik, dengan

mempertimbangkan bobot tugas, jumlah tugas dan kemampuan siswa untuk menyelesaikannya.

Guru terkadang sulit mengubah kebiasaan mengajarnya. Hendaknya secara bertahap guru mengurangi intervensinya dalam kegiatan belajar agar siswa mendapat kesempatan seluas-luasnya untuk mengekspresikan idenya sendiri, mengembangkan kemampuan komunikasi matematikanya yang pada mulanya dilakukan dengan kalimat mereka sendiri dan cara mereka sendiri. Dalam tahap ini, guru hendaknya memberikan dorongan berupa pujian maupun bersikap positif seperti mau mendengarkan gagasan siswanya tersebut dan tidak menyalahkan apabila ide tersebut ternyata belum tepat. Namun, sebaiknya guru membimbing siswa untuk melakukan refleksi atas idenya, mencari tahu alasan dan argumentasi siswa, kemudian membimbing agar siswa mengetahui letak kesalahannya.

Daftar Pustaka

- Asmin. (2003). Implementasi pembelajaran matematika realistik (PMR) dan kendala yang muncul di lapangan (versi elektronik). *Jurnal pendidikan dan kebudayaan*, 44, 1-15.
- Elliot, et al. (2000). *Educational psychology effective teaching effective learning 3rd edition*. London: McGraw-Hill
- Gravemeijer. (1994). *Developing realistic mathematics education*. Utrecht: CD β Press.
- Hudojo. (1988). *Mengajar belajar matematika*. Jakarta: Depdikbud P2LPTK
- Megawati. (2004). *Pembelajaran melalui pemecahan masalah realistik untuk memahami konsep sistem persamaan linear dua variabel bagi siswa kelas II SLTP Negeri I Suppa*. Tesis magister, tidak diterbitkan, Universitas Negeri Malang, Malang.
- Saleh Haji. (2005). *Pengaruh pendekatan matematika realistik terhadap hasil belajar matematika di sekolah dasar*. Disertasi doktor, tidak diterbitkan, Universitas Pendidikan Indonesia Bandung. Diambil pada tanggal 7 Agustus 2006, dari <http://pps.upi.edu/org/abstrakdisertasi/abstrakdismat05.html>
- Siti Inganah. (2003). *Model pembelajaran segiempat dengan pendekatan realistik pada siswa kelas II SLTP Negeri 3 Batu*. Tesis magister, tidak diterbitkan, Universitas Negeri Malang, Malang.
- Suryanto. (2001). Aspek afektif hasil pembelajaran matematika. *Paedagogia*, jilid 4 No. 1, 41-56.

KEYAKINAN DAN KECENDERUNGAN PRAKTEK PEMBELAJARAN PESERTA DIKLAT TEACHER MADE TEACHING AIDS BERDASAR HASIL TES AWAL DI SEAMEO QITEP IN MATHEMATICS

Fadjar Shadiq

Widyaiswara Madya PPPPTK Matematika
Divisi Diklat pada QITEP in Mathematics
(fadjar_p3g@yahoo.com & www.fadjarp3g.wordpress.com)

Abstract. *Mathematics is known as the science of pattern. In addition, the process of teaching and learning mathematics in the classroom will be largely determined by the teachers' view and beliefs about mathematics and mathematics education. Pretest was carried out in order to discover the competencies, beliefs, and the tendency of mathematics teaching and learning in their classrooms; and to assist and facilitate the course participants in achieving the training objectives. The test consists of two parts, Part A and Part B. The Part A of the test was mathematics problems, while part B was the questionnaire related to the beliefs and perceptions of the participants about mathematics and mathematics education.*

Half of the participants stated that mathematics related to the pattern or stated that mathematics can enhance the ability to think, analyze, and solve problems. Furthermore, 54.17% participants were able to give reasons why they should use concrete objects and diagrams or pictures during the learning process. However, all participants could not define the term 'meaningful learning' according to the definition set out by Ausubel. In practice, 66.67% participants said that they focus on rules that $5 - (-3) = 5 + 3$ or focus on multiplication rules that $(-a) \times (-b) = ab$ which emphasizes students to memorize. Furthermore, only 25% participants can correctly describe an example of using concrete objects on enactive stage and using pictorial objects (such as diagrams or pictures) on the iconic stage they have done in class.

Based on those results, several steps have been taken include: (1) the course facilitators must be able to convince the participants to change the process of mathematics teaching and learning in such a way to be more easily understood by every student, (2) the need for concrete examples during the training process so that the facilitator can act as a model, (3) during the coaching process the facilitators should be able to change the learning process to facilitate students to construct their knowledge by themselves and help them to learn to think and to reason.

Keywords: *mathematical content and processes, belief, thinking, and reason*

1. Pendahuluan

Pada tanggal 3 - 30 Mei 2010, SEAMEO Regional Centre For QITEP in Mathematics mengadakan diklat dengan judul *Course on Teacher Made Teaching Aid in Mathematics Education for Primary School Teachers*. Kegiatan tersebut merupakan diklat pemanfaatan alat peraga untuk para guru SD se Asia Tenggara. Penulis diberi mandat

untuk menyusun tes awal (*pretest*) dan tes akhir (*posttest*) yang sudah diujikan kepada 24 peserta diklat dimaksud. Makalah ini akan menjelaskan secara lebih rinci tentang tes awal (*pretest*) beserta hasil dan analisisnya namun tidak akan menjelaskan tentang tes akhir (*posttest*) dan tidak akan membandingkan hasil kedua tes dimaksud. Kata lainnya, artikel ini tidak akan membahas tentang

efektifitas diklat dengan cara membandingkan antara hasil tes awal dan tes akhir. Dengan menganalisis hasil tes awal maka akan didapat beberapa kemampuan, keyakinan, dan kecenderungan praktek pembelajaran matematika, utamanya di Indonesia maupun di kawasan Asia Tenggara. Banyak hal menarik yang dapat dipelajari dan direnungkan berkait dengan kemampuan, keyakinan, dan kecenderungan praktek pembelajaran para guru peserta diklat sebelum mereka mengikuti diklat dimaksud. Harapannya, makalah ini dapat bermanfaat untuk pendidikan matematika terutama di Indonesia maupun di kawasan Asia Tenggara dan dapat dimanfaatkan para guru, dosen, dan widyaiswara matematika.

Southeast Asian Ministers of Education Organisation (SEAMEO) adalah suatu organisasi para menteri pendidikan se Asia Tenggara. Seluruhnya ada 11 negara anggota SEAMEO. Organisasi tersebut memiliki 19 pusat (*centre*) yang terletak di 8 negara dari 11 negara anggota yang ada. Salah satu pusat yang baru didirikan dan berada di Indonesia adalah *SEAMEO Centre for Quality Improvement of Teachers and Education Personnel (QITEP) in Mathematics*. Fungsi utama *SEAMEO QITEP in Mathematics* adalah mengembangkan dan meningkatkan kompetensi para guru matematika dan tenaga kependidikan matematika (termasuk pengawas, kepala sekolah, dan staf administrasi) di kawasan Asia Tenggara. Karena itu, visi *QITEP in Mathematics* adalah menjadi pusat unggulan yang profesional di bidang pendidikan matematika untuk para guru dan tenaga kependidikan dalam kerangka pengembangan berkelanjutan (*sustainable development*). Sedangkan misinya adalah untuk mengembangkan dan meningkatkan keunggulan profesional para guru dan tenaga kependidikan matematika

melalui pengembangan kapasitas (*capacity building*), saling berbagi sumber (*resources sharing*), pertukaran informasi (*information exchanges*), penelitian dan pengembangan (*research and development*), dan pengembangan jejaring (*networking*) di antara para guru dan tenaga kependidikan di negara-negara anggota SEAMEO.

Berdasar visi dan misinya, program dan kegiatan yang dapat dilakukan *QITEP in Mathematics* di antaranya adalah: pelatihan, lokakarya, studi komparatif, penelitian, seminar, simposium, beasiswa, magang, layanan konsultasi, kegiatan yang berkait dengan pengembangan komunitas, pengembangan jejaring dan kerjasama, peningkatan akses ke pasar (seperti *display*, bahan cetakan, publikasi *on-line*, publikasi audio and video, serta kunjungan), mengembangkan kerjasama dengan pusat lain baik di Indonesia, di negara lain, dengan badan yang menjadi anggota afiliasi, dengan negara asosiasi, dengan negara donor, serta dengan lembaga kelas dunia lain. Hal tersebut dapat dicapai jika ada dukungan yang kuat dari sumber (*resource*), adanya struktur dan organisasi yang efektif dan efisien, pengembangan instrumen dan aturan (*enabling instrument, staff rules, dan standard operation plan*); peningkatan infrastruktur (terutama *IT*), dana dan anggaran yang memadai, serta mengusahakan tambahan dana melalui kegiatan yang sah.

Program diklat yang dilaksanakan *QITEP in Mathematics* di antaranya adalah: Diklat Pemanfaatan Alat Peraga Buatan Guru (*Teacher-made Teaching Aids*), Diklat Pembelajaran Matematika yang Menyenangkan (*Joyful Mathematics Learning*), Diklat Pembelajaran Matematika di Kelas Heterogen (*Heterogeneous Mathematics Class Instruction*), Diklat



Pemanfaatan dan Pengembangan Pembelajaran Matematika Berbasis Teknologi Informasi (*Utilization and Development IT-based Mathematics Learning*), Diklat Supervisi Klinis (*Clinical Supervision*), Diklat Studi Pembelajaran untuk Pendidikan Matematika (*Lesson Study in Mathematics Education*), dan Diklat Pendidikan Realistik Matematika Asia Tenggara (*Southeast Asia Mathematics Realistic Education*). Tentunya, setiap diklat akan menggunakan tes awal dan tes akhir yang berbeda yang akan disesuaikan dengan tujuan diklatnya.

2. Peserta Tes Awal

Ada 24 peserta diklat dari negara-negara Asean yang sekaligus menjadi peserta tes dengan rincian sebagai berikut.

Tabel 1. Peserta Diklat

No	Negara	Jumlah Peserta
1.	Lao PDR	2 (8,33%)
2.	Myanmar	1 (4,17%)
3.	Thailand	1 (4,17%)
4.	Cambodia	1 (4,17%)
5.	Vietnam	1 (4,17%)
6.	The Philippines	1 (4,17%)
7.	Malaysia	1 (4,17%)
8.	Timur Leste	2 (8,33%)
9.	Singapura	0 (0%)
10	Brunei Darussalam	0 (0%)
11	Indonesia	14 (58,33%)

Hanya Singapura dan Brunei Darussalam yang tidak mengirimkan utusannya. Negara dengan peserta terbanyak adalah Indonesia. Meskipun penyebaran peserta sangat tidak merata, namun hasil tes awal dan akhir sangat menarik untuk dipelajari, sehingga data ini dapat digunakan sebagai data awal yang masih kasar tentang keyakinan dan kecenderungan praktek pembelajaran

matematika di Asia Tenggara.

3. Instrumen Tes dan Kuesioner

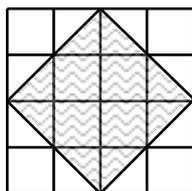
Pada dasarnya tes awal ini dilakukan adalah untuk mengetahui pengetahuan dan kemampuan awal para peserta diklat yang berkait dengan pemanfaatan alat peraga. Meskipun demikian, sebagai guru matematika, para peserta dituntut juga untuk menjelaskan tentang isu-isu terbaru (*current issues*) pada pembelajaran matematika beserta kecenderungan (*trends*) praktek pembelajaran matematika di kelas mereka. Sebelum para peserta menjawab atau mengerjakan tes awal tersebut, telah dinyatakan pada bagian awal tes yang ditulis tepat di bawah judul tes adalah kalimat berikut: “*In order to make the training relevant and helpful for you, we would like you to complete this evaluation sheets. You will be greatly helping us to ensure that this training will be helpful for all of you. Thank you very much.*” Dengan mengetahui pengetahuan awal tersebut, para fasilitator diklat akan lebih terarah menempatkan mereka dalam grup (*grouping*), menentukan materi (*content*) yang cocok, serta cara menyampaikan materinya (*delivery systems*). Jadi tujuan umum dilaksanakannya tes ini adalah untuk lebih mudah membantu para peserta diklat, sehingga tujuan diadakannya diklat ini dapat lebih mudah dicapai.

Tes awal yang digunakan dapat digolongkan atas dua bagian, yaitu bagian A yang merupakan ‘masalah matematika’, sedangkan bagian B merupakan kuesioner yang berkait dengan keyakinan para peserta terhadap matematika dan pendidikan matematika. Berikut ini penjelasannya.

a. Tes Bagian A

Ada dua soal untuk Tes Bagian A ini. Petunjuk untuk tes ini adalah: “*Solve the problems below. Show your work as clear as possible to enable other people to understand your thinking. We are interested in your ideas about mathematics.*” Artinya, selesaikan masalah di bawah ini. Tunjukkan pekerjaan Anda dengan jelas agar orang lain memahami jalan pikiran Anda. Kami menginginkan ide Anda tentang matematika. Berikut ini adalah Tes Bagian A tersebut secara lengkap yang terdiri atas dua soal .

1. *Find out the area (in square unit) of this shaded picture. Describe at least 5 different strategies/ways to find the answer. [Tentukan luas daerah yang diarsir (dalam satuan luas persegi). Jelaskan paling tidak 5 cara/strategi untuk menentukan luas itu].*



2. *The product of two positive integers is even, but not divisible by 4. Is their sum odd or even? Explain. [Hasil kali dua bilangan asli adalah bilangan genap, akan tetapi bukan kelipatan 4. Apakah jumlah kedua bilangan dimaksud ganjil atau genap? Jelaskan].*

NCTM (*National Council of Teachers of Mathematics*) pada tahun 2000, menerbitkan buku berjudul ‘*Principles and Standards for School Mathematics*’. Menurut NCTM, standar matematika sekolah meliputi standar isi atau materi (*mathematical content*) dan standar proses

(*mathematical processes*). Standar proses meliputi pemecahan masalah (*problem solving*), penalaran dan pembuktian (*reasoning and proof*), keterkaitan (*connections*), komunikasi (*communication*), dan representasi (*representation*). NCTM menyatakan juga bahwa baik standar materi maupun standar proses tersebut secara bersama-sama merupakan keterampilan dan pemahaman dasar yang sangat dibutuhkan para siswa pada abad ke-21 ini (*Together, the Standards describe the basic skills and understandings that students will need to function effectively in the twenty-first century*). Jelaslah bahwa soal A1 dan A2 di atas berkait dengan standar isi atau materi (*mathematical content*) dan standar proses (*mathematical processes*). Para peserta diklat yang dapat menyelesaikan soal A1 dan A2 tersebut dengan baik diasumsikan menguasai baik materi matematika (*mathematical content*) maupun proses (*mathematical processes*). Namun tidak sebaliknya. Artinya, jika ada peserta yang tidak dapat menyelesaikan soal A1 dan A2 maka tidak dapat diasumsikan bahwa mereka tidak menguasai materi matematika. Mungkin mereka mengalami kesulitan bahasa, karena bahasa yang digunakan adalah bahasa Inggris.

b. Kuesioner Bagian B

Kuesioner Bagian B ini disebut dengan *Mathematical Beliefs Questionnaire*. Proses pembelajaran matematika di kelas akan sangat ditentukan oleh pandangan seorang guru beserta keyakinannya (*beliefs*) terhadap pendidikan matematika itu sendiri sebagaimana ditunjukkan diagram berikut.

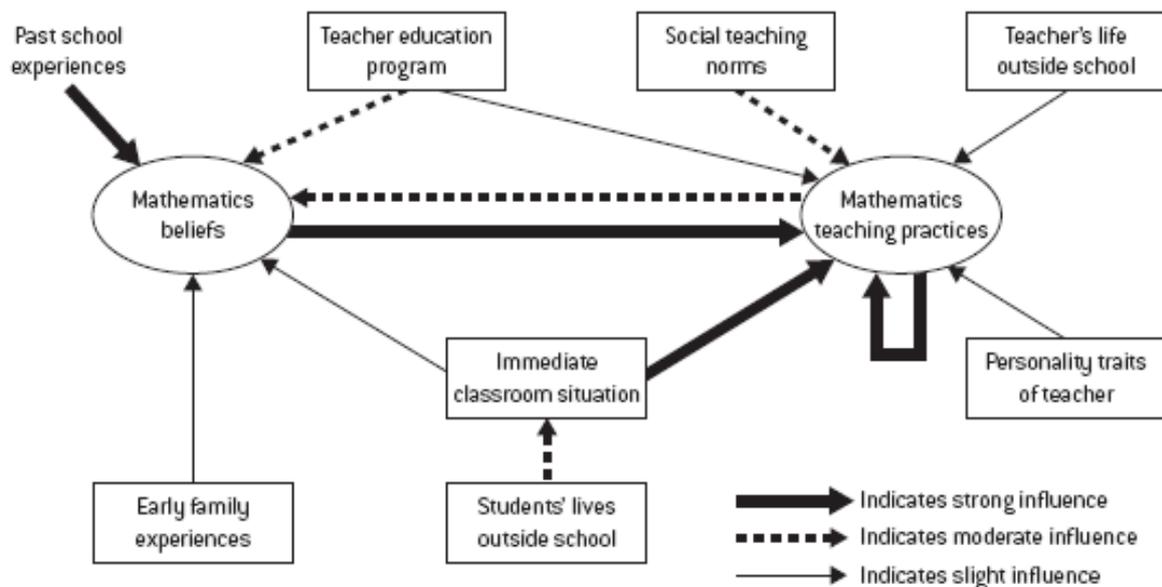


Diagram di atas yang didesain Goos and Vale (2007:5) menunjukkan bahwa beberapa faktor yang paling mempengaruhi praktek pembelajaran matematika di kelas adalah keyakinan sang guru dan situasi di kelas sebagaimana ditunjukkan tanda panah paling tebal. Goos and Vale (2007:4) menyatakan: *"Whether we are aware of it or not, all of us have our own beliefs about what mathematics is and why it is important."* Selanjutnya Goos and Vale (2007:4) mengutip Barkatsas dan Malone (2005:71) yang menyatakan: *"Mathematics teachers' beliefs have an impact on their classroom practice, on the ways they perceive teaching, learning, and assessment, and on the ways they perceive students' potential, abilities, dispositions, and capabilities."* Artinya, keyakinan seorang guru Matematika akan berdampak pada praktek pembelajaran di kelasnya.

Karenanya, ketidaksempurnaan memahami 'matematika' dan 'pendidikan matematika' dari seorang guru sedikit banyak akan menyebabkan ketidaksempurnaan pada proses pembelajarannya di kelas. Kata lainnya, keyakinan yang

benar terhadap 'matematika' dan 'pendidikan matematika' diharapkan akan dapat membantu proses pembelajaran matematika yang lebih efektif, efisien, dan sesuai dengan tuntutan zaman. Sebagai contoh, pengertian matematika yang sesuai dengan tuntutan zaman sangatlah penting dan menentukan keberhasilan pembelajarannya. Masalahnya, jawaban pertanyaan 'Apa itu Matematika' tidaklah semudah yang dibayangkan. Karenanya, kuesioner bagian B ini berkaitan dengan keyakinan peserta diklat terhadap Matematika dan pendidikan Matematika yang akan memiliki dampak (*impact*) pada proses pembelajarannya di kelas.

Petunjuk untuk Kuesioner Bagian B ini adalah: *"There is no right or wrong answers to the questions that follow. We are interested in your ideas about mathematics. Your answers will help us to understand what you think mathematics and mathematics teaching and learning are about."* Artinya, kami tidak berfokus pada benar atau salahnya jawaban Anda untuk pertanyaan berikut. Jawaban Anda akan membantu kami memahami apa yang Anda pikirkan

tentang matematika dan pembelajaran matematika. Berikut ini adalah Kuesioner Bagian B tersebut secara lengkap.

Mathematical Beliefs Questionnaire

3. *In your opinion, what is mathematics?* [Menurut Anda, apa Matematika itu?]
4. *Assume that you will teach a topic of subtraction such as* [Misalkan Anda akan membahas tentang pengurangan seperti ini]:
 $5 - (-3)$
Explain the steps that you usually use in your instruction processes. [Jelaskan langkah-langkah yang biasanya Anda gunakan selama proses pembelajarannya.]
5. *Based on your experience, give an example of meaningful learning in your mathematics instruction, and then explain your reason to categorize that example as meaningful learning.* [Berdasar pengalaman Anda, berilah contoh pembelajaran bermakna, lalu jelaskan alasan Anda untuk menyatakan contoh tersebut terkategori sebagai pembelajaran bermakna.]
6. *Based on your experience, give an example of the use of concrete materials during enactive stage and then followed with the use of pictorial materials (such as diagram or picture) during iconic stage on the teaching and learning primary school mathematics.* [Berdasar pengalaman Anda, berilah contoh penggunaan benda-benda konkret pada tahap enaktif lalu lanjutkan dengan penggunaan benda-benda bergambar (seperti diagram atau gambar) pada tahap ikonik pada pembelajaran Matematika di Sekolah Dasar.]
7. *Describe your rationale to use that concrete materials during enactive stage. Describe also your rationale to use those pictorial materials*

(such as diagram or picture) during iconic stage. Do you think that those concrete materials and pictorials materials will help your students to learn mathematics more easily? [Jelaskan alasan Anda untuk menggunakan benda-benda konkret pada tahap enaktif. Jelaskan juga alasan Anda untuk menggunakan benda-benda bergambar (seperti diagram atau gambar) selama tahap ikonik. Apakah Anda berpikir bahwa benda-benda konkret maupun benda-benda bergambar tersebut akan membantu siswa untuk belajar Matematika dengan lebih mudah?]

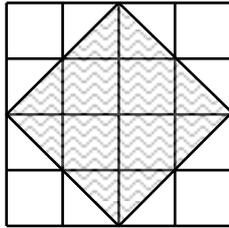
4. Hasil Tes dan Analisisnya

Tes Bagian A1

1. *Find out the area (in square unit) of this shaded picture. Describe at least 5 different strategies/ways to find the answer.* [Tentukan luas daerah yang diarsir (dalam satuan luas persegi). Jelaskan paling tidak 5 cara/strategi untuk menentukan luas itu].

Pada soal nomor A1 di atas, para peserta diminta untuk paling tidak menggunakan 5 cara/strategi untuk menyelesaikannya. Dengan demikian, skor maksimum untuk setiap orang pada soal di atas adalah 5, sedangkan skor maksimum untuk 24 peserta diklat adalah $24 \times 5 = 120$. Hasil yang benar untuk tes nomor A1 di atas adalah sebagai berikut ($n = 24$).

- a. [10] Menggabung dua segitiga yang luasnya setengah satuan luas, diikuti dengan membilang 1, 2, 3, ... , 8; sehingga didapat 8 satuan luas.



- b. [4] Menghitung ada 4 persegi lalu ditambah dengan 8 segitiga yang setiap segitiga luasnya $\frac{1}{2}$ satuan luas. Luas seluruhnya ada 8 satuan luas
- c. [4] Luas persegi seluruhnya (16 satuan luas) dikurangi bagian yang tidak diarsir (8 satuan luas) sehingga luas daerah yang diarsir adalah 8 satuan luas.
- d. [3] Luas daerah yang diarsir adalah separuh dari luas persegi seluruhnya. Karena luas daerah persegi seluruhnya adalah 16 satuan luas; maka luas daerah yang diarsir adalah $\frac{1}{2} \times 16 = 8$ satuan luas.
- e. [2] Memindahkan 2 segitiga yang diarsir sehingga terbentuk persegi panjang dengan $p = 4$ dan $l = 2$ yang luasnya 8 satuan luas.
- f. [1] Karena terdapat 16 segitiga dengan luas $\frac{1}{2}$ satuan luas untuk setiap segitiga dimaksud, maka luas daerah yang diarsir adalah $16 \times \frac{1}{2} = 8$ satuan luas.
- g. [1] Menyatakan bahwa terdapat 2 segitiga samakaki dengan $a = 4$ and $t = 2$, sehingga luas daerah yang diarsir adalah $2 \times \frac{1}{2} \times 4 \times 2 = 8$ satuan luas.

- h. [1] Menyatakan bahwa terdapat 4 segitiga samakaki dengan $a = 2$ and $t = 2$, sehingga luas daerah yang diarsir adalah $4 \times \frac{1}{2} \times 2 \times 2 = 8$ satuan luas.
- i. [1] Menggunakan rumus luas belah ketupat di mana $d_1 = d_2 = 4$; sehingga luas daerah yang diarsir adalah sama dengan luas belah ketupat = $\frac{1}{2} \times 4 \times 4 = 8$ satuan luas.

Dari catatan di atas, paling tidak ada 9 cara/strategi yang benar untuk menentukan luas daerah yang diarsir. Tentunya masih banyak cara lain yang dapat digunakan guru untuk menentukan hasilnya. Namun skor yang didapat peserta adalah 27. Jadi, persentase skor yang didapat peserta pada saat Tes Awal adalah $\frac{27}{120} \times 100\% = 22,5\%$. Hasil ini sangat jauh dari yang diharapkan. Hasil ini menunjukkan juga lemahnya para guru peserta diklat dalam mencari dan menemukan alternatif solusi. Catatan kesalahan yang dilakukan peserta untuk tes nomor A1 di atas adalah sebagai berikut ($n = 24$).

- a. [3] Cenderung untuk mengarah ke penentuan keliling daripada menentukan luas daerahnya.
- b. [6] Tidak jelas arah penyelesaiannya.

Jelas sekali bahwa beberapa kesalahan disebabkan oleh kurangnya pemahaman terhadap soal, sehingga ada 3 (atau 12,5%) peserta salah menafsirkan soal. Di samping itu ada 6 (atau 25%) peserta yang tidak jelas arah penyelesaiannya yang mungkin juga disebabkan oleh kesalahan menafsirkan soal. Di samping itu, hasil Tes Awal ini

menunjukkan juga lemahnya para guru SD ketika diminta menentukan luas daerah yang diarsir dengan berbagai cara.

Berikut ini adalah hasil Tes Bagian A2 pada tes awal (*pretest*).

Kuesioner Bagian A2.

2. *The product of two positive integers is even, but not divisible by 4. Is their sum odd or even? Explain.* [Hasil kali dua bilangan asli adalah bilangan genap, akan tetapi bukan kelipatan 4. Apakah jumlah kedua bilangan dimaksud ganjil atau genap? Jelaskan].

Pada soal nomor A2 di atas para peserta hanya diminta untuk menjelaskan secara ringkas cara menyelesaikannya. Skor maksimum untuk setiap orang pada soal di atas adalah 5. Dengan demikian skor maksimum untuk 24 peserta diklat adalah $24 \times 5 = 120$. Hasil yang benar untuk tes nomor A2 di atas adalah sebagai berikut ($n = 24$).

a. [2] Menjelaskan dengan sangat baik dan benar. Contoh penjelasannya, karena diketahui bahwa hasil kali dua bilangan asli tersebut adalah bilangan genap maka ada dua alternatif yang mungkin, yaitu kedua bilangan dimaksud sama-sama genap atau satu bilangan adalah bilangan genap dan satu bilangan lainnya adalah bilangan ganjil. Selanjutnya diketahui juga bahwa hasil kali dua bilangan asli tersebut bukan kelipatan 4 sehingga tidak mungkin kedua bilangan dimaksud

sama-sama genap. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa satu bilangan merupakan bilangan genap sedangkan satu bilangan lainnya adalah bilangan ganjil, sehingga jumlah kedua bilangan dimaksud adalah bilangan ganjil. Untuk 2 peserta yang telah dengan sangat baik menjelaskan cara menentukan hasilnya ini diberi skor $2 \times 5 = 10$.

b. [3] Menjelaskan dengan baik dan benar yang diberi skor penuh 5 juga. Untuk 3 peserta yang telah dengan baik menjelaskan cara menentukan hasilnya ini diberi skor $3 \times 5 = 15$.

c. [3] Menjelaskan dengan cukup baik dan benar yang diberi skor 4. Untuk 3 peserta yang telah dengan cukup baik menjelaskan cara menentukan hasilnya ini diberi skor $3 \times 4 = 12$.

d. [1] Tidak menjelaskan namun menulis hasil akhir dengan benar yang diberi skor 2. Untuk 1 peserta yang tidak menjelaskan namun menulis hasil akhir dengan benar diberi skor $1 \times 2 = 2$.

Ternyata, dari catatan di atas, skor yang didapat peserta adalah 39. Jadi, persentase skor yang didapat peserta pada saat Tes Awal adalah $\frac{39}{120} \times 100\% = 32,5\%$. Hasil ini menunjukkan lemahnya guru peserta

diklat dalam mencoba-coba dan bereksplorasi. Catatan kesalahan yang dilakukan peserta untuk tes nomor A2 di atas adalah sebagai berikut ($n = 24$).

- a. [7] Tidak menjawab.
- b. [6] Salah menafsirkan soal. Ada kecenderungan bahwa kalimat: *‘The product of two positive integers is even,’* ditafsirkan dengan kedua bilangannya adalah bilangan genap.
- c. [2] Menjawab namun tidak jelas arah penyelesaiannya.

Sama seperti kasus pada Tes Bagian A1; beberapa kesalahan pada Tes Bagian A2 ini disebabkan oleh kurangnya pemahaman terhadap soal, sehingga ada 6 (atau 25%) peserta salah menafsirkan soal. Di samping itu ada 2 (atau 8,33%) peserta yang tidak jelas arah penyelesaiannya yang mungkin juga disebabkan oleh kesalahan menafsirkan soal.

Berikut ini adalah penjelasan untuk Kuesioner Bagian B yang akan dimulai dengan penjelasan untuk Kuesioner Bagian B1 diikuti dengan penjelasan untuk Kuesioner Bagian B2 dan seterusnya lalu diakhiri dengan penjelasan untuk Kuesioner Bagian B5. Berikut ini adalah hasil Kuesioner Bagian B1 pada tes awal (*pretest*).

Kuesioner Bagian B1

1. *In your opinion, what is mathematics?* [Menurut Anda, apakah Matematika itu?]

Hasil kuesioner nomor B1 di atas adalah sebagai berikut ($n = 24$).

- a. [2] Matematika berkaitan dengan keteraturan (pola).
- b. [1] Matematika berkaitan

dengan sesuatu yang abstrak.

- c. [3] Matematika berkaitan dengan sesuatu yang logis.
- d. [5] Matematika berkaitan dengan sesuatu untuk menganalisis atau berpikir.
- e. [3] Matematika berkaitan dengan pemecahan masalah.
- f. [10] Matematika adalah mata pelajaran yang sangat bermanfaat di dalam kehidupan sehari-hari.
- g. [9] Matematika adalah mata pelajaran yang berkaitan dengan hitung menghitung, bilangan, atau data.
- h. [2] Tidak menjawab.

Sebagai mana disampaikan di bagian depan, definisi matematika, pendidikan matematika, dan tujuan pembelajaran matematika di kelas akan selalu menyesuaikan dengan tuntutan perubahan zaman. Matematika harus dimanfaatkan agar para siswa dapat difasilitasi untuk belajar berpikir, bernalar, dan berkomunikasi; sehingga mereka dapat bersaing dengan warga bangsa lain. Di samping itu, ada tuntutan yang makin keras bahwa pembelajaran matematika di kelas tidak seharusnya selalu deduktif namun sebaiknya dimulai secara induktif. Hal itu dilakukan agar para siswa belajar mencerna ide-ide baru, mampu menyesuaikan diri terhadap perubahan, mampu menangani ketidakpastian, mampu menemukan keteraturan, dan mampu memecahkan masalah yang tidak lazim. Definisi yang cocok dengan hal terakhir ini, matematika merupakan ilmu yang membahas pola atau keteraturan, sebagaimana dinyatakan NRC (1989:31): *“Mathematics is a*

science of patterns and order,” serta De Lange (2004:8) yang menyatakan: *“Mathematics could be seen as the language that describes patterns – both patterns in nature and patterns invented by the human mind.”*

Ketika menjawab pertanyaan kuesioner nomor B1 di atas, para peserta ada yang menjawab lebih dari satu aspek, seperti menyatakan bahwa matematika adalah berkait dengan sesuatu yang abstrak dan juga menyatakan bahwa matematika bermanfaat di dalam kehidupan nyata sehari-hari. Alternatif jawaban a yang dijawab oleh 2 (atau 8,33%) peserta yang menyatakan bahwa matematika berkait dengan keteraturan (pola) menunjukkan bahwa definisi atau pengertian di atas sesuai dengan definisi NRC (1989:31) dan De Lange (2004:8). Keyakinan atau pengetahuan peserta tersebut diberi skor 5 sebagai skor maksimal. Selanjutnya, terdapat 12 (atau 50%) peserta yang menyatakan bahwa matematika berkait dengan kemampuan berpikir (*thinking*) dan bernalar (*reasoning*) seperti menyatakan bahwa matematika berkait dengan sesuatu yang abstrak pada alternatif jawaban b, berkait dengan sesuatu yang logis pada alternatif jawaban c, berkait dengan sesuatu untuk menganalisis atau berpikir pada alternatif jawaban d, dan berkait pemecahan masalah pada alternatif jawaban e. Keyakinan atau pengetahuan peserta tersebut diberi skor 4 dari skor maksimal 5 karena para peserta sudah menunjukkan akan pentingnya mempelajari matematika untuk meningkatkan kemampuan berpikir, menganalisis, bernalar, dan memecahkan masalah para siswa.

Selanjutnya, terdapat 10 (atau 41,67%) peserta yang mengaitkan matematika dengan kegunaannya yang sangat bermanfaat di dalam kehidupan sehari-hari. Keyakinan

atau pengetahuan peserta tersebut diberi skor 2 dari skor 5 sebagai skor maksimal karena hanya menunjukkan pentingnya mempelajari matematika dalam kehidupan sehari-hari tanpa menjelaskan secara eksplisit akan pentingnya matematika untuk meningkatkan kemampuan berpikir, menganalisis, bernalar, dan memecahkan masalah para siswa. Berikutnya, terdapat 9 (atau 37,5%) peserta yang mengaitkan matematika dengan hitung menghitung, bilangan, atau data. Keyakinan atau pengetahuan peserta tersebut diberi skor 1 dari skor maksimal 5 karena hanya menunjukkan pentingnya pengetahuan atau materi matematika tanpa menjelaskan secara eksplisit akan pentingnya matematika untuk meningkatkan kemampuan mempelajari pola yang secara implisit akan meningkatkan kemampuan berpikir, menganalisis, bernalar, dan memecahkan masalah para siswa. Untuk pertanyaan pada kuesioner nomor B1 di atas, terdapat 2 (atau 8,33%) peserta yang tidak menjawab soal. Berikut ini adalah penjelasan terhadap jawaban peserta untuk pertanyaan kuesioner nomor B2.

Kuesioner Bagian B2.

2. *Assume that you will teach a topic of subtraction such as* [Misalkan Anda akan membahas tentang pengurangan seperti ini]:

$$5 - (-3)$$

Explain the steps that you usually use in your instruction processes. [Jelaskan langkah-langkah yang biasanya Anda gunakan selama proses pembelajarannya.]

Hasil atau pengerjaan untuk Kuesioner nomor B2 di atas adalah sebagai berikut (n = 24).

a. [1] Menggunakan pola dengan meminta siswa menentukan hasil dari pengurangan dua bilangan berikut sebagai alternatif diikuti



dengan meminta siswa untuk melanjutkannya dengan baris-baris berikutnya.

$$5 - 3 = \dots \text{ (Hasil 2)}$$

$$5 - 2 = \dots \text{ (Hasil 3)}$$

$$5 - 1 = \dots \text{ (Hasil 4)}$$

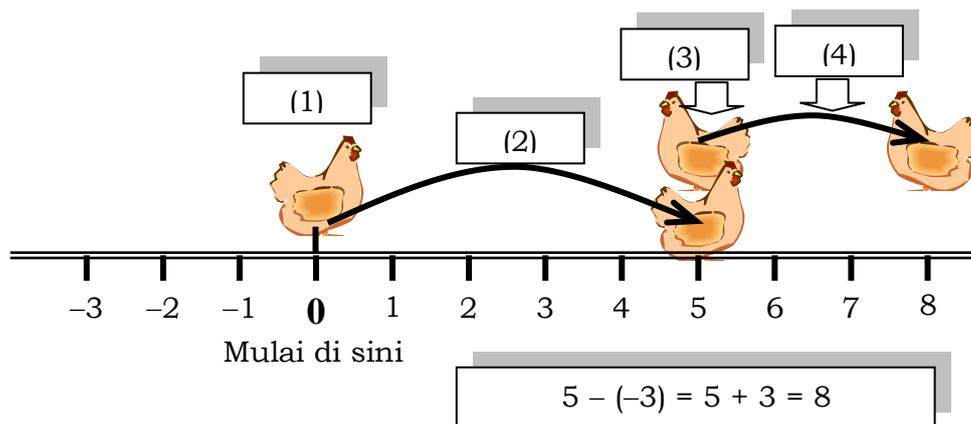
Selanjutnya siswa diminta menentukan keteraturan (pola) yang ada pada pengurangan dimaksud sehingga didapat $5 - (-3) = 5 + 3 = 8$

- b. [3] Menggunakan garis bilangan, dengan aturan sebagai berikut. Tanda positif dan negatif pada bilangan berturut-turut ditunjukkan dengan 'maju' dan 'mundur'. Tanda operasi 'plus' atau 'tambah' dan 'minus' atau 'kurang' berturut-turut

ditunjukkan dengan 'tetap ke arah kanan' dan 'berbalik arah'.

Dengan demikian, operasi pengurangan $5 - (-3)$ ditunjukkan dengan kegiatan berikut.

- (1). Mulai pada lambang bilangan 0 dan menghadap ke kanan.
- (2) Maju 5 langkah sampai pada lambang bilangan 5.
- (3) Balik arah (karena ada tanda minus '-' atau 'kurang').
- (4) Mundur 3 langkah sehingga berhenti pada lambang bilangan 8.



- c. [1] Menggunakan koin '+' dan koin '-'.
- d. [15] Fokus pada aturan bahwa $5 - (-3) = 5 + 3$.
- e. [1] Fokus pada aturan perkalian bahwa $(-a) \times (-b) = ab$.
- f. [3] Tidak menjawab.

pertanyaan dan hanya 3 peserta yang tidak menjawab pertanyaan atau tugas dimaksud. Setiap peserta yang tidak menjawab pertanyaan atau tugas pada kuesioner nomor B2 di atas diberi skor 0, sehingga 3 peserta yang tidak menjawab pertanyaan atau tugas dimaksud mendapat skor $3 \times 0 = 0$.

Ketika menjawab pertanyaan atau tugas pada kuesioner nomor B2 di atas, 21 peserta telah menjawab

Dari 21 peserta yang telah menjawab pertanyaan atau tugas tersebut, 16

(atau 66,67%) peserta telah menyatakan fokus pada aturan bahwa $5 - (-3) = 5 + 3$ atau pada aturan perkalian bahwa $(-a) \times (-b) = ab$. Pembelajaran seperti itu biasanya dimulai dengan membahas pengertiannya atau mengumumkan aturan-aturan perkaliannya, lalu memberikan contoh-contoh, dan diikuti dengan meminta para siswa untuk mengerjakan soal-soal latihan. Dengan pembelajaran seperti itu, para guru akan mengontrol secara penuh materi serta metode penyampaiannya. Akibatnya, proses pembelajaran matematika di kelas lalu menjadi proses mengikuti langkah-langkah, aturan-aturan, serta contoh-contoh yang diberikan para guru. Pembelajaran seperti itu hanya fokus pada pengetahuan matematikanya dan lebih menekankan kepada para siswa untuk mengingat (*memorizing*) atau menghafal (*rote learning*) dan kurang atau malah tidak menekankan kepada para siswa untuk bernalar (*reasoning*), memecahkan masalah (*problem-solving*), ataupun pada pemahaman (*understanding*). Dengan model pembelajaran seperti itu, kadar keaktifan siswa menjadi sangat rendah. Para siswa hanya menggunakan kemampuan berpikir tingkat rendah (*low order thinking skills*) selama proses pembelajaran berlangsung di kelas dan tidak memberi kemungkinan bagi para siswa untuk berpikir dan berpartisipasi secara penuh. Cara pembelajaran yang seperti ini diberi skor 1, sehingga 16 peserta yang pembelajarannya hanya fokus pada aturan bahwa $5 - (-3) = 5 + 3$ atau pada aturan perkalian bahwa $(-a) \times (-b) = ab$ mendapat skor $16 \times 1 = 16$.

Selanjutnya, 3 (atau 12,57%) peserta telah menyatakan menggunakan garis bilangan dan 1 (atau 4,17%) peserta telah menyatakan menggunakan koin '+' dan koin '-'.

Cara seperti ini lebih membantu siswa untuk memahami sehingga cara pembelajaran yang seperti ini diberi skor 3. Dengan demikian 4 peserta yang telah menyatakan menggunakan garis bilangan atau menggunakan koin '+' dan koin '-' mendapat skor $4 \times 3 = 12$.

Cara terbaik yang selain dapat membantu siswa untuk memahami dan juga difasilitasi agar mampu membangun sendiri pengetahuan adalah dengan menggunakan pola atau keteraturan. Biasanya, pembelajarannya dapat dimulai dengan meminta siswa menentukan hasil dari pengurangan dua bilangan berikut sebagai alternatif pembelajarannya.

$$5 - 3 = 2$$

$$5 - 2 = 3$$

$$5 - 1 = 4$$

Selanjutnya siswa diminta menentukan keteraturan (pola) yang ada pada pengurangan tersebut. Contohnya, bilangan yang dikurangi adalah tetap, yaitu 5. Bilangan pengurangnya menurun dari 3, 2, 1, dan seterusnya. Hasil pengurangan bertambah dengan 1. Sehingga jika proses pengurangannya dilanjutkan akan didapat hasil sebagai berikut.

$$5 - 0 = 5$$

$$5 - (-1) = 6$$

$$5 - (-2) = 7$$

Cara pembelajaran yang seperti ini diberi skor 5, sehingga 1 peserta yang proses pembelajarannya telah berusaha untuk membantu siswa untuk memahami dan memfasilitasi siswa agar mampu membangun sendiri pengetahuan mendapat skor $1 \times 5 = 5$. Jadi, 24 peserta mendapat skor $0 + 16 + 12 + 5 = 33$. Sedangkan jumlah skor maksimal yang mungkin adalah 120. Dengan demikian, jumlah skor 24 peserta adalah 33 dari skor maksimal 120 yang mungkin. Skor hasil peserta ini

setara dengan pencapaian 27,5% saja. Hal ini menunjukkan bahwa proses pembelajaran yang dilakukan para guru matematika di Asia Tenggara tanpa mengikutkan Singapura dan Brunei masih jauh dari keadaan yang ideal di mana proses pembelajarannya lebih fokus atau lebih menekankan pada aturan dan rumus tanpa menekankan pada pemahaman dan belum fokus pada terkonstruksinya pengetahuan oleh para siswa sendiri adalah merupakan tantangan tersendiri yang menarik dan harus ditangani PPPPTK Matematika, LPMP, PGSD, Universitas, serta *QITEP in Mathematics*.

Berikut ini adalah penjelasan terhadap jawaban peserta untuk pertanyaan kuesioner nomor B3.

Kuesioner Bagian B3.

3. *Based on your experience, give an example of meaningful learning in your mathematics instruction, and then explain your reason to categorize that example as meaningful learning.* [Berdasar pengalaman Anda, berilah contoh pembelajaran bermakna, lalu jelaskan alasan Anda untuk menyatakan contoh tersebut terkategori sebagai pembelajaran bermakna.]

Hasil kuesioner nomor B3 di atas adalah sebagai berikut (n = 24).

- a. [11] Tidak menjawab.
- b. [9] Pembelajaran bermakna terjadi jika menggunakan objek atau benda nyata.
- c. [1] Jika langsung mempraktekkan, seperti ke pasar.
- d. [3] Jika menyenangkan bagi para siswa.
- e. [2] Siswa dapat menjawab soal.

Istilah 'belajar hafalan' (*rote learning*) dan 'belajar bermakna' (*meaningful learning*) telah digagas David P Ausubel. Belajar hafalan (*rote learning*) menurut David P Ausubel pada Bell (1978:132): "..., *if the learner's intention is to memorise it verbatim, i.e., as a series of arbitrarily related word, both the learning process and the learning outcome must necessarily be rote and meaningless,*" yaitu suatu pembelajaran yang tidak mengaitkan pengetahuan baru yang sedang dipelajari dengan pengetahuan lama yang sudah ada di dalam struktur kognitif seseorang. Sebaliknya, belajar bermakna (*meaningful learning*) terjadi jika para siswa dapat mengaitkan pengetahuan yang baru dengan pengetahuan yang sudah dimilikinya.

Sebanyak 11 peserta tidak menjawab kuesioner di atas. Dari data di atas, dapatlah disimpulkan bahwa hampir semua peserta telah salah menjawab soal di atas karena tidak sesuai dengan teori yang dikemukakan Ausubel. Contohnya adalah pada alternatif jawaban e yang menyatakan bahwa jika siswa dapat menjawab soal maka proses pembelajarannya adalah pembelajaran bermakna. Padahal, baik belajar hafalan maupun belajar bermakna, keduanya dapat menyebabkan para siswa mampu menjawab soal. Meskipun demikian, alternatif jawaban b dan c yaitu jika para siswa menggunakan objek atau benda nyata selama proses pembelajaran ataupun jika para siswa langsung mempraktekkan (seperti ke pasar) memiliki kemungkinan lebih besar untuk terjadinya pembelajaran bermakna. Alternatif jawaban b dan c tersebut berturut-turut didapat dari 9 (atau 37,5%) peserta dan 1 (atau 4,17%) peserta yang memiliki kemungkinan lebih besar untuk terjadinya pembelajaran bermakna. Hal ini

menunjukkan lemahnya para peserta diklat tentang istilah 'belajar bermakna' atau '*meaningful learning*'.

Berikut ini adalah penjelasan terhadap jawaban peserta untuk pertanyaan kuesioner nomor B4. Jika Kuesioner B3 berkait dengan istilah teknis 'belajar bermakna' atau '*meaningful learning*' yang lebih bersifat teoritis; maka Kuesioner B4 di bawah ini lebih berkait dengan praktek pembelajaran langsung di kelas yang berkait dengan penggunaan benda-benda konkret dan penggunaan benda-benda bergambar (seperti diagram atau gambar).

Kuesioner Bagian B4.

4. *Based on your experience, give an example of the use of concrete materials during enactive stage and then followed with the use of pictorial materials (such as diagram or picture) during iconic stage on the teaching and learning primary school mathematics.* [Berdasar pengalaman Anda, berilah contoh penggunaan benda-benda konkret pada tahap enaktif lalu lanjutkan dengan penggunaan benda-benda bergambar (seperti diagram atau gambar) pada tahap ikonik pada pembelajaran Matematika di Sekolah Dasar.]

Hasil kuesioner nomor B4 di atas adalah sebagai berikut (n = 24).

- a. [6] Menjelaskan dengan benar contoh penggunaan benda-benda konkret pada tahap enaktif serta penggunaan benda-benda bergambar (seperti diagram atau gambar) pada tahap ikonik.
- b. [4] Tidak benar menjelaskan contohnya.

- c. [7] Tidak menjawab.
- d. [5] Hanya menjelaskan dengan jelas dan benar contoh penggunaan benda-benda konkret pada tahap enaktif.
- e. [2] Hanya dapat menjelaskan dengan jelas dan benar contoh penggunaan benda-benda bergambar (seperti diagram atau gambar) pada tahap ikonik.

Dari data di atas dapatlah disimpulkan bahwa hanya 6 atau 25% peserta yang dapat menjelaskan dengan benar contoh penggunaan benda-benda konkret pada tahap enaktif beserta penggunaan benda-benda bergambar (seperti diagram atau gambar) pada tahap ikonik. Selebihnya tidak atau bedum mampu menjelaskan dengan benar. Hal ini menunjukkan juga lemahnya pemanfaatan dan penggunaan alat bantu atau alat peraga selama proses pembelajaran.

Berikut ini adalah penjelasan terhadap jawaban peserta untuk pertanyaan kuesioner nomor B5.

Kuesioner Bagian B5.

5. *Describe your rationale to use that concrete materials during enactive stage. Describe also your rationale to use those pictorial materials (such as diagram or picture) during iconic stage. Do you think that those concrete materials and pictorials materials will help your students to learn mathematics more easily?* [Jelaskan alasan Anda untuk menggunakan benda-benda konkret pada tahap enaktif. Jelaskan juga alasan Anda untuk menggunakan benda-benda bergambar (seperti diagram atau gambar) selama tahap ikonik. Apakah Anda

berpikir bahwa benda-benda konkret maupun benda-benda bergambar tersebut akan membantu siswa untuk belajar Matematika dengan lebih mudah?]

Hasil kuesioner nomor B5 di atas adalah sebagai berikut (n = 24).

- a. [10] Agar pembelajaran lebih mudah diterima siswa.
- b. [3] Untuk menurunkan tingkat keabstrakan materi.
- c. [4] Agar pembelajaran menjadi lebih bermakna.
- d. [2] Agar siswa dapat memanipulasi.
- e. [11] Tidak menjawab.

Dari data di atas dapatlah disimpulkan bahwa ada 11 atau 45,83% peserta yang tidak menjawab. Selebihnya, yaitu 13 atau 54,17% peserta dapat menjelaskan dengan benar alasan untuk menggunakan benda-benda konkret pada tahap enaktif. Bahkan ada beberapa peserta yang dapat menjelaskan dengan dua alasan. Jika dibandingkan dengan jawaban pada Kuesioner B4, maka dapat disimpulkan bahwa para peserta diklat (sebanyak 13 atau 54,17% peserta) telah dapat memberi alasan mengapa mereka harus menggunakan benda-benda konkret pada tahap enaktif dan mengapa mereka harus menggunakan benda-benda bergambar (seperti diagram atau gambar) selama tahap ikonik. Namun sangat lemah dalam implementasinya di kelas. Hasil Kuesioner B3 menunjukkan bahwa hanya 6 atau 25% peserta yang dapat menjelaskan dengan benar contoh penggunaan benda-benda konkret pada tahap enaktif beserta penggunaan benda-benda bergambar (seperti diagram atau gambar) pada tahap ikonik.

Berdasar penjelasan di atas, berikut ini adalah beberapa hasil yang didapat dari tes awal untuk diklat dimaksud beserta analisisnya.

1. Beberapa kesalahan disebabkan oleh kurangnya pemahaman terhadap soal atau salah menafsirkan soal. Dengan kata lain, faktor lemahnya penguasaan Bahasa Inggris dapat menyebabkan kesalahan dan kesulitan bagi para peserta diklat.
2. Lemahnya kemampuan guru dalam mencari, menemukan, dan menentukan alternatif solusi seperti ditunjukkan pada hasil tes A1; serta lemahnya para guru peserta diklat dalam mencoba-coba dan bereksplorasi seperti ditunjukkan pada hasil tes A2.
3. Separuh peserta menyatakan bahwa matematika berkaitan dengan pola (*pattern*) atau berkaitan dengan peningkatan kemampuan berpikir, menganalisis, bernalar, dan memecahkan masalah para siswa, selebihnya mengaitkan matematika dengan kebermanfaatannya di dalam kehidupan sehari-hari atau mengaitkan matematika dengan hitung menghitung, bilangan, atau data.
4. Berkait dengan proses pembelajaran $5 - (-3)$ yang ditanyakan pada kuesioner nomor B2, mayoritas peserta, yaitu sebanyak 16 (atau 66,67%) menyatakan fokus pada aturan bahwa $5 - (-3) = 5 + 3$ atau pada aturan perkalian bahwa $(-a) \times (-b) = ab$ yang lebih menekankan kepada para siswa untuk mengingat (*memorizing*) atau menghafal (*rote learning*) dan kurang atau malah tidak menekankan pada penalaran (*reasoning*), pemecahan masalah (*problem-solving*), ataupun pemahaman (*understanding*).
5. Istilah 'belajar bermakna' atau '*meaningful learning*' belum dinyatakan sesuai definisi yang

dikemukakan Ausubel oleh seluruh peserta. Contohnya adalah para peserta yang menyatakan bahwa jika siswa sudah dapat menjawab soal maka proses pembelajarannya sudah merupakan pembelajaran bermakna. Padahalnya, baik belajar hafalan maupun belajar bermakna sama-sama dapat menyebabkan para siswa untuk mampu menjawab soal. Meskipun demikian, terdapat 9 (atau 37,5%) peserta dan 1 (atau 4,17%) peserta yang berturut-turut menyatakan bahwa menggunakan objek atau benda nyata selama proses pembelajaran ataupun jika para siswa langsung mempraktekkan (seperti ke pasar) merupakan pembelajaran bermakna. Tentunya kegiatan tersebut memiliki kemungkinan lebih besar untuk terjadinya pembelajaran bermakna.

6. Hanya 6 atau 25% peserta yang dapat menjelaskan dengan benar contoh penggunaan benda-benda konkret pada tahap enaktif beserta penggunaan benda-benda bergambar (seperti diagram atau gambar) pada tahap ikonik. Selebihnya tidak atau belum mampu menjelaskan dengan benar. Hal ini menunjukkan juga lemahnya pemanfaatan alat bantu atau alat peraga selama proses pembelajaran di kelas.
7. Meskipun hanya 6 atau 25% peserta yang dapat menjelaskan dengan benar contoh penggunaan benda-benda konkret pada tahap enaktif beserta penggunaan benda-benda bergambar (seperti diagram atau gambar) pada tahap ikonik; namun sebanyak 13 atau 54,17% peserta telah mampu untuk memberi alasan mengapa mereka harus menggunakan benda-benda konkret pada tahap enaktif dan mengapa mereka harus menggunakan benda-benda bergambar (seperti diagram atau

gambar) selama tahap ikonik.

Bagian berikut ini akan membahas tentang simpulan secara umum beserta saran-saran yang dapat dilakukan berbagai pihak terkait.

5. Simpulan dan Saran

Simpulan dari hasil dan analisis tes awal yang dilaksanakan di antaranya adalah, separuh peserta menyatakan bahwa matematika berkaitan dengan keteraturan (pola atau *pattern*) atau berkaitan dengan peningkatan kemampuan berpikir, menganalisis, bernalar, dan memecahkan masalah para siswa; serta lebih dari separuh peserta (54,17%) mampu memberi alasan mengapa mereka harus menggunakan benda-benda konkret dan diagram atau gambar selama proses pembelajaran. Meskipun demikian, semua peserta belum dapat mendefinisikan istilah 'belajar bermakna' atau '*meaningful learning*' sesuai definisi yang dikemukakan Ausubel. Dalam tataran praktek pelaksanaannya di kelas, contohnya pada proses pembelajaran $5 - (-3)$, mayoritas peserta (66,67%) menyatakan fokus pada aturan bahwa $5 - (-3) = 5 + 3$ atau fokus pada aturan perkalian bahwa $(-a) \times (-b) = ab$ yang lebih menekankan para siswa untuk mengingat (*memorizing*) atau menghafal (*rote learning*). Hanya 25% peserta yang dapat menjelaskan dengan benar contoh penggunaan benda-benda konkret pada tahap enaktif beserta penggunaan benda-benda bergambar (seperti diagram atau gambar) pada tahap ikonik yang pernah mereka lakukan di kelas. Beberapa kesalahan disebabkan oleh faktor lemahnya penguasaan Bahasa Inggris; lemahnya mencari dan menemukan alternatif cara atau strategi lain dalam menyelesaikan soal, dalam arti mereka hanya fokus pada hasil saja dan belum fokus pada berbagai cara atau strategi lain; serta

lemahnya para guru peserta diklat dalam mencoba-coba dan bereksplorasi.

Khusus untuk diklat di atas, beberapa langkah yang telah diambil di antaranya adalah: (1) Materi diklat yang terkategori sebagai teori harus dapat meyakinkan peserta terhadap perlunya perubahan pada proses pembelajarannya, seperti definisi bahwa matematika adalah yang berkait dengan keteraturan (pola atau *pattern*) harus dapat meyakinkan peserta diklat akan perlunya perubahan proses pembelajaran yang dimulai secara induktif dan dilanjutkan secara deduktif. Selanjutnya, para fasilitator harus dapat meyakinkan para peserta akan pentingnya kemampuan berpikir, menganalisis, bernalar, dan memecahkan masalah para siswa, sehingga proses pembelajaran matematika di kelas harus lebih menekankan pada penalaran (*reasoning*), pemecahan masalah (*problem-solving*), ataupun pemahaman (*understanding*); serta tidak menekankan para siswa untuk mengingat (*memorizing*) atau menghafal (*rote learning*). (2) Perlunya contoh-contoh konkret selama proses diklat sehingga para fasilitator dapat berperan sebagai model. Berkait dengan pentingnya pemodelan ini, Shadiq (2010:6) menyatakan: "*Teachers need to experience mathematics in ways that they will be expected to teach it; they need to*

experience Teachers are more likely to implement the activities in their own classes if they have experienced it in their own learning experiences." (3) Selama proses pembimbingan (*coaching*) para fasilitator harus dapat mengubah proses pembelajaran ke arah yang lebih sesuai dengan tuntutan terbaru, sehingga para peserta diklat dapat memfasilitasi siswanya untuk membangun sendiri pengetahuan dan dapat memfasilitasi siswanya untuk belajar berpikir dan bernalar.

Laporan hasil dan analisis tes awal (*pretest*) pada diklat dimaksud telah menunjukkan tentang tantangan yang harus ditangani para widyaiswara Matematika di LPMP, PPPPTK Matematika, dan QITEP in Mathematics serta para dosen pendidikan Matematika di Perguruan Tinggi. Meskipun peserta terbanyak adalah dari Indonesia dan dua dari 11 negara ASEAN tidak mengirimkan utusannya, namun data ini dapat digunakan sebagai data awal yang masih kasar tentang kemampuan, keyakinan dan kecenderungan praktek pembelajaran matematika di Asia Tenggara. Karenanya, perlu dilakukan riset yang lebih akurat dan valid, utamanya yang berkait dengan cara penentuan sampel dan instrumen penelitiannya. Pada akhirnya, mudah-mudahan usaha jajaran Kemdiknas untuk mencerdaskan kehidupan bangsa akan berhasil dengan gemilang. Amin

Daftar Pustaka

- Bell, F.H. (1978). *Teaching and Learning Mathematics*. Iowa: WBC
- De Lange, J. (2004). *Mathematical Literacy for Living from OECD-PISA Perspective*. Paris: OECD-PISA.
- Goos, M; Stillman, G; and Vale, C. (2007). *Teaching Secondary School Mathematics: Research And Practice For The 21st Century*. NSW: Allen & Unwin



- NCTM (1999). Overview of Principles and Standards for School Mathematics.
<http://www.standard.nctm.org>. Diambil pada 13 Januari 2002.
- NRC (1989). *Everybody Counts. A Report to the Nation on the Future of Mathematics Education*. Washington DC: National Academy Press.
- Shadiq, F. (2010). *Outdoor Mathematics*. Yogyakarta: QITEP in Mathematics