

MENGURANGI RASA CEMAS BELAJAR MATEMATIKA DENGAN MENAMPILKAN MATEMATIKA EKSPLORATIF UNTUK MERANGSANG SISWA BELAJAR

Oleh:

Turmudi, M.Ed., M.Sc., Ph.D.
Universitas Pendidikan Indonesia

A. Pengantar

Matematika merupakan pelajaran yang pada umumnya tidak disukai oleh kebanyakan siswa. Meskipun sulit, karena matematika itu wajib dipelajari, siswa tetap menggarap dan mempelajarinya. Apabila kesulitan dirasakan siswa sejak awal belajar, maka semakin lama bukan semakin mudah melainkan semakin menumpuk tingkat kesulitannya. Kesulitan semacam ini terjadi karena siswa langsung berhadapan dengan objek-objek matematika berupa simbol-simbol matematika formal. Proses memperoleh pengetahuan matematika seringkali tidak disajikan kepada siswa, karena jalan pintas dengan rumus-rumus singkat atau cara cepat dikehendaki oleh kebanyakan siswa sebagai akibat dari tagihan singkat berupa tes standar. Makalah singkat ini akan membahas bagaimana matematika itu disajikan kepada siswa dan mengapa sajian seperti itu dapat mengubah wajah pembelajaran matematika.

B. Reformasi Pembelajaran Matematika

Reformasi pembelajaran matematika terjadi hampir di semua belahan bumi termasuk di negeri kita. Meskipun proses belajar mengajar di kelas masih didominasi dengan cara-cara terdahulu, sekurang-kurangnya riak pembaharuan pembelajaran matematika terjadi di berbagai lapisan gerakan pembaharuan baik itu yang bersifat **top down** berupa proyek, maupun program, ataupun gerakan-gerakan yang bersifat **bottom up** baik oleh individu para peneliti ataupun oleh lembaga-lembaga yang peduli terhadap terselenggaranya proses pembaharuan dalam pendidikan matematika.

Gerakan-gerakan seperti itu didasari oleh paham filosofis yang dianut yang dijabarkan ke dalam teori-teori belajar dan psikologi perkembangan peserta didik serta pengalaman-pengalaman praktis. Pembelajaran matematika seperti yang kita alami di kelas-kelas di Indonesia masih menitik beratkan kepada pembelajaran langsung yang pada umumnya didominasi oleh guru, siswa masih secara pasif menerima apa yang diberikan guru, umumnya hanya satu arah. Beberapa ahli mengatakan bahwa dalam pembelajaran matematika umumnya siswa menonton gurunya menyelesaikan soal-soal di papan tulis (Silver, 1989). Pola-pola pembelajaran transmisi masih mendominasi kelas misalkan guru mengenalkan aturan umum dalam matematika dan dilanjutkan dengan memberikan soal-soal latihan (Thompson and Senk, 2003).

Praktek-praktek pembelajaran yang seperti di atas diusulkan untuk diperbaiki dengan menambahkan tugas baru misalkan meminta siswa untuk mengkonstruksi dan membangun pengetahuan matematika. Dengan melibatkan aspek-aspek sosial, dalam artian bahwa teman-teman sekelas mengontrol kemajuan pemahaman konsep-konsep dan pengetahuan matematika. Jelas pembelajaran matematika yang seperti ini tentu menghendaki agar pembelajarannya ditempuh secara interaktif. Interaksi dua arah terjadi antara murid dan guru, bahkan interaksi multi arah yaitu antara guru dan murid, serta antara murid dan murid terjadi di kelas. Karenanya model-

model pembelajaran *cooperative learning* (kerja kelompok) yang memfasilitasi diskusi-diskusi kecil (bekerja dalam pasangan, dan bekerja dalam kelompok 3-5 orang per kelompok) hendaknya menjadi model-model yang patut dikembangkan.

Matematika bukan lagi pelajaran yang harus dipelajari secara tertutup oleh seorang individu, sehingga murid ini terisolasi dari masyarakat belajar di kelas itu. Matematika perlu dipelajari serorang individu yang pengetahuan dan ketrampilan matematika ini dikontrol dan juga diketahui oleh murid lainnya. Di sinilah teori *Social Constructivism* mengayomi pembelajaran matematika seperti ini.

Anda akan diminta mengkaji permasalahan landasan filosofis tentang mengapa matematika perlu diajarkan kepada siswa, bagaimana penyampaiannya, serta sejumlah model untuk menyampaikan pembelajaran matematika.

Persepsi tentang hakekat dan peranan matematika yang berlangsung dalam masyarakat memberikan pengaruh besar pada pengembangan kurikulum matematika sekolah, pembelajaran dan penelitian. Pemahaman terhadap perbedaan konsepsi ini merupakan hal yang penting untuk mengembangkan dan mengimplementasikan matematika sekolah di kelas.

Dua paham terhadap matematika yang memandang bahwa matematika adalah suatu bidang yang dinamis dan tumbuh (NCTM, 1989; MSEB, 1989,1990) dan aliran yang memandang bahwa matematika adalah disiplin ilmu yang statis, yang mengkaji konsep-konsep, prinsip-prinsip, dan ketrampilan-ketrampilan (Fisher, 1990).

Banyak para ahli ilmu pengetahuan khususnya ilmuwan dan insinyur menambatkan pandangannya tentang matematika sebagai pohon pengetahuan yang memuat rumus-rumus, teorema, dan hasilnya bergantung buah-buahan yang masak yang dapat dipetik oleh para ilmuwan untuk dapat memelihara teorinya. Sebaliknya para matematikawan memandang lapangannya sebagai hutan tropika yang tumbuh secara cepat, dipelihara dan dibentuk oleh pihak luar, untuk memberikan sumbangan dalam membangun peradaban manusia dan bahkan mengubah keragaman intelktual flora dan fauna. Perbedaan dalam persepsi ini disebabkan karena tahapan dari keabstrakan bahasa yang memisahkan matematika hutan tropis dari domain matematika sebagai aktivitas kehidupan manusia. Perbedaan konsepsi ini mempengaruhi para guru dan para ahli matematika membuat pendekatan pembelajaran dan mengembangkan matematika. Beberapa orang melihat bahwa matematika sebagai disiplin ilmu yang statis yang berkembang secara abstrak. Sebagian lagi memandang bahwa matematika sebagai ilmu yang dinamis yang secara konstan berubah sebagai hasil dari penemuan baru yang merupakan hasil percobaan dan aplikasi.

Perbedaan pandangan seperti ini telah menyediakan konsepsi yang kontinum sejak zaman Yunani. Kekurangan cara memandang secara bersama-sama tentang landasan filosofis yang mendasari ini memiliki percabangan yang sungguh-sungguh dalam praktik dan dalam pembelajaran matematika di kelas. Kekurangan konsensus ini adalah suatu alasan bahwa perbedaan filosofisnya tidak pernah didiskusikan. Ahli-ahli lain mengajukan suatu konjektur bahwa pandangan-pandangan ini ditransmisikan kepada para siswa dan membantu membentuk gagasan mereka tentang hakikat matematika.

Pandangan Aristoteles tentang Ilmu mengatakan bahwa matematika tidak didasarkan kepada teori pengetahuan pihak luar, mandiri, dan tak teramati, melainkan berdasarkan kepada

pengalaman realitas, di mana pengetahuan di dapat dari percobaan, observasi, an abstraksi. Pandangan ini mendukung gagasan bahwa seseorang mengkonstruksi hubungan-hubungan yang ada dalam situasi matematika yang diberikan. Aristoteles mencoba memahami hubungan matematika melalui koleksi dan klasifikasi hasil-hasil empiris yang diturunkan dari percobaan dan observasi dan menggunakan prinsip deduksi untuk menjelaskan hubungan-hubungan yang ada di dalamnya.

Pandangan Plato bahwa matematika identik dengan filosofi untuk para pemikir modern. Posisi pandangan ini mengatakan bahwa matematika sebagai kegiatan mental yang abstrak, yang ada di luar objek.

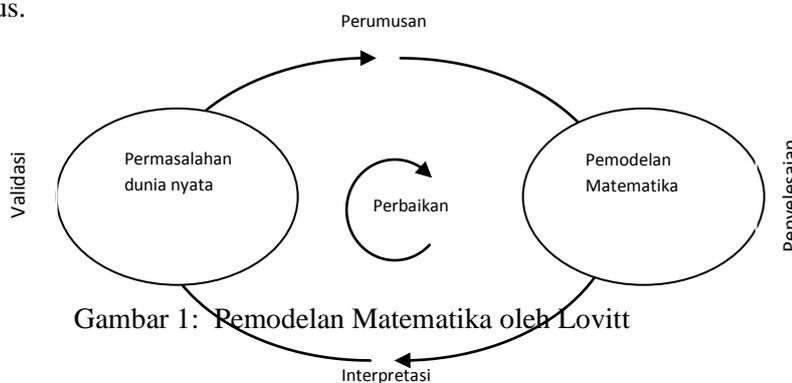
Kedua pandangan di atas memberikan salah satu pilihan bahwa matematika hendaknya diterima sebagai aktivitas kehidupan manusia, aktivitas yang tidak secara kaku diperintahkan oleh suatu pemikiran (logistik, formalist). Pendekatan yang demikian akan menjawab pertanyaan apakah matematika itu dengan mengatakan:

“Matematika berurusan dengan gagasan (ide). Bukan tanda-tanda sebagai akibat dari coretan pensil atau kapur, bukan kumpulan benda-benda fisik berupa segitiga, namun berupa gagasan yang direpresentasikan oleh benda-benda fisik. Apa sifat-sifat utama yang dari aktivitas dan pengetahuan matematika yang kita ketahui dalam kehidupan sehari-hari.

1. Matematika sebagai objek yang ditemukan dan diciptakan manusia
2. Matematika itu diciptakan bukan jatuh dengan sendirinya, namun muncul dari aktivitas yang objeknya telah tersedia, serta dari keperluan sains dan kehidupan keseharian
3. Sekali diciptakan objek matematika memiliki sifat-sifat yang ditentukan secara baik.

C. Pemodelan Matematika (*Mathematical Modeling*)

Pemodelan matematika merupakan proses dalam memperoleh pemahaman matematika melalui konteks dunia nyata. Menurut Lovitt (1991) pemodelan matematika ditandai oleh dua ciri utama, yaitu (1) pemodelan bermula dan berakhir dengan dunia nyata, (2) pemodelan membentuk suatu siklus.

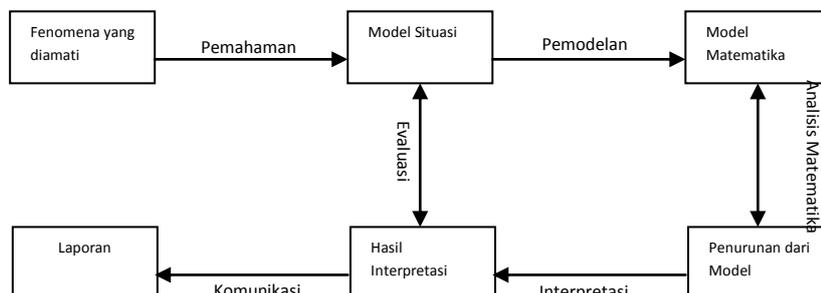


Gambar 1: Pemodelan Matematika oleh Lovitt

Kelas-kelas matematika yang dilukiskan oleh Silver (1989), Romberg dan Kaput (1999), Senk dan Thompson (2003), dan oleh Ernest (2004) memperlihatkan pasifnya siswa di dalam kelas. Hal ini dikuatkan oleh Wahyudin (1999) bahwa pilihan favorit guru-guru dalam mengajar matematika adalah dengan metode ceramah dan ekspositori di mana guru asik menerangkan materi baru di

depan kelas dan murid mencatat. Kemudian siswa disuruh mengerjakan latihan dan diberi soal pekerjaan rumah. Kalau demikian yang terjadi maka sangat kecil kemungkinan-nya siswa mampu melakukan proses pemodelan matematika.

Penulis meminjam desain yang dikemukakan oleh Verschaffel, Greer, dan De Corte (2002) sebagai berikut:



Gambar 2: Diagram Proses Pemodelan

Kelas-kelas matematika yang berjenis ‘*transmission*’ dilukiskan oleh Senk dan Thompson (2003) bahwa “setiap topik biasanya diperkenalkan dengan menyatakan suatu aturan (rule) diikuti oleh sebuah contoh bagaimana menerapkan aturan (rules, dalil, hukum) tersebut, kemudian diberikan sejumlah latihan soal (Senk dan Thompson, 2003).

Kini upaya pembaharuan matematika adalah dengan memerankan siswa untuk berpartisipasi secara aktif. Itulah hakikat perubahan dari ‘*transmission*’ ke ‘*participation*’.

Dalam mempelajari matematika peranan siswa adalah mengkonstruksi pengetahuan bersama guru. Guru mengungkapkan permasalahan, menyampaikan pertanyaan, mendengar jawaban siswa, mengejar dengan pertanyaan lanjutan (*probing questions*) kemudian menunggu jawaban dari siswa dalam pembentukan pengetahuan atau konsep matematika yang diharapkan. Guru harus sedikit sabar mendengarkan argumentasi yang diungkapkan siswa, presentasi serta penalaran yang diungkapkan siswa, baik itu dalam bentuk komunikasi lisan maupun komunikasi tulisan.

Mendengar ide-ide matematika siswa adalah aspek yang sangat penting dalam pembelajaran yang berwawasan konstruktivisme “... to shift from ‘*telling and describing*’ to ‘*listening and questioning*’ and ‘*probing for understanding*’...” (Maher & Alston, 1990, h. 161). Dalam suatu pelatihan tentang pembelajaran matematika yang berwawasan pembaharuan salah seorang peserta mengemukakan bahwa setelah mengikuti kegiatan pengembangan profesi ia menyadari akan pentingnya “mendengar ide-ide para siswa”. Sebab mana bisa kita mengembangkan kemampuan penalaran siswa, mana bisa kita mengembangkan kemampuan komunikasi siswa, apabila kita sendiri sebagai guru tidak memberikan kesempatan dan waktu kepada siswa untuk berbicara dan mengkomunikasikan idenya. Adalah sangat sulit untuk dapat dicapai manakala kita sebagai guru tidak ‘mau’ mendengarkan ide-ide yang dikemukakan siswa. Karenanya pemberian kesempatan kepada siswa dan mendengarkan ide-ide siswa akan menjadi kata kunci untuk tercapainya kemampuan berkomunikasi dan kemampuan pemodelan matematika.

D. Pembelajaran Matematika Interaktif

Interaksi aktif antara siswa dengan siswa dan antara siswa dengan guru hendaknya menjadi aktivitas sehari-hari pembelajaran matematika. Hal ini hanya mungkin terjadi kalau guru memiliki kemampuan menyelenggarakan pembelajaran seperti ini, manakala guru sabar menunggu jawaban siswa, menunggu siswa yang merenung sejenak memikirkan pertanyaan guru. Kebiasaan seperti ini hanya bisa terjadi manakala guru berlatih, sesekali guru meminta pertanyaan kepada guru lain dan akan berapa lama guru menunggu sampai bisa menjawab atas pertanyaan guru lain. Misalnya ia baru bisa menjawab atas pertanyaan guru lain itu dalam waktu 50 detik, artinya memang pertanyaan tersebut memakan waktu untuk pengerjaannya. Nah iapun merefleksikan diri, kalau saya memberikan pertanyaan serupa tapi hanya menuntut waktu 10 detik atau 15 detik kepada siswa itu namanya tidak adil. Hal ini akan menjadi barometer, sehingga dia sabar menunggu jawaban siswa atas pertanyaan yang ia ajukan.

Selain dari pada itu agar terjadi interaksi antara siswa dengan siswa, maka guru hendaknya memiliki kemampuan mengajar dengan pendekatan kerja kelompok. Sebab dengan kerja kelompok inilah maka interaksi antara siswa dengan siswa akan terjadi. Hal ini pulalah yang memfasilitasi standar proses **komunikasi matematika**. Baik komunikasi matematika tertulis maupun komunikasi lisan, melalui kerja kelompok ini dapat terdeteksi. Guru dapat melihat secara langsung bagaimana siswa berargumentasi terhadap konsep matematika yang sedang dipelajarinya. Argumentasi ini mungkin akan berupa penalaran informal, yang pada gilirannya akan sampai kepada penalaran matematika formal yang dibangun bersama dengan siswa lain dibantu oleh gurunya di kelas. Membangun matematika dilalui siswa dengan kemampuan membangun pemodelan matematika, pemahaman matematika yang berangkat dari aktivitas kehidupan manusia. Dari kehidupan nyata yang dihadapinya dalam kehidupan sehari-hari.

Dalam proses pemodelan, aspek komunikasi menjadi sangat penting karena siswa dituntut untuk mampu mengkomunikasikan gagasan matematika dalam bentuk model atau rumusan matematika.

Mengembangkan pertanyaan-pertanyaan lanjutan, misalkan: mengapa ini diberikan kepada saya, bagaimana kelanjutannya, kapan konsep ini digunakan, serta sejumlah pertanyaan yang mungkin disampaikan siswa, misalnya: apa, mengapa, bagaimana, berapa, siapa, kemana, dan sejumlah pertanyaan terhadap konsep, prosedur, algoritma, dan keterampilan matematika yang disampaikan guru kepada siswa. Dengan perubahan paradigma seperti ini jelas gurunya harus memiliki kemampuan siap untuk menjawab pertanyaan-pertanyaan itu dengan bijaksana. Siswanya juga harus disiapkan untuk mampu menyampaikan pertanyaan-pertanyaan seperti itu. Hal ini hanya mungkin kalau siswanya memiliki percaya diri yang tinggi, mau berbicara, mau menyampaikan gagasan. Gagasan yang disampaikan siswa tidak dipotong di tengah jalan sehingga “layu sebelum berkembang”. Siswa lain hendaknya mau mendengarkan, guru sabar menghargai gagasan siswa, kelas tidak ribut dengan saling berebut akan menyampaikan gagasan tersebut. Guru mampu mengatur “lalu lintas” pembicaraan di dalam kelas. Misalkan dengan mengatakan “tolong yang lain ikut mendengarkan pendapat si A” dan “tolong kamu tanggapi apa yang dikatakan si A itu”.

Pergeseran pandangan pembelajaran matematika dari “*informative*” ke “*constructive*” mendorong siswa untuk mampu membuat pemodelan matematika. Pembelajaran yang bersifat informatif memiliki makna bahwa siswa hanya memperoleh informasi dari guru saja, sehingga derajat “kemelekatannya” juga dapat dikatakan rendah, akibatnya cepat lupa dan akibat lanjutan adalah bahwa siswa tidak dapat menjawab tes secara sempurna, baik itu tes akhir semester maupun EBTANAS atau UN, ataupun tes yang diselenggarakan oleh TIMSS (The Third International Mathematics and Science Studies). Sudah dapat diduga bahwa hasil tes EBTANAS pun rata-rata sekitar 4.00 sampai 5.00 (Lihat Akbar, 1998) dan ranking dalam TIMSS menduduki urutan ke-34 dari 38 negara peserta, padahal ketika ditanya apakah kamu menyenangi matematika, para peserta menjawab ya saya senang matematika. Sebagai bandingan siswa Jepang, yang konon ketika ditanya ternyata sebagian besar mengatakan “saya tidak senang matematika”, namun dalam studi serupa siswa-siswa Jepang menduduki ranking 3 setelah Singapura dan Korea (Mullis, 1999). Siswa SMP Singapura bisa memimpin dalam posisi pertama, menurut studi ini bahwa siswa Singapura berpenampilan sangat baik hanya dalam soal-soal yang rutin bagi mereka dan mereka diuji pada bahan yang telah mereka pelajari di sekolahnya (Kaur & Yap, 1999; Kaur, 2002; dan Kaur & Yap 2003).

Dengan mengetahui seperti apa pemodelan matematika berlangsung dan mengetahui situasi saat ini yang ada di kelas-kelas kita, maka dapat kita katakan bahwa pemodelan matematika (*mathematical modelling*) merupakan bagian penting yang hendaknya menjadi kompetensi guru. Dan siswa diharapkan mampu berfikir dan melakukan pemodelan dalam bidang matematika.

E. Contoh Proses Pemodelan (Guided Reinvention)

Menurut Treffers (1987), jika siswa secara progressive mematematikakan aktivitasnya, maka siswa dapat menemukan matematika di bawah bimbingan guru atau desain pembelajaran. Ini yang sebenarnya dalam prinsip RME dikatakan sebagai *guided reinvention*.

Yang dikatakan bahwa siswa mengalami belajar matematika sebagai proses sama seperti proses bagaimana matematika itu ditemukan (Gravemeijer, 1994; Bakker, 2004). Perhatikan contoh penerapan prinsip *guided reinvention*.

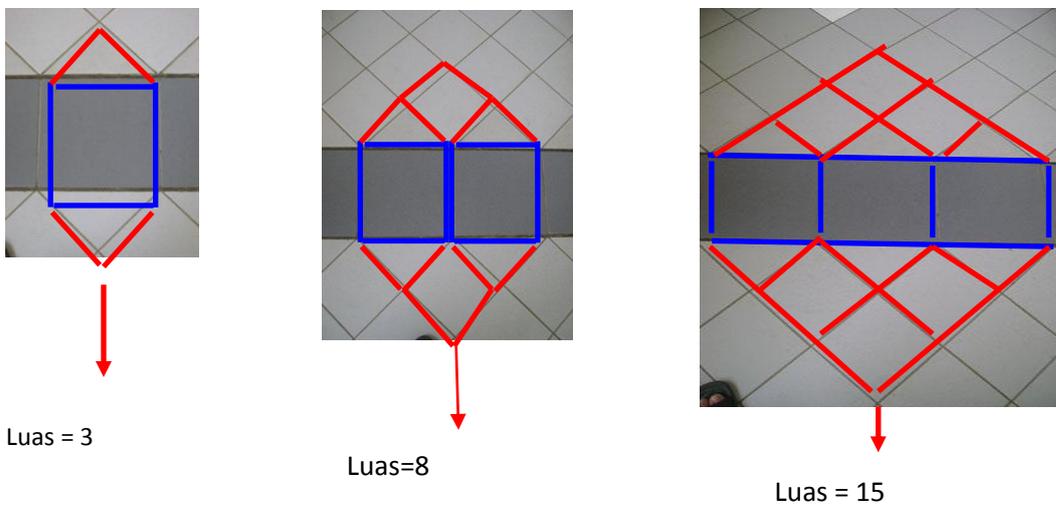
Contoh di bawah ini adalah bagaimana pengalaman *guided reinvention* ketika membimbing mahasiswa dalam workshop *mathematical modeling di UPI*. Tujuannya adalah agar mahasiswa memahami bagaimana model-model matematika ditemukan.

Saat awal diskusi dengan para mahasiswa, lantai gedung JICA digunakan sebagai konteks. (Lihat Gambar 1)



Gambar 3.

Mahasiswa diminta mengamati gambar 3 di atas dan mencari pola dari lantai tersebut (Lihat gambar 2).

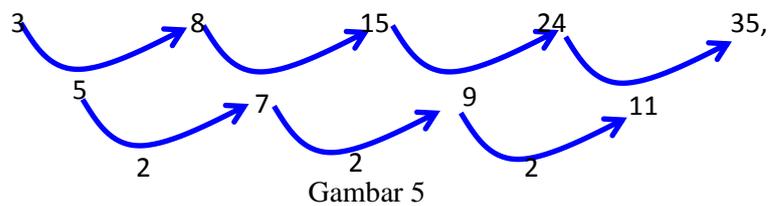


Gambar 4.

Berdasarkan pola pada Gambar 2 di atas, siswa kemudian memprediksi menggunakan pola bilangan berikut ini:

3, 8, 15, 24,

Sehingga ketika mereka menanyakan berapa luas bangun ke-4 dan bangun ke-5 untuk pola di atas, mereka akan prediksi bahwa luasnya berturut-turut adalah 24 dan 35, karena mereka menemukan pola seperti pada gambar di bawah ini.



Gambar 5

Ketika para mahasiswa diminta mencari bagaimana aturan umum untuk contoh tersebut, atau bagaimana mencari pola ke 200, pola ke 800, mereka menemukan bahwa tidaklah praktis menggambarkan dan mencari pola-pola berikutnya. Salah seorang mahasiswa menemukan pola untuk urutan ke n sebagai $n^2 + 2n$. sehingga luas daerah untuk pola ke 200 adalah $200^2 + 2 \cdot 200 = 40400$. Penjelasan berikut ini merupakan alasan mengapa konjektur seperti ini dibuat.

$$\begin{aligned} 3 &= 1 + 2 \\ 8 &= 4 + 4 \\ 15 &= 9 + 6 \\ 24 &= 16 + 8 \\ 35 &= 25 + 10 \\ &\dots\dots \\ u_n &= \dots + \dots \end{aligned}$$

Pola di atas dapat disederhanakan sebagai

$$\begin{aligned} 3 &= 1^2 + 2 \\ 8 &= 2^2 + 4 \\ 15 &= 3^2 + 6 \\ 24 &= 4^2 + 8 \\ &\cdot \\ &\cdot \quad \cdot \\ An &= n^2 + 2n. \end{aligned}$$

Meskipun mahasiswa menerima alasan seperti ini, namun ini bukanlah bukti matematika. Mahasiswa atau siswa masih perlu membuktikan rumusnya ini secara formal. Bagaimana pembuktian ini secara formal, mahasiswa (atau siswa) diminta mencari bukti matematika dan kepada mereka diberikan semacam petunjuk tentang barisan aritmetika.

Mula-mula mahasiswa diminta menentukan rumus untuk barisan aritmetika

$$5, \quad 7, \quad 9, \quad 11, \dots$$

Tentu dengan mudah mahasiswa akan mendapatkannya sebagaimana mereka dapatkan di sekolah tentang rumus barisan aritmetika, untuk suku ke n adalah $Un = 2n + 3$

Namun untuk tingkat tiga seperti pola di atas, mahasiswa dapat memberikan dugaan bahwa $C_n = an^2 + bn + d$

Untuk $n = 1$ maka $a + b + d = 3$

Untuk $n = 2$ maka $4a + 2b + d = 8$

Untuk $n = 3$ maka $9a + 3b + d = 15$

Dengan menyelesaikan sistem persamaan tersebut didapat $a = 1$, $b = 2$ dan $d = 0$, kartenanya model matematika dari pola ubin adalah $An = n^2 + 2n$. Rumus ini sama dan serupa seperti yang telah diprediksi sebelumnya. Dan mahasiswa dapat memahami proses pemodelan dalam matematika khususnya untuk memodelkan pola lantai di gedung JICA FPMIPA UPI.

Melalui proses pemodelan dari pengalaman penelitian yang dilakukan oleh para mahasiswa di SMP dan SMA memperlihatkan bahwa para siswa

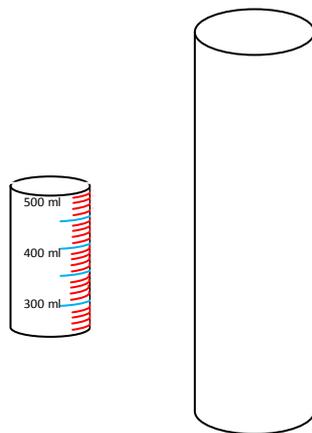
F. Model Grafik untuk Wadah Cairan sejenis Botol atau Pas Bunga

Bahan ajar lain berkenaan dengan pemodelan matematika yang menghubungkan volume benda dinyatakan dalam mililiter (ml).

Untuk melihat hubungan antara dua variabel, siswa dapat diajak untuk memperhatikan sebuah tabung yang siap diisi dengan cairan tertentu yang dapat diamati. Siswa diajak untuk mengamati volume tabung, dan juga tinggi dari tabung tersebut. Melalui pengamatan yang mereka lakukan, diharapkan siswa mendapatkan sekumpulan data yang menyangkut volume tersebut dari bagian tabung dengan ketinggian tabung yang bersangkutan.

Misalkan peralatan-peralatan yang diperlukan siswa adalah:

- (1) Tabung kaca ukuran tinggi 20 cm dan jari-jari alasnya 4 cm
- (2) Gelas ukur berskala sampai 500 ml
- (3) Penggaris (ukuran) cm
- (4) Cairan (sebaiknya berwarna)
- (5) Alat tulis pencatat (kertas, pulpen)



Gambar 6: Gelas takar dan tabung untuk praktikum pemodelan

Dengan peralatan-peralatan yang tersedia siswa melaksanakan praktikum (matematika) dengan menakar air:

Tujuan:

- (1) Siswa dapat menghubungkan dua variabel (pada komponen volume dengan komponen ketinggian)
- (2) Siswa dapat mencatat data hasil pengukuran volume dan ketinggian dalam bentuk tabel
- (3) Siswa dapat menggambarkan grafik dari tabel yang terbentuk

(4) Siswa dapat memodelkan (menyusun persamaan dari model grafik yang terbentuk).

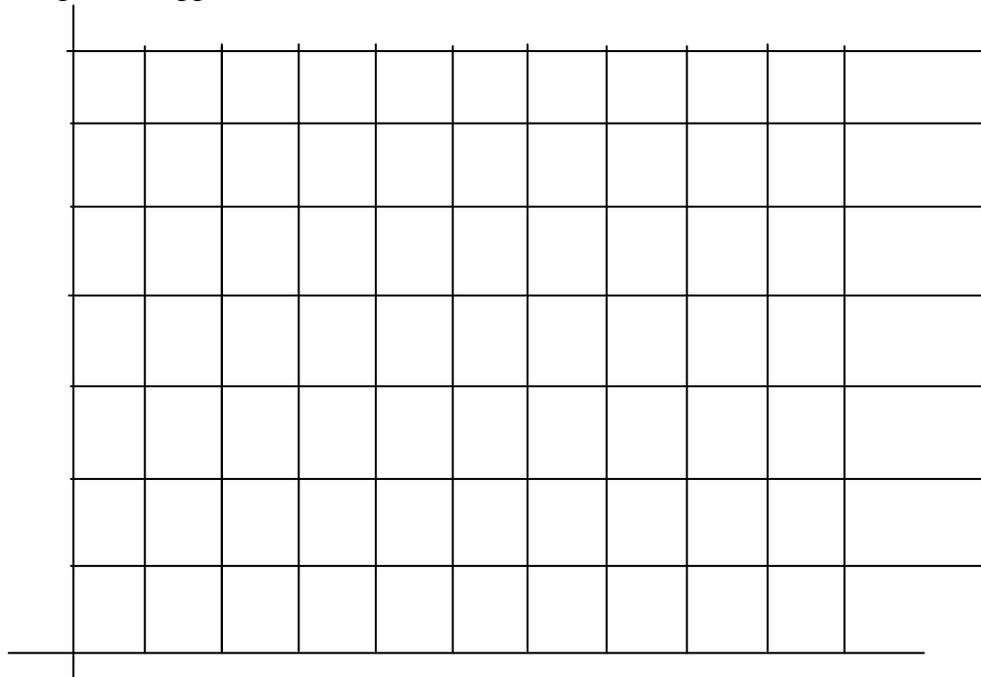
Tabel 1: Format hasil pengamatan

Volume (ml)									
Ketinggian (cm)									

Mula-mula siswa diminta membuat dugaan, bangun apakah yang terjadi apabila titik-titik (V,T) diplot pada sebuah bidang koordinat?

Andaikan pengukuran-pengukuran itu bukan tiap kelipatan 100 ml, tetapi setiap kelipatan 50 ml, bagaimana grafik yang terbentuk? Mengapa?

Sekarang apakah mungkin anda membuat persamaan yang menghubungkan antara volume (V) dengan ketinggian (T).



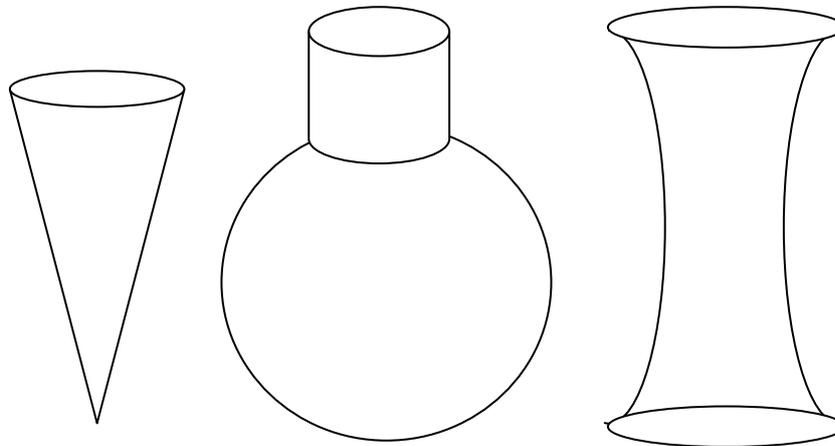
Grafik yang menghubungkan Volume dan Tinggi sebuah tabung.

Berdasarkan hasil di atas apa yang dapat kamu katakan perbedaan antara dugaan yang kamu buat dengan hasil yang kamu peroleh?

Adakah perbedaan antara yang kamu peroleh dengan yang kamu duga sebelumnya?

Jelaskan perbedaan yang kamu dapatkan kepada teman-temanmu di kelas.

Bagaimana kamalu tabung yang kamu ukur itu diganti dengan sebuah kerucut, bola, bola dan tabung, serta bangun-bangun lain, misalkan bangun-bangun berupa POT BUNGA



Gambar 7: Bejana untuk praktek pemodelan

Meskipun model persamaan tidak atau belum dapat anda temukan persamaannya, sekurang-kurangnya siswa telah dapat membayangkan bagaimana gambar grafik yang menghubungkan antara variabel volume dengan variabel ketinggian yang ada pada bangun-bangun geometri di atas.

G. Penutup

Paper ini menyajikan pemodelan matematika yang dilakukan baik oleh Tim peneliti maupun oleh para mahasiswa yang tergabung dalam penelitian kolaboratif ini. Hasilnya memperlihatkan bahwa (1) Pada mulanya para peserta (mahasiswa) tidak memahami apa yang dimaksudkan dengan pemodelan dalam matematika. (2) Tahap demi tahap kemampuan mengembangkan proses pembelajaran dengan pemodelan di SMP dan SMA dapat dikuasai mahasiswa. Mulai dari pertemuan singkat di halaman Jurusan Pendidikan Matematika dengan melihat pola-pola pada ubin bangunan JICA lantai 2, kemudian mengangkat polanya mengamati besaran-besaran yang dapat dibuat (dalam hal ini adalah besaran luas) kemudian menghubungkan bilangan nomor anggota pola dengan luas masing-masing anggota pola sehingga di dapat aturan umum. Nah aturan umum inilah yang selanjutnya membentuk suatu model. (3) Kesadaran mahasiswa mengenai pemodelan dalam matematika mendorong mereka untuk melakukan penelitian skripsi dengan mendesain dan mengimplementasikannya di sekolah. Ketika para mahasiswa menerapkan proses pemodelan di sekolah diperoleh kesimpulan sebagai berikut (4) Kelompok siswa SMP yang belajar matematika dengan pemodelan berbasis realistik lebih baik kemampuan komunikasinya dibandingkan dengan kelompok siswa yang belajar dengan cara konvensional (Fery Nugraha, inpress), (5) Kelompok siswa SMP yang belajar matematika dengan pemodelan berbasis realistik lebih baik kompetensi strategic matematikanya dibandingkan dengan siswa yang belajarnya menggunakan pendekatan konvensional (Wulan Nurul K., inpress). (6) Kelompok siswa SMA yang belajar matematika dengan menggunakan pemodelan matematika berbasis realistik kemampuan penalaran adaptifnya lebih baik daripada siswa yang belajar matematika menggunakan pendekatan konvensional (Arie Rahmawati, inpress). (7) Kelompok siswa SMA yang belajar matematika dengan pemodelan berbasis realistic lebih baik kemampuan pemecahan masalahnya dibandingkan dengan siswa yang belajar matematika dengan pendekatan konvensional (Femmy Diah Utami, inpress). (8) Umumnya siswa bersikap positif terhadap pembelajaran matematika menggunakan pemodelan berbasis realistik. (9) Untuk pengembangan profesionalisme guru dalam bidang matematika pemodelan matematika berbasis realistic sangat membantu mereka. Umumnya para guru merasa tertarik untuk membelajarkan siswa menggunakan pemodelan karena melalui penekatan ini bisa menemukan hal-hal baru yang tidak terduga (re-invention), dapat menyaksikan matematika dalam aktivitas manusia, serta dapat melihat matematika aplikasi.

Kepustakaan

- Crawford, K. & Adler, J. (1996). Teachers as researchers in mathematics education. In Alan J. Bishop et al. (eds.). *International Handbook of Mathematics Education*. 2, 1187-1206. Dordrecht, The Netherlands: Kluwer Academics Publishers.
- Crawford, K. & Adler, J. (1996). Teachers as researchers in mathematics education. In Alan J. Bishop et al. (eds.). *International Handbook of Mathematics Education*. 2, 1187-1206. Dordrecht, The Netherlands: Kluwer Academics Publishers.
- Creswell, J. W. (1994). *Research Design. Qualitative & Quantitative Approaches* London: Sage Publications
- De Lange (1996). *Looking through the TIMSS-Mirror from a Teaching Angle*. Freudenthal Institute. Utrecht.
- De Lange, J. (1995). *No Change without Problem*. In T.A. Romberg (Ed.) *Reform in School Mathematics and Authentic Assessment*. Albany: State University of New York Press.
- De Lange, J. (1996). *Using and Applying Mathematics in Education*. In A.J. Bishop et al. (Eds.) *International Handbook of Mathematics Education*. Hal 49-97. Kluwer, Academic Publisher. The Netherlands.
- Denzin (1994). Triangulation in educational research. In Husen, T., & Postlethwaite, T.N. (Eds.) *In International Encyclopaedia of Education (2nd ed.)*, (6461-6466). Stockholm & Hamburg: Pergamon.
- Depdiknas (2006). *Kerangka dasar dan struktur kurikulum Tingkat sekolah dasar dan Madrasah Ibtidaiyah*. Jakarta: Media Pustaka.
- Freudenthal, H. (1983). *Didactical Phenomenology of Mathematical Structures*. Dordrecht: D. Reidel Publishing Co.
- Freudenthal, H. (1991). *Revisiting Mathematics Education*. Dordrecht: D. Reidel Publishing Co.
- Gravemeijer, K. (1994). *Developing Realistic Mathematics Education*. Freudenthal Institute, Utrecht CD-β Press. The Netherlands.
- Gravemeijer, K. (1994). *Educational Development and developmental Research in Mathematics education*. *Journal for Research in Mathematics Education*, 25(5), 443-471.
- Indonesia (2005). *Peraturan Pemerintah Republik Indonesia No 19 Tahun 2005 Tentang Standar Pendidikan Nasional*
- Indonesia (2005). *Undang-Undang RI No 14 Tahun 2005 Tentang Guru dan Dosen*
- Kolb, D.A. (1984). *Experimental Learning*. Prentice Hall, Englewood Cliffs: NJ.22
- Krathwohl, D. R. (1998). *Method of educational and social science research*. An integrated approach. Longman: New York..
- Kunimune, S. (2000). *Towards the Development of Studies on Mathematics Education*. *Journal of Japan Society of Mathematical Education*, Vol.82, No.10 pp.18-19.
- Lewin, K (1951) *Field theory in Social Sciences*. Hamper and Row, New York.
- Loucks-Horsley, Hewson, Love, dan Stiles (1998). *Designing Professional Development for Teachers of Science and Mathematics*. Corwin Press: California.
- Manan A.A. (1998). *Langkah-langkah strategis ke arah pemecahan masalah peningkatan mutu SLTP*. Kajian Dikbud No. 014, September, 1998, hal 21-34.
- Mullis, I.V.S. et. al. (1999). *TIMSS 1999 International mathematics report*. USA: International Study Center, Lynch School of Education, Boston College.
- National Council of Teachers of Mathematics (2000). *Principles and standards for school mathematics*. Reston, VA: USA.
- Shizumi, S.(2000). Mathematics education in elementary schools: Viewing from the change of objective. In *Journal of Japan Society of Mathematical Education, LXXXII (7 & 8)*, 115-125, Special Issues: Mathematics Education in Japan during the Fifty-five Years since War: Looking towards the 21st Century.
- Sowder, J.T., Phillip, R.A., Armstrong, B.E. & Schapelle, B.P. (1998). *Middle grade teacher's mathematical knowledge and its relationship to instruction: A research monograph*. SUNY Serries, Reform in mathematics education, Ithaca NY: State University of New York Press.
- Stevenson, H.W. (1998). Mathematics achievement first in the world by the Year 2000? In Williams M. Evers (Ed.). *What's gone wrong in America's classrooms*, (pp. 137-154). Stanford, California: Hoover Institution Press, Stanford University.
- Stevenson, H.W. (1998). Mathematics achievement first in the world by the Year 2000? In Williams M. Evers (Ed.). *What's gone wrong in America's classrooms*, (pp. 137-154). Stanford, California: Hoover Institution Press, Stanford University.
- Stigler, J. dan Hiebert, J. (1999). *The Teaching Gap: Best ideas from the world's teachers for improving education in the classroom*. New York: Free Press.
- TIMSS-R. (1999). *Mathematics and science achievement of eighth graders in 1999*. . In the International Comparison in Education, Trends in International Mathematics and Sciences Studies. http://nces.ed.gov/timss/results99_1.asp (accessed November, 24, 2006).
- Turmudi & Sabandar, J. (2002). *Kerjasama mahasiswa calon guru dan guru bidang studi dalam mengembangkan desain pembelajaran matematika realistic di SMP Negeri Kota Bandung*. Grant Research Report, Bandung: Indonesian University of Education, FPMIPA.
- Turmudi (2003). *Kenkyu Happyokai suatu upaya pengembangan profesi guru matematika di Jepang*. Proceeding Seminar Nasional Matematika: Universitas Pajajaran, Bandung, 18 Januari 2003.
- Turmudi. (2003). *Model buku pelajaran matematika sekolah menengah pertama: Panduan pengembangan*. Jakarta: Pusat Perbukuan, Departement Pendidikan National.
- Turmudi (2006). *Designing contextual learning strategies for mathematics for junior secondary schools in indonesia*. Disertasi Ph.D.: La Trobe University, Australia. Tidak diterbitkan.
- Turmudi (2008). *Landasan Filsafat dan Teori Pembelajaran Matematika (Berparadigma Exploratif dan Investigatif)*. Jakarta: Leuser Cita Pustaka.
- Turmudi (2008). *Taktik dan Strategi pembelajaran matematika (Berparadigma Exploratif dan Investigatif)-Untuk SD*. Jakarta: Leuser Cita Pustaka.
- Turmudi (2009). *Taktik dan Strategi pembelajaran matematika (Berparadigma Exploratif dan Investigatif)-Untuk SMP*. Jakarta: Leuser Cita Pustaka.
- Turmudi (2009). *Taktik dan Strategi pembelajaran matematika (Berparadigma Exploratif dan Investigatif)-Untuk SMA*. Jakarta: Leuser Cita Pustaka.
- Turmudi (2009). *Taktik dan Strategi pembelajaran matematika (Berparadigma Exploratif dan Investigatif)-Untuk SMK*. Jakarta: Leuser Cita Pustaka.
- Turmudi (2009). *Panduan Pendidik Matematika SMP*. Pusat Perbukuan Depdiknas Jakarta
- Turmudi (2009). *Panduan Pendidik Matematika SMA*. Pusat Perbukuan Depdiknas Jakarta
- Verschaffel, L., Greer, B. & de Corte, E. (2002). Everyday Knowledge and Mathematical Modeling of School Word Problems. Dalam Koeno Gravemeijer, Richard Lehler, Bert van Oers dan Lieven Verschaffel (Eds.), *Symbolizing, Modeling and Tool use in Mathematics Education*.(halaman 257-276). Kluwer Academic Publishers: Dordrecht.

(*) Makalah disajikan dalam Seminar Nasional Sehari di Unisba, Bandung 16 Januari 2010

(**) Dosen Universitas Pendidikan Indonesia