

# **PENGEMBANGAN EVALUASI PEMBELAJARAN MATEMATIKA**

**Oleh: Drs. Turmudi, M.Ed., M.Sc., Ph.D.**

**Pendidikan Matematika**

**FPMIPA UPI**

**2010**

# PENGEMBANGAN EVALUASI PEMBELAJARAN MATEMATIKA

## A. Penilaian dan Prinsip-prinsip assessment

Penilaian pembelajaran matematika pada dasarnya dilaksanakan dengan tujuan untuk memperbaiki proses pembelajaran di tingkat mikro (di kelas). Evaluasi dalam proses pembelajaran adalah suatu proses pemilihan, pengumpulan, dan penganalisisan informasi yang selanjutnya digunakan untuk pengambilan keputusan dan pelaporan.

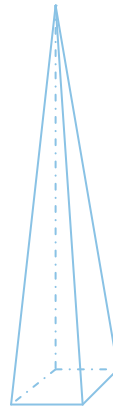
Selain yang kita kenal dengan evaluasi **formatif** (pembentukan pengetahuan) dan evaluasi **sumatif** (pengujian sejauh mana pencapaian pengetahuan seorang siswa untuk kurun waktu 1 semester atau 1 tahun), dikenalkan juga jenis penilaian “*authentic*” dan *portofolio assessment*.

Proses evaluasi hendaknya menjadikan siswa mampu mendemonstrasikan apa yang siswa tahu daripada hanya sekedar menguji apa yang mereka tidak tahu. Penilaian hendaknya mengoperasionalkan semua tujuan pendidikan matematika. Kualitas penilaian matematika tidak ditentukan oleh *accessibilitasnya* untuk tujuan pemberian skor.

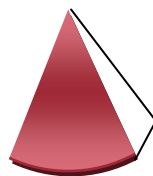
Berkaitan dengan proses penilaian daya matematika (*mathematical power*) siswa, daya matematika siswa didefinisikan sebagai kemampuan siswa “mengeksplorasi, membuat alasan secara logis, serta kemampuan menggunakan bermacam-macam metode matematika secara efektif untuk menyelesaikan masalah-masalah non-rutin (Romberg & Wilson, 1995). Istilah ini didasarkan kepada pemahaman bahwa matematika adalah lebih dari hanya sekedar kumpulan pengetahuan serta keterampilan yang harus dikuasai siswa. Mengerjakan matematika termasuk kegiatan terpadu dan dinamis, seperti penemuan, eksplorasi, konjektur, serta memahami pembuktian. Siswa yang memiliki *mathematical power* hendaknya memiliki kemampuan untuk

meneliti, menyampaikan alasan, mengkomunikasikan gagasan, serta menggunakan soal-soal matematika dalam konteks nyata. Lebih lanjut lagi bagi individu, kekuatan matematika melibatkan pengembangan percaya diri siswa (Romberg & Wilson, 1995).

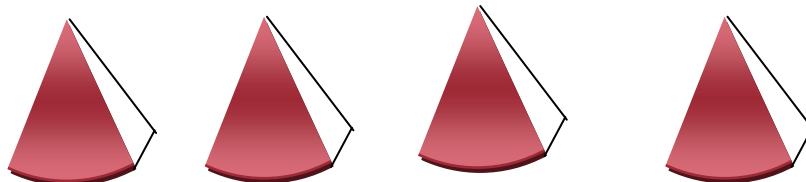
Ketika seorang siswa menemukan suatu aturan bahwa volume bola data dicari dengan menggunakan pendekatan limas-limas, bagi orang tertentu hal ini dapat dipandang sebagai suatu konjektur. Bagaimana kita mencari volume bola kok menggunakan pendekatan volume limas. Ada persyaratan misalkan siswa hendaknya terlebih dahulu telah mengetahui bahwa luas daerah permukaan bola adalah  $4\pi r^2$



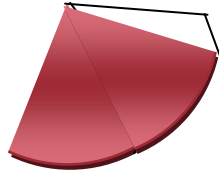
Meskipun agak sulit mengkaitkan limas dengan bola, kiranya kepada siswa dapat dihadapkan dengan irisan-irisan “semangka”.



Apabila irisan-irisan semangka ini digabungkan apa yang dapat siswa bayangkan?

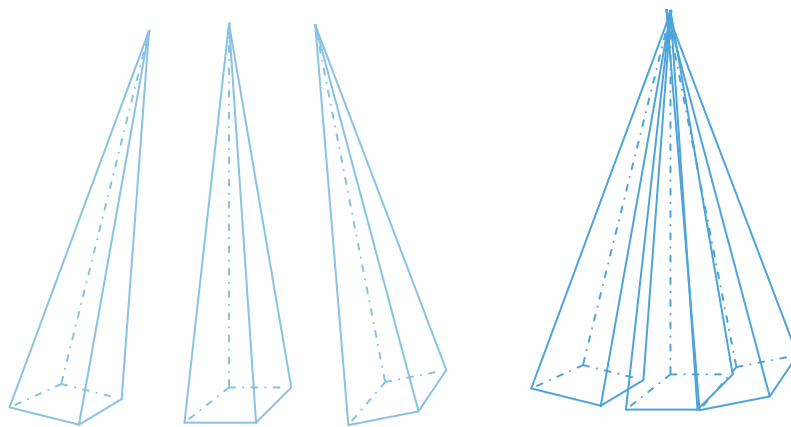


Mungkin akan muncul berbagai interpretasi siswa. Salah satu interpretasinya adalah bahwa bangun yang terjadi akan berbentuk. Dapatkah siswa membayangkan bahwa sejumlah limas akan dapat secara tepat membentuk sebuah semangka.



Pemikiran ini digunakan untuk membayangkan bahwa bola dapat dibentuk dari sejumlah "limas-limas" kecil. Memang ada sedikit keanehan, bahwa alas dari "limas" itu lengkung karena merupakan lengkungan kulit bola.

Namun apabila dibuat limas-limas yang sangat banyak, maka alas limas akan mendekati datar, sehingga 'limas' tersebut dapat dipandang sebagai limas yang sesungguhnya dengan luas alasnya kita pandang sebagai  $A_i$  dan tinggi limas adalah  $R$ , yang merupakan jari-jari bola.



Apabila pemahaman siswa telah sampai bahwa "bola dapat dibentuk menjadi sejumlah tak terhingga limas-limas kecil" selanjutnya siswa dapat mengumpulkan data dan informasi untuk mengetahui volume bola dengan jari-jari sebesar  $R$ .

Informasi yang diperlukan antara lain adalah bahwa:

- (i). Luas permukaan bola dengan jari-jari  $R$  adalah  $A_i = 4\pi R^2$
- (ii). Volume sebuah limas adalah  $V_i = 1/3 \times \text{Luas alas} \times \text{tinggi}$

$$\text{atau } V_i = 1/3 \times A_i \times R$$

(iii) Untuk penjumlahan sampai tak terhingga digunakan konsep limit.

$$\text{Misalkan } V_{\text{bola}} = V_1 + V_2 + V_3 + V_4 + V_5 + V_6 + \dots + V_{n-1} + V_n$$

$$= V_1 + V_2 + V_3 + V_4 + \dots + V_{n-1} + V_n$$

$$= (1/3 \times A_1 \times R) + (1/3 \times A_2 \times R) + (1/3 \times A_3 \times R) + (1/3 \times A_4 \times R) \dots + (1/3 \times A_n \times R)$$

$$= 1/3 R \times (A_1 + A_2 + A_3 + A_4 + \dots + A_n)$$

$$= 1/3 R \times (4\pi R^2)$$

Setelah sampai ke dalam bentuk ini, siswa akan memberikan rumusan yang sederhana bahwa volume sebuah bola berjari-jari R adalah  $4/3 \pi R^3$

Karenanya rumus volume sebuah bola tidak lagi diterima sebagai hal yang sudah jadi, melainkan ada suatu keniscayaan hendaknya siswa melakukan penyelidikan dengan terlebih dahulu mengamati seperti pada pengamatan buah semangka. Tentu *mathematical power* yang dimiliki siswa yang dapat melakukan sendiri seperti akan jauh lebih kuat daripada siswa yang hanya diberitahu bahwa volume sebuah bola adalah  $4/3 \pi R^3$

Keraguan awal “jangan-jangan irisan semangka yang berbentuk ‘limas-limas’ ini akan dapat dibentuk kembali menjadi semangka utuh atau ‘model bola’ dan ternyata ini benar”. Secara visual siswa dapat memperlihatkannya menggunakan model bola yang berbentuk buah semangka dan secara matematis dengan menggunakan konsep luas permukaan bola, menggunakan volume limas dan menggunakan konsep limit akhirnya siswa dapat membangun konsep volume bola tidak hanya menerima secara dogmatis bahwa volume bola adalah  $4/3 \pi R^3$

Perolehan pengetahuan seperti di atas berkaitan dengan *authentic assessment*. Istilah *authentic assessment* dipilih untuk memberikan dua gagasan. Karena kata *authentic* bermakna

“*confirming to reality: trustworthy*”, maka penilaian prestasi siswa hendaknya merupakan indikator terpercaya dari kekuatan matematika misalkan seberapa kuat seorang siswa mampu menyelesaikan soal *non-rutin*. Di dalam paradigma konvensional sering kali penilaian kental dengan nuansa politis, karenanya penilaian cenderung “*in-authentic*”, tidak melukiskan kemampuan siswa yang sesungguhnya, meskipun belum ada bukti hasil penelitian bahwa hasil penilaian patut diteliti kembali secara seksama.

Beberapa fokus penilaian matematika akan menanyakan apa saja yang dinilai dan teknik-teknik apa yang digunakan untuk menilai.

Berkaitan dengan aspek-aspek apa saja yang dinilai, daftar berikut ini menggambarkan aspek-aspek yang dinilai.

- ❖ Pemahaman konsep
- ❖ Keterampilan pemecahan masalah
- ❖ Keterampilan kerja kelompok
- ❖ Pengetahuan
- ❖ Kemampuan menerangkan dan mengkomunikasikan matematika
- ❖ Percaya diri
- ❖ Kebiasaan bekerja
- ❖ Antusiasme

Teknik-teknik yang dapat digunakan untuk penilaian pembelajaran dapat dikategorikan sebagaimana dalam tabel di bawah ini

**Tabel 5.1: Teknik penilaian yang dapat digunakan untuk menggali data tentang prestasi siswa (dimodifikasi dari Marsh dan Willis, 1995:260).**

Teknik	Diagnostik	Formatif	Sumatif
Observasi informal dan rekaman tingkah laku siswa	Catatan Anekdotial Sejarah kasus Ceklis Skala penilaian Teknik yang tidak obstrusive	Catatan Anekdotial Sejarah kasus Ceklis Skala penilaian Teknik yang tidak obstrusive	Catatan Anekdotial Sejarah kasus Ceklis Skala penilaian Teknik yang tidak obstrusive
Pengumpulan informasi dari siswa secara informal	Minat inventori Skala oleh siswa Kuesioner	Minat inventori Skala oleh siswa Kuesioner	Minat inventori Skala oleh siswa Kuesioner

	Wawancara Sosiogram Laporan-diri	Wawancara Sosiogram Laporan-diri	Wawancara Sosiogram Laporan-diri
Analisis contoh pekerjaan siswa	Proyek individu Proyek kelompok Analisis isi buku kerja siswa Buku catatan dan jurnal	Proyek individu Proyek kelompok Analisis isi buku kerja siswa Buku catatan dan jurnal	Proyek individu Proyek kelompok Analisis isi buku kerja siswa Buku catatan dan jurnal
Testing (Ujian) bagi siswa	Tes pilihan ganda Tes Standar Tes uraian Diferensial Semantik Skala sikap Teknik proyektif	Tes pilihan ganda Tes estándar Tes uraian Diferensial Semantik Skala sikap Simulasi dan bermain peran	Tes pilihan ganda Tes estándar Tes uraian Diferensial Semantik Skala sikap Simulasi dan bermain peran

Selain teknik-teknik penilaian di atas, dan teknik penilaian *Authentic Assessment* masih ada satu lagi yaitu *Portfolio Assessment*.

Untuk dapat memahami apa yang dinilai dan teknik-teknik apa saja yang dapat dilakukan, akan diuraikan beberapa asumsi dan pembaharuan dalam cara-cara menilai pemahaman dan prestasi belajar siswa.

### **B. Beberapa asumsi tentang hakekat matematika**

Sistem *authentic assessment* di sekolah hendaknya mulai dengan suatu visi tentang hakekat matematika yang dipahami dalam paradigma baru. Asumsi yang mendasari sistem penilaian yaitu dengan membuat sekumpulan item tes atau tugas dan akan menjadi indikator yang sah bagi siswa yang memahami aspek-aspek matematika. Bodin (1993) memberikan argumentasi bahwa seseorang tak akan pernah mengetahui pemahaman siswa sesungguhnya. Seseorang hanya bisa membuat inferensi (kesimpulan) berdasarkan kepada jawaban siswa yang dicatat dan diadministrasikan. Hal ini berimplikasi bahwa seleksi dan penciptaan alat tes sangat krusial dalam proses penilaian. Secara khusus hasil penilaian hendaknya merefleksikan pentingnya aspek matematika bagi seorang siswa yang berkesempatan belajar matematika. Muncul suatu pertanyaan:

“Apa yang dimaksud dengan memahami matematika?” Jawaban atas pertanyaan ini adalah berada pada jantung pengembangan “penilaian autentik”.

Dalam tes standar yang berparadigma tradisional, tes matematika dibuat dengan mengikuti suatu model pengukuran tertentu. Tes yang demikian dibuat dari

- pernyataan yang *independent*,
- pertanyaan-pertanyaan yang diskrit dapat dijawab secara cepat,
- semua item dipandang ekivalen,

- jawaban-jawabannya (biasanya diturunkan dari pilihan di antara beberapa alternatif) dinilai sebagai benar atau salah, dan
- jawaban-jawaban hendaknya memiliki konsistensi secara internal.

Menurut paradigma seperti di atas, penilaian mencerminkan pentingnya variasi jawaban siswa dengan adil untuk semua peserta tes. Tes yang demikian biasanya dibuat dan dipilih yang sesuai serta merefleksikan konsep dan prosedur khusus dengan mempertimbangkan urutan logis, serta urutan *hirarkis* dari konsep dan prosedur matematika dan biasanya didukung oleh uji *face validity* oleh seorang guru ataupun pendidik matematika.

Terkait dengan realibilitas tes, maka item yang terlalu mudah, item yang terlalu sukar, dan item yang tidak berkorelasi dengan item-item lain dibuang, kemudian koefisien internal konsistensi dihitung.

Menghitung jawaban yang benar dari sistem tes seperti ini diasumsikan sebagai indikator penguasaan pengetahuan seseorang terhadap matematika, dan perbedaan jawab benar di antara siswa dipandang sebagai perbedaan pengetahuan siswa.

Penyebutan *authentic assessment* yang didasarkan kepada pendirian (keyakinan) dengan cara menghitung banyak jawab yang benar dari sejumlah pertanyaan singkat ternyata bertentangan dengan pandangan bahwa matematika adalah disiplin intelektual. Misalkan Ernest(1991) memberikan argumen bahwa matematika tidak dapat dideskripsikan hanya dengan struktur *hierarchical* yang unik, dan tidak dapat direpresentasikan oleh sekumpulan komponen pengetahuan yang diskrit.

Ahli matematika Thurston (1990) mengatakan “matematika bukanlah suatu pohon palm yang memiliki cabang tunggal yang menjulang dan panjang, yang dipenuhi rumus-rumus. Matematika bagaikan pohon banyan (nama umum pohon besar di India, sejenis Mulberry, termasuk ke dalam famili Moraceae dan diklasifikasikan sebagai *Ficus benghalensis*). Pohon ini memiliki banyak cabang dan ranting yang dapat tumbuh menjadi hutan lebat mengundang kita untuk memanjat pohon tersebut dan mengeksplorasinya”.

Karenanya matematika bukan pengetahuan prosedural yang linear, yang prosedurnya sudah terstruktur secara rapi dan ketat. Perumpamaan bagaikan pohon ‘bayan’ menandakan bahwa matematika memiliki banyak cabang dan ranting mengundang kita untuk melakukan penelitian dan penyelidikan sehingga mewujudkan pengetahuan matematika secara lengkap.

Sistem yang sah untuk menilai matematika mestinya mencerminkan paham ini bahwa matematika adalah sekumpulan gagasan yang kaya dan saling terkait satu dengan lainnya. Agar sesuai dengan pemikiran yang seperti ini hendaknya dimunculkan pandangan bahwa matematika sebagai suatu hasil budaya yang dinamis, dan secara terus menerus berkembang semakin luas sebagai hasil kreasi manusia (Ernest,1988).

Mengerjakan matematika termasuk di dalamnya aktivitas yang dinamis dan terpadu sebagai temuan, eksplorasi, konjektur, *make sense* serta pembuktian. Siswa yang matematikanya



*powerful* (kuat) hendaknya mampu melakukan investigasi dan menyampaikan penalaran, mengkomunikasikan gagasan, dan mempertimbangkan soal-soal yang kontekstual. Ini yang oleh Freudenthal (1991) dikatakan sebagai aktivitas kehidupan manusia.

Secara tradisional konsep penilaian (asesmen) disamakan dengan asesmen tradisional. Hal ini rupanya masih mempengaruhi bagaimana guru mempraktekkan penggalan tentang bagaimana siswa memperoleh pengetahuan. Dengan pengertian penilaian secara tradisional ini, apa yang diujikan kepada siswa benar-benar murni prestasi akademik terutama pengetahuan mereka pada topik-topik yang tertulis pada buku teks, agar terampil memecahkan masalah-masalah rutin dan konvensional. Bagaimana cara mereka diuji kemudian diadministrasikan dalam waktu (blok waktu) singkat dengan alat yang terbatas (pensil dan kertas, tes tulis), tempatnya terbatas hanya di dalam kelas dengan tujuan utama yang penting adalah untuk memberikan nilai (grade) dan pelaporan (buku raport) hasil belajar siswa.

Konsepsi baru tentang *assessment* lebih luas, dan lebih jauh di atas batas-batas penilaian konvensional. Konsepsi penilaian dalam pandangan yang lebih modern diungkapkan oleh NCTM (1995) melalui *assessment standards for school mathematics* yang didefinisikan sebagai “proses pengumpulan bukti tentang pengetahuan siswa, kemampuan yang digunakan serta perubahan pemahaman dalam matematika dan membuat kesimpulan serta bukti-bukti untuk berbagai macam tujuan (NCTM, 1995, h. 3). Menurut paham ini asesmen ditandai dengan pengumpulan informasi dan membuat kesimpulan, serta perhatian hendaknya ditujukan pada prestasi siswa dalam aspek kognitif dan afektif. Dan yang paling penting untuk asesmen alternatif ini adalah dengan melayani berbagai macam tujuan belajar dan pembelajaran matematika.

Dalam tahun 1980-an perhatian diberikan kepada asesmen kelas yang dibuat guru, dan asesmen alternatif yang berbeda dari pendekatan tes tradisional yang menekankan kepada “*paper and pencil test*” termasuk tes standar. Pada tahapan berikutnya *performance based assessment*, *portofolio assessment* dan jurnal *writing assessment* mulai digunakan guru untuk menilai kemajuan belajar matematika siswa.

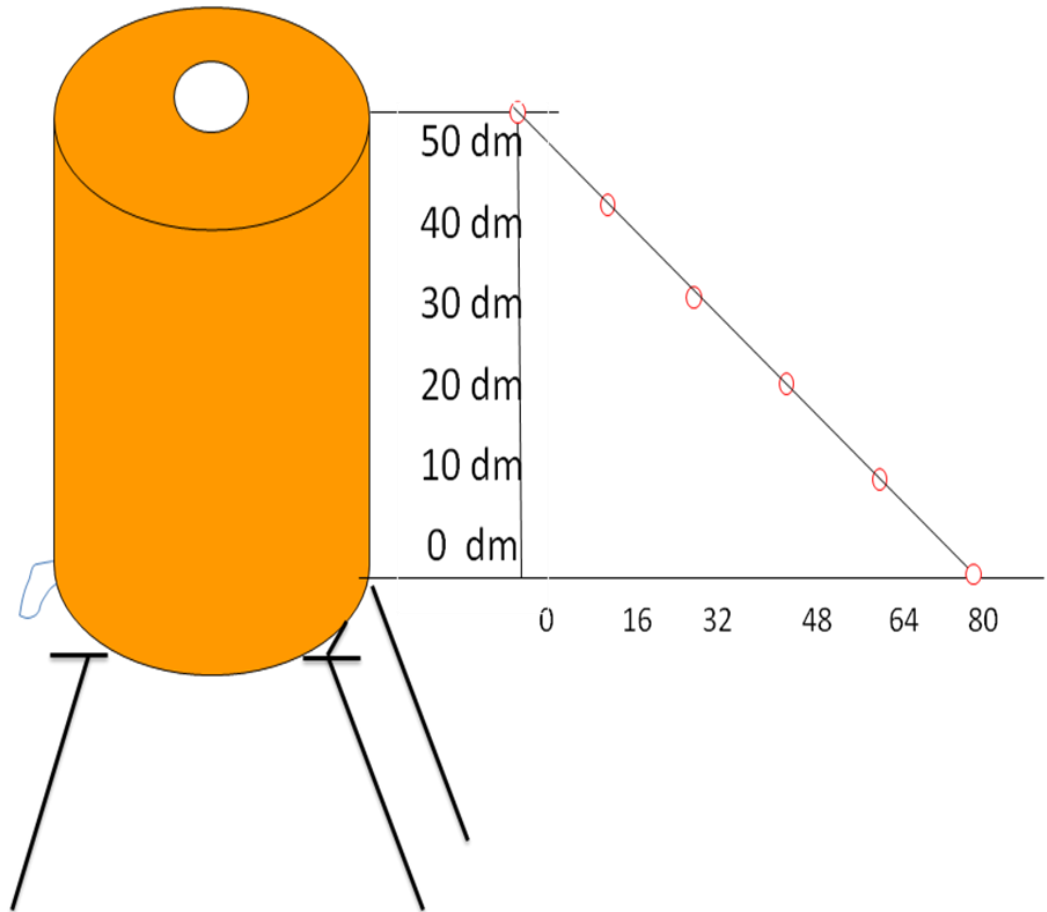
**Tabel 2: Perbandingan penilaian tradisional dan penilaian alternatif**

Penilaian terhadap siswa	Konsep penilaian konvensional	Konsep penilaian alternatif
Apa yang harus dinilai?	Domain kognitif terutama pengetahuan dan ketrampilan hasil belajar	Keduanya kognitif dan afektif (pengetahuan, sikap dan ketrampilan serta hasil dan proses belajar)
Di mana dilakukannya?	Di kelas	Di dalam atau di luar kelas
Kapan siswa mengerjakan tugas Tes?	Selama belajar di kelas	Selama dan setelah proses belajar di kelas
Bagaimana dilakukannya?	Dengan cara konvensional (paper and pencil test)	Keduanya, yaitu konvensional dan cara penilaian alternatif
Seberapa lama proses berlangsung?	Blok waktu, satu atau dua jam pelajaran	Tergantung kepada luasnya tugas, sehari, seminggu, sebulan, atau mungkin bertahun-tahun
Apa tujuan penilaian itu?	Tunggal (kebanyakan untuk tujuan penskoran dan pelaporan hasil belajar)	Ganda (multiple) yang dipentingkan adalah memperbaiki proses belajar mengajar.

Penilaian matematika yang biasanya terbatas di dalam dinding-dinding kelas dan terbatas hanya dalam blok waktu tertentu saja, kini sudah mulai berubah hendaknya siswa diberi kesempatan untuk melakukan eksplorasi dan investigasi proses bermatematika. Situasi matematika yang tersaji dalam bentuk konteks nyata diberikan kepada siswa, kemudian siswa ditugasi untuk melakukan penyelidikan dan perumusan secara matematika yang pada akhirnya diharapkan siswa mampu memodelkan matematika. Jelas tugas-tugas seperti ini tidak hanya terbatas di dalam ruang kelas, namun dapat ditempuh siswa di luar kelas.

Siswa diberi kesempatan untuk melakukan penyelidikan di luar kelas, baik secara individu, secara berkelompok, ataupun secara berpasangan. Para siswa diberi kesempatan

pula untuk membangun konsep-konsep yang mereka pahami dan menuliskannya dalam bentuk ekspresi tertulis baik itu dalam bentuk cerita, dalam bentuk grafik, dalam bentuk tabel ataupun dalam bentuk rumus, ungkapan, ataupun relasi yang dapat dimengerti (*make sense*) oleh orang lain.



Siswa dapat mengamati berapa sisa air di dalam TORN untuk setiap 16 menit, kemudian mencatatnya dalam table dan mencoba merumuskan bagaimana kaitan antara waktu pengurasan dengan sisa air di dalam torn dinyatakan dengan ketinggian dalam dm.

Setelah siswa menuliskannya dalam berbagai bentuk representasi matematika, siswa ditugasi untuk mengkomunikasikannya kepada teman sebayanya (peer) di dalam

kelas. Komunikasi ini dapat diwujudkan dalam bentuk semacam forum (representasi) dan dapat dikemas dalam satu atau dua jam pelajaran. Sehingga siswa mampu berkomunikasi secara lisan dan tulisan. Aspek-aspek penalaran dalam berargumentasi dibangun siswa melalui diskusi bersama teman-teman sekelasnya.

Ketidaktejelasan penyajian dan penalaran menyebabkan muncul banyak pertanyaan dan meminta klarifikasi lebih lanjut. Namun penjelasan yang *fluency* (secara fasih) dan penalaran yang mudah ditangkap menjadikan pemahaman diri penyaji maupun audien (pendengar) menjadi semakin terbangun secara baik.

### **C. Teknik-teknik penilaian**

Assessment merupakan alat dan sebagai suatu aktifitas dalam pendidikan tanpa ada pengecualian. Pengembangan kemampuan pemecahan masalah siswa, kemampuan berpikir tingkat tinggi, kemampuan kerjasama antar individu, keterampilan komunikasi baik lisan maupun komunikasi tulis semuanya menjadi tuntutan masyarakat “modern” dan hendaknya siswa dapat mencapainya. Perubahan-perubahan ini hendaknya tercerminkan dalam praktek pembelajaran di kelas.

Guru-guru perlu mengukur bagaimana murid mereka mencapai dan mencatat kemajuan dalam mencapai tujuan-tujuan pendidikan. Karena penilaian tradisional tidak cukup untuk dapat melayani aspek-aspek di atas, maka terdapat suatu kebutuhan untuk mengenalkan asesmen alternatif untuk terjadinya perubahan yang lebih baik dalam mencapai tujuan.

Sejumlah teknik-teknik penilaian tersaji dalam 5.2 dan Tabel 5.3 di bawah ini meliputi asesmen: penampilan (performance), *authentic*, *portfolio*, *journal*, *project*, presentasi lisan,

wawancara, observasi, *self-assessment*, dan student-constructed assessment yang masing-masing dijelaskan dalam tabel.

**Tabel 5.3: Beberapa Asesmen Alternatif dan tujuan-tujuannya**

<b>Metoda penilaian alternative</b>	<b>Apa yang dapat dinilai lebih baik?</b>
Penilaian yang didasarkan pada prestasi siswa	Domain kognitif, khususnya proses berpikir tingkat tinggi dan kemampuan problem solving
Penilaian autentik	Domain kognitif, khususnya kemampuan problem solving dalam kehidupan nyata
Penilaian portofolio	Kedua domain kognitif dan afektif, khususnya berpikir siswa secara mandalam, dan ketrampilan komunikasi tulis, dan kemajuan mereka dalam belajar matematika
Penilaian proyek	Domain kognitif khususnya kemampuan problem solving dan ketrampilan berpikir kreatif
Presentasi lisan	Domain kognitif, kemampuan komunikasi dan mengorganisir pembicaraan secara lisan.
Wawancara	Domain kognitif dan afektif siswa, khususnya untuk mendapatkan bentuk informasi dari beberapa siswa
Observasi kelas	Domain afektif khususnya perilaku siswa dalam belajar di kelas
Penilaian diri	Domain kognitif dan domain afektif, khususnya tentang perkembangan belajar siswa dan partisipasi siswa dalam belajar di kelas atau dalam kelompok kerja siswa
Penilaian siswa yang dikonstruksi	Domain kognitif khususnya tingkat evaluasi dalam taxonomy Bloom tentang tujuan pendidikan dalam domain kognitif

Alat penilaian dan proses dokumentasi memberikan kepada guru banyak informasi yang bernilai tentang siswa. Informasi ini dapat digunakan sebelum, selama, dan pasca pembelajaran.

Sebelum proses pembelajaran berlangsung, guru perlu mengetahui apakah siswa memiliki pengalaman fundamental yang akan menyebabkan sukses pada fase pembelajaran berikutnya. Selama proses pembelajaran, guru hendaknya mengecek pemahaman siswa

sedemikian sehingga mereka dapat mengajarkan kembali, mengoreksi dan memantau kesalahan-pahaman serta kemajuan belajar siswa. Dalam pembelajaran berikutnya guru-guru hendaknya menentukan apakah tingkat penguasaan siswa sudah cukup memadai.

Mengumpulkan, menginterpretasi, dan menggunakan informasi penilaian, mengambil berbagai macam cara dan teknik penilaian, sebagaimana guru menerapkan dalam rencana penilaian berikutnya.

### **Penilaian pengetahuan dan keterampilan Pre-syarat**

Vygotsky menjelaskan “Zone Proximal Development”(ZPD) sebagai tingkat pemahaman yang dapat dicapai siswa akibat dari dorongan dan motivasi guru serta teman sebayanya. Siswa selalu siap mempelajari sesuatu, namun guru menetapkan apakah para siswa memiliki latar belakang pengetahuan dan keterampilan (pengetahuan pra-syarat) yang cukup untuk berlanjut ke tahapan berikutnya. Untuk mendukung belajar siswa atau “*scaffolding*” seorang guru hendaknya mengetahui sejauh mana kesiapan setiap siswanya untuk memahami konsep matematika yang akan disajikan dalam pembelajaran.

### **D. Teknik Penilaian Observasi dan Wawancara**

Banyak guru yang menggunakan teknik observasi informal dan teknik wawancara untuk membantu memahami apa yang siswa tahu dan bagaimana mereka berpikir. Teknik ini dapat digunakan secara terpisah, namun seringkali itu digunakan bersama-sama secara khusus baik untuk membuka/mengetahui apa yang siswa ketahui ataupun untuk mengetahui bagaimana siswa berpikir. Guru mengembangkan teknik-teknik wawancara dengan menggunakan dua jenis pertanyaan, yaitu pertanyaan tertutup dan pertanyaan terbuka.

Pertanyaan-pertanyaan tertutup berguna untuk pertanyaan-pertanyaan spesifik, faktual dan kesimpulan. Pertanyaan-pertanyaan itu sangat baik untuk pengecekan pengetahuan saat itu.

- Berapa kubus diperlukan untuk membuat dua menara yang sama tinggi?
- Apa bentuk es krim yang paling populer menurut grafik yang kamu buat?
- Apakah meja itu panjangnya lebih dari satu meter?

Pertanyaan-pertanyaan terbuka perlu penalaran dan siswa perlu lebih banyak menceritakan pemikiran mereka. Guru seringkali menerapkan pertanyaan-pertanyaan tertutup, karenanya mereka perlu merencanakan pertanyaan-pertanyaan terbuka untuk memantau pemahaman mereka.

- Dapatkah kamu membuat dua ‘model menara’ yang sama tinggi? “Apakah ada cara lain untuk membuat dua ‘menara’ sama tinggi?”
- Apa yang kamu peroleh tentang es krim mana yang paling populer menurut grafik yang kamu buat?
- Ukuran mana yang akan kamu pilih untuk mengukur panjang meja? Mengapa kamu memilih satuan itu dari pada satuan lain?

Dengan menggunakan pertanyaan-pertanyaan terbuka seperti di atas, guru seringkali memperoleh informasi tambahan tentang tingkat pengetahuan dan tentang cara berpikir siswa.

Karena dokumen yang lengkap dan spesifik dipelihara, maka proses penilaian dengan cara wawancara dan observasi menjadi lebih formal dan terstruktur. Wawancara formal membantu guru belajar tentang kesiapan kematangan siswa serta pemahaman proses dari konsep.

Wawancara formal memiliki struktur bermakna yang meliputi sekumpulan pertanyaan dan sederet tugas-tugas.

Pandanglah sebuah segmen wawancara di bawah ini:

G	:	Kepada kalian diberikan pagar kawat yang akan digunakan untuk menutup sebuah wilayah yang cukup luas untuk peternakan sapi perah. Panjang bahan pagar adalah 460 meter. Bentuk bangun geometri apa yang digunakan untuk merancang agar wilayahnya sebesar-besarnya?
M1	:	Menurutku persegi panjang?
G	:	Bagaimana ukuran persegi panjang tersebut?
M1	:	Ya panjang 130 m dan lebar 100 meter?
G	:	Memangnya kelilingnya berapa?
M1	:	$130 + 100 = 230$ dan kelilingnya $2 \times 230 = 460$ meter
G	:	Kalau demikian luasnya berapa?
M1	:	Luasnya $130 \times 100 = 13000 \text{ m}^2$
G	:	Apakah ada ukuran lain yang memenuhi itu?
M1	:	Menurut saya $110 \times 120$ ?
G	:	Kalau itu ukurannya berapa luasnya?
M1	:	Luasnya adalah $13200 \text{ m}^2$
G	:	Ya ternyata benar ukuran $110 \times 120$ lebih besar daripada hasil $130 \times 100$ Menurut yang lainnya (kalian) apakah masih ada yang mungkin lebih luas?
M1	:	Saya kira masih ada, yaitu $115 \times 115 \text{ meter}^2$ , sebab $115 \times 4$ berbentuk persegi panjang dengan sisi 4 dan kelilingnya adalah 460 meter
G	:	Dengan ukuran ini berapa luasnya?
M1	:	Luasnya adalah $13225 \text{ m}^2$

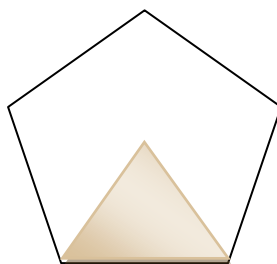
Dengan inquiry seperti itu akhirnya anak dapat menemukan bahwa luas daerah yang dapat dipagari dengan 'kawat' sepanjang 460 meter adalah  $13225 \text{ m}^2$  Dan luas ini merupakan luas terbesar untuk segi empat? Coba kalian selidiki lebih lanjut apakah kalau bentuknya segitiga tidak akan sebesar itu?



G	:	Bagaimana kalau daerah yang dipagar berbentuk segitiga?
M2	:	Baiklah, kalau bentuknya segitiga maka salah satu bentuk yang mungkin sisi-sisinya berturut-turut 200, 150, dan 110, sehingga menggunakan rumus $\sqrt{s(s-a)(s-b)(s-c)}$ diperoleh bilangan mendekati $8139 \text{ m}^2$
G	:	Bagaimana kalau bentuknya segitiga sama sisi?
M2	:	Kalau segitiga sama sisi, maka panjang sisinya adalah 153,3 meter Menggunakan rumus $\frac{1}{2} a b \sin C$ , diperoleh $\frac{1}{2} \times 153,3 \times 153,3 \times \sin 60^\circ = 10176 \text{ m}^2$
G	:	Baiklah menggunakan segitiga dan menggunakan segi-empat berturut-turut telah diperoleh dua luas aberbeda yaitu $13225 \text{ m}^2$ (persegi) dan $10176 \text{ m}^2$ (segitiga sama sisi). Bapak/Ibu guru menduga masih ada bentuk bangun lain yang memberikan luas sebear-besarnya.
M2	:	Baik Bu/Pa akan kami diskusikan terlebih dahulu dengan kawan-kawan

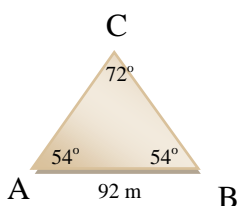
Wawancara dan diskusi dengan guru di atas mendorong siswa untuk mencari kemungkinan bangun geometri lain yang menyebabkan luasnya terbesar.

Kalau segitiga, diperoleh  $10176 \text{ m}^2$ , kalau peregi seluas  $13225 \text{ m}^2$  bagaimana kalau segilima beraturan?



Kalau segilima beraturan dan kelilingnya adalah 460 meter, maka satu sisinya berukuran 92 meter.

Salah satu segitiga pada segilima beraturan akan berbentuk sebagai berikut



Sudut pusatnya adalah  $72^\circ$ , sehingga sudut alasnya adalah  $54^\circ$ , hal tersebut tampak seperti pada gambar di atas.

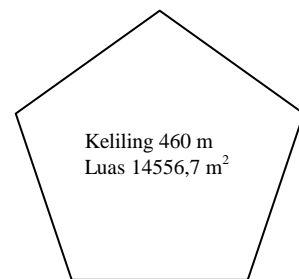
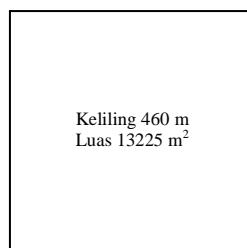
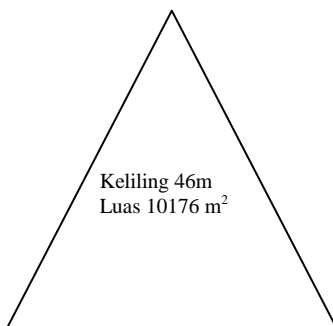
Dengan menggunakan aturan sinus diperoleh  $AC = (92 \times \sin 54^\circ) / \sin 72^\circ = 78,23$  m Sehingga tinggi segitiga ABC adalah  $t = AC \times \sin 54^\circ = 78,23 \times 0.8090 = 63,29$ .

Sekarang luas daerah sebuah segitiga ABC di atas dapat dicari sebagai berikut:

$$A_1 = \frac{1}{2} \times 63,29 \times 92 = 2911,34$$

Karena satu segitiga luasnya  $2911,34 \text{ m}^2$ , maka luas segilima beraturan tersebut adalah  $5 \times 2911,34 = 14556,7 \text{ m}^2$ .

Nah sekarang kita ulangi pengamatan kita terhadap bangun-bangun yang terjadi:



Memperhatikan gejala tersebut dapat diduga masih ada lagi bangun yang lain yang menyebabkan daerah yang terjadi adalah daerah terbesar.

Salah seorang siswa mengajukan usul bagaimana kalau bangun yang dimaksud adalah bangun lingkaran. Kelilingnya adalah 460 m, berapakah luasnya? Dari sini siswa berpikir kalau kelilingnya 460 m apakah luasnya dapat langsung dicari? Tentu anak akan berpikir kalau

mencari luas yang diperlukan adalah jari-jarinya. Padahal jari-jari lingkaran belum diketahui, maka kita perlu mencari jari-jari.

$$K = 460$$

$$K = 2\pi R$$

Sehingga  $2\pi R = 460$ , sehingga  $R = 230/\pi$

Selanjutnya luas daerah lingkaran dicari dengan  $L = \pi R^2$  sehingga

$$L = \pi(230/\pi)^2 = (52900)/\pi = 16487,13 \text{ m}^2$$



Dengan pelaksanaan observasi dan wawancara, siswa dapat memahami hubungan antara luas dan keliling, keliling dan jari-jari, serta jari-jari dengan luas

## E. Teknik Penilaian Projek

Agar siswa baik secara individu maupun dalam kelompok melakukan proses investigasi dan eksplorasi, maka teknik penilaian proyek lebih mendekati penggalan kemampuan yang sesungguhnya. Misalkan siswa ingin mengetahui seberapa cepat sebuah pohon itu tumbuh,

sementara ia memperoleh data dari departemen pertanian dan departemen perkebunan tentang pertumbuhan sejenis pohon palma.

Data tersebut tersaji sebagai berikut:

Umur (tahun)	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Tinggi (m)	0	2	3,16	4	4,64	5.17	5.61	6	6.34

Siswa diminta menyelidiki bagaimana keterkaitan antara usia pohon dan ketinggian pohon yang dimaksud dengan menggunakan data tersebut.

Mula-mula siswa dapat memberikan suatu dugaan bahwa pertumbuhan pohon tersebut hanya cepat di awal-awal saja, namun lambat setelah melalui tahun ke-7, ke-8, ke-9 dst. Diduga pertumbuhan ini memenuhi hubungan  $T = 2^a \log U$ , dengan menggunakan data yang ada siswa diminta untuk menentukan berapakah nilai  $a$ . Pengamatan siswa terhadap data tersebut menghendaki agar siswa melakukan proses manipulasi untuk mendapatkan hubungan yang sesuai dengan data tersebut.

Misalkan untuk  $T = 2$  dan  $U = 2$  memberikan hubungan  $2 = 2^a \log 2$  artinya

$^a \log 2 = 1$ , sehingga didapat  $a = 2$ .

Perolehan ini digunakan untuk menguji apakah  $T = 2^2 \log 7 = 5,61$ ,

Siswa juga dapat ditugasi untuk menyelidiki bagaimana laju perubahan luas permukaan kamper (kapur barus) berbentuk bulat bola yang disimpan di dalam pakaian di dalam lemari ataupun kamper yang disimpan di toilet sebagai penghaum ruangan kecil ini.

Setiap hari siswa diminta menyalidiki diameter dari kapur barus berbentuk bola tersebut dan menyajikannya dalam tabel di bawah ini:

Hari ke	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Diameter(cm)									

Kapankan laju peubahan jari-jari paling cepat? Kapankah laju perubahan luas bola paling cepat?

Mengapa? Bagaimana laju perubahan volume bola?

Coba anda (siswa) gambarkan grafik yang menghubungkan waktu  $t$  dengan jari-jari bola.

Adakah hubugan antara laju perubahan jari-jari, laju perubahan luas bola dan laju perubahan volume bola? Bagaimanakah hubungan dari laju-laju dimaksud?

