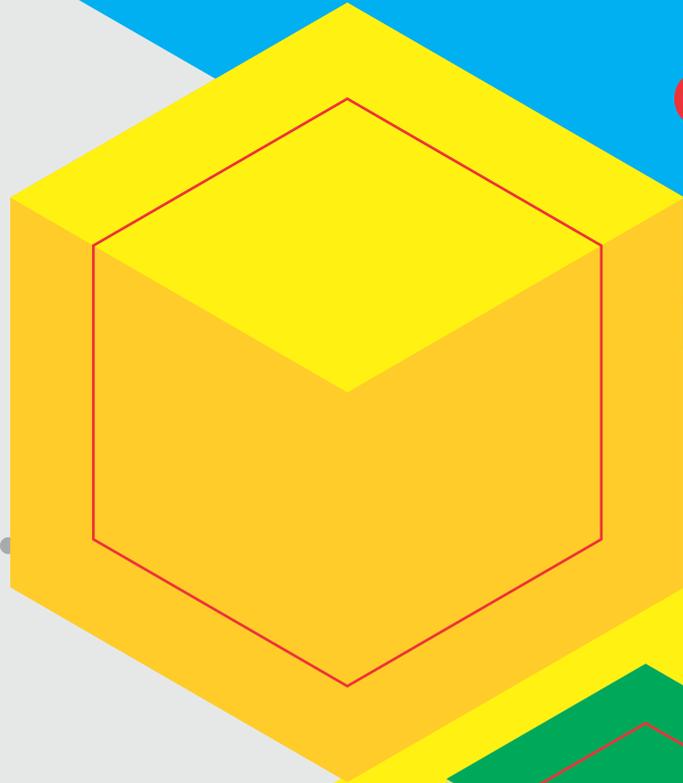
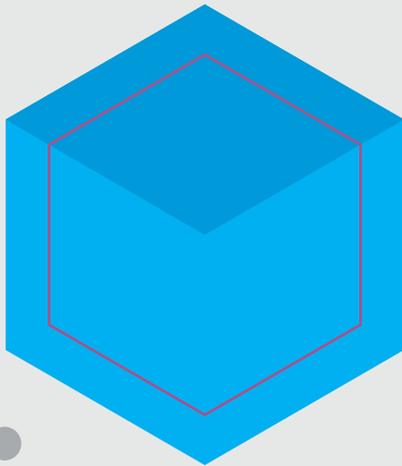
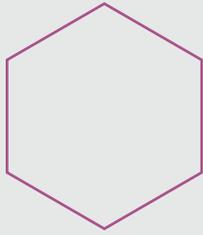




LIMAS

Edisi Nomor 38, Agustus 2018



**MATEMATIKA SEKOLAH MENGEMBANGKAN
BERPIKIR TINGKAT TINGGI SISWA**

PROBLEMATIKA PTK

**MENUMBUH KEMBANGKAN
NILAI SIKAP KARAKTER SISWA SD
MELALUI PEMBELAJARAN MATEMATIKA**



TIM REDAKSI

Penanggung Jawab

Kasubag Tata Usaha dan Rumah Tangga
Harwasono, S.Kom., MM.

Redaktur

Cahyo Sasongko, S.Sn.

Editor

Dra. Th. Widyantini, M.Si.
Choirul Listiani, M.Si.
Agus Dwi Wibawa, S.Pd., M.Si.
Marfuah. M.T.
Fadjar Noer Hidayat, S.Si., M.Ed.
Ienung Sumarni, M.Pd.
Untung Trisna Suwaji, S.Pd., M.Si.

Grafis/Fotografer

Cahyo Sasongko, S.Sn.
Muhammad Fauzi.

Sekretariat

Sri Puji Astuti, A.Md.
Widya Suwarningsih
Karwiyana

ALAMAT REDAKSI

Sub bagian TU dan RT
PPPPTK Matematika Yogyakarta

Jl. Kaliurang Km.6, Sambisari, Depok, Sleman,
D.I.Yogyakarta



: (0274) 885725, 881717



: (0274) 885752



: www.p4tkmatematika.org



: limas.p4tkmatematika@gmail.com

Diterbitkan : Pusat Pengembangan dan
Pemberdayaan Pendidik dan Tenaga
Kependidikan Matematika

Izin terbit :

No. 2426/Ditjen
PPG/STT/1998

DARI REDAKSI

Redaksi menerima tulisan atau artikel dari pembaca. Artikel yang dimuat akan mendapatkan imbalan sepiantasnya, sedangkan yang tidak dimuat akan dikembalikan ke penulis. Redaksi berhak memperbaiki naskah yang akan dimuat tanpa mengubah makna/isi. Kritik atau saran dikirim langsung ke redaksi **LIMAS**



Salam Redaksi

Assalamualaikum wr wb

Syukur Alhamdulillah, Buletin LIMAS Edisi Agustus No 38 dapat kami selesaikan dengan baik. Redaksi menyampaikan apresiasi yang tinggi kepada semua penulis yang telah berpartisipasi membagi pengetahuannya melalui Buletin LIMAS, namun tidak semua tulisan dapat kami terbitkan dikarenakan keterbatasan halaman dan juga berdasarkan proses seleksi dari tim kami. Meski demikian, kami harapkan tulisan yang diterbitkan pada edisi ini dapat bermanfaat dan menambah wawasan bagi para pembaca sekalian. Kami tetap menunggu partisipasi dari semua khalayak untuk mengirimkan tulisan dengan tema yang terkait dunia matematika dan pendidikan matematika ke Buletin LIMAS. Saran dan kritik untuk menjadikan LIMAS lebih baik lagi kedepan tetap kami nantikan dari Anda semua.

Terima kasih.

Sampul Depan



DAFTAR ISI



WAWASAN

2

Investigasi atau Eksplorasi dalam Pembelajaran Matematika (bagian kedua)

11

Matematika Sekolah Mengembangkan Kemampuan Berpikir Tingkat Tinggi Siswa



27

Problematika PTK



WAWASAN

36

Pemanfaatan Dapodik di Situs "Sekolah Kita"

48

Metode Hitung Cepat (*Quick Count*)

MATEMATIKA

15

Masalah-masalah Coffin (Coffin Problems)

19

Rumus Menentukan Akar Persamaan Polinomial Derajat Tiga

42

Irisan Kerucut Menggunakan Geogebra

51

Menumbuhkembangkan Nilai Sikap Karakter Siswa SD Melalui Pembelajaran Matematika



INVESTIGASI ATAU EKSPLORASI DALAM PEMBELAJARAN MATEMATIKA (Bagian Kedua)

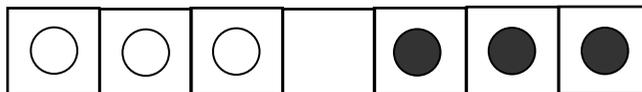
Bagian pertama ada di Limas Edisi 35

*) Fadjar Shodiq

Contoh Lain Penyelidikan

Contoh berikut akan menunjukkan perbedaan antara penyelidikan (*investigation*) dengan pemecahan masalah (*problem solving*). Kegiatan penyelidikan ini disebut 'Lompat Katak', di mana sebagai contoh kasus adalah tiga batu putih dan tiga batu hitam yang mewakili dua jenis katak diletakan di medan permainan seperti ini.

Lompat Katak



Kedua warna batu di atas akan dipertukarkan tempatnya dengan aturan:

- ❖ Batu putih hanya dapat digerakkan ke kanan dan batu hitam hanya dapat digerakkan ke kiri,
- ❖ Batu dapat digeser satu tempat ke tempat kosong di sebelahnya atau melompati satu batu yang berwarna lain ke satu tempat kosong berikutnya.

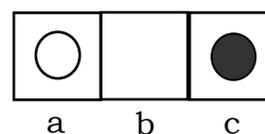
Investigasi atau eksplorasilah

Jika pada eksplorasi, investigasi, eksperimen, penemuan ataupun istilah lain yang mirip, tugasnya adalah menyelidiki hal-hal menarik pada kegiatan mempertukarkan tempat kedua warna batu tersebut, maka pada kegiatan pemecahan masalah, perintahnya dapat saja berupa pertanyaan seperti:

1. Bagaimana cara menukar tempat jika terdapat 1 batu putih dan 1 batu hitam?
2. Bagaimana cara menukar tempat jika terdapat 2 batu putih dan 2 batu hitam?
3. Keteraturan atau pola apa saja yang didapat?
4. Bagaimana keteraturan atau pola pada langkah-langkahnya?
5. Bagaimana keteraturan atau pola pada banyaknya langkah-langkahnya?
6. Bagaimana cara menukar tempat jika terdapat 10 batu putih dan 10 batu hitam?
7. Jika ada n batu putih dan n batu hitam, berapa langkah yang Anda butuhkan?
8. Bagaimana cara menukar tempat 4 batu putih dan 6 batu hitam?
9. Jika ada 10 batu putih dan 20 batu hitam, berapa langkah yang Anda butuhkan?
10. Bagaimana cara menukar tempat jika ada n batu putih dan m batu hitam, berapa langkah yang Anda butuhkan?

Sekali lagi, pada pemecahan masalah, hal-hal yang harus dilakukan siswa sudah tertentu dan sudah terarah. Itulah sebabnya, Evans menyatakan bahwa pemecahan masalah merupakan kegiatan memusat (*convergent activity*). Namun, pada penyelidikan, perintahnya hanya ‘investigasilah’ atau ‘selidikilah’, artinya siswa sendirilah yang harus memunculkan pertanyaan dan menentukan satu atau lebih aspek yang akan diselidiki, sesuai tuntutan Kurikulum 2013. Itulah sebabnya Bastow, dkk lebih dari 30 tahun yang lalu (1984 & 1986) sudah menyatakan, “*Investigating is not just getting the right answers but asking the right questions*”. Yang dinyatakan Bastow, dkk. selaras

dengan acuan pada Kurikulum 2013. Sekali lagi, proses penyelidikan dapat saja dimulai dari hal-hal yang sangat sederhana dan mudah. Alih-alih menggunakan 3 buah batu putih dan hitam, para siswa dapat saja difasilitasi untuk belajar menemukan, bereksperimen, berinvestigasi atau bereksplorasi secara mandiri dengan memulai kegiatannya dengan menggunakan 1 batu putih dan hitam dan mempelajarinya seperti tampak pada gambar di bawah ini.



Langkah pertama adalah dengan menggeser batu putih yang ada di petak a ke petak b atau dengan menggeser batu hitam yang ada di petak c ke petak b. Artinya ada dua kemungkinan yang dapat dilakukan. Misalkan langkah pertama yang dilaksanakan adalah menggeser batu putih yang ada di petak a ke petak b maka langkah tersebut harus diikuti dengan langkah berikutnya, di mana batu hitam di c melompati batu putih ke petak a dan diakhiri dengan menggeser batu yang sudah berada di petak b ke petak c. Dengan atau tanpa bimbingan guru, data yang diharapkan akan didapat siswa dan dapat dicatat siswa dari penyelidikan awal tadi adalah salah satu atau seluruh data berikut. Ingat baik-baik kegiatan mencatat hasil berupa data ini sangat penting dilakukan matematikawan dan saintis siswa perlu dilatihkan ke para siswa.

- Dibutuhkan 3 langkah untuk menukar tempat kedua jenis batu itu.
- Ketiga langkah tersebut adalah menggeser-melompat-menggeser yang dapat dinotasikan dengan GLG (G = geser, L = lompat). Sekali lagi, Isoda & Katagiri (2012) telah menekankan tentang pentingnya: “Mengetahui kegunaan memberi nama.”

- Di samping itu, urutan warna batu yang digerakkan adalah putih-hitam-putih dengan notasi PHP. Yang ternyata akan didapat notasi HPH jika warna batu yang digerakkan pertama adalah hitam.

Sekali lagi perhatikan kecantikan pada keteraturan yang ada pada hasil di atas. Berdasarkan data di atas, seorang siswa dapat saja menduga (*conjecturing*) bahwa untuk 2 batu putih dan hitam akan dibutuhkan 5 langkah yang terdiri atas GLGLG (G = geser, L = lompat), dengan urutan-urutan warna batu yang digerakkan adalah PHPHP (P = putih dan H = hitam). Dugaan (*conjecture*) siswa dapat saja benar dan dapat saja salah. Itulah sebabnya disebut dugaan (*conjecture*). Sejatinya yang lebih penting adalah alasan di balik itu, mengapa dugaan tersebut benar atau salah. Setelah diuji, kedua dugaan itu salah semua karena dibutuhkan 8 langkah dan bukan 5 langkah untuk saling menukar tempat kedua jenis batu itu, yang terdiri atas langkah-langkah GLGLLGLG dengan urutan-urutan warna batu yang digerakkan adalah PHHPPHHP. Sekali lagi, perhatikan keindahan pola menarik pada GLGLLGLG ataupun PHHPPHHP. Inilah satu keindahan (*beauty*) ketika kita mempelajari matematika. Proses penyelidikan di atas dapat dilanjutkan dengan 3, 4, 5, ... batu putih dan batu hitam untuk memfasilitasi siswa belajar menemukan pola, menggeneralisasi, membuktikan, dan mengkomunikasikan proses dan hasil penyelidikan itu. Hal ini menunjukkan bahwa pada penyelidikan atau investigasi siswa difasilitasi untuk menduga (*conjecture*) dan mengetes kebenaran dan ketidakbenaran dugaan tersebut. Proses menduga dan mengetes kebenaran dan ketidakbenaran dugaan tersebut akan selalu terjadi ketika peserta didik mempelajari matematika, terutama ketika mereka belajar dengan menggunakan penyelidikan atau investigasi. Jelaslah, bahwa pada kegiatan investigasi atau eksplorasi, para guru dapat:

- (a) mengajak dan memotivasi peserta didik untuk mengamati dan mencatat bahwa untuk sepasang batu akan dibutuhkan 3 langkah untuk menukar tempat kedua jenis batu itu, serta ketiga langkahnya adalah menggeser-melompat-menggeser yang dapat dinotasikan dengan GLG (G = geser, L = lompat), dan jika warna batu yang diperhatikan, maka urutan warna batu yang digerakkan adalah putih-hitam-putih dengan notasi PHP (P = putih dan H = hitam) atau HPH. Selanjutnya, untuk 2 pasang batu (putih dan hitam) akan dibutuhkan 8 langkah yaitu GLGLLGLG (G = geser, L = lompat) dengan urutan-urutan warna batu yang digerakkan adalah PHHPPHHP (P = putih dan H = hitam).

Data di atas dapat saja disajikan dengan tabel berikut.

Bayaknya pasangan batu	1	2	3	...
Urutan pergerakan	GLG	GLGLLGLG		
Urutan warna	PHP	PHHPPHHP		
Banyaknya pergerakan	3	8		

- (b) memotivasi peserta didik untuk menanya, sekaligus meningkatkan rasa ingin tahunya (*curiosity*) seperti:
 - Jika ada tiga pasang batu, bagaimana urutan pergerakannya?
 - Jika ada tiga pasang batu, bagaimana urutan gerakan warnanya?
 - Jika ada tiga pasang batu, berapa banyak pergerakannya?
 - Bagaimana pola jawaban sebelumnya?
 - Dapatkah menggunakan pola yang didapat pada jawaban sebelumnya?

- Apa hasil di atas harus begitu dan bukan hanya kebetulan saja? Mengapa?
- Bagaimana menyakinkan diri sendiri dan orang lain bahwa hasilnya memang seperti itu?

(c) memotivasi peserta didik untuk mengumpulkan informasi.

Berdasar pertanyaan di atas, peserta didik dapat dimotivasi untuk mengumpulkan informasi tentang:

- Bagaimana urutan pergerakannya, jika ada tiga, empat, lima pasang, ... batu?
- Bagaimana urutan pergerakan warna, jika ada tiga, empat, lima pasang, ... batu?
- Berapa banyak pergerakan, jika ada tiga, empat, lima pasang, ... batu?
- Apa hasil di atas harus begitu dan bukan kebetulan?

(d) memotivasi peserta didik untuk menalar/mengasosiasi.

Selama kegiatan (b) dan (c) di atas, para peserta didik dapat dimotivasi untuk menalar/mengasosiasi.

Contohnya, untuk 3 pasang batu (putih dan hitam) akan dibutuhkan 15 langkah yaitu:

- G-LG-LLG-LLL-GLL-GL-G (G = geser, L = lompat)
- PHPPPHHHPPPHHP atau 1P-2H-3P-3H-3P-2H-1P (P = putih dan H = hitam).

Apa yang menarik dari data di atas?

Apa keindahan (*beauty*) yang menarik dari data di atas?

Untuk 4 pasang batu (putih dan hitam) akan dibutuhkan 24 langkah yaitu:

- G-LG-LLG-LLL-LLLL-GLLL-GLL-GL-G (G = geser, L = lompat)
- 1P-2H-3P-4H-4P-4H-3P-2H-1P (P = putih dan H = hitam).

Itulah keindahan (*beauty*) yang dapat ditonjolkan pada penyelidikan di atas. Apa yang menarik dari data di atas?

Berdasar hasil sebelumnya, kira-kira untuk 5 pasang batu (putih dan hitam) akan dibutuhkan:

- berapa langkah?
- bagaimana dengan urutan pergerakannya?
- bagaimana dengan urutan warnanya?
- apa yang menarik dari data di atas?
- keteraturan apa saja yang menarik dari data di atas?

(e) memotivasi peserta didik untuk mengomunikasikan.

Alangkah indahnya (*beauty*) keteraturan yang ada dan ditemukan sendiri oleh para siswa. Seperti itulah yang sebaiknya dilaporkan peserta didik. Guru hendaknya berperan sebagai fasilitator dan motivator bagi para siswanya, dengan memfasilitasi peserta didik untuk melaporkan dan mendorong setiap peserta didik untuk menyimak laporan kelompok lain. Peserta didik difasilitasi dan diberi kemudahan untuk belajar mengemukakan pendapatnya dan temuannya secara runtut dan jelas, sehingga para peserta didik akan saling belajar mengenai kelebihan dan kekurangan yang mereka dapatkan masing-masing. Pada intinya, selama melaksanakan kegiatan komunikasi ini, para guru matematika hendaknya memfasilitasi para peserta didik untuk saling mendengarkan dan saling memberi masukan atau pendapat.

Tran Vui (2000:1) menyatakan: “*Inquiry learning, which is the technical term ascribed to investigative and exploratory educational activities ...* .” Artinya, pembelajaran inkuiri (*inquiry learning*) merupakan istilah teknis atau istilah operasional yang berkaitan dengan kegiatan investigasi dan eksplorasi. Berkaitan dengan beberapa istilah tersebut, tentunya ada hal-hal yang sama dan ada juga hal-hal yang berbeda pada beberapa istilah

tersebut. Sesungguhnya, penulis lebih tertarik pada aktivitas (*activity*) yang dapat ditampilkan siswa daripada hanya berdebat mengenai beberapa istilah tadi. Tran Vui menyatakan juga tentang tiga bentuk eksplorasi, yaitu: *guided exploration* (eksplorasi terbimbing), *modified exploration* (eksplorasi antara), dan *free exploration* (eksplorasi murni). Pembagian seperti ini mengingatkan kita pada pembagian pada metode penemuan (*discovery*) ataupun pembelajaran inkuiri (*inquiry learning*).

Masih menurut Tran Vui (2000:1), pada bagian permulaan abad ke-20, seorang filsuf dan pendidik dari AS, John Dewey menulis tentang *reflective thought* (berpikir reflektif) yang memuat dua keadaan penting, yaitu: pertama, keadaan dimana terjadi keraguan dan kesulitan mental pada diri siswa, sehingga siswa mulai melakukan kegiatan berpikirnya; dan kedua, keadaan dimana siswa mulai melakukan tindakan penyelidikan untuk memecahkan keraguan dan kesulitan yang ditemuinya. Karenanya, Tran Vui menyatakan ada tiga proses pada kegiatan eksplorasi matematika, yaitu:

1. Siswa memformulasikan masalah yang akan dipecahkannya.
2. Siswa berusaha untuk memecahkan masalah tersebut.
3. Selama proses eksplorasi ini, siswa mempelajari: pengetahuan matematika, teknik-teknik pemecahan masalah, konsep-konsep dasar, dan rasa percaya diri.

Berdasar penjelasan dan contoh proses pemecahan masalah soal bentuk eksplorasi tadi, dapatlah disimpulkan bahwa eksplorasi merupakan suatu kegiatan di mana terjadi proses berpikir pada diri siswa sendiri, sehingga mereka dapat menemukan pengetahuan (konsep atau prinsip matematika). Pada contoh proses eksplorasi di atas, siswa berusaha menghubungkan pengetahuan yang satu dengan pengetahuan lainnya, menyimpulkan (*inference*), melakukan

analisis yang logis (*logical analysis*), membuat model matematikanya (*modeling*), menyusun dugaan (*conjecturing*), menyusun simbol-simbol (*symbolize*), dan melakukan abstraksi (*abstraction*); suatu kemampuan berpikir yang sangat dibutuhkan pada masa kini dan masa-masa yang akan datang. Dengan kegiatan ekplorasi ini, diharapkan dapat meningkatkan kemampuan imajinasi, intuisi, pemikiran divergen, orisinal, rasa ingin tahu, membuat prediksi dan dugaan, serta mencoba-coba para siswa kita.

Mengapa Harus Penyelidikan?

Pada dasarnya, contoh di atas menunjukkan secara nyata tentang fasilitasi dari guru matematika agar peserta didik dapat difasilitasi untuk secara mandiri atau berkelompok: (a) mengamati; (b) menanya; (c) mengumpulkan informasi; (d) menalar/mengasosiasi; dan (e) mengomunikasikan, seperti yang dituntut Kurikulum 2013, terutama pendekatan saintifik. Secara umum, dapatlah disimpulkan bahwa eksplorasi atau investigasi akan memfasilitasi siswa untuk belajar bereksplorasi atau berinvestigasi, sehingga ketika mereka menyelesaikan pendidikannya, mereka diharapkan akan lebih mandiri untuk melakukan eksplorasi dan investigasi sesuai dengan permasalahan yang mereka temukan di kelak kemudian hari.

Sebagai guru matematika, kita seharusnya memperhatikan pernyataan yang telah dinyatakan Even dan Ball (2009:1) berikut: “... *teachers are key to students’ opportunities to learn mathematics.*” Hal ini menunjukkan bahwa guru sedikit banyak harus ikut bertanggung jawab terhadap dua permasalahan bangsanya, seperti yang dinyatakan Anies tadi, yaitu masalah kemandirian dan kepribadian para siswanya di kelak kemudian hari. Alasannya, pengetahuan, sikap dan keterampilan gurulah yang akan menghijaukan atau memerahkan para siswanya. Dalam Kurikulum

2013, guru disarankan menggunakan pendekatan ilmiah atau pendekatan saintifik (*scientific approach*). Dokumen menyatakan bahwa berpengetahuan [melalui *core subjects*] saja tidak cukup, sehingga para siswa harus dilengkapi: (1) kemampuan kreatif – kritis dan (2) karakter kuat [bertanggung jawab, sosial, toleran, produktif, adaptif, ...]. Di samping itu didukung dengan kemampuan memanfaatkan informasi dan berkomunikasi, sehingga para siswa harus dilatih dan dibekali dengan kemampuan mengamati, menanya, mencoba, mengolah, menyaji, menalar, dan mencipta (Kemdikbud 2012:17,35,44).

Berbeda dengan pembelajaran tradisional, kegiatan eksplorasi memberi kesempatan kepada siswa untuk melakukan kegiatan matematika (*doing mathematics*), seperti dinyatakan Lappan (1998:192) berikut.

“In order to develop productive notions about mathematics, students must have opportunities to be actually involved in doing mathematics – to explore interesting situations that can in some way be mathematicized; to look for pattern; to make conjectures; to look for evidence to support their conjectures; to make logical arguments for their conjectures; to make predictions or reach conclusions supported by evidence; to invent new ways to use their mathematical knowledge and tools to solve problems; and to abstract from experiences with solving problems the common mathematical concepts, ideas, skills, procedures, and structures that have more universal application.”

Artinya, dalam rangka meningkatkan ide atau pemahaman produktif tentang matematika, maka para siswa harus diberi kesempatan untuk terlibat secara nyata dalam proses mengerjakan atau

melakukan kegiatan matematika. Mereka harus diberi kesempatan untuk:

1. menyelidiki situasi-situasi yang menarik hati mereka yang dalam beberapa hal berkaitan dengan pengetahuan matematika;
2. mendapatkan pola atau keteraturan; menyusun dugaan (*conjectures*);
3. mencari data yang dapat mendukung dugaan;
4. menyusun argumen logis yang berkaitan dengan dugaan tadi;
5. menyusun prediksi atau menyusun kesimpulan dengan dukungan data-data tersebut;
6. menemukan cara-cara baru dalam menggunakan pengetahuan matematika mereka dan menggunakan matematika sebagai alat dalam proses pemecahan masalah; dan
7. berabstraksi berdasar pengalaman dalam proses pemecahan masalah yang berkaitan dengan konsep, ide, keterampilan, prosedur, dan struktur yang memiliki tingkat lebih pada aplikasi secara menyeluruh.

Itulah sebabnya, pepatah Cina yang digunakan Kissane (1988) untuk menunjukkan pentingnya kegiatan penyelidikan ini dipelajari para siswa ketika duduk di bangku sekolah adalah *“A person given a fish is fed for a day. A person taught to fish is fed for life”*. Jelaslah bahwa dengan kegiatan penyelidikan ini, para siswa dilatih untuk tidak hanya menerima sesuatu yang sudah jadi layaknya diberi seekor ikan yang dapat dan tinggal dimakan selama sehari saja, namun, mereka dilatih seperti layaknya belajar cara menangkap ikan tersebut sehingga ia bisa makan ikan selama hidupnya. Untuk itu, selama proses pembelajaran di kelas, para siswa harus mempelajari cara-cara menemukan teori sederhana selama duduk di bangku sekolah yang diharapkan akan berguna kelak di kemudian hari. Di era globalisasi dan teknologi maju seperti sekarang, para pemecah masalah tangguh dan penemu besar akan semakin dibutuhkan. Dengan belajar dan berlatih

menyelidiki sejak dini diharapkan akan muncul penemu-penemu besar dari bumi kita ini.

Apa yang diharapkan di atas telah menunjukkan bahwa memberi kesempatan kepada siswa untuk belajar menyelidiki sejak dini akan semakin dibutuhkan pada masa kini dibandingkan dengan masa-masa sebelumnya. Negara-negara seperti AS, Inggris, ataupun Australia sudah sejak lama mencanangkan kegiatan ini. Beberapa buku berbahasa Inggris yang berkaitan dengan penyelidikan kemudian diterbitkan, seperti yang ditulis Bastow, dkk (1984) ataupun Mottershead (1985). Namun, harus diakui bahwa sangat sedikit tulisan dan buku berbahasa Indonesia tentang penyelidikan ini. Akibatnya, banyak guru matematika yang belum memiliki bekal untuk melaksanakannya di kelas-kelas mereka. Kegiatan itu semakin belum dapat terlaksana karena belum di-UN-kan. Seorang teman guru menyatakan, selama soal UN tidak menyentuh hal-hal yang berkait dengan penyelidikan, selama itu pula para guru tidak akan tertarik untuk melaksanakannya.

Pendekatan Pemecahan Masalah dari Jepang

Di samping penyelidikan, pendekatan yang dapat digunakan adalah pendekatan pemecahan masalah atau *Problem Solving Approach* (Isoda, 2015B) yang empat langkahnya adalah: (1) *Problem Posing* (guru mengemukakan masalah atau aktivitas); (2) *Independent Solving* (peserta didik memecahkan masalah secara mandiri); (3) *Comparison and Discussion* (peserta didik membandingkan pekerjaannya dan berdiskusi) dan (4) *Summary and Integration* (menyimpulkan dan integrasi). Jika dibandingkan dengan pendekatan saintifik atau *Scientific Approach* yang meliputi memfasilitasi peserta didik untuk: (a) mengamati; (b) menanya; (c) mengumpulkan informasi; (d) menalar/ mengasosiasi; dan (e) mengomunikasikan.

Hubungan antara dua pendekatan ditunjukkan dalam tabel ini.

Tabel di atas menunjukkan bahwa *The Problem*

No	<i>The Problem Solving Approach</i>	No	<i>The Scientific Approach</i>
1.	<i>Problem posing</i>		
2.	<i>Estimating the ways of solutions (planning and predicting the solution), Independent solving</i>	1.	<i>Observing</i>
3.		2.	<i>Questioning</i>
		3.	<i>Experimenting</i>
		4.	<i>Reasoning</i>
4.	<i>Comparison and discussion</i>	5.	<i>Communicating</i>
5.	<i>Summary and integration</i>		

Solving Approach (PSA) akan mendukung *The Scientific Approach (SA)*. Dalam arti, *problem posing* (di mana guru mengemukakan masalah, tugas atau aktivitas untuk para siswa) dalam *PSA* akan membantu terjadinya kegiatan 1 sampai 5 pada *SA*. Dengan kata lain, langkah pertama dalam *PSA* akan sangat menentukan terjadi tidaknya langkah-langkah pada *SA*. Tidak akan terjadi kegiatan 1(satu) sampai 5(lima) pada *SA* jika kegiatan tidak dimulai dengan *problem posing* (di mana guru mengemukakan masalah, tugas atau aktivitas untuk para siswa). Yang lebih penting bagaimana membantu siswa untuk belajar matematika:

1. Secara bermakna (*meaningful*). Menurut Ausubel, yang dikenal sebagai ahli teori belajar, pembelajaran bermakna akan terjadi ketika para siswa mempelajari matematika dapat mengaitkan pengetahuan yang baru dengan pengetahuan lama yang sudah dipelajarinya. NCTM menggunakan istilah *learning with understanding*, di mana siswa difasilitasi untuk mengonstruksi pengetahuan sendiri berdasar pengetahuan lama yang dimilikinya. Artinya, pemanfaatan dan pengaitan dengan

pengetahuan lama yang sudah dipelajari para siswa akan menjadi sangat krusial.

2. Secara menyenangkan (*joyfully*), para guru matematika hendaknya meyakinkan dirinya sendiri bahwa yang dilakukannya di kelas matematika akan memfasilitasi siswanya untuk mempelajari hal-hal yang baru (*novelty*), dalam suasana yang tidak menakutkan dirinya (*unthreatening*) dan dalam suasana yang menggembirakan (*pleasure*).
3. Belajar untuk berpikir (*think*). Para guru matematika hendaknya meyakinkan dirinya sendiri bahwa siswanya belajar untuk berpikir dan menalar (*reasoning*). Isoda (2015a, 2015b) menyatakan bahwa ‘*Mathematical Thinking*’ terdiri atas: Ekstensi (*extension*), generalisasi (*generalization*), antisipasi (*anticipation*), integrasi (*integration*) serta mengubah representasi untuk menjelaskan (*change the representation for explaining*).
4. Belajar tentang bagaimana sejatinya belajar (*learning how to learn*) atau belajar untuk mandiri (*independent learner*). Para guru matematika hendaknya meyakinkan dirinya sendiri bahwa siswanya belajar untuk menjadi mandiri. Selama di kelas, mereka hendaknya difasilitasi agar ketika lulus sekolah menjadi mandiri. Sensei atau Guru Isoda, ketika menjadi fasilitator pada kegiatan pelatihan di SEAMEO QITEP in Mathematics sering memfasilitasi peserta diklat dengan selalu mengajukan pertanyaan: “*What do you want to do next?*” Apa yang akan Anda lakukan selanjutnya atau berikutnya?

Penutup

Kembali ke percikan pemikiran dan kebijakan mantan Menteri Pendidikan dan Kebudayaan, Anies R. Baswedan, bahwa hasil akhir (*the ultimate goals*) yang harus dicapai jajaran Pendidikan dan Kebudayaan di Indonesia

adalah menghasilkan ‘lulusan mandiri dan berkepribadian.’ Maka pembelajaran Matematika hendaknya membantu dan memfasilitasi siswa untuk tidak hanya belajar pengetahuan matematika saja (*mathematical content knowledge*), tetapi juga membantu dan memfasilitasi siswa untuk belajar serta mendapatkan keterampilan berpikir dan bertindak, seperti mengamati, menanya, menalar, mencoba dan mengomunikasikan dan juga para siswa dibantu dan difasilitasi untuk mengembangkan karakter dan sikap seperti sikap bahwa matematika itu indah, membantu mereka, para siswa untuk mengembangkan rasa ingin tahu (*curiosity*), mengembangkan kemampuan berargumentasi dan mengembangkan sikap positif terhadap matematika. Pada akhirnya, mudah-mudahan usaha setiap jajaran Kemdikbud untuk mencerdaskan kehidupan bangsa dan negaranya akan berhasil dengan gemilang.

Daftar Pustaka

- Bastow, B.; Hughes, J.; Kissane, B.; & Randall, R. (1984). *40 Investigational Works*. Perth: MAWA.
- Bastow, B.; Hughes, J.; Kissane, B.; & Randall, R. (1986). *Another 20 Investigational Work*. Perth: Mawa.
- Evans, J. (1987). Investigations, the state of the art. *Mathematics in School*. January, hal. 27-30.
- Even R.; Ball, D.L. (2009). Setting the stage for the ICMI study on the professional education and development of teachers of mathematics. Pada Even R.; Ball, D.L. (Eds). *The Professional Education and Development of Teachers of Mathematics*. New York: Springer.
- Fitzgerald, M. and James, I. (2007). *The Mind of the Mathematician*. Baltimore: The Johns Hopkins University Press.

- Isoda, M. & Katagiri, S. (2012). *Mathematical Thinking*. Singapore: World Scientific.
- Isoda, M. (2015a). *Mathematical Thinking: How to Develop It in the Classroom*. Power Point presented on Course on Developing Lesson Study in Mathematics Education for Primary (Mathematics) Teachers, October 16 – 29, 2015, Yogyakarta: SEAMEO for QITEP in Mathematics
- Isoda, M. (2015b). *What is the Product of Lesson Study? Japanese Mathematics Textbook and Theory of Teaching*. Power Point presented on Course on Developing Lesson Study in Mathematics Education for Primary (Mathematics) Teachers, October 16 – 29, 2015, Yogyakarta: SEAMEO for QITEP in Mathematics.
-
- Lappan, G. T. (1998). *Pedagogical implications for problem centered teaching. In High School Mathematics at Work: Essays and Examples for the Education of All Students*. Washington DC: National Academy Press.
- Kemdikbud (2012). *Pengembangan Kurikulum 2013*. Jakarta: Kemdikbud.
- Kemendikbud (2014a). *Salinan Lampiran Peraturan Menteri Pendidikan dan Kebudayaan Republik Indonesia Nomor 105 Tahun 2014 Tentang Pendampingan Pelaksanaan Kurikulum 2013 Pada Pendidikan Dasar dan Pendidikan Menengah*. Jakarta: Kemendikbud.
- Kemendikbud (2014b). *Silaturahmi Kementerian dengan Kepala Dinas di Jakarta*. 'Gawat Darurat Pendidikan di Indonesia'. Jakarta: Kemendikbud.
- Kissane, B.V. (1988). Mathematical Investigation: Descriptions, Rationale, and Example. *Mathematics Teacher* 81 (7), pp 520-522.
- Majelis Luhur Persatuan Taman Siswa (1977). *Karya Ki Hadjar Dewantara. Bagian Pertama: Pendidikan*. Yogyakarta: Majelis Luhur Persatuan Taman Siswa.
- Mottershead, L. (1985). *Investigations in Mathematics*. Great Britain: Basil Blackwell.
- NCTM (1973). *Instructional Aids in Mathematics*. Washington D.C.: NCTM.
- NRC (1989). *Everybody Counts. A Report to the Nation on the Future of Mathematics Education*. Washington DC: National Academy Press.
- Polya, G (...). *Mathematical Discovery. Combined Edition*. New York: John Wiley and Sons Inc.
- Shadiq, F (2014). *Pemecahan Masalah dalam Pembelajaran Matematika di Sekolah*. Makalah Disampaikan pada Seminar Nasional Matematika dan Pendidikan Matematika (MAPIKA) di Universitas PGRI Yogyakarta, 24 Mei 2014. Yogyakarta: SEAMEO QITEP in Mathematics.
- Tran Vui (2001). *Practice Trends and Issues in the Teaching and Learning of Mathematics in the Countries*. Penang: SEAMEO RECSAM.

*) Fadjar Shadiq, M.App.Sc.

Purna tugas Widyaiswara PPPPTK Matematika dan SEAMEO QITEP in Mathematics, Yogyakarta.



Sumber gambar: <http://dirhammuhammad.blogspot.com>

Matematika Sekolah Mengembangkan Kemampuan Berpikir Tingkat Tinggi Siswa

*) Enung Sumarni

Pembelajaran matematika di dalam menghadapi kecakapan abad 21, meliputi 4C yaitu mengembangkan berpikir kritis, kreatif, kolaboratif, komunikatif serta meningkatkan keterampilan berpikir tingkat tinggi (*HOTS*) dengan kemampuan menganalisis, mengevaluasi serta mencipta melalui media pengetahuan yang faktual, konseptual, prosedural serta metakognitif menurut jenjang tingkatan matematika sekolah, termasuk yang wajib diterapkan oleh para guru di dalam kegiatan belajar mengajar sesuai kompetensi dasar (KD) yang diampu oleh guru di dalam kelas.

Harapan para siswa mampu menggunakan penalaran di dalam menyelesaikan soal-soal tipe *HOTS* akan terlahir kalau dimulai dari pembelajaran yang *HOTS* pula. Pembelajaran matematika sejak dari awal mula sebetulnya sudah merupakan pembelajaran yang *HOTS*. Hanya karena saat ini mulai ramai pembicaraan tentang *HOTS* sehingga terlahirlah bagaimana pembelajaran matematika yang *HOTS*.

Pembelajaran matematika yang merupakan matematika sekolah adalah pembelajaran yang mengembangkan daya matematika siswa melalui standar isi matematika yang diampu oleh para guru dalam bentuk KD sebagai kendaraannya atau sebagai media dalam mengembangkan daya matematika yang meliputi kemampuan penalaran, kemampuan koneksi, kemampuan memecahkan masalah, kemampuan komunikasi serta kemampuan representasi (NCTM, 2000).

Daya matematika inilah yang merupakan dasar kemampuan bagi para siswa untuk bisa memiliki kemampuan berpikir tingkat tinggi. Proses di dalam mengembangkan daya matematika ini, para guru memerlukan perencanaan yang mumpuni, karena di dalam memproseskan KD yang diampu harus direncanakan suatu bahan ajar sebagai media pembelajaran yang meliputi proses eksplorasi, conjecture atau dugaan, generalisasi, serta verifikasi. Tahap eksplorasi dibuat oleh para guru supaya peserta didik melakukan kegiatan atau aktivitas pembelajaran yang secara berulang

dilakukan untuk mengembangkan berpikir menemukan keteraturan atau pola. Dilanjutkan dengan kemampuan berconjecture, melalui penemuan pola, peserta didik menduga argumentasi yang dilahirkan berdasarkan pola dari aktivitas pembelajaran. Tahapan generalisasi, argumen yang dilahirkan dari dugaan, peserta didik berpikir kritis dengan berdiskusi bersama para guru sebagai sang maestro serta beberapa buku paket pegangan siswa. Kemudian diakhiri dengan tahapan verifikasi melalui memeriksa kembali hasil temuan dengan salah satunya melalui penyelesaian soal-soal pemecahan masalah dengan menggunakan keilmuan atau argumen yang diperoleh dari ketiga tahapan sebelumnya.

Sebagai salah satu contohnya adalah pembelajaran SMP kelas 8 dalam KD faktorisasi bentuk aljabar yaitu menemukan bentuk pemfaktoran selisih kuadrat bentuk aljabar.

1. Tahap Eksplorasi



Sumber: <http://inspirasiShalihah.blogspot.com>

Gambar 1. Siswi sedang Belajar

Aini adalah seorang siswi yang pintar. Ia menemukan suatu persamaan matematika dari susunan angka yang ia cantumkan. Ia menuliskan susunan angka tersebut, seperti contoh susunan angka di bawah ini:

$$2 \times 2 = (1 \times 3) + 1$$

$$3 \times 3 = (2 \times 4) + 1$$

$$4 \times 4 = (3 \times 5) + 1$$

Buatlah contoh-contoh susunan angka lainnya, dengan mengikuti susunan angka yang dikerjakan oleh Aini di atas, tuliskan dalam tempat tersedia di bawah ini:

2. Tahapan Conjecture

Setelah itu Aini, merubah susunan angka tersebut dengan tanpa mengurangi hasil persamaan kedua ruas yang dipisahkan oleh tanda sama dengan, kemudian Ia menuliskan perubahannya seperti contoh di bawah ini:

$$2 \times 2 = (1 \times 3) + 1$$

$$2 \times 2 = (2 - 1) \times (2 + 1) + 1$$

$$2^2 - 1 = (2 - 1) \times (2 + 1)$$

Cobalah oleh kalian susunan angka yang sudah dibuat di atas dengan mengubah susunannya seperti yang Aini kerjakan, tuliskan dalam tempat di bawah ini ya ...

Susunan angka tersebut di atas dijadikan panduan oleh Aini di dalam melanjutkan langkah sampai menemukan bentuk umum dari persamaan yang Ia temukan.

Cobalah ikuti susunan angka yang ditemukan Aini sampai menemukan bentuk umum selisih dua kuadrat dalam bentuk umumnya.

$$3 \times 3 = (2 \times 4) + 1$$

$$3^2 - 1 = (3 - 1)(3 + 1)$$

Untuk susunan angka selanjutnya:

$$4^2 - 1 = (4 - 1)(4 + 1)$$

Cobalah oleh kalian untuk menuliskan pada tempat yang tersedia dibawah ini, contoh susunan angka lainnya.



Kemudian Aini melanjutkan dengan menggunakan contoh dua digit angka.

$$15^2 - 1 = 14 \times 16$$

$$15^2 - 1 = (15 - 1)(15 + 1)$$

$$20^2 - 1 = (20 - 1)(20 + 1)$$

Muncul pertanyaan pada benak pemikiran Aini, apakah berlaku untuk semua bilangan asli untuk angka pengurangnya, kalau ya bagaimana? Kalau tidak bagaimana?

Kembali Aini mencoba-coba susunan bilangannya

$$8^2 - 1 = (8 - 1)(8 + 1)$$

$$10^2 - 1 = (10 - 1)(10 + 1)$$

$$10^2 - 2 \neq (10 - 2)(10 + 2)$$

$$10^2 - 3 \neq (10 - 3)(10 + 3)$$

$$10^2 - 4 = (10 - 2)(10 + 2)$$

$$10^2 - 2^2 = (10 + 2)(10 - 2)$$

3. Tahap Generalisasi

Dari uraian di atas, Aini dapat menemukan berlakunya selisih dua kuadrat, tidak berlaku untuk semua anggota bilangan asli, tetapi yang berlaku pada bilangan kuadrat manapun.

Contoh lainnya:

$$12^2 - 9 = (12 - 3)(12 + 3)$$

$$20^2 - 4^2 = (20 - 4)(20 + 4)$$

Dengan demikian berlaku umum untuk setiap p, q bilangan kuadrat, serta pada operasi hitung pengurangan atau selisih, sehingga disebut selisih dua kuadrat, yaitu:

$$p^2 - q^2 = (p - q)(p + q)$$

4. Tahap Verifikasi

Kerjakanlah latihan soal-soal di bawah ini dengan menggunakan rumus umum pemfaktoran selisih kuadrat bentuk aljabar yang sudah kalian temukan bersama kegiatan Aini pada tahapan sebelumnya.

Contoh:

Selesaikan pemfaktoran selisih kuadrat di bawah ini, dengan mengerjakan pada tempat yang tersedia.

Faktorkan setiap bentuk aljabar berikut.

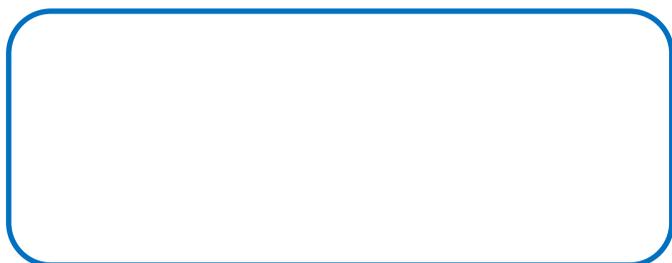
a. $2p^2 - 18$

b. $3x^2 - 12y^2$

c. $q^4 - p^4$

d. $(a + b)^2 - c^2$

e. $16a^2 - 25(b - c)^2$



Demikianlah salah satu pembelajaran matematika yang memproseskan pengembangan penalaran di dalam menyelesaikan atau membangun pemahaman yang dilakukan oleh peserta didik. Banyak contoh-contoh lainnya yang bisa dikembangkan oleh para guru dalam pembelajaran matematika, seiring prosesnya kepada pembelajaran yang mengembangkan penalaran sebagai dasar untuk meningkatkan keterampilan berpikir tingkat tinggi para peserta didik di dalam mengimplementasikan keilmuannya mulai dari mengaitkan antar KD dalam matematika, antar matematika dengan mata pelajaran lainnya ataupun mengaplikasikan kemampuan matematika dalam memecahkan masalah kehidupan sehari-hari.

Harapan kemampuan siswa di dalam ber-HOTS dimulai dari dalam kelas ketika siswa belajar, sehingga matematika sebagai salahsatu mata pelajaran yang mengembangkan daya matematika siswa, ikut andil di dalam mengembangkan keterampilan berpikir tingkat tinggi siswa, sehingga lahirlah siswa atau peserta didik yang turun ke

gelanggang kehidupan abad ke-21 ini dengan kemampuan berpikir yang *HOTS*.

Daftar Pustaka

Francis Chow, (2013).”*Assessment for Learning*”, SEAMEO RECSAM, Penang Malaysia.

Francis Chow, (2013).”*Structur Problem Solving*”, SEAMEO RECSAM, Penang Malaysia.

<http://inspirasishalihah.blogspot.com>, diunduh bulan Mei 2018

Ito-Hino,K. (1995). “*Students’ Reasoning and Mathematical Connections in the Japanese Classroom*”, dalam House, P.A. (1995). *Connecting Mathematics across the Curriculum. Yearbook. Virginia: The National Council of Teachers of Mathematics, Inc.*

Koay Suan See, (2013) *Mathematics Education Trends in the 21th Century*, SEAMEO RECSAM, Penang Malaysia

Lee Shok Mee, (2013), *Observation Skills*, SEAMEO RECSAM, Penang Malaysia

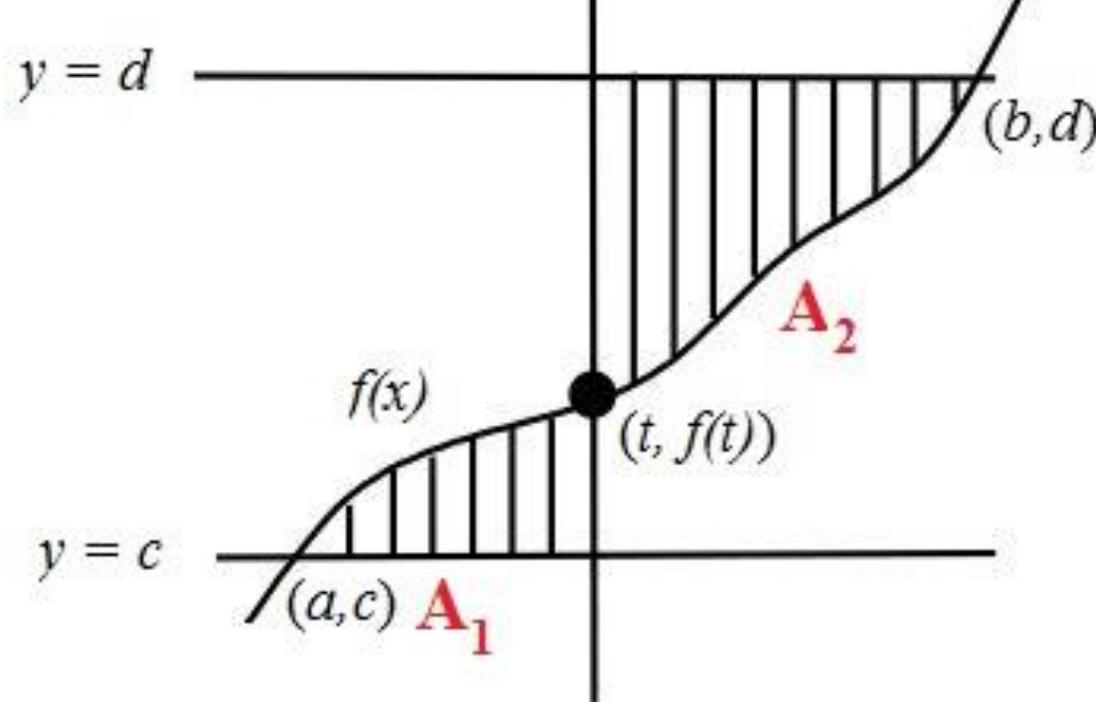
National Council of Teachers of Mathematics. (2000). *Principles and standards for school mathematics*. Reston,VA: USA

Sugijono, M. A. (2002). *Matematika untuk SMP Kelas VIII*. Jakarta: Erlangga.

Sumarni, E (2018) Modul Guru Mapel Ganda Aljabar 1. Kemdikbud: Jakarta

*) Enung Sumarni, M.Pd.

Widyaiswara PPPPTK Matematika



Sumber gambar: <https://academiccesspit.wordpress.com>

MASALAH-MASALAH COFFIN

(Coffin Problems)

*) Sumardyono

A. Pendahuluan

Implementasi Kurikulum 2013, salah satunya mengedepankan penerapan masalah-masalah yang tergolong HOTS (*Higher Order Thinking Skills*). Setidaknya terdapat tiga pendekatan yang digunakan untuk mendeskripsikan HOTS: (1) sebagai kemampuan kognitif di atas C3 dalam Taksonomi Bloom (sehingga yang termasuk HOTS adalah menganalisis, menilai, dan mengkreasi), (2) sebagai kemampuan berpikir kritis, atau (3) kemampuan memecahkan masalah (secara kreatif).

Matematika sebagai salah satu mata pelajaran yang banyak menuntut dan membelajarkan siswa untuk berpikir (kognisi), memiliki banyak ragam soal atau masalah untuk dikerjakan oleh siswa. Salah satu jenis masalah dalam matematika dikenal secara informal sebagai “masalah Coffin”. Masalah-masalah Coffin berpotensi merangsang keingintahuan sekaligus kreativitas dan daya cipta siswa.

B. Pengertian dan Asal-usul Masalah Coffin

Masalah Coffin di dalam matematika merupakan masalah matematika yang memiliki semua karakteristik berikut:

- (1) Masalah dapat dinyatakan dengan konsep-konsep dasar (yaitu konsep-konsep yang sudah dipelajari di sekolah menengah),
- (2) Masalah tersebut dapat diselesaikan dengan sederhana menggunakan konsep-konsep

matematika dasar (kebanyakan sudah dipelajari di sekolah menengah),

- (3) Pemecahannya membutuhkan lompatan ide intuitif atau trik yang cerdas, yang umumnya tidak mudah diperoleh dalam waktu yang singkat.

Karakteristik (1) mudah dikonstruksi oleh guru matematika, namun untuk memenuhi karakteristik (3) hingga mendapatkan karakteristik (2) tidaklah mudah jika tidak ingin dikatakan amat sulit.

Karakteristik (3) inilah yang menjadi ciri penting masalah Coffin.

Masalah-masalah Coffin berasal mula dari kebijakan pemerintah Uni Soviet di dekade tahun 1970-an dan 1980-an terhadap universitas ternama di Uni Soviet yang menerapkan tes matematika berbeda khusus bagi calon mahasiswa yang “tidak menyenangkan” atau yang tidak diinginkan oleh mereka, yang saat itu kebanyakan merupakan calon yang berkebangsaan Yahudi. Mereka mendeteksi yang berkebangsaan Yahudi dari nama keluarga dan logat bicara. Dengan karakteristik (3) tersebut, walaupun calon memiliki intelegensia (analisis) yang tinggi, namun tidak serta merta dapat menyelesaikan masalah matematika tersebut dengan mudah dalam waktu yang singkat. Ini dijadikan alasan untuk “menyingkirkan” calon mahasiswa tersebut.

Kata “Coffin” memiliki arti “peti mati”. Masalah serupa juga dikenal dengan sebutan lain antara lain “Masalah Yahudi” (*Jewish Problems*) atau “Masalah pembunuh” (*Killer Problems*). Dikenal juga dengan “Murderous Problems” (Shen, 1994).

C. Contoh Masalah Coffin dan Penyelesaiannya

Berikut dua contoh Masalah Coffin untuk memberikan gambaran mengenai bagaimana sebuah masalah termasuk masalah Coffin. Satu masalah terkait erat dengan topik aljabar sedang masalah lainnya berkaitan erat dengan topik geometri.

Masalah 1.

Buktikan bahwa $\sin 10^\circ$ merupakan bilangan irasional.

Masalah 1 di atas memuat konsep-konsep yang sudah dipelajari di SMP dan SMA. Siswa sudah

memahami mengenai konsep bilangan irasional, yaitu bilangan real yang *tidak* dapat dinyatakan sebagai pecahan sederhana dengan pembilang dan penyebut bilangan bulat. Sementara konsep fungsi sinus juga telah dipelajari di SMA, sebagai salah satu fungsi trigonometri. Namun bagaimana membuktikan bahwa $\sin 10^\circ$ merupakan bilangan irasional? Kebanyakan siswa (dan juga guru) mungkin akan berpikir keras mengenai cara apa yang dapat dilakukan. Dapatkah Anda menemukan ide khas atau trik untuk memecahkannya?

Masalah 2.

Dapatkah menempatkan 6 titik berbeda pada bidang datar sedemikian hingga jarak setiap dua titik merupakan bilangan bulat positif dan *tidak* ada 3 di antaranya yang segaris (kolinear)?

Masalah 2 juga hanya melibatkan konsep-konsep sederhana, yaitu titik, bidang, bilangan bulat dan kolinear (segaris). Cobalah Anda menyelesaikan masalah di atas untuk beberapa saat, apakah Anda dapat dengan mudah mendapatkannya? Anda membutuhkan ide yang bersifat khas untuk dapat memecahkan masalah tersebut.

Pemecahan masalah 1

Ide besarnya adalah menyatakan $\sin 30^\circ$ dengan menggunakan $\sin 10^\circ$. Nah, tentu prinsip yang diperlukan masih dalam jangkauan kurikulum sekolah, yaitu rumus untuk sudut ganda: $\sin 3A = 3 \sin A - 4 \sin^3 A$. Diperoleh , $\sin 30^\circ = 3 \sin 10^\circ - 4 \sin^3 10^\circ$

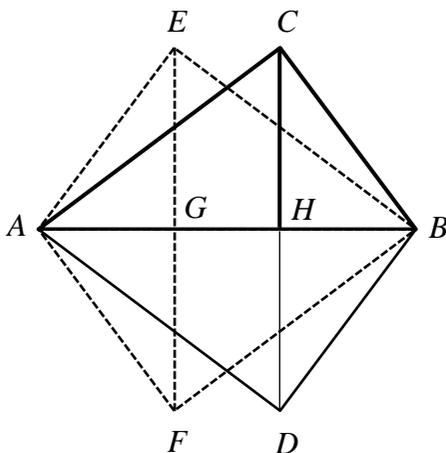
Dengan memisalkan $x = \sin 10^\circ$ diperoleh $\frac{1}{2} = 3x - 4x^3$ atau $4x^3 - 3x + \frac{1}{2} = 0$ atau $8x^3 - 6x + 1 = 0$.

Selanjutnya, untuk sebarang persamaan polinomial dengan koefisien bilangan bulat, kita menggunakan

prinsip yang menyatakan bahwa jika memiliki akar rasional, maka akar rasional tersebut merupakan hasil bagi faktor-faktor dari suku konstan dengan faktor dari koefisien suku berpangkat tertinggi. Jadi, kandidat untuk penyelesaian x yang rasional adalah $\pm\frac{1}{8}$, $\pm\frac{1}{4}$, $\pm\frac{1}{2}$, dan ± 1 . Dengan mencoba kedelapan kandidat tersebut, dapat ditunjukkan tidak ada yang menjadi akar dari persamaan $8x^3 - 6x + 1 = 0$. Oleh karena itu, tidak ada akar x yang rasional. Dengan demikian, akar $x = \sin 10^\circ$ yang positif *bukan* merupakan bilangan rasional. Jadi, $\sin 10^\circ$ irasional.

Pemecahan masalah 2

Ide besarnya adalah dengan menggunakan Tripel Pythagoras yang sudah dipelajari di SMP. Pertama-tama bentuk segitiga siku-siku ABC dengan sudut siku-siku C yang panjang sisi-sisinya mengambil tripel Pythagoras. Kemudian segitiga ABC dicerminkan terhadap sisi hipotenusa AB sehingga diperoleh titik D . Selanjutnya segiempat $ABCD$ dicerminkan garis tegak lurus tengah-tengah hipotenusa AB , sehingga diperoleh titik-titik baru E dan F . Dapat ditunjukkan bahwa keenam titik: A , B , C , D , E , dan F dapat merupakan titik-titik yang memenuhi syarat pada masalah yang diberikan.



Misalkan segitiga siku-siku ABC dengan $BC = 3$, $AC = 4$ dan $AB = 5$. Dapat ditunjukkan dengan menggunakan prinsip kesebangunan segitiga bahwa $CD = 24/5$. Selanjutnya, masih dengan prinsip kesebangunan segitiga, dapat ditunjukkan bahwa $BH = AG = 9/5$ sehingga $GH = 7/5$. Dengan demikian, $CE = DF = 7/5$. Kemudian, mudah dipahami bahwa karena segiempat $AFBC$ adalah persegi panjang, maka $CF = DE = 5$.

Dengan demikian, dapat ditunjukkan bahwa semua jarak 2 titik dari keenam titik tersebut merupakan bilangan rasional. Oleh karena dengan mengali panjang semua sisi dengan 5, maka akan diperoleh kedudukan 6 titik berbeda yang sebarang 3 titiknya tidak saling kolinear namun jarak tiap dua titik merupakan bilangan bulat positif.

D. Beberapa Masalah Coffin Lainnya

Berikut ini diberikan beberapa masalah Coffin lainnya. Seperti yang dapat dibaca bahwa masalah-masalah berikut hanya melibatkan konsep-konsep dalam matematika dasar yang umumnya sudah atau dapat dipelajari di sekolah.

Masalah 3

Tentukan nilai real x yang memenuhi

$$x^{x^{2018}} = 2018$$

Catatan: $a^{b^c} := a^{(b^c)}$. Perpangkatan paling atas lebih didahulukan.

Masalah 4

Tunjukkan tanpa menggunakan kalkulator, mana yang lebih besar apakah $\log_2 3$ ataukah $\log_3 5$?

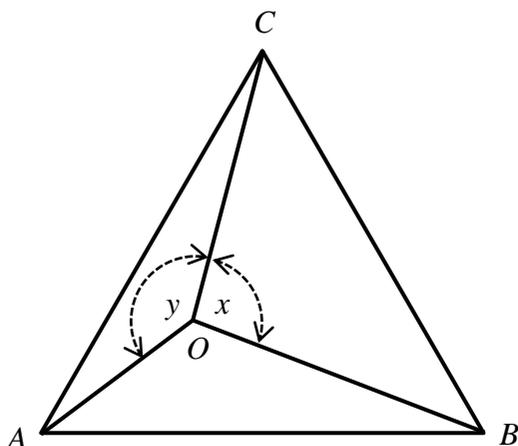
Masalah 5

Buktikan bahwa untuk setiap segitiga ABC dengan besar sudut A , B , dan C serta panjang sisi di depan sudut-sudut tersebut berturut-turut adalah a , b , dan c memenuhi pertidaksamaan berikut.

$$60^\circ \leq \frac{aA + bB + cC}{a + b + c} \leq 90^\circ$$

Masalah 6

Diberikan sebarang segitiga ABC . Titik O terletak di bagian dalam segitiga. Besar sudut $BOC = x$ dan besar sudut $AOC = y$. Jika dibentuk segitiga baru dengan sisi-sisi sepanjang OA , OB , dan OC , tentukan besar ketiga sudut segitiga baru tersebut menggunakan x dan y .



Setelah Anda membaca dan mencermati keempat masalah Coffin di atas, jelas bahwa keempat masalah tersebut hanya memuat konsep-konsep pada matematika dasar, tidak melibatkan konsep-konsep matematika di perguruan tinggi. Namun, Anda mungkin memerlukan waktu yang tidak sedikit untuk dapat memecahkan keempat masalah di atas, dan menemukan bahwa nyaris tidak ada prosedur rutin yang dipelajari di sekolah yang dapat digunakan kecuali dengan melibatkan suatu ide intuitif yang tergolong sederhana dan tidak mudah untuk ditemukan. Untuk pemecahan lengkap keempat masalah di atas, silakan membaca pada pustaka yang terdapat di bagian Daftar Pustaka.

Masih banyak lagi masalah-masalah yang termasuk ke dalam masalah Coffin. Anda dapat melihat pada daftar pustaka, yang juga memuat kumpulan masalah-masalah Coffin yang pernah digunakan dalam tes di Rusia pada dekade 1970-an dan 1980-an.

E. Penutup

Masalah-masalah Coffin dapat menjadi alternatif masalah yang dapat digunakan atau dapat menjadi inspirasi bagi guru untuk membelajarkan cara berpikir tingkat tinggi pada siswa. Namun demikian, tingkat “lompatan ide” tersebut dapat dibuat relatif menyesuaikan kemampuan siswa dan dilakukan secara bertingkat. Masalah-masalah Coffin menjadi menarik karena relatif mudah untuk dipahami dan dikerjakan, *asalkan* sudah mengetahui “trik” atau ide intuitifnya.

*) Dr. Sumardiyono, M.Pd.

Widyaiswara PPPPTK Matematika

POLINOMIAL

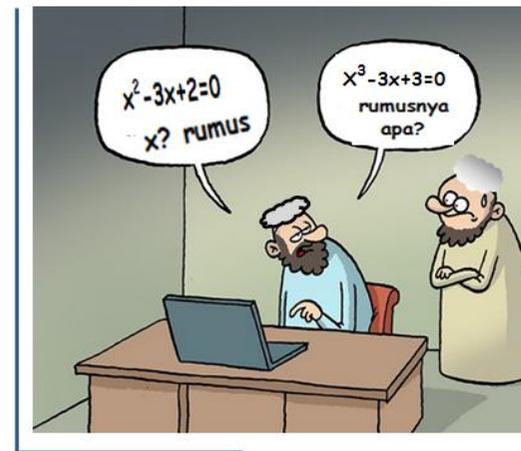
Sumber gambar www.slideshare.net/50f14h/polinomial-46845441

Rumus Menentukan Akar Persamaan Polinomial Derajat Tiga

*) Sigit Tri Guntoro

A. Pengantar

Materi persamaan kuadrat dapat dipastikan telah dikenal oleh guru matematika bahkan sebagian besar orang yang menyelesaikan pendidikannya sampai minimal SMA. Rumus untuk menyelesaikan persamaan kuadrat pun telah dihafal dengan baik. Tidak mengherankan jika ada masalah terkait mencari akar persamaan kuadrat maka pasti bisa ditentukan hasilnya. Hal ini dikarenakan sudah ada rumus untuk menyelesaikan akar persamaan kuadrat (persamaan polinomial derajat dua) dan tidak sulit pula untuk menghafalkannya. Masihkah ingat rumus $x_{1,2} = \frac{-b \pm \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a}$? Tentu saja sebagian besar masih ingat dengan rumus itu. Bagaimana halnya pada persamaan polinomial derajat tiga? Apakah ada rumusnya? Tentu ini menjadi suatu pertanyaan.



Berkaitan dengan pertanyaan diatas, penulis mencoba menyajikan pembahasan yang disarikan dari cara matematikawan asal Italia bernama **Scipione del Ferro** (1465-1526) dalam menyelesaikan persamaan derajat tiga. Matematikawan ini mempunyai cara yang cukup cerdas yaitu dengan penggunaan variabel baru yang sering dikatakan sebagai 'trik jenius' dari del Ferro. Trik tersebut sebenarnya tidak sederhana atau dengan bahasa lain trik tersebut memerlukan banyak konsep yang mendukung. Namun dalam tulisan ini hanya akan dibahas alur munculnya rumus untuk menentukan akar persamaan polinomial derajat tiga.

B. Pemanfaatan Variabel Baru dalam Menyelesaikan Persamaan

Pada saat menyelesaikan suatu persamaan, langkah yang dituju biasanya adalah menyatukan atau memposisikan variabel hanya berada pada satu ruas saja. Istilah umumnya isolasi variabel. Dalam melakukan

isolasi variabel, umumnya orang akan menempatkannya pada ruas kiri, sedangkan konstanta boleh bersama variabel di ruas kiri atau berdiri sendiri di ruas kanan. Langkah selanjutnya adalah menentukan nilai variabel yang memenuhi persamaan tersebut. Misalkan diberikan persamaan kuadrat $3x^2 + 4 = 12x - 5$. Dengan menambahkan $(5 - 12x)$ pada masing-masing ruas didapatkan $3x^2 - 12x + 9 = 0$. Terlihat bahwa variabel sudah terkumpul di ruas kiri persamaan. Proses selanjutnya tinggal menyelesaikan persamaan kuadrat tersebut dengan cara yang sudah umum diketahui orang yaitu difaktorkan, melengkapkan kuadrat sempurna atau menggunakan rumus. Dalam hal ini penyelesaiannya $x = 1$ atau $x = 3$. Perhatikan bahwa seluruh pengerjaan yang dilakukan sebenarnya tertuju pada pencarian nilai yang dapat menggantikan x secara langsung sehingga memenuhi persamaan. Apakah ada cara tidak langsung? Bagaimana jika dibentuk variabel baru untuk mengganti x ? Apa manfaatnya? Kembali pada contoh di atas, misalkan $x = p + q$. Dengan pemisalan ini persamaan $3x^2 + 4 = 12x - 5$ berubah menjadi $3(p + q)^2 + 4 = 12(p + q) - 5$. Melalui isolasi variabel diperoleh

$$3p^2 + 3q^2 + 6pq - 12p - 12q + 9 = 0 \quad (*)$$

Untuk menyelesaikan (*) ini boleh ditetapkan nilai p atau nilai q secara bebas (mana yang menguntungkan), tetapi tidak boleh dua-duanya ditetapkan. Misalkan ditetapkan nilai $p = -1$ maka (*) menjadi

$$\begin{aligned} 3(-1)^2 + 3q^2 + 6(-1)q - 12(-1) - 12q + 9 &= 0 \\ 3 + 3q^2 - 6q + 12 - 12q + 9 &= 0 \\ 3q^2 - 18q + 24 &= 0 \\ q^2 - 6q + 8 &= 0 \end{aligned} \quad (**)$$

Cukup mudah untuk menyelesaikan (**) yaitu $q = 2$ atau $q = 4$. Untuk $q = 2$ maka $x = p + q = (-1) + 2 = 1$, sedangkan untuk $q = 4$ maka $x = p + q = (-1) + 4 = 3$. Jadi dengan cara ini solusi untuk x tetap sama yaitu $x = 1$ atau $x = 3$. Coba Anda lakukan hal serupa dengan menetapkan nilai p atau q dengan bilangan yang lain. Pada akhirnya nanti pasti menghasilkan solusi $x = 1$ atau $x = 3$.

Cara semacam inilah yang digunakan untuk mencari solusi akar persamaan polinomial derajat tiga.

C. Rumus Akar Persamaan Polinomial Derajat Tiga

Sudah menjadi suatu kewajiban apabila orang ingin menyelesaikan suatu masalah maka ia mengharapkan sudah ada rumus penyelesaiannya. Terlebih lagi jika rumusnya cukup mudah digunakan. Contoh sederhana adalah penyelesaian persamaan kuadrat (persamaan polinomial derajat dua). Dengan mudah orang bisa menemukan akar-akarnya melalui pemanfaatan rumus akar persamaan kuadrat yang sudah sangat dikenal yaitu $x_{1,2} = \frac{-b \pm \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a}$. Bagaimana untuk persamaan polinomial derajat tiga? Apakah ada rumusnya? Paparan berikut akan menjawab pertanyaan ini.

Sebelum pembahasan lebih lanjut, ingat kembali teorema berikut.

Teorema:

“Setiap persamaan polinomial derajat ganjil mempunyai paling tidak satu akar real”

Karena persamaan polinomial derajat tiga merupakan polinomial derajat ganjil maka (sesuai teorema tersebut) persamaan polinomial derajat tiga pasti mempunyai paling tidak satu akar real.

iniilah yang digunakan sebagai dasar untuk mencari akar real tersebut. Sebagai permulaan perhatikan persamaan polinomial derajat tiga berikut.

$$ax^3 + bx^2 + cx + d = 0, a \neq 0 \quad (1)$$

Selanjutnya, kedua ruas pada (1) dibagi a menghasilkan

$$x^3 + \frac{b}{a}x^2 + \frac{c}{a}x + \frac{d}{a} = 0 \quad (2)$$

Misalkan $x = y - \frac{1}{3}\left(\frac{b}{a}\right)$. Substitusi ke (1) didapatkan

$$\begin{aligned} \left(y - \frac{1}{3}\left(\frac{b}{a}\right)\right)^3 + \frac{b}{a}\left(y - \frac{1}{3}\left(\frac{b}{a}\right)\right)^2 + \frac{c}{a}\left(y - \frac{1}{3}\left(\frac{b}{a}\right)\right) + \frac{d}{a} &= 0 \\ y^3 + \left(-\frac{1}{3}\left(\frac{b}{a}\right)^2 + \left(\frac{c}{a}\right)\right)y &= -\frac{2}{27}\left(\frac{b}{a}\right)^3 + \frac{1}{3}\left(\frac{b}{a}\right)\left(\frac{c}{a}\right) - \frac{d}{a} \\ y^3 + \left(\left(\frac{c}{a}\right) - \frac{1}{3}\left(\frac{b}{a}\right)^2\right)y &= \left(\frac{bc-3ad}{3a^2} - \frac{2}{27}\left(\frac{b}{a}\right)^3\right) \end{aligned} \quad (3)$$

Dengan mengambil $u = \left(\frac{c}{a}\right) - \frac{1}{3}\left(\frac{b}{a}\right)^2$ dan $v = \frac{bc-3ad}{3a^2} - \frac{2}{27}\left(\frac{b}{a}\right)^3$ maka persamaan (3) menjadi

$$y^3 + uy = v \quad (4)$$

Hasil terakhir ini membawa pada kesimpulan bahwa setiap persamaan dalam bentuk (1) selalu dapat diubah menjadi bentuk (4). Jadi, apabila persamaan (4) dapat diselesaikan maka pasti persamaan (1) juga dapat diselesaikan. Oleh karena itu, target pertama adalah menyelesaikan persamaan bentuk (4). Bentuk seperti ini meskipun terlihat sederhana namun sangat sulit untuk diselesaikan. Oleh karena itu perlu sedikit trik agar (4) dapat diselesaikan dengan memunculkan variabel baru (seperti contoh). Trik yang dimaksud adalah memunculkan variabel baru p dan q , yaitu $y = p + q$. Langkah selanjutnya sebagai berikut.

$$\begin{aligned} y^3 + uy &= v \\ (p + q)^3 + u(p + q) &= v \\ p^3 + q^3 + (p + q)3pq + u(p + q) &= v \\ p^3 + q^3 + (3pq + u)(p + q) &= v \end{aligned} \quad (5)$$

Dengan mengambil $3pq + u = 0$ pada (5), didapatkan

$$p^3 + q^3 = v \quad (6)$$

dan

$$pq = -\frac{1}{3}u \quad (7)$$

Selanjutnya (7) diubah menjadi

$$q = -\frac{u}{3p} \quad (8)$$

Substitusi (8) ke (6) diperoleh

$$p^3 + \left(-\frac{u}{3p}\right)^3 = v$$

$$p^3 - \frac{u^3}{27p^3} = v$$

$$p^3(p^3) - \frac{u^3}{27p^3}(p^3) = v(p^3) \quad [\text{kedua ruas dikalikan } p^3]$$

$$(p^3)^2 - v(p^3) - \frac{u^3}{27} = 0 \quad (9)$$

Jelas bahwa (9) merupakan persamaan kuadrat dalam p^3 yang mempunyai solusi

$$p^3 = \frac{v + \sqrt{v^2 - 4 \cdot 1 \cdot \left(-\frac{u^3}{27}\right)}}{2 \cdot 1} = \frac{v}{2} + \sqrt{\frac{v^2}{4} + \frac{u^3}{27}} \quad (10)$$

atau

$$p^3 = \frac{v}{2} - \sqrt{\frac{v^2}{4} + \frac{u^3}{27}} \quad (11)$$

Perhatikan bahwa kedua akar tersebut jika dijumlahkan menghasilkan

$$\left(\frac{v}{2} + \sqrt{\frac{v^2}{4} + \frac{u^3}{27}}\right) + \left(\frac{v}{2} - \sqrt{\frac{v^2}{4} + \frac{u^3}{27}}\right) = v \quad (12)$$

Mengingat karakteristik persamaan kuadrat¹ serta mengingat (6), (9), (10), (11) dan (12) maka p^3 dan q^3 keduanya merupakan akar dari persamaan kuadrat (9). Dalam menetapkan akar, boleh saja diambil $p^3 = \frac{v}{2} +$

$\sqrt{\frac{v^2}{4} + \frac{u^3}{27}}$, $q = \frac{v}{2} - \sqrt{\frac{v^2}{4} + \frac{u^3}{27}}$ atau $p^3 = \frac{v}{2} - \sqrt{\frac{v^2}{4} + \frac{u^3}{27}}$, $q = \frac{v}{2} + \sqrt{\frac{v^2}{4} + \frac{u^3}{27}}$. Misalkan dipilih $p^3 = \frac{v}{2} + \sqrt{\frac{v^2}{4} + \frac{u^3}{27}}$

dan $q^3 = \frac{v}{2} - \sqrt{\frac{v^2}{4} + \frac{u^3}{27}}$, maka didapatkan

$$p = \sqrt[3]{\frac{v}{2} + \sqrt{\frac{v^2}{4} + \frac{u^3}{27}}} \quad (13)$$

dan

$$q = \sqrt[3]{\frac{v}{2} - \sqrt{\frac{v^2}{4} + \frac{u^3}{27}}} \quad (14)$$

Karena $y = p + q$ dan $x = y - \frac{1}{3}\left(\frac{b}{a}\right)$ maka diperoleh salah satu penyelesaian untuk persamaan $ax^3 + bx^2 + cx + d = 0$, $a \neq 0$ yaitu

$$x = \left(\sqrt[3]{\frac{v}{2} + \sqrt{\frac{v^2}{4} + \frac{u^3}{27}}}\right) + \left(\sqrt[3]{\frac{v}{2} - \sqrt{\frac{v^2}{4} + \frac{u^3}{27}}}\right) - \frac{1}{3}\left(\frac{b}{a}\right) \quad (15)$$

Perhatikan bahwa (15) membawa pada konsekuensi syarat $\left(\frac{v^2}{4} + \frac{u^3}{27}\right) \geq 0$ agar mendapatkan hasil $\sqrt{\frac{v^2}{4} + \frac{u^3}{27}}$

yang real, karena apabila terjadi kondisi $\left(\frac{v^2}{4} + \frac{u^3}{27}\right) < 0$ maka akan memunculkan bilangan imajiner dan ini akan sulit untuk menentukan akar pangkat tiganya kecuali menggunakan sifat atau karakteristik bilangan

¹ Jika x_1 dan x_2 akar-akar persamaan kuadrat $ax^2 + bx + c = 0$ maka $x_1 + x_2 = -\frac{b}{a}$

imajiner (yang tidak dibahas dalam tulisan ini). Oleh karena itu, dalam hal $\left(\frac{v^2}{4} + \frac{u^3}{27}\right) < 0$ untuk sementara dilewati dan tidak dibahas dalam tulisan ini kecuali hitungan yang amat sederhana seperti contoh 5

Contoh 1:

Tentukan semua akar real persamaan $x^3 + 6x - 88 = 0$

Jawab:

Menurut (1) maka $a = 1, b = 0, c = 6$ dan $d = -88$ sehingga

$$u = \left(\frac{c}{a}\right) - \frac{1}{3}\left(\frac{b}{a}\right)^2 = \left(\frac{6}{1}\right) - \frac{1}{3}\left(\frac{0}{1}\right)^2 = 6$$

dan

$$v = \frac{bc-3ad}{3a^2} - \frac{2}{27}\left(\frac{b}{a}\right)^3 = \frac{0 \cdot 6 - 3(1)(-88)}{3(1)^2} - \frac{2}{27}\left(\frac{0}{1}\right)^3 = 88.$$

Sesuai dengan hasil (15) didapatkan

$$\begin{aligned} x &= \left(\sqrt[3]{\frac{v}{2} + \sqrt{\frac{v^2}{4} + \frac{u^3}{27}}}\right) + \left(\sqrt[3]{\frac{v}{2} - \sqrt{\frac{v^2}{4} + \frac{u^3}{27}}}\right) - \frac{1}{3}\left(\frac{b}{a}\right) \\ &= \left(\sqrt[3]{\frac{88}{2} + \sqrt{\frac{88^2}{4} + \frac{6^3}{27}}}\right) + \left(\sqrt[3]{\frac{88}{2} - \sqrt{\frac{88^2}{4} + \frac{6^3}{27}}}\right) - 0 \\ &= 4,450 + (-0,450) - 0 \\ &= 4 \end{aligned}$$

Dengan demikian akar real persamaan $x^3 + 6x - 88 = 0$ salah satunya adalah 4. Karena yang ditanyakan semua akar real maka perlu dicari akar real yang lain. Ada beberapa cara yang dapat dilakukan, diantaranya dengan metode sintesis

	1	0	6	-88
4		4	16	88
	1	4	22	0
	$\underbrace{\hspace{10em}}_{x^2 + 4x + 22}$			

Hasil ini menunjukkan bahwa $x^3 + 6x - 88$ dapat difaktorkan menjadi $(x - 4)(x^2 + 4x + 22)$. Mengingat diskriminan persamaan kuadrat $x^2 + 4x + 22 = 0$ bernilai negatif yang berakibat pada hasil akar imajiner maka akar real persamaan $x^3 + 6x - 88 = 0$ hanya 4.

Contoh 2:

Tentukan semua akar persamaan $x^3 - 2x - 4 = 0$

Jawab:

Menurut (1) maka $a = 1, b = 0, c = -2$ dan $d = -4$ sehingga $u = \left(\frac{c}{a}\right) - \frac{1}{3}\left(\frac{b}{a}\right)^2 = \left(\frac{-2}{1}\right) - \frac{1}{3}\left(\frac{0}{1}\right)^2 = -2$ dan

$v = \frac{bc-3ad}{3a^2} - \frac{2}{27}\left(\frac{b}{a}\right)^3 = \frac{(0)(-2)-3(1)(-4)}{3(1)^2} - \frac{2}{27}\left(\frac{0}{1}\right)^3 = 4$. Sesuai dengan hasil (15) diperoleh

$$\begin{aligned}x &= \left(\sqrt[3]{\frac{v}{2} + \sqrt{\frac{v^2}{4} + \frac{u^3}{27}}}\right) + \left(\sqrt[3]{\frac{v}{2} - \sqrt{\frac{v^2}{4} + \frac{u^3}{27}}}\right) - \frac{1}{3}\left(\frac{b}{a}\right) \\&= \sqrt[3]{\frac{4}{2} + \sqrt{\frac{4^2}{4} + \frac{(-2)^3}{27}}} + \sqrt[3]{\frac{4}{2} - \sqrt{\frac{4^2}{4} + \frac{(-2)^3}{27}}} - 0 \\&= 1,577 + 0,423 \\&= 2\end{aligned}$$

Karena salah satu akarnya adalah 2 maka cukup mudah untuk menentukan akar lainnya.

	1	0	-2	-4
2		2	4	4
	1	2	2	0

$x^2 + 2x + 2$

Hasil ini menunjukkan bahwa $x^3 - 2x - 4$ dapat difaktorkan menjadi $(x - 2)(x^2 + 2x + 2)$. Dengan mengingat solusi persamaan kuadrat maka akar persamaan $x^3 - 2x - 4 = 0$ dapat diketahui yaitu 2, $(-1 + i)$ dan $(-1 - i)$.

Contoh 3:

Tentukan salah satu akar real persamaan $x^3 - x^2 - 4 = 0$

Jawab:

Menurut (1) maka $a = 1, b = -1, c = 0$ dan $d = -4$ sehingga $u = \left(\frac{c}{a}\right) - \frac{1}{3}\left(\frac{b}{a}\right)^2 = \left(\frac{0}{1}\right) - \frac{1}{3}\left(\frac{-1}{1}\right)^2 = -\frac{1}{3}$ dan

$v = \frac{bc-3ad}{3a^2} - \frac{2}{27}\left(\frac{b}{a}\right)^3 = \frac{(-1)(0)-3(1)(-4)}{3(1)^2} - \frac{2}{27}\left(\frac{0}{1}\right)^3 = 4$. Sesuai dengan hasil (15) diperoleh

$$\begin{aligned}
x &= \left(\sqrt[3]{\frac{v}{2} + \sqrt{\frac{v^2}{4} + \frac{u^3}{27}}} \right) + \left(\sqrt[3]{\frac{v}{2} - \sqrt{\frac{v^2}{4} + \frac{u^3}{27}}} \right) - \frac{1}{3} \left(\frac{b}{a} \right) \\
&= \left(\sqrt[3]{\frac{4}{2} + \sqrt{\frac{4^2}{4} + \frac{\left(-\frac{1}{3}\right)^3}{27}}} \right) + \left(\sqrt[3]{\frac{4}{2} - \sqrt{\frac{4^2}{4} + \frac{\left(-\frac{1}{3}\right)^3}{27}}} \right) - \frac{1}{3} \left(-\frac{1}{1} \right) \\
&= 2,0
\end{aligned}$$

Jadi salah satu akar real dari $x^3 - x^2 - 4 = 0$ adalah 2

Contoh 4:

Tentukan salah satu akar persamaan $x^3 + x^2 + x - 1 = 0$

Jawab:

Menurut (1) maka $a = 1, b = 1, c = 1$ dan $d = -1$ sehingga $u = \left(\frac{c}{a}\right) - \frac{1}{3}\left(\frac{b}{a}\right)^2 = \left(\frac{1}{1}\right) - \frac{1}{3}\left(\frac{1}{1}\right)^2 = \frac{2}{3}$ dan

$v = \frac{bc-3ad}{3a^2} - \frac{2}{27}\left(\frac{b}{a}\right)^3 = \frac{(1)(1)-3(1)(-1)}{3(1)^2} - \frac{2}{27}\left(\frac{1}{1}\right)^3 = \frac{34}{27}$. Sesuai dengan hasil (15) diperoleh

$$\begin{aligned}
x &= \left(\sqrt[3]{\frac{v}{2} + \sqrt{\frac{v^2}{4} + \frac{u^3}{27}}} \right) + \left(\sqrt[3]{\frac{v}{2} - \sqrt{\frac{v^2}{4} + \frac{u^3}{27}}} \right) - \frac{1}{3} \left(\frac{b}{a} \right) \\
&= \sqrt[3]{\frac{34}{27} + \sqrt{\frac{\left(\frac{34}{27}\right)^2}{4} + \frac{\left(\frac{2}{3}\right)^3}{27}}} + \sqrt[3]{\frac{34}{27} - \sqrt{\frac{\left(\frac{34}{27}\right)^2}{4} + \frac{\left(\frac{2}{3}\right)^3}{27}}} - \frac{1}{3} \left(\frac{1}{1} \right) \\
&= \frac{1}{3} \left(\sqrt[3]{3\sqrt{33} + 17} \right) - \frac{1}{3} \left(\sqrt[3]{3\sqrt{33} - 17} \right) - \frac{1}{3}
\end{aligned}$$

Terlihat di sini bahwa salah satu akar real dari persamaan $x^3 + x^2 + x - 1 = 0$ adalah bilangan irasional.

Contoh 5:

Tentukan akar-akar real persamaan $x^3 - x = 0$

Jawab:

Menurut (1) maka $a = 1, b = 0, c = -1$ dan $d = 0$ sehingga $u = \left(\frac{c}{a}\right) - \frac{1}{3}\left(\frac{b}{a}\right)^2 = \left(\frac{-1}{1}\right) - \frac{1}{3}\left(\frac{0}{1}\right)^2 = -1$ dan

$v = \frac{bc-3ad}{3a^2} - \frac{2}{27}\left(\frac{b}{a}\right)^3 = \frac{(0)(-1)-3(1)(0)}{3(1)^2} - \frac{2}{27}\left(\frac{0}{1}\right)^3 = 0$. Sesuai dengan hasil (15) diperoleh

$$\begin{aligned}
x &= \left(\sqrt[3]{\frac{v}{2} + \sqrt{\frac{v^2}{4} + \frac{u^3}{27}}} \right) + \left(\sqrt[3]{\frac{v}{2} - \sqrt{\frac{v^2}{4} + \frac{u^3}{27}}} \right) - \frac{1}{3} \left(\frac{b}{a} \right) \\
&= \left(\sqrt[3]{\frac{0}{2} + \sqrt{\frac{0^2}{4} + \frac{(-1)^3}{27}}} \right) + \left(\sqrt[3]{\frac{0}{2} - \sqrt{\frac{0^2}{4} + \frac{(-1)^3}{27}}} \right) - \frac{1}{3} \left(\frac{0}{1} \right) \\
&= \frac{1}{3} (\sqrt[3]{i} + \sqrt[3]{-i}) \quad \text{id [ingat: } \sqrt[3]{-i} = \sqrt[3]{(-1)^3 i} = -\sqrt[3]{i} \text{]} \\
&= \frac{1}{3} (\sqrt[3]{i} - \sqrt[3]{i}) = 0
\end{aligned}$$

Jadi salah satu akar real dari $x^3 - x = 0$ adalah 0. Dengan ditemukannya salah satu akar real maka cukup mudah untuk mencari akar lainnya. Dalam hal ini akar lainnya adalah -1 dan 1 . Sebagai catatan penting pada contoh 5 ini, meskipun dalam pengerjaan memunculkan bilangan imajiner namun hasil akhirnya tetap bilangan real.

D. Kesimpulan

Setiap persamaan polinomial derajat tiga

$$ax^3 + bx^2 + cx + d = 0, \quad a \neq 0$$

dapat ditentukan akarnya dengan memanfaatkan rumus seperti yang ada pada persamaan kuadrat. Rumus yang dimaksud adalah

$$x = \left(\sqrt[3]{\frac{v}{2} + \sqrt{\frac{v^2}{4} + \frac{u^3}{27}}} \right) + \left(\sqrt[3]{\frac{v}{2} - \sqrt{\frac{v^2}{4} + \frac{u^3}{27}}} \right) - \frac{1}{3} \left(\frac{b}{a} \right)$$

dengan $u = \left(\frac{c}{a} \right) - \frac{1}{3} \left(\frac{b}{a} \right)^2$ dan $v = \frac{bc-3ad}{3a^2} - \frac{2}{27} \left(\frac{b}{a} \right)^3$.

Sebagai pemantapan, silakan mencoba sendiri persamaan derajat tiga yang lain kemudian gunakan rumus untuk menyelesaikannya.

Referensi:

- Berchie Holliday, 2008, *California Algebra 2: Concepts, Skill, And Problem Solving*, California: McGraw-Hill
Michael Sullivan, 2012, *College Algebra*, Boston: Pearson Education, Inc
Paul J. Nahin, 1998, *An Imaginary Tale: The Story of $\sqrt{-1}$* , New Jersey: Princeton University Press

*) Sigit Tri Guntoro, M.Si.

Widyaiswara PPPPTK Matematika

PROBLEMATIKA PTK

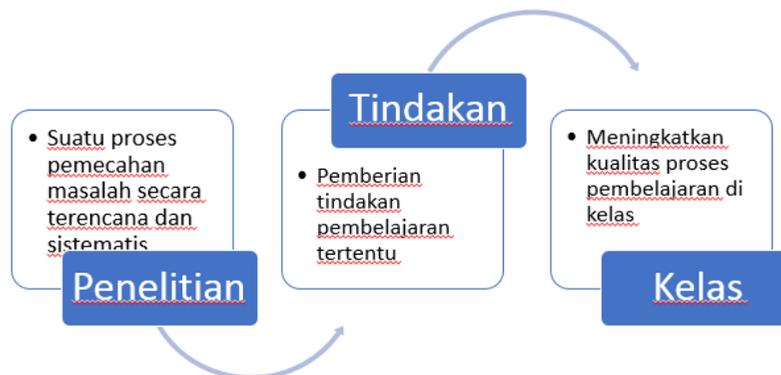
*) Sumaryanta

Pengantar

Tulisan ini sekali lagi akan mengajak pembaca mendiskusikan kembali beberapa hal yang sering menjadi masalah dalam pelaksanaan Penelitian Tindakan Kelas (PTK). Gaung PTK telah berkembang dalam beberapa tahun terakhir dan telah cukup banyak guru melaksanakannya, tetapi sampai saat ini masih cukup banyak problem, baik dari tataran konsep, implementasi, maupun pelaporan dan pemanfaatannya untuk PKB guru. Namun karena keterbatasan ruang tulis tidak semua hal terkait dengan PTK bisa uraikan dalam tulisan ini. Kita akan fokus pada beberapa problematika yang seringkali menjadi kendala atau dipertanyakan dari Bapak Ibu Guru terkait dengan PTK.

A. Pengertian PTK

Penulis ingin mengawali dengan menyegarkan kembali pengertian kita bersama tentang PTK. Penulis yakin pembaca sudah banyak membaca referensi terkait dengan pengertian ini, beberapa ahli juga sudah menyampaikan definisinya. Penulis tidak ingin mendiskusikan satu-persatu definisi itu, tetapi penulis ingin lebih menggarisbawahi benang merah dari pemahaman kita tentang penelitian tindakan kelas.



Gambar 1. Pengertian PTK

Dari gambar 1 di atas, PTK bisa kita pahami sebagai suatu proses untuk pemecahan masalah secara terencana dan sistematis melalui pemberian tindakan pembelajaran baru untuk meningkatkan kualitas proses pembelajaran di kelas. Ada beberapa hal yang mungkin perlu kita garisbawahi dari pemahaman kita tentang pengertian PTK ini.

- ✚ *Pertama*, dalam PTK perbaikan atau pemecahan masalah di kelas dilakukan secara terencana dan sistematis, bukan sebuah tindakan perbaikan yang sifatnya spontan atau insidental. Selain terpecahkan



masalah, perbaikan pembelajaran melalui PTK didukung bukti empirik atau ilmiah atas proses yang dilakukan.

- ✚ *Kedua*, PTK tujuan utamanya adalah memecahkan masalah kelas. Jadi fokusnya bukan tindakannya, tapi terpecahkannya permasalahan di kelas. Tidak ingin untuk menguji tindakan, misalkan menguji efektivitas model belajar atau yang lain seperti penelitian eksperimental. Bukan juga untuk menghasilkan sebuah produk seperti penelitian pengembangan. Jadi, fokusnya ini lebih ke bagaimana masalah di kelas bisa diselesaikan melalui tindakan yang diberikan.
- ✚ *Ketiga*, masalah yang dipecahkan itu masalah kelas, bukan masalah individual siswa. Sering dipertanyakan oleh Bapak Ibu Guru, kalau ditemukan masalah pada suatu situasi dan kemudian siswanya naik kelas, apakah penelitian itu mengikuti di kelas di mana siswa naik atau tetap di kelas itu? Di sini yang perlu ditekankan adalah bahwa fokus PTK bukan problem individual siswa tetapi problem yang secara berulang terjadi di kelas itu sehingga walaupun siswa pada tahun yang bersangkutan sudah naik kelas PTK tidak akan mengikuti mereka. PTK dilaksanakan tetap untuk menyelesaikan masalah di kelas itu walaupun dengan siswa yang lain. Selain itu, masalah di kelas itu sangat banyak. Tidak semua problem di kelas bisa diselesaikan dengan PTK. Masalah yang bisa dipecahkan dalam PTK tentu masalah yang dalam pemecahannya memerlukan *treatment* atau tindakan baru dalam pembelajaran, bukan masalah seperti kecerdasan siswa, atau jarak siswa ke rumah yang jauh, itu tidak bisa dengan PTK. Jadi tidak semua masalah di kelas bisa kita selesaikan untuk penelitian tindakan kelas.

Ketiga hal di atas perlu dipahami dengan baik terkait dengan pengertian PTK karena berdampak banyak dalam keputusan-keputusan kita dalam pelaksanaan PTK. Perhatikan contoh berikut

Contoh kasus 1.

Seorang guru matematika melakukan PTK dengan judul “Upaya meningkatkan partisipasi belajar siswa kelas X SMA Negeri Kalima melalui layanan bimbingan kelompok”. Dalam kegiatannya guru menggunakan dua siklus pada subyek yang sama. Pada siklus pertama, guru menggunakan bimbingan kelompok tugas. Pada siklus kedua, menggunakan bimbingan kelompok bebas. Nah dalam kesimpulannya guru menyatakan bahwa bimbingan kelompok bebas lebih meningkatkan partisipasi belajar siswa dibandingkan dengan bimbingan kelompok tugas. Apakah PTK yang dilakukan guru tersebut tepat?

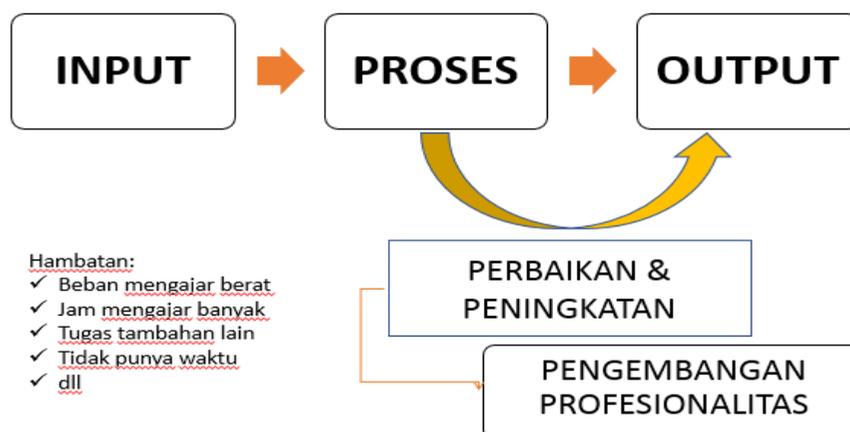
Kalau dicermati kembali pengertian PTK, ada beberapa masalah dalam kasus di atas. *Pertama*, dalam kesimpulannya guru menyatakan bahwa bimbingan kelompok bebas lebih meningkatkan partisipasi belajar siswa dibandingkan kelompok tugas. Ini tidak tepat. Fokus PTK bukan ke arah tindakannya, tapi terpecahkannya masalah. Jadi kalau kemudian hasil PTK kesimpulannya menyatakan bahwa tindakan satu lebih baik dibanding tindakan kedua, itu tidak tepat. Kesimpulan seperti ini lebih ke arah penelitian eksperimen, menguji tindakan. Sementara kalau PTK harusnya fokus kepada apakah problem yang terjadi itu berhasil dipecahkan atau tidak melalui tindakan. *Kedua*, pada kasus tersebut dijelaskan bahwa PTK dilakukan dua siklus. Siklus pertama, guru melakukan tindakan bimbingan kelompok tugas, sedangkan pada siklus kedua menggunakan bimbingan kelompok bebas. Perlu hati-hati dalam pergerakan antar siklus. Esensi siklus PTK adalah proses perbaikan yang berkelanjutan. Tidak tepat apabila siklus pertama menggunakan tindakan satu, kemudian siklus berikutnya menggunakan tindakan lain, kemudian hasilnya diperbandingkan. Seharusnya,

sepanjang siklus pertama tindakan dilakukan, kemudian dilihat apakah ada hal yang perlu diperbaiki. Pada siklus berikutnya, perbaikan terhadap tindakan itu kita lakukan. Jadi kalau pada kasus tersebut tindakan pada siklus satu kelompok tugas, siklus kedua kelompok bebas, kemudian di akhir diperbandingkan, kalau kita merujuk kepada pengertian PTK yang telah diuraikan di atas, ini tidak tepat.

Permasalahan seperti kasus di atas sering dipertanyakan guru ketika mengikuti pelatihan PTK. Oleh karena itu pemahaman tentang PTK menjadi penting karena keputusan-keputusan dalam pelaksanaan PTK sangat dipengaruhi oleh pemahaman peneliti terhadap esensi dari PTK itu sendiri.

B. Urgensi PTK

Sebelum didiskusikan lebih lanjut beberapa hal teknis terkait PTK, penulis ingin mendiskusikan juga mengapa guru perlu melakukan PTK, mengapa di tengah-tengah kesibukan tugas yang banyak guru perlu melakukan PTK, dan bahkan guru sangat dianjurkan melakukan PTK. Ada banyak alasan sebetulnya yang sudah disampaikan beberapa ahli, dan pembaca juga mungkin pernah mendengar. Disini penulis hanya ingin menggarisbawahi dua hal yaitu: terkait dengan perbaikan dan peningkatan kualitas pembelajaran, dan terkait dengan pengembangan profesionalitas.



Gambar 2. Urgensi PTK

Mencermati gambar 2 di atas, ada dua hal yang perlu digarisbawahi tentang urgensi PTK bagi guru.

- ✚ *Pertama*, PTK sangat erat kaitannya dengan perbaikan dan peningkatan kualitas pembelajaran. Tujuan PTK sendiri adalah memperbaiki kondisi kelas, hal tersebut tentu tugas yang melekat di guru. Seiring semakin tingginya tuntutan kualitas pembelajaran, perbaikan proses pembelajaran menjadi sebuah keharusan. Perkembangan dinamika teknologi yang terjadi juga menuntut beberapa penyesuaian. Jadi, melakukan PTK yang arahnya adalah untuk memperbaiki pembelajaran, yang mana guru menjadi salah satu pemeran kuncinya, tentu bisa dipahami kalau kemudian melakukan PTK penting bagi guru, dalam konteks menjawab tanggung jawab sebagai seorang guru untuk membantu murid belajar dengan cara lebih baik.
- ✚ *Kedua*, guru perlu melakukan PTK erat kaitannya dengan kebutuhan pengembangan diri guru. Melakukan PTK merupakan salah satu wahana yang hebat bagi guru untuk meningkatkan kualitas dirinya, menajamkan kepekaannya dengan problem kelas, mencoba mencari pemecahan atas problem-problem di kelas, membaca lebih banyak, dan meningkatkan wawasan. Jadi, seperti orang menyelam

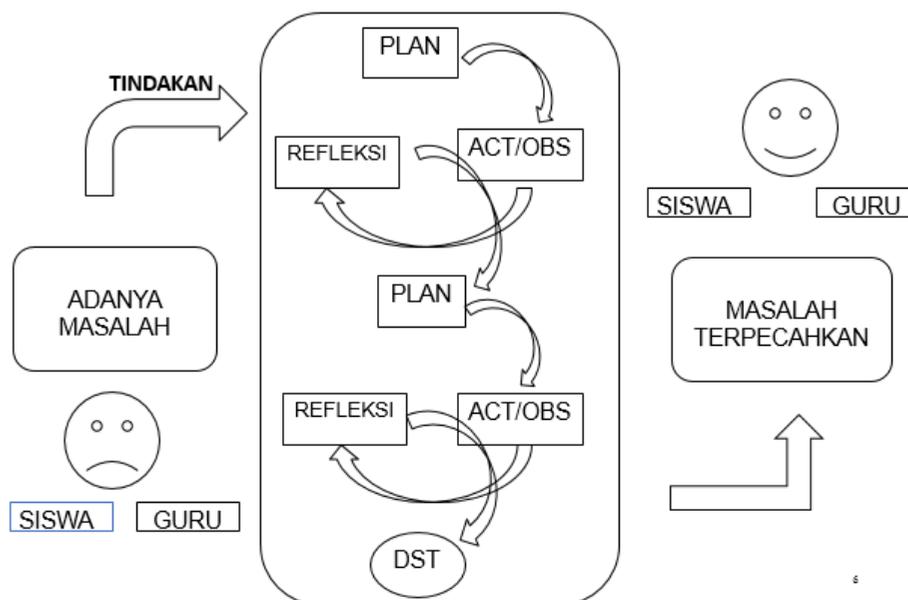
sambil minum air. Melakukan PTK selain memperbaiki kondisi pembelajaran di kelas, juga membantu memfasilitasi guru mengembangkan diri.

Dari kedua hal tersebut di atas dapat diketahui betapa PTK penting dilakukan guru. PTK berada di dua “titik” paling vital bagi peran guru, baik untuk pelaksanaan tanggung jawab profesionalnya dalam memberikan layanan terbaik bagi siswa, dan juga bagi dirinya sendiri untuk pengembangan diri. Berbagai hambatan yang selama ini mungkin banyak dikemukakan sebagai penghambat guru melakukan PTK, misalkan terkait dengan beban mengajar yang berat, jam mengajar yang banyak, tugas tambahan yang lain, tidak punya waktu, dan lain-lain. Tentu hal-hal tersebut bisa dipahami tetapi tidak bisa dipertahankan terus sebagai penjelasan dan pembenaran mengapa guru tidak melakukan PTK. Perbaikan kualitas pembelajaran dan pengembangan diri guru merupakan dua hal yang sangat esensial bagi guru, dan PTK merupakan salah satu wahana tepat untuk melakukannya.

Hal ini penting penulis ingatkan karena selama ini banyak di antara guru yang masih belum mulai melakukan PTK karena beberapa alasan tersebut. Mengingat pentingnya PTK ini, bahkan regulasi juga mendorong guru untuk melakukannya, hambatan-hambatan yang ada perlu segera dicarikan solusinya sehingga guru dapat melaksanakan PTK. Problem-problem yang ada selama ini perlu disiasati dan diantisipasi, sehingga di tengah-tengah tugas pembelajaran yang dilakukan guru masih bisa mengambil tanggung jawab yang lain, yaitu meningkatkan kualitas pembelajaran dan juga mengembangkan profesionalitasnya.

C. Kerangka Kerja PTK

Seperti yang sudah dipahami bersama bahwa ketika seorang guru merasakan adanya permasalahan di kelas kemudian menentukan sebuah tindakan untuk mengatasi masalah itu, dan memutuskan akan dilakukan melalui PTK, tindakan itu dilakukan dalam siklus-siklus. Setiap siklus terdiri atas perencanaan, pelaksanaan tindakan, observasi, dan refleksi. Setelah refleksi kemudian perlu perbaikan-perbaikan lanjutan, kemudian dilakukan siklus berikutnya dengan tahapan yang sama.



Gambar 2. Kerangka Kerja PTK

Ada beberapa pertanyaan yang sering muncul terkait pelaksanaan tindakan ini yang kadang-kadang menjadikan kendala bagi guru yang melakukan PTK, antara lain: 1) apakah antar siklus tindakan harus beda? 2) bisakah dalam sebuah PTK itu materi berganti? 3) apakah antar siklus materinya harus sama? dan 4) bagaimana ketentuan penghentian siklus, dan mungkin masih banyak yang lain. Berikut beberapa penjelasan terhadap pertanyaan-pertanyaan tersebut.

1) Apakah antar siklus tindakan harus beda?

Merujuk pada pemahaman awal bahwa fokus PTK ini adalah terpecahkannya masalah, siklus merupakan proses perbaikan berkelanjutan atas tindakan yang sedang dilakukan. Prinsipnya, tidak setiap siklus harus berganti tindakan yang baru. Siklus pertama dilakukan, kemudian diamati, direfleksikan., dan kalau masih ada yang kurang tepat, kemudian diperbaiki pada siklus berikutnya. Begitu juga setelah dilakukan siklus kedua, dicermati lagi apakah ada perlu perbaikan selanjutnya. Seperti kasus pertama, tindakan tidak harus berbeda satu dengan yang lain. Apalagi kemudian nanti dibelakang diperbandingkan tindakan mana yang lebih baik.

2) Bisakah dalam sebuah PTK itu materi berganti?

Problem PTK itu sekali lagi adalah masalah pembelajaran di kelas. Masalah yang dipecahkan dalam PTK bisa masalah yang tidak bergantung pada materi, tetapi bisa juga bergantung materi. Masalah yang tidak bergantung materi contohnya rendahnya motivasi belajar, minat belajar, atau kurangnya kemampuan pemecahan masalah. Untuk masalah seperti itu, misalkan tindakan sudah dilakukan sampai siklus ketiga ternyata masih dirasa belum cukup memberikan perbaikan, tetapi materinya selesai, maka PTK dapat dilanjutkan siklus berikutnya walaupun materinya sudah berganti. Tetapi, apabila PTK itu fokusnya untuk memecahkan masalah pada suatu materi tertentu, maka ketika materi tersebut selesai PTK tidak bisa dilanjutkan, atau diulang sambil mengulang materi. Misalkan, PTK dilakukan untuk meningkatkan kemampuan siswa dalam menggambar grafik fungsi dengan bantuan *software* Geogebra, ketika materi tentang grafik fungsi tersebut selesai maka PTK harus dihentikan. Dalam hal demikian, peneliti harus benar-benar hati-hati dan cermati dalam merancang dan melaksanakan PTK sedemikian hingga pada saat materi tersebut berakhir sehingga PTK harus dihentikan saat itu tindakan harus sudah dilaksanakan dengan optimal sehingga hasil yang diperoleh adalah hasil yang optimal juga. Apabila dalam pelaksanaannya, materi sudah selesai peneliti sudah tidak punya peluang melanjutkan tindakan. Jangan sampai ketika PTK dihentikan pelaksanaan tindakan masih memiliki kekurangan karena akan berdampak hasil tindakan yang diberikan tentu belum menggambarkan kemampuan yang sesungguhnya dari tindakan tersebut dalam memecahkan masalah.

3) Apakah antar siklus materinya harus sama?

Apabila sudah selesai satu siklus, kemudian ke siklus kedua, apakah materi yang diajarkan pada siklus pertama diajarkan lagi di siklus kedua? Sebaiknya tidak demikian. Andaikan materi pada siklus pertama diajarkan lagi pada siklus kedua, kalau terjadi peningkatan pemahaman siswa, mungkin bukan karena tindakannya, tapi karena berulangnya materi itu diajarkan. Pembelajaran selama PTK seharusnya dilakukan seperti biasanya, materi diajarkan setahap demi setahap dari awal sampai akhir tanpa pengulangan mengikuti pergantian siklus. Pada pergantian siklus pertama ke kedua, siklus kedua ke ketiga, dan seterusnya, materi tidak diulang-ulang pada setiap pergantian siklus tersebut. Biarkan proses belajar berjalan alamiah, termasuk pergerakan pemberian materi, kecuali pemberian tindakan yang baru. Selain tindakan,

komponen lain dalam pembelajaran biarkan seperti biasanya, sehingga ketiga tindakan baru diberikan dan terjadi perubahan maka perubahan itu disebabkan karena pemberian tindakan, bukan sebab lain.

4) Bagaimana menghentikan siklus?

Ada kebiasaan di Indonesia kalau melakukan PTK biasanya dilakukan 3 siklus. Tapi apakah sebetulnya angka 3 siklus itu angka mati dalam pelaksanaan PTK? Tidak. Bahkan sebelumnya dalam perencanaan PTK sebaiknya peneliti tidak menentukan dahulu banyaknya siklus yang akan dilakukan. Penghentian siklus dilakukan apabila terpenuhi dua hal, yaitu: 1) tindakan sudah dilakukan seoptimal mungkin, dan 2) jika situasi kelas sudah tidak terlalu fluktuatif lagi. Artinya, tindakan telah terlaksana secara optimal dan dampak tindakan terhadap kelas telah diperoleh stabil. Keberhasilan tindakan ditetapkan berdasarkan protret akhir kelas ketika siklus dihentikan. Apabila masalah yang dihadapi telah terselesaikan berarti tindakan berhasil mengatasi masalah. Sebaliknya, jika pada saat siklus dihentikan ternyata masalah belum terselesaikan, berarti tindakan yang dipilih pada PTK tidak tepat untuk mengatasi masalahnya. Apabila yang terjadi adalah yang kedua, dimana tindakan tidak berhasil memecahkan masalah, tidak berarti PTK telah gagal. PTK tetap dapat dikatakan telah terlaksana dengan baik sepanjang ketidakberhasilan tersebut bukan disebabkan oleh kesalahan pelaksanaan penelitian. Hasil akhir tindakan merupakan variabel bebas yang bisa saja berhasil atau bisa juga gagal. Tindakan bisa berhasil apabila memang tindakan yang diberikan tepat sesuai kebutuhan kelas, sebaliknya bisa saja tindakan gagal memberikan hasil yang diharapkan disebabkan mungkin memang tindakan tersebut tidak cocok dengan kondisi kelas yang diteliti, walaupun ditempat atau kelas lain berhasil. Hasilnya dilaporkan saja apa adanya. Berikan penjelasan berdasarkan empirik mengapa tindakan yang dipilih tidak berhasil. Jika laporan disusun dengan baik sesuai kaidah-kaidah penyusunan laporan PTK, ketidakberhasilan tindakan tidak menyebabkan rendahnya kualitas laporan. Laporan tetap akan diterima dengan baik, sepanjang laporan telah disusun sesuai dengan ketentuan. Hanya, catatannya pentingnya adalah bahwa peneliti harus lebih hati-hati dalam memilih tindakan sehingga tindakan tersebut benar-benar dapat memecahkan masalah yang dihadapi.

Untuk lebih memahami kerangka kerja PTK, perhatikan contoh kasus 2 berikut.

Contoh kasus 2.

Seorang guru matematika SMA Negeri 7 Ennanta ingin mengetahui efektifitas model pembelajaran Project Based Learning dalam meningkatkan kreativitas berpikir siswa. Untuk mencapai tujuan tersebut, guru tersebut akan melakukan penelitian tindakan kelas di kelas XI SMA Negeri 7 Ennanta. Karena ada 4 kelas, diambil 1 kelas sebagai sampel secara random dan terpilihlah kelas X-A. Guru merencanakan penelitian dalam 3 siklus dimana setiap siklus dilaksanakan tiga kali pertemuan. Data dikumpulkan dengan tes, dan hasilnya dianalisis dengan uji-t untuk memperbandingkan hasil antar siklus.

Pertanyaannya, apakah rencana penelitian guru tersebut tepat?

Apabila dicermati kasus di atas, ada beberapa hal yang penting diperhatikan, antara lain:

- ✚ *Pertama*, tujuan awal peneliti ini adalah ingin mengetahui efektifitas model. Dengan tujuan seperti itu maka tidak tepat memilih PTK. Kalau tujuannya ingin mengetahui efektifitas atau menguji teori,

menguji tindakan, di awal dijelaskan lebih tepat ke penelitian eksperimen. Kalau misalkan memang guru itu ingin melakukan PTK maka tujuannya harus diluruskan dulu, tidak ke arah mengetahui efektivitas tindakan, tapi pada pemecahan masalah kelas.

- ✚ *Kedua*, terkait dengan memperbandingkan hasil antar siklus. Sebelumnya juga telah dijelaskan bahwa perbandingan hasil antar siklus tidak tepat dalam PTK. Karena fokus kita adalah perbaikan tindakan antar siklus.
- ✚ *Ketiga*, perlu dicermati tentang adanya sampel dalam rencana tersebut. Sampel tidak tepat dalam konteks PTK. PTK itu titik awalnya adalah masalah yang ada di kelas. Jadi bukan dibalik, ada suatu masalah, kemudian dicari kelas yang tepat untuk digunakan sebagai tempat penelitian. Misalnya, dari beberapa kelas, kemudian kita ambil satu. Ini tidak tepat, proses yang terbalik. Harusnya, berawal dari sebuah kelas, ditemukan permasalahan, kemudian baru selanjutnya dilakukan penelitian. Selain itu, PTK dilakukan tidak dalam rangka untuk generalisasi. Pemecahan masalah di kelas itu, juga untuk kelas itu, bukan kemudian temuan tersebut digeneralisasikan ke kelas-kelas yang lain atau bahkan sekolah-sekolah yang lain. Sehingga kebutuhan sampel itu tidak ada di dalam penelitian, ini yang pertama terkait dengan sampel.
- ✚ *Keempat*, terkait dengan siklus. Pada bagian sebelumnya telah disampaikan bahwa tidak seharusnya menentukan banyaknya siklus dalam perencanaan PTK. Siklus nanti dihentikan sambil dilihat perkembangan ketika pelaksanaan di lapangan. Sehingga ketika kemudian guru ini merencanakan penelitian tersebut nanti akan dilaksanakan 3 siklus, dan dalam setiap siklus ditentukan 3 pertemuan. Ini dari awalnya sudah tidak pas. Tentang 3 kali pertemuan dalam setiap siklus, ini juga sebetulnya juga kurang tepat. Standar satu siklus itu bukan ke jumlah pertemuan, tapi lebih pada telah dilaksanakannya 4 komponen dasar dalam sebuah siklus, yaitu perencanaan, tindakan, pengamatan, dan refleksi. Kalau 4 hal ini sudah dilakukan maka sudah cukup menjadi satu siklus. Tidak harus 3 pertemuan atau 4 pertemuan. Tapi apakah harus 1 pertemuan dalam satu siklus? Tidak juga. Point pentingnya untuk menentukan satu siklus adalah keterlaksanaan 4 komponen siklus, apabila memang sudah terlaksana keempatnya maka sudah satu siklus, bisa 1 pertemuan, 2 pertemuan, 3 pertemuan atau lebih.
- ✚ *Kelima*, pada kasus di atas direncanakan data dikumpulkan dengan tes. Bisa aja tes digunakan dalam PTK. Tapi di dalam PTK sebaiknya tidak mengandalkan tes sebagai satu-satunya cara pengumpulan data. PTK tidak berfokus sekadar hasil, tetapi bagaimana dinamika terjadi, kemudian bagaimana dampaknya pada murid. Selama proses berjalan data harus kita kumpulkan melalui pengamatan sehingga data yang muncul selama penelitian dapat dicatat. Pengamatan menjadi salah satu pengumpulan data penting di dalam proses pelaksanaan PTK sehingga bisa dipahami proses terlaksananya tindakan dan juga dampak di siswa sepanjang penelitian tindakan kelas itu kita lakukan. Tidak sekadar kemudian kita cegat di akhir melalui tes. Jadi seharusnya dalam PTK tidak semata-mata tes untuk pengumpulan data. Apabila data hanya dikumpulkan dengan tes kemungkinan peneliti kehilangan banyak data. Tetapi tentu tes bisa saja menjadi cara pengumpulan data yang digunakan. Misalkan saja akan digunakan untuk mengumpulkan data tentang hasil belajar, tes tentu perlu digunakan.
- ✚ *Keenam*, terkait dengan penggunaan uji-t. Pada bagian sebelumnya telah disampaikan bahwa fokus PTK adalah pemecahan masalah di kelas yang sedang menjadi fokus penelitian sehingga generalisasi tidak menjadi target dari penelitian tindakan kelas. Random ketika sampel juga tidak dibutuhkan.

Sehingga ketika uji-t, yang termasuk statistik inferensial yang arahnya untuk generalisasi, tidak tepat digunakan dalam PTK. Apabila dalam PTK menggunakan statistik, biasanya cukup statistik deskriptif, untuk mendeskripsikan data yang diperoleh. Selain itu yang perlu dicatat juga bahwa PTK lebih kental dengan penelitian kualitatif. Sebagian pihak bahkan mengatakan kalau PTK itu “anak kandung” dari penelitian kualitatif, lebih mementingkan makna daripada angka-angka.

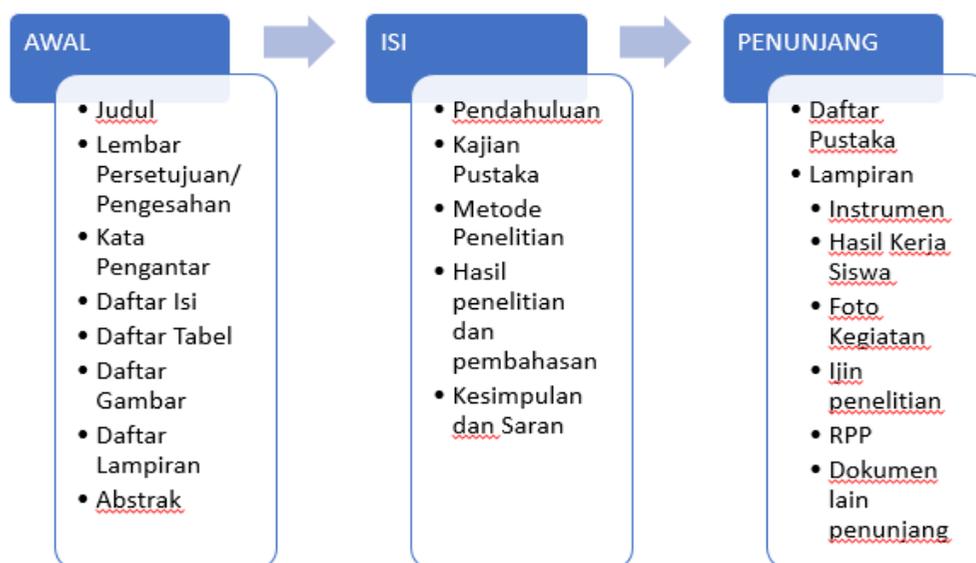
Demikianlah beberapa hal yang perlu dicermati pada contoh kasus di atas. Beberapa kesalahan yang terdapat dalam contoh kasus tersebut sering terjadi dalam pelaksanaan PTK sehingga menyebabkan PTK yang dilaksanakan tidak sesuai dengan konsep dasar PTK itu sendiri. Pada akhirnya, hal tersebut berdampak pada tidak optimalnya hasil yang diperoleh dari pelaksanaan PTK yang dilakukan peneliti.

D. PTK guru tidak laku untuk penilaian angka kredit

Pada bagian akhir tulisan ini penulis ingin mengulas tentang banyak kasus Bapak dan Ibu Guru yang sudah melakukan PTK, tapi ketika ingin memanfaatkan PTK yang dilakukan untuk pengusulan angka kredit ternyata ditolak oleh tim penilai. Guru kadang tidak mendapat cukup informasi mengapa laporan PTK-nya ditolak.

Berikut beberapa hal yang bisa menyebabkan laporan PTK guru ditolak tim penilai angka kredit yang diuraikan pada Buku 5 PKB.

- ✚ Dinyatakan **sebagai laporan PTK**, namun: tidak jelas apa, bagaimana dan mengapa kegiatan tindakan yang dilakukan, juga tidak jelas bagaimana peran hasil evaluasi dan refleksi pada penentuan siklus-siklus berikutnya. Disarankan untuk membuat publikasi ilmiah baru, yang berisi atau mempermasalahkan permasalahan nyata di bidang pendidikan formal pada satuan pendidikannya yang sesuai dengan tugas guru yang bersangkutan.
- ✚ Dinyatakan sebagai laporan PTK, namun apa yang dijelaskan dalam laporan tersebut hanya berupa laporan pembelajaran biasa, tidak ada tindakan yang merupakan pembaharuan dari kegiatan yang biasa dilakukan, tahapan dalam siklus sama dengan tahapan pembelajaran biasa (misalnya satu siklus hanya satu kali pertemuan). PTK bukan pembelajaran biasa tetapi merupakan proses mencoba dan menganalisis penggunaan metode baru yang diutamakan bukan hanya hasil tetapi prosesnya (satu siklus minimal dua kali pertemuan). Disarankan untuk membuat publikasi ilmiah baru, yang berisi atau mempermasalahkan permasalahan nyata di bidang pendidikan formal pada satuan pendidikannya yang sesuai dengan tugas guru yang bersangkutan.
- ✚ Publikasi ilmiah yang diajukan berupa **penelitian tindakan kelas**, namun (a) metode penelitian belum mengemukakan tahapan dan tindakan tiap siklus dan indikator keberhasilannya, (b) pada laporan hasil dan pembahasan belum melaporkan data lengkap tiap siklus, perubahan yang terjadi pada peserta didik, guru atau kelas serta bahasan terhadap keseluruhan hasil penelitian dan (c) lampiran belum lengkap. Disarankan untuk membuat publikasi ilmiah baru, atau memperbaiki laporan hasil penelitiannya dengan menggunakan kerangka isi sebagai berikut:



Gambar 3. Kerangka isi laporan PTK

- ✚ Secara umum isi laporan PTK ini telah cukup baik. Namun beberapa lampiran penting belum dilampirkan, untuk itu agar segera dilampirkan. Disarankan untuk memperbaiki, melengkapi lampiran-lampirannya. Dokumen pelaksanaan penelitian yang harus dilampirkan paling tidak adalah: (a) semua RPP untuk semua siklus, (b) semua instrumen yang digunakan dalam penelitian, (c) contoh hasil kerja peserta didik dan guru (d) dokumen pelaksanaan penelitian yang lain seperti misalnya, surat ijin, foto-foto kegiatan beserta penjelasannya, daftar hadir untuk semua pertemuan, surat pernyataan dari kepala sekolah mengenai berita acara seminar, dan lain-lain.
- ✚ Laporan PTK belum diseminarkan. Disarankan untuk segera melakukan seminar minimal di sekolah/KKG/MGMP dengan mengundang minimal 3 sekolah di sekitarnya dengan jumlah peserta seminar minimal 15 orang (kecuali untuk daerah 3T dan SILN) dan memenuhi segala kelengkapan kegiatan seminar diantaranya surat keterangan dari kepala sekolah yang ditempati seminar/panitia seminar/Ketua KKG/MGMP, berita acara seminar, daftar hadir, notulen seminar dan persyaratan lain sesuai dengan aturan.

E. Penutup

Demikian beberapa problematika yang sering dihadapi Bapak/Ibu guru dalam melaksanakan PTK. Walaupun tidak semua masalah PTK dikupas tuntas dalam tulisan ini, besar harapan penulis bahwa uraian terbatas ini dapat memberikan tambahan informasi bagi Bapak/Ibu guru yang akan melakukan PTK sehingga PTK yang dilakukan tersebut dapat dilaksanakan dengan sebaik-baiknya.

Referensi

Kementerian Pendidikan Dan Kebudayaan. 2016. Buku 5 Pedoman Penilaian Pengembangan Keprofesional Berkelanjutan guna mendukung Pengembangan Profesi Guru Pembelajaran. Jakarta: Direktorat Jenderal Guru Dan Tenaga Kependidikan

*) Sumaryanta, M.Pd.

Widyaiswara PPPPTK Matematika

Aplikasi Dapodik

Untuk Windows XP / Vista / 7 / 8 / 10

PEMANFAATAN DAPODIK DI SITUS "SEKOLAH KITA"

UNDUH INSTALLER

*) Ashari Sutrisno

Sumber gambar: <http://www.dadangjsn.com>

Pengantar

Saat ini, Data Pokok Pendidikan (Dapodik) lebih banyak dikenal hanya di kalangan pendidik (guru) dan orang-orang di lingkungan Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan (Kemendikbud) saja, seperti para guru atau pegawai dinas pendidikan dan kebudayaan. Padahal, masyarakat umum dan awam pun sebenarnya dapat memanfaatkan Dapodik tersebut.

Dapodik merupakan sebuah sistem pendataan yang digunakan untuk menjaring semua data terkait data kelembagaan dan kurikulum sekolah, data siswa, data guru dan karyawan, serta data sarana dan prasarana setiap sekolah di seluruh Indonesia bahkan hingga sekolah-sekolah Indonesia yang berada di luar negeri. Pendataan ini sebenarnya sudah mulai dilaksanakan pada tahun 2006, namun karena beberapa kali prosesnya mengalami beberapa kendala termasuk pada tahun 2008 dimana terjadi pengalihan tugas pengelola yang awalnya dikelola oleh PSP Balitbang Depdiknas lalu didelegasikan kepada masing-masing dinas pendidikan tingkat provinsi, kota dan sekolah-sekolah di seluruh Indonesia di bawah pengawasan Biro PKLN Depdiknas.

Pada tahun 2012 Dapodik dikelola oleh Pusat Data dan Statistik Pendidikan dan Kebudayaan Kemendikbud PDSP Kemdikbud RI. Ini menjadi titik awal reformasi sistem pendataan dapodik yang terus berkembang hingga saat ini. Kini, dapodik telah menjadi acuan data yang digunakan Kemdikbud dalam setiap kebijakan-kebijakannya baik yang terkait dengan biaya operasional sekolah (BOS), bantuan-bantuan sarana dan prasarana, hingga tunjangan-tunjangan guru dan kebijakan lainnya.

Hal ini tentunya menjadikan dapodik memiliki peran yang sangat vital dan dengan beragam fungsi (multi-fungsi). Fungsi Dapodik pada setiap tahunnya terus mengalami perkembangan terkait dengan perubahan kebijakan dan program yang dicanangkan Kemdikbud. Diantara fungsi Dapodik adalah untuk keperluan:

1. Alokasi dana BOS bagi sekolah sesuai jumlah siswanya.
2. Alokasi kuota penerima tunjangan-tunjangan bagi guru yang memenuhi syarat.
3. Alokasi bantuan sarana dan prasarana bagi sekolah yang fasilitasnya belum memadai
4. Pengajuan dan perbaikan data kelembagaan sekolah.
5. Pengajuan dan VerVal (Verifikasi dan Validasi) data dan Nomor Unik Pendidik dan Tenaga Kependidikan (NUPTK).
6. Pengajuan dan VerVal data Peserta Didik (Siswa) dan Nomor Induk Siswa Nasional (NISN).
7. Pengajuan dan VerVal data Satuan Pendidikan dan Nomor Pokok Sekolah Nasional (NPSN).
8. Pemetaan dan pemerataan guru.
9. Monitoring dan Evaluasi kebijakan-kebijakan dan program-program Kemdikbud.

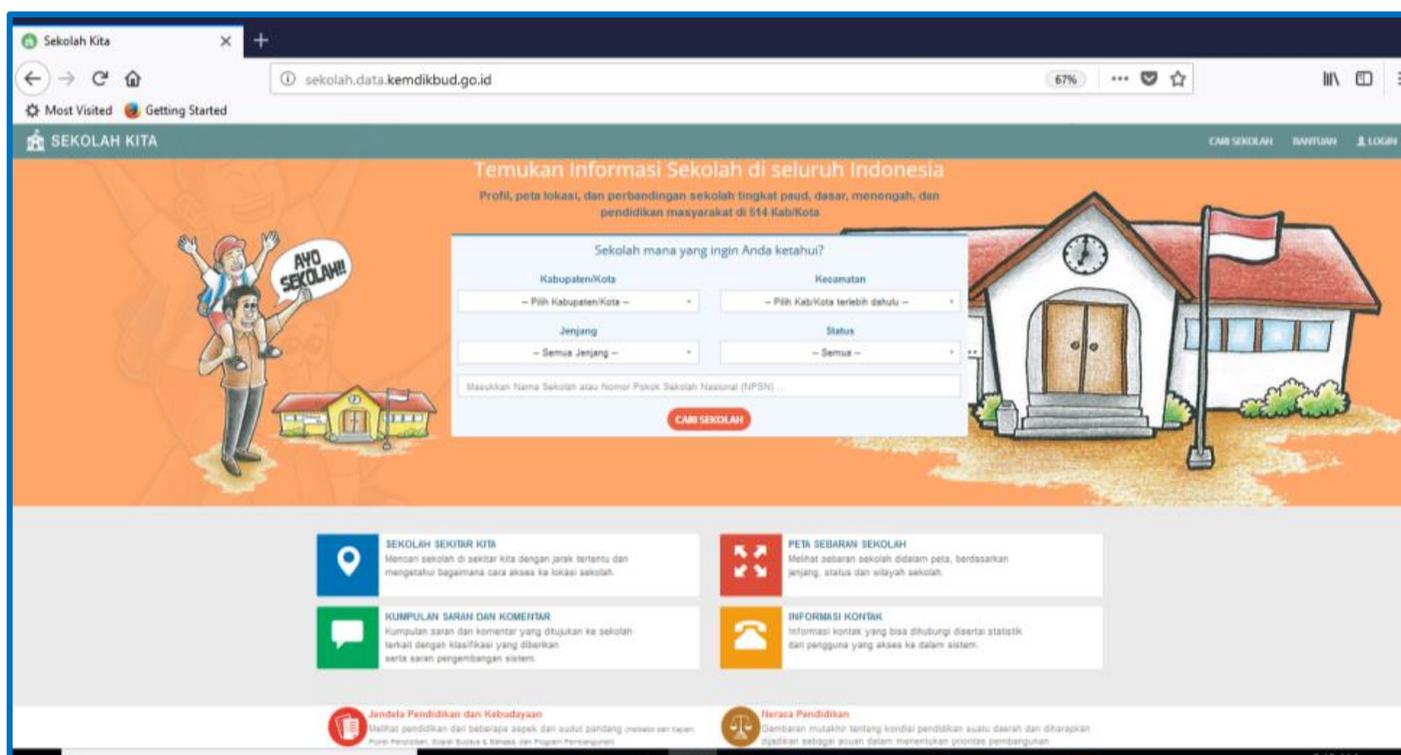
10. Mempercepat dan meningkatkan efektifitas pelaporan yang dilakukan dari sekolah ke kementerian serta dengan mengurangi resiko penyimpangan atau pelanggaran yang ada sebelumnya.

Dapodik sudah memiliki dasar hukum yang kuat, yaitu Peraturan Menteri Pendidikan dan Kebudayaan (Permendikbud) Nomor 79 tahun 2015, sehingga data yang tercantum di dalam Dapodik sudah valid dan sudah diverifikasi sebelum *dipublish* ke masyarakat umum. Disebabkan Dapodik telah dibuat secara *online*, maka masyarakat umum dapat mengakses Dapodik, cukup dengan menggunakan *browser* internet.

Bagaimana masyarakat umum dapat mengakses dan menggunakan Dapodik tersebut? Berikut penjelasannya.

Mencari dan Membandingkan Sekolah

Kemendikbud telah membuat situs bernama SEKOLAH KITA, dengan alamat <http://sekolah.data.kemdikbud.go.id/>. Situs ini memuat data-data di Dapodik yang dapat diakses oleh masyarakat umum. Di situs ini masyarakat dapat melihat profil, peta lokasi, dan perbandingan sekolah-sekolah, baik PAUD, sekolah dasar (SD), sekolah menengah (SMP, SMA, SMK), SLB, dan pendidikan masyarakat di 514 kabupaten/kota seluruh Indonesia.



Melalui situs SEKOLAH KITA, masyarakat juga dapat membandingkan sekolah-sekolah yang ada. Misal, bagi orang tua yang akan mencari sekolah baru buat anak-anaknya, atau akan mencari sekolah pindahan buat anaknya di daerah lain, dapat melihat profil sekolah-sekolah tanpa harus datang terlebih dulu ke sekolah tersebut.

Sebagai contoh, jika akan mencari Sekolah Dasar Negeri (SDN) di Kecamatan Depok Kabupaten Sleman, DI Yogyakarta, maka akan ditemukan 37 SDN (data bulan Mei 2018). Kita juga dapat menyaring, misal hanya

ingin menampilkan SDN yang terakreditasi A saja, maka akan ditemukan sebanyak 10 SDN yang terakreditasi A di Kecamatan Depok, Sleman.

Kita juga dapat menyaring, misal hanya ingin menampilkan SMP Negeri yang terakreditasi A saja, maka akan ditemukan sebanyak 3 SMP Negeri yang terakreditasi A di kecamatan Gondokusuman Kota Yogyakarta. Kemudian, kita dapat melakukan perbandingan dari sekolah-sekolah yang telah ditemukan tersebut. Pada gambar berikut, terlihat perbandingan antara SMP Negeri 5 dengan SMP Negeri 8 Kota Yogyakarta (data yang tertampil ketika dilihat pada tanggal 25 Juli 2018).

SEKOLAH KITA

Perbandingan Sekolah (Data Verifikasi, sesuai update sekolah)

Statistik	(20403260) SMP NEGERI 8 YOGYAKARTA	(20403257) SMP NEGERI 5 YOGYAKARTA
Akreditasi	A	A
Jml Siswa	957	956
Jml Guru	53	52
Jml Guru Bersertifikasi	45	48
Jml Kelas (Baik,Rsk Ringan,Rsk Sedang)	30	30
Jml Rombel	30	30
Sanitasi (Baik,Rsk Ringan,Rsk Sedang)	30	2
NILAI UN		
Bahasa Indonesia	89.29	89.44
Bahasa Inggris	81.32	82.45
Matematika	96.49	96.87
IPA	90.99	90.54

Kita juga dapat melihat profil secara lengkap dari masing-masing sekolah, sehingga dapat diketahui jumlah guru, jumlah siswa laki-laki, siswa perempuan, rombongan belajar (rombel)/kelas, kurikulum yang digunakan, pelaksanaan sekolah (pagi, siang), manajemen berbasis sekolah, ketersediaan akses internet, daya listrik, luas tanah, proses pembelajaran, rasio siswa rombel, rasio siswa ruang kelas, rasio siswa guru, persentase kualifikasi guru, persentase guru tersertifikasi, persentase guru, persentase ruang kelas yang layak, jumlah ruang kelas, laboratorium, perpustakaan, kondisi sanitasi siswa (MCK), dan kondisi sekolah dalam bentuk foto-foto.

SEKOLAH KITA CARI SEKOLAH BANTUAN LOGIN

(20401656) SD NEGERI DERESAN
Jl. Cempaka CTX, Deresan, Catur Tunggal, Kec. Depok, Kab. Sleman Prov. D.I. Yogyakarta (master referensi)



Detail Sekolah (DAPODIK) Klik Disini

Akreditasi : A

Kepala Sekolah : Indah Lestari

Operator : SARJONO

0274 587148

deresansd@yahoo.com

Berikan saran, komentar dan informasi Anda untuk SD NEGERI DERESAN

Sekolah dapat memperbaiki data melalui :

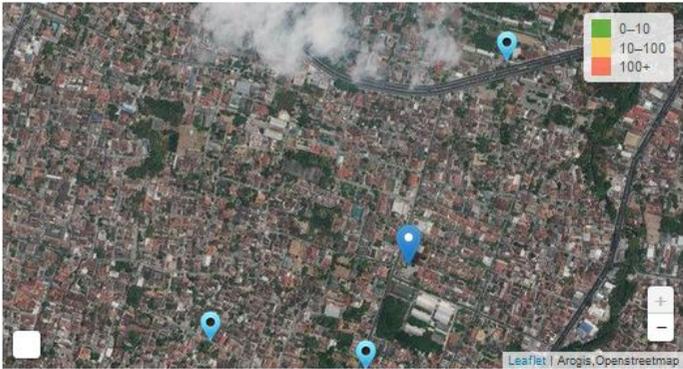
- Aplikasi Dapodikdasmen
- Verifikasi-Validasi Satuan Pendidikan
- Verifikasi-Validasi Peserta Didik
- Verifikasi-Validasi PTK

<p>Guru : 16</p> <p>Siswa Laki-laki : 176</p> <p>Siswa Perempuan : 151</p> <p>Rombongan Belajar : 12</p>	<p>Kurikulum : K-13</p> <p>Penyelenggaraan : Pagi/6h</p> <p>Manajemen Berbasis Sekolah : <input type="checkbox"/></p> <p>Semester Data : 2017/2018-2</p>	<p>Akses Internet : <input checked="" type="checkbox"/></p> <p>Sumber Listrik : <input checked="" type="checkbox"/></p> <p>Daya Listrik : 2,200</p> <p>Luas Tanah : 4,545 M²</p>	<p>Ruang Kelas : 11 *</p> <p>Laboratorium : 0 *</p> <p>Perpustakaan : 1 *</p> <p>Sanitasi Siswa : 1 *</p>
--	--	---	---

*) Penghitungan hanya untuk kondisi Baik, Rusak Ringan dan Rusak Sedang

Sekolah disekitar SD NEGERI DERESAN

SD 3 km LIHAT Q



Ekstrakurikuler dan Muatan Lokal

Proses Pembelajaran

Rasio Siswa Rombel	27.26
Rasio Siswa Ruang Kelas *	29.73
Rasio Siswa Guru	20.44
Persentase Guru Kualifikasi	93.75
Persentase Guru Sertifikasi	75
Persentase Guru PNS	87.5
Persentase Ruang Kelas Layak	91.67

Kantor Dinas, Yayasan Pembina dan Satuan Pendidikan Terdekat

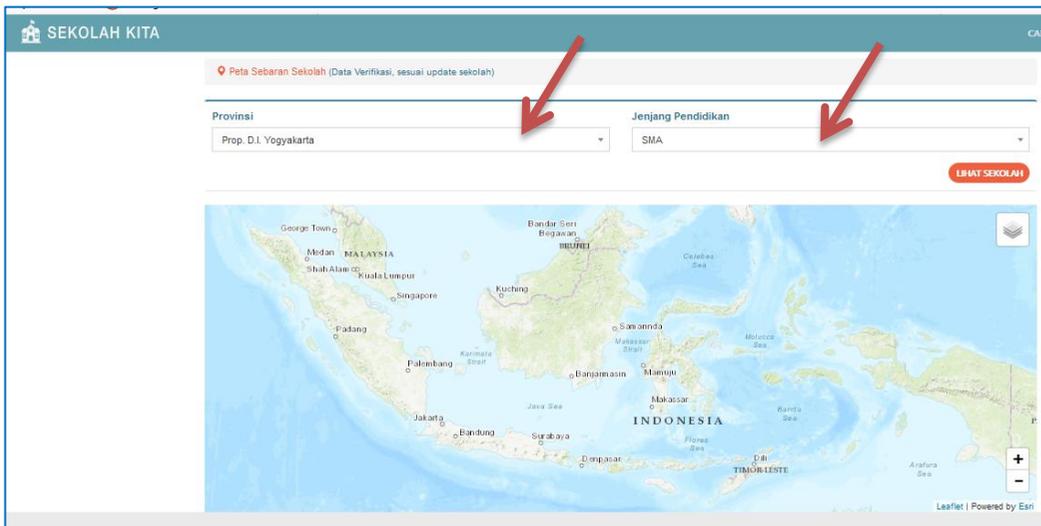
<p>Dinas Pendidikan, Pemuda, dan Olahraga D.I. Yogyakarta (4.02 Km) <small>Jl. Cendana No. 9, Yogyakarta ...</small></p>	<p>Dinas Pendidikan Kabupaten Sleman (6.62 Km) <small>Jl. Parasma, Beran, Tridadi Sleman ...</small></p>
<p>SD NEGERI CATURTUNGGAL 7 (0.21 Km) <small>Karangasem ...</small></p>	<p>SD TERUNA BANGSA (0.5 Km) <small>Villa Seturan Indah Blok D-10 ...</small></p>
<p>SD BUDI MULIA DUA PANDEANSARI (0.56 Km) <small>Komplek PandeanSari Blok IV ...</small></p>	

Melihat Penyebaran Sekolah

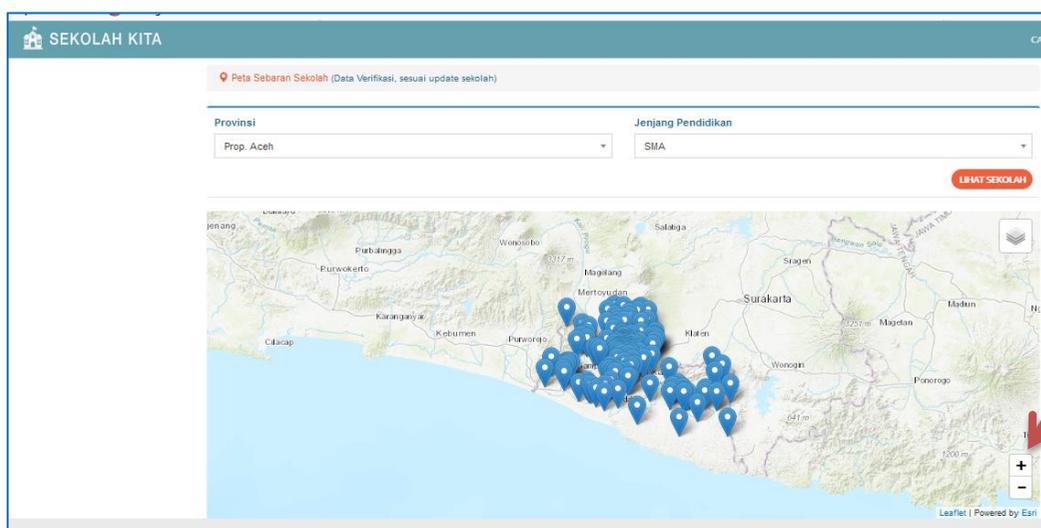
Kita dapat melihat penyebaran sekolah di suatu daerah. Misal kita akan melihat penyebaran sekolah di DI Yogyakarta. Caranya: klik ikon PETA SEBARAN SEKOLAH.

	SEKOLAH SEKITAR KITA Mencari sekolah di sekitar kita dengan jarak tertentu dan mengetahui bagaimana cara akses ke lokasi sekolah.		PETA SEBARAN SEKOLAH Melihat sebaran sekolah didalam peta, berdasarkan jenjang, status dan wilayah sekolah.
	KUMPULAN SARAN DAN KOMENTAR Kumpulan saran dan komentar yang ditujukan ke sekolah terkait dengan klasifikasi yang diberikan serta saran pengembangan sistem.		INFORMASI KONTAK Informasi kontak yang bisa dihubungi disertai statistik dari pengguna yang akses ke dalam sistem.

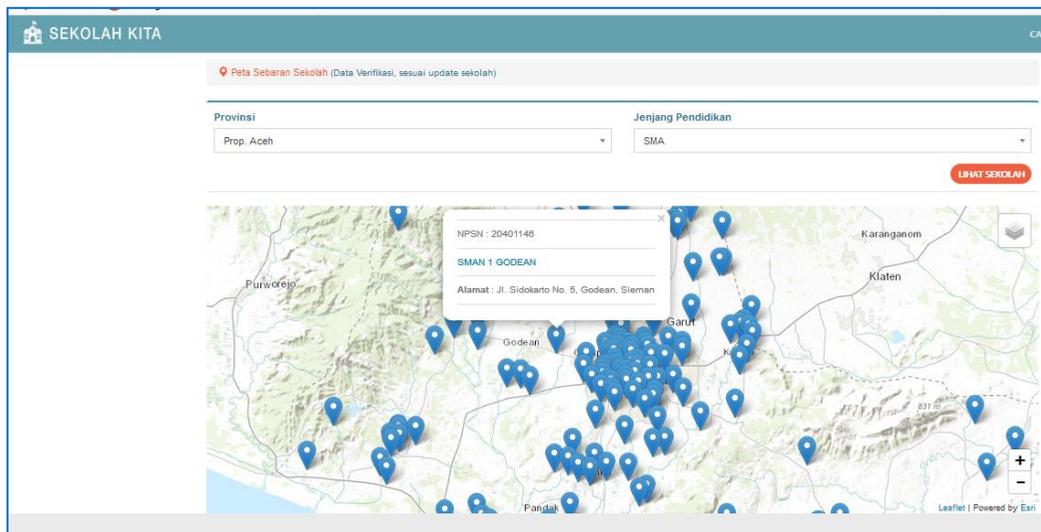
Pilih pada provinsinya: DI Yogyakarta, pilih juga jenjang pendidikannya (misal SMA), kemudian klik ikon LIHAT SEKOLAH.



Akan ditampilkan penyebaran sekolah di DI Yogyakarta, sebagai berikut, gambar balon adalah letak tiap-tiap SMA yang ada di daerah tersebut.



Klik ikon tanda plus (+) untuk membersarkan peta, kemudian klik salah satu gambar, balon akan ditampilkan nama sekolah tersebut (misal SMAN 1 Godean), dengan data NPSN dan alamatnya.



Informasi Lain di Situs Sekolah Kita

Masyarakat dapat ikut berperan dalam mensukseskan berjalannya proses pendidikan di suatu sekolah. Seperti, ingin ikut mengawasi penggunaan dana BOS dan dapat mengecek kondisi suatu sekolah. Dengan melihat informasi (data) yang disajikan di situs SEKOLAH KITA, masyarakat dapat ikut mengecek, apakah data yang ditampilkan oleh sekolah tersebut benar atau valid sesuai dengan kenyataan. Misal, apakah benar jumlah siswa di suatu sekolah adalah 200 orang, dapat dicek di situs SEKOLAH KITA.

Masyarakat, orang tua siswa dan anggota komite sekolah bisa juga mengecek tentang kondisi suatu sekolah yang akan mengajukan bantuan rehabilitasi, dengan mengecek data dan foto-foto yang diunggah di situs SEKOLAH KITA. Bagaimana kondisi sekolah tersebut, apakah ada yang rusak ringan, sedang atau berat. Dengan situs SEKOLAH KITA ini, maka secara transparan masyarakat dapat ikut melihat proses rehabilitasi sekolah yang sedang dilakukan.

Situs SEKOLAH KITA juga menyediakan fasilitas untuk mengetahui bagaimana data tentang alokasi APBD di provinsi/kabupaten/kota untuk pendidikan, bagaimana data kondisi sarana prasarana ruang kelas/ruang penunjang di suatu daerah, berapa rerata hasil Uji Kompetensi Guru (UKG) di suatu provinsi/kabupaten/kota, berapa rerata hasil Ujian Nasional (UN) dan Indeks Integritas Ujian Nasional (IIUN) di suatu daerah, serta fasilitas pencarian data lain, yang selengkapnya dapat dilihat di alamat situs <http://sekolah.data.kemdikbud.go.id/>.

Referensi

<http://sekolah.data.kemdikbud.go.id/>. Diakses 22 Juni 2018.

<http://pejuangdatapendidikan.blogspot.com/2016/03/apa-sih-aplikasi-dapodik-apa.html>. Diakses tanggal 1 Juli 2018.

<http://datadapodik.com/info-85-apa-sistem-dapodik-itu.html>. Diakses tanggal 21 Juni 2018.

*) Ashari Sutrisno, M.T.

Widyaiswara PPPPTK Matematika

Sumber gambar: <https://www.geogebra.org>

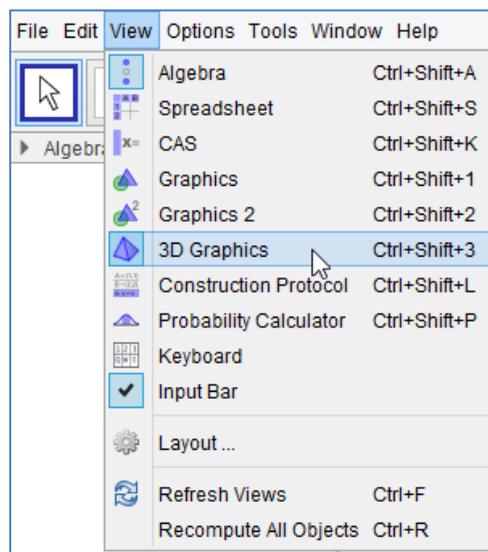


*) Marfuah

Tersedianya fitur 3-Dimensi pada Geogebra memungkinkan penggunaannya untuk melakukan visualisasi bangun ruang secara dinamis. Salah satunya seperti yang akan dibahas pada tulisan ini, yakni visualisasi terbentuknya irisan kerucut. Sedikit membahas sejarah irisan kerucut, adalah ahli geometri dari Yunani bernama Appolonious of Perga (262 SM – 160 SM), yang dianggap sebagai matematikawan pertama yang menyatakan bahwa lingkaran, elips, parabola dan hiperbola dapat diperoleh dengan mengiris kerucut menggunakan bidang pengiris pada sudut-sudut tertentu. Dengan bantuan GeoGebra, proses terbentuknya lingkaran, elips, parabola dan hiperbola dari suatu kerucut dapat disajikan menjadi proses mengamati dan menemukan yang interaktif.

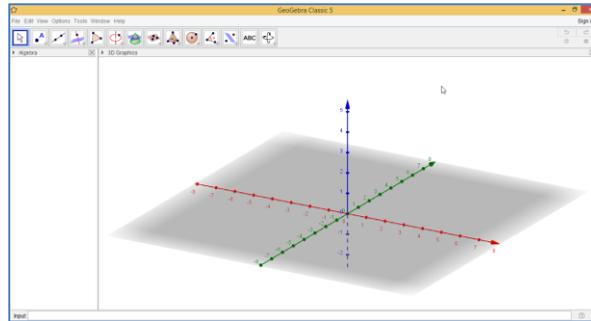
Pada tulisan ini, akan digunakan GeoGebra Classic 5 dengan pengaturan bahasa yang digunakan adalah English (US) untuk seluruh langkah dan tampilan gambar. Namun Anda dapat menggunakan GeoGebra Classic 6 atau GeoGebra 3D Graphing, dengan melakukan beberapa penyesuaian. Baik GeoGebra Classic 5, GeoGebra Classic 6 atau GeoGebra 3D Graphing dapat diunduh di <https://www.geogebra.org/download> .

Pada menu **VIEW** , aktifkan tampilan *3D Graphics* dan (untuk sementara) nonaktifkan tampilan lain kecuali *Algebra*.



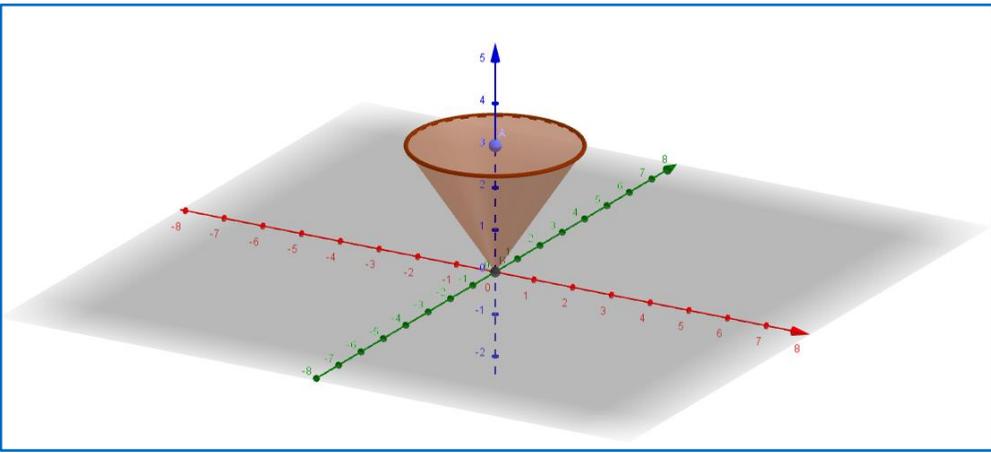
Gambar 1 Pengaturan Menu View

Sehingga diperoleh tampilan berikut.



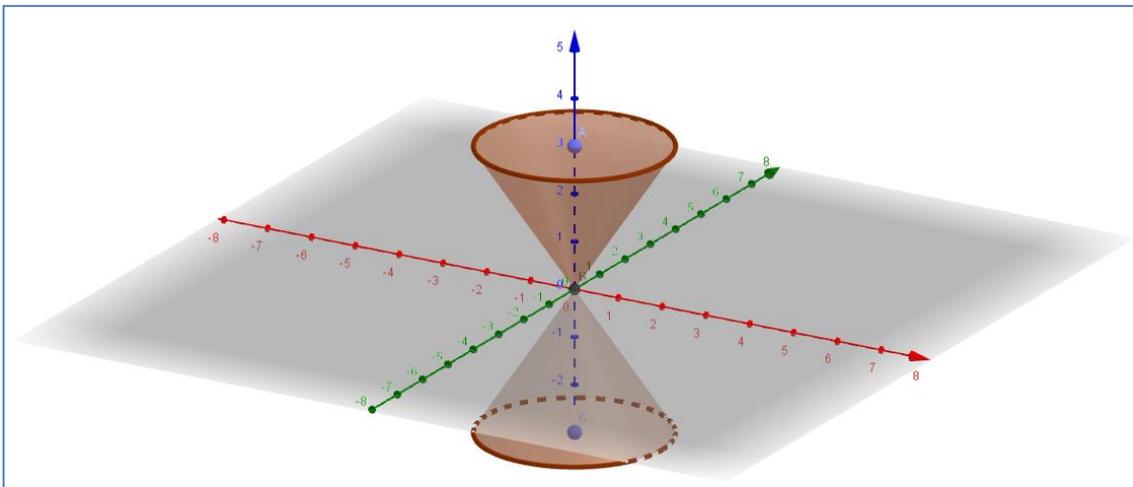
Gambar 2 Tampilan setelah pengaturan menu VIEW

Selanjutnya kita akan mulai langkah pertama yakni membuat dua kerucut identik dengan posisi berhadapan pada titik puncak kerucut.

Tombol	 Cone
Langkah	<p>Lakukan urutan langkah berikut.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Klik posisi titik pusat alas kerucut yang diinginkan, 2. klik posisi titik puncak kerucut 3. masukkan nilai jari-jari alas kerucut. <p>Jika Anda terbalik melakukan langkah 1 dengan langkah 2 maka posisi kerucut akan terbalik pula. Pada contoh ini, titik pusat alas kerucut adalah $(0,0,3)$, titik puncak kerucut adalah $(0,0,0)$ dan jari-jari alas kerucut adalah 2 satuan.</p> 

Gambar 3 Hasil konstruksi kerucut atas

Dengan cara yang sama, Anda dapat mengkonstruksi kerucut bawah sehingga diperoleh hasil sebagai berikut.



Gambar 4 Hasil konstruksi kerucut atas dan kerucut bawah

Langkah kedua adalah membuat bidang pengiris. Kita ingat kembali bahwa pada geometri Euclid, suatu bidang dapat dibentuk secara unik oleh:

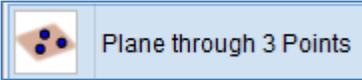
- tiga titik *non-collinear* (tidak segaris),
- sebuah garis dan suatu titik yang terletak di luar garis tersebut,
- dua garis yang saling paralel,
- dua garis berbeda yang saling berpotongan.

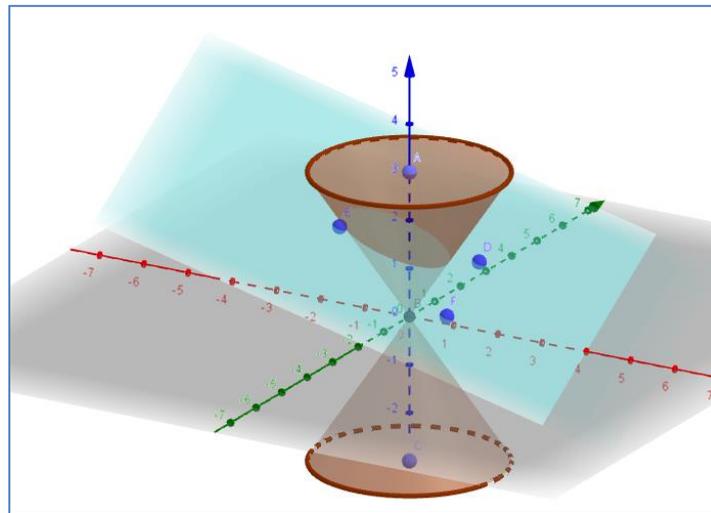
Misal bidang pengiris yang akan kita buat dibentuk dari tiga titik *non-collinear*. Maka terlebih dahulu masukkan koordinat ketiga titik tersebut menggunakan *Input Bar*. Misal ketiga titik tersebut adalah titik D, E dan F.

Input: $D=(1,1,1)$

Pada contoh ini diambil posisi awal titik $(1,1,1)$, $E(-1,-1,2)$ dan $F(2,-2,1)$.

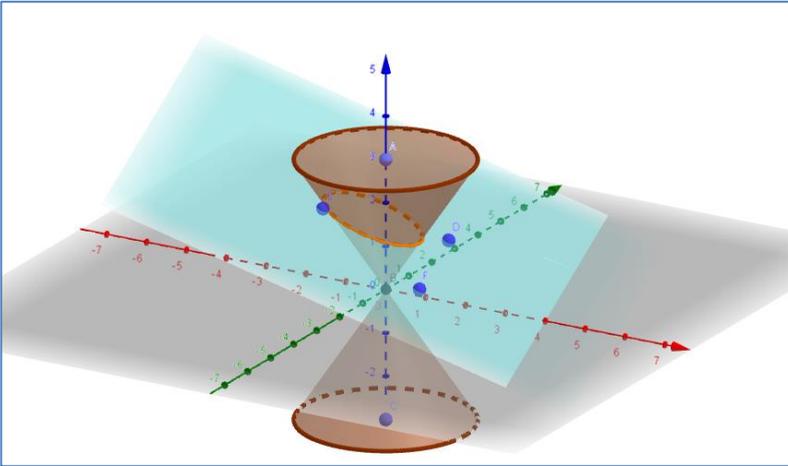
Setelah mendefinisikan ketiga titik tersebut, barulah kita membuat bidang pengiris kerucut.

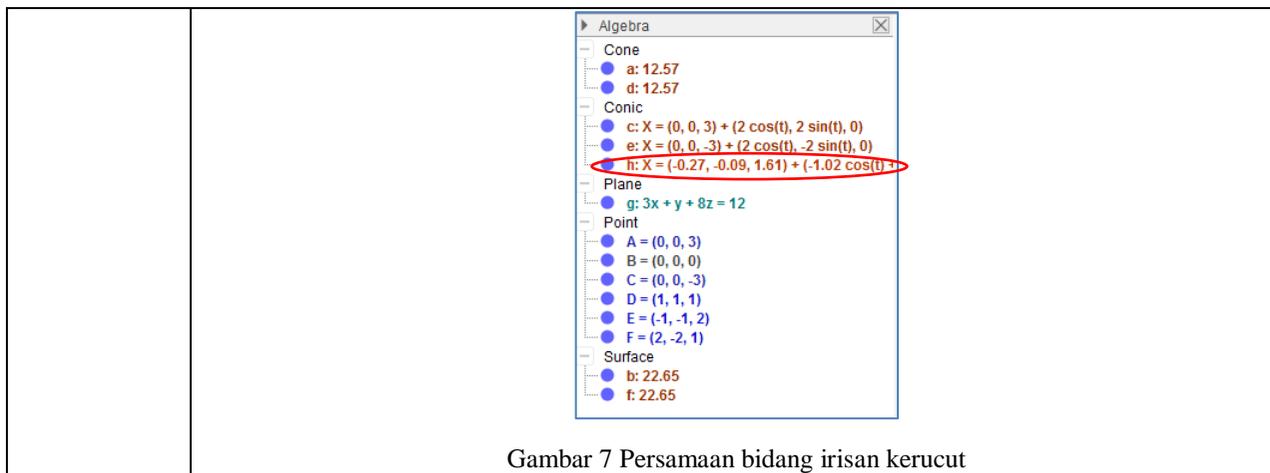
Tombol	
Langkah	Klik titik D , E , dan F (urutan dapat diabaikan) hingga terbentuk bidang seperti gambar 5.



Gambar 5 Konstruksi bidang pengiris

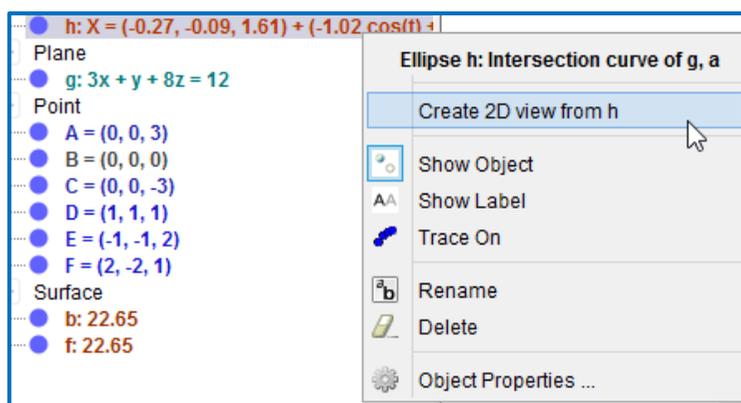
Langkah ketiga adalah menentukan daerah irisan antara kerucut dengan bidang pengiris. Sebelumnya, perhatikan pada panel *Algebra* langkah-langkah di atas akan menghasilkan tampilan berikut.

<p>Tombol</p>	
<p>Langkah</p>	<p>Klik pada bidang pengiris dilanjutkan klik pada kerucut atas (urutan dapat diabaikan). Perhatikan irisan yang terbentuk akan membentuk bidang berwarna berbeda seperti pada gambar berikut.</p>  <p>Gambar 6 Hasil irisan bidang pengiris dan kerucut atas</p> <p>Kemudian perhatikan pula pada panel <i>Algebra</i> akan muncul persamaan <i>Conic</i> yang baru.</p>



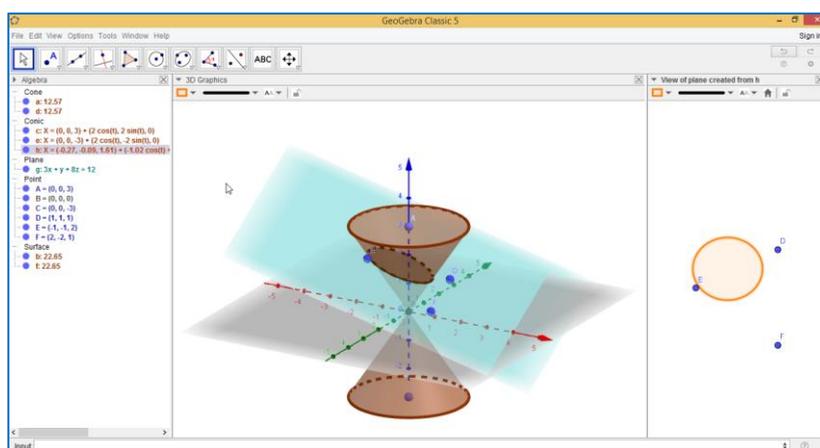
Gambar 7 Persamaan bidang irisan kerucut

Tampilkan hasil irisan kerucut atas dalam bentuk 2-Dimensi dengan klik kanan persamaan Conic di panel *Algebra* kemudian pilih *Create 2D View*.



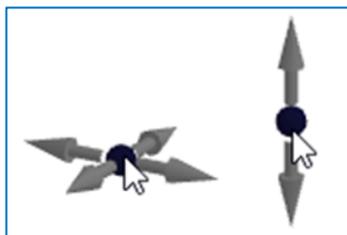
Gambar 8 Pengaturan tampilan 2-Dimensi

Dan akan terbuka jendela tampilan 2-Dimensi dari bidang hasil irisan seperti gambar berikut.



Gambar 9 Tampilan 3-D disertai tampilan 2-D

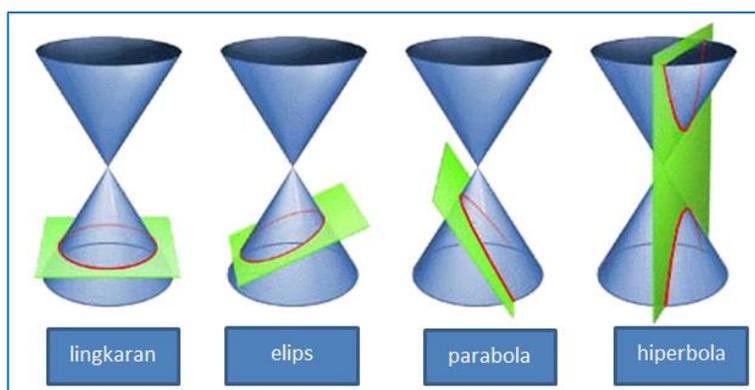
Cobalah menggerakkan titik D , E , atau F untuk mengubah-ubah posisi bidang pengiris dan amati hasil irisan yang terbentuk di jendela 2-Dimensi. Untuk menggerakkan titik yang terletak di ruang 3-Dimensi, arahkan tetikus pada titik yang akan digerakkan maka muncul anak panah searah sumbu- X dan sumbu- Y . Pada saat itulah titik dapat digerakkan searah sumbu- X dan sumbu- Y . Bagaimana jika ingin menggerakkan titik searah sumbu- Z ? Klik satu kali pada titik tersebut maka akan muncul anak panah searah sumbu- Z .



Gambar 10 Menggerakkan titik searah sumbu X , Y dan Z

Ketika bidang pengiris juga menyentuh kerucut bawah, dengan cara yang sama tentukan juga hasil irisan dengan kerucut bawah.

Sebagai bantuan untuk Anda mengamati, cobalah posisikan bidang pengiris seperti gambar berikut.



Gambar 11 Posisi bidang pengiris yang membentuk irisan kerucut

Selamat mencoba!

Referensi:

- <https://www.geogebra.org/>
- Marfuah, (2011). "Ellips: Si Irisan Kerucut yang Berjasa Bagi Penderita Batu Ginjal", LIMAS 28 2011, PPPPTK Matematika.

[https://en.wikipedia.org/wiki/Plane_\(geometry\)](https://en.wikipedia.org/wiki/Plane_(geometry))..

*) Marfuah, M.T.

Widyaiswara PPPPTK Matematika



KONSEP STATISTIKA TERKAIT

METODE HITUNG CEPAT (QUICK COUNT)

*) Ratna Herawati

Sering kita lihat di layar televisi ataupun di media cetak pemberitaan tentang *quick count*, terutama saat pemilu. Kata *quick count* dapat diartikan sebagai hitung cepat, dimana dilakukan penghitungan hasil pemilihan umum secara cepat. Arti cepat disini, lembaga survei sudah dapat memperkirakan perolehan suara setelah beberapa jam se usai pemilihan dilaksanakan. Bandingkan dengan penghitungan resmi yang dilakukan oleh Komite Pemilihan Umum (KPU) yang hasilnya baru diumumkan beberapa minggu setelah pemilihan berlangsung. Keabsahan *quick count* telah diakui secara luas di dunia, dan sampai sekarang merupakan metode yang paling canggih dalam menentukan perkiraan siapa pemenang dari suatu pemilu, tanpa harus menghitung semua suara yang masuk (Wibawa, 2011).

Menurut Wibawa (2011) yang dikutip oleh Hartatik, beberapa manfaat *quick count* di antaranya sebagai berikut:

1. mencegah terjadinya kecurangan sehingga diperlukan publikasi yang luas dan organisasi yang kredibel dan transparan,
2. mengidentifikasi terjadinya kecurangan dengan mencatat inkonsistensi antara hasil yang didapat dengan hasil akhir yang resmi,
3. memprediksi hasil pemungutan suara, terutama jika hasil akhir memakan waktu yang lama dan

dapat berpotensi pada iklim politik yang tidak menentu dan memicu instabilitas,

4. meningkatkan kepercayaan terhadap hasil pemilu dan hasil akhir, dan
5. melaporkan kualitas hasil pemilu melalui data kualitatif yang diperoleh.

Pelaksana *quick count* biasanya adalah lembaga independen yang mempunyai kapasitas yang tinggi dalam dunia statistik. Hasil *quick count* di Indonesia yang dilakukan oleh beberapa lembaga independen di Indonesia selama ini menunjukkan hasil yang akurat. Sehingga masyarakat Indonesia meyakini seolah-olah hasil *quick count* adalah cerminan hasil tabulasi KPU. Hal ini sangat beralasan karena berdasarkan fakta, selisih antar hasil *quick count* dengan hasil tabulasi KPU sangat sedikit. Sebagai contoh adalah hasil Pemilihan Gubernur Jawa Barat yang dilaksanakan tanggal 27 Juni 2018 lalu, yang dimenangkan oleh pasangan Ridwal Kamil. Perbandingan perolehan suara antara hasil tabulasi KPU dengan hasil *quick count* beberapa lembaga independen adalah sebagai berikut:

NAMA Lembaga	RIDWAN KAMIL UJU RIZHARUL LILAN	TRISAMUDOH ANTON CHALISAN	SUDRAJAT ARMAD SYAIBA	DEDY RIZKI DEDI MUBDI	RADI-SASA INDIKA
KPU	32,88 %	12,62 %	28,74 %	25,77 %	
POPULI Center	33,28%	12,36%	28,75%	25,61%	0,21%
LSI Denny JA	33,00%	13,00%	28,00%	26,10%	0,39%
LITBANG Kompas	32,54%	12,20%	29,53%	25,72%	0,40%
SMRC	32,25%	12,77%	29,58%	25,38%	0,50%
CHARTA Politika	33,46%	11,38%	30,16%	25,00%	1,00%

Sumber : Populis Center, 2018

Jika dilihat dari tabel di atas, maka selisih antara hasil yang dikeluarkan KPU dengan hasil hitung cepat beberapa lembaga survei sangat kecil.

Bagaimana lembaga survei bekerja sehingga hasil hitung cepat ini dapat mendekati hasil tabulasi yang dikeluarkan KPU? Menurut LSI dan JIP yang dikutip Hartatik (2011) ada beberapa langkah yang harus dikerjakan dalam melaksanakan *quick count* sebagai berikut:

1. menentukan jumlah Tempat Pemungutan Suara (TPS) yang akan diamati lewat *quick count*,
2. memilih TPS yang akan diamati secara acak,
3. manajemen data (pengamatan, pencatatan, dan analisis data hasil perhitungan suara),
4. publikasi hasil *quick count*.

Jika kita perhatikan langkah-langkah di atas, jelaslah bahwa ilmu statistika memegang peranan yang penting dalam keberhasilan *quick count*. Konsep statistika apa saja yang terkait dengan metode *quick count*?

A. Menentukan *Margin of Error*

Karena dalam *quick count* menggunakan sampel maka ada kemungkinan terjadi kesalahan dalam pengambilan sampel (*sampling error*), biasa disebut sebagai *Margin of Error*. *Sampling Error (Margin of error)* merupakan salah satu bagian yang paling penting dalam *quick count* dan ditulis dalam bentuk persen (%). Semakin sedikit sampel yang diambil maka kemungkinan *sampling error* nya akan semakin besar. Demikian juga sebaliknya, semakin banyak sampel yang diambil, kemungkinan *sampling error*-nya semakin kecil. Karena *sampling error* menentukan derajat akurasi maka besarnya *sampling error* harus ditentukan terlebih dahulu. Mengingat tujuan *quick count* adalah untuk meramalkan hasil perolehan suara kandidat, maka harus dibuat *sampling error* sekecil mungkin sehingga nantinya hasil yang diperoleh dapat mencerminkan populasi yang sebenarnya.

- B. Menentukan jumlah sampel TPS
Untuk menentukan jumlah sampel TPS minimal digunakan rumus berikut.

$$n = \frac{Z^2(P(1 - P)N)}{Z^2(P(1 - P) + (N - 1)E^2)}$$

Dengan

n : jumlah sampel TPS minimal.

Z : mengacu pada tingkat kepercayaan (untuk 90% adalah 1.65, untuk 95% adalah 1.96, untuk 99% adalah 2.58).

$P(1-P)$: keragaman populasi dalam bentuk proporsi. Proporsi dibagi dalam dua bagian

dengan total 100%. Proporsi yang digunakan adalah pada saat keragaman

tertinggi terjadi dimana $p = 50\%$ (atau 0.5).

E : kesalahan *sampling* yang dikehendaki (sama dengan *Margin of Error*).

N : jumlah populasi.

- C. Metode *Sampling*

Setelah menentukan jumlah sampel TPS, maka langkah selanjutnya adalah menentukan lokasi TPS yang akan digunakan untuk sampel. Penentuan lokasi ini dalam statistika disebut dengan metode *sampling*. Ada banyak metode *sampling* yang dikenal dalam statistika, yang secara garis besar dikelompokkan dalam 2 (dua) kategori, yaitu sampel probabilitas dan sampel non probabilitas. Yang termasuk dalam penarikan sampel probabilitas antara lain penarikan

sampel acak sederhana (*simple random sampling*), penarikan sampel *random* terstruktur (*stratified random sampling*), penarikan sampel *random cluster* (*cluster random sampling*) dan *multistage random sampling* (gabungan *stratified random sampling* dan *cluster random sampling*). Umumnya, lembaga survei menggunakan penarikan sampel probabilitas dalam pengambilan data. Sedangkan yang masuk pada sampel non probabilitas antara lain penarikan sampel sistematis, penarikan sampel kuota dan penarikan sampel *purposive*.

DAFTAR PUSTAKA

Estok M, Nevitte N & Cowan G. 2002. *The quick Count and Election Observation*. Washington : NDI

Hartatik & Pramesti G. 2011. *Aplikasi SPSS dalam Quick Count*. Jakarta : PT Elex Media Komputindo

[http://populicenter.org/rilis-media-11-juli-2018-perbandingan-hasil-hitung-cepat-quick count-dan-hasil-rekapitulasi-komisi-pemilihan-umum-kpu-pilkada-serentak-2018-di-sulawesi-selatan-sumatra-selatan-dan-jawa-barat/](http://populicenter.org/rilis-media-11-juli-2018-perbandingan-hasil-hitung-cepat-quick-count-dan-hasil-rekapitulasi-komisi-pemilihan-umum-kpu-pilkada-serentak-2018-di-sulawesi-selatan-sumatra-selatan-dan-jawa-barat/)

Diunduh tanggal 19 Juli 2018

http://staff.uny.ac.id/sites/default/files/peneliti-an/Kismiantini,%20S.Si.,M.Si./A2007_B1.pdf.

Diunduh tanggal 23 Maret 2017.

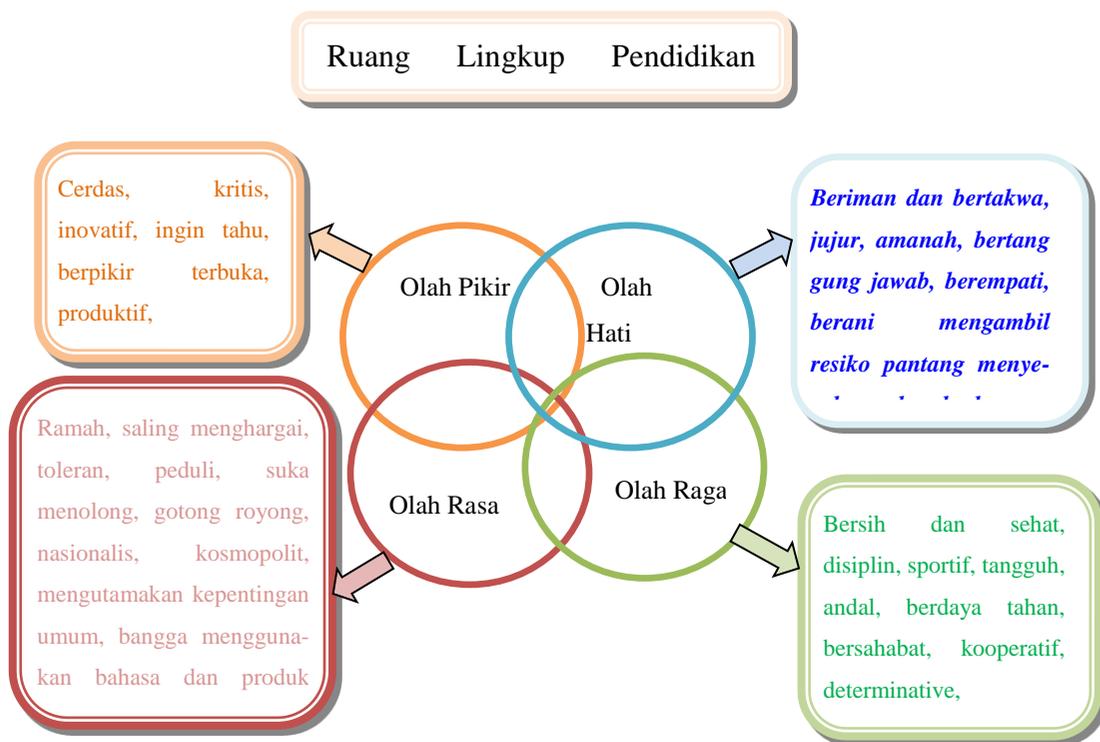
*) Ratna Herawati, M.Si.

MENUMBUHKEMBANGKAN NILAI SIKAP KARAKTER SISWA SD MELALUI PEMBELAJARAN MATEMATIKA

*) Supinah

1. Proses Pendidikan Karakter

Proses pendidikan karakter didasarkan pada totalitas psikologis yang mencakup seluruh potensi individu manusia (kognitif, afektif, psikomotorik) dan fungsi totalitas sosiokultural dalam konteks interaksi dalam keluarga, satuan pendidikan, dan masyarakat. Totalitas psikologis dan sosiokultural dapat dikelompokkan sebagaimana yang digambarkan dalam bagan berikut.

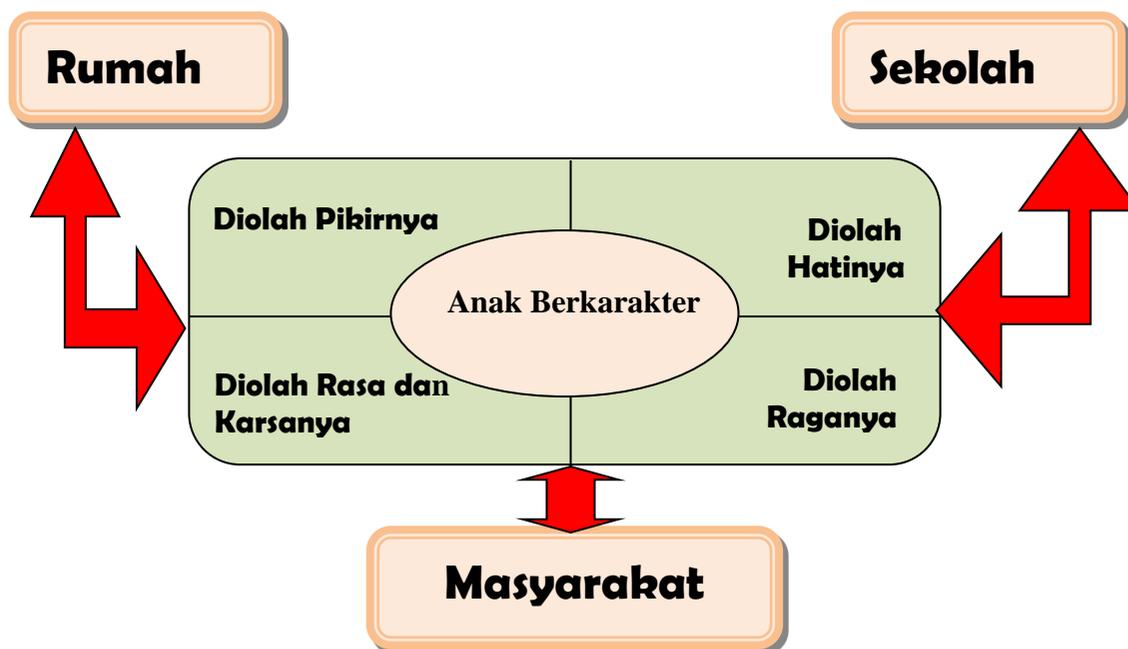


Bagan 1 Ruang Lingkup Pendidikan Karakter

Berdasarkan gambar tersebut di atas, pengkategorian nilai didasarkan pada pertimbangan bahwa pada hakekatnya perilaku seseorang yang berkarakter merupakan perwujudan fungsi totalitas psikologis yang mencakup seluruh potensi individu manusia (kognitif, afektif, dan psikomotorik) dan fungsi totalitas sosial-kultural dalam konteks interaksi (dalam keluarga, satuan pendidikan, dan masyarakat) dan berlangsung sepanjang hayat.

Konfigurasi karakter dalam konteks totalitas proses psikologis dan sosial-kultural dapat dikelompokkan dalam: (1) olah hati (*spiritual & emotional development*); (2) olah pikir (*intellectual development*); (3) olah raga dan kinestetik (*physical & kinesthetic development*); dan (4) olah rasa dan karsa (*affective and creativity development*). Proses itu secara holistik dan koheren memiliki saling keterkaitan dan saling melengkapi, serta masing-masingnya secara konseptual merupakan gugus nilai luhur yang di dalamnya terkandung sejumlah nilai sebagaimana dapat di lihat pada bagan di atas (Desain Induk Pendidikan Karakter, 2010: 8-9, dalam Puskurbuk, 2011).

Sebagai contoh, perhatikan bagan berikut!



Bagan 2 Pembentukan Anak yang Berkarakter

Dalam menjadikan anak berkarakter, tentunya tidak hanya menjadi tanggung jawab sekolah tetapi juga tanggung jawab rumah dalam hal ini orang tua dan masyarakat. Bagaimana sekolah dapat **menjadi bagian** dalam pembentukan karakter anak atau siswa?

Sekolah menjadi pengganti keluarga di dalam memperkenalkan nilai-nilai moral yang tidak diperoleh lagi oleh anak dalam keluarganya. Oleh karena itu, sekolah perlu mewujudkan suatu masyarakat moral dalam kehidupan sekolah, yang akan membantu anak-anak berkembang dengan baik nilai-nilai moralnya sesuai dengan perkembangan usianya. Pendidikan karakter di sekolah sangat diperlukan, untuk melanjutkan pendidikan karakter atau budi pekerti yang sudah dilaksanakan dalam keluarga maupun masyarakat. Namun demikian, sangatlah keliru sekali apabila orang mengira bahwa sudah cukup jika anak itu disekolahkan, dan tidak perlu lagi di dalam rumah atau keluarga diadakan syarat-syarat pendidikan. Segalanya seolah-olah diserahkan secara borongan kepada gurunya. Disinilah orang lupa bahwa anak-anak di sekolah hanya lebih kurang 5 jam saja, sedang sebagian besar dari harinya dialami di luar sekolah, yaitu di dalam rumah, keluarga, atau dalam pergaulan dengan anak-anak yang lain.

Secara umum, kegiatan belajar yang potensial dapat mengembangkan karakter peserta didik memenuhi prinsip-prinsip atau kriteria berikut.

a. Tujuan

Tujuan kegiatan tidak hanya berorientasi pada pengetahuan, tetapi juga sikap. Oleh karenanya, guru perlu menambah orientasi tujuan setiap atau sejumlah kegiatan belajar dengan pencapaian sikap atau nilai tertentu, **seperti kejujuran, rasa percaya diri, kerja keras, saling menghargai**, dan sebagainya.

b. Input

Input yang dimaksud di sini, adalah bahan/rujukan sebagai titik tolak dilaksanakan aktifitas belajar oleh peserta didik. Input dapat berupa teks lisan maupun tertulis, grafik, diagram, gambar, model, chart, benda sesungguhnya, film, dan sebagainya, **Input yang dapat memperkenalkan nilai-nilai adalah yang tidak hanya menyajikan materi/pengetahuan tetapi juga menguraikan nilai-nilai yang terkait dengan materi/pengetahuan tersebut.**

c. Aktivitas

Aktivitas pembelajaran adalah apa yang dilakukan oleh peserta didik (bersama dan/atau tanpa guru) dengan input pembelajaran untuk mencapai tujuan pembelajaran. Aktifitas belajar yang dapat membantu peserta didik menginternalisasi nilai-nilai adalah **aktivitas-aktivitas yang antara lain mendorong terjadinya belajar mandiri dan berpusat pada siswa**. Pembelajaran yang memfasilitasi belajar mandiri dan berpusat pada siswa secara otomatis akan membantu siswa memperoleh banyak nilai. **Contoh-contoh aktivitas belajar tersebut antara lain: diskusi, eksperimen, pengamatan/observasi, debat, presentasi oleh siswa, dan mengerjakan proyek.**

d. Pengaturan (*Setting*)

Pengaturan pembelajaran berkaitan dengan kapan dan dimana kegiatan dilaksanakan, berapa lama, apakah secara individu, berpasangan atau dalam kelompok. Masing-masing pengaturan berimplikasi terhadap nilai-nilai yang terdidik. Sebagai contoh: (1) pengaturan waktu penyelesaian tugas yang pendek (sedikit), akan menjadikan peserta didik terbiasa kerja dengan cepat sehingga menghargai waktu dengan baik, sedangkan (2) kerja kelompok dapat menjadikan siswa memperoleh kemampuan bekerja sama, saling menghargai, dan lain-lain.

e. Peran Guru

Peran guru yang memfasilitasi diinternalisasinya nilai-nilai siswa antara lain guru sebagai fasilitator, motivator, partisipan, dan pemberi umpan balik, mengutip ajaran Ki Hajar dewantara, guru yang dengan efektif dan efisien mengembangkan karakter siswa adalah mereka yang *ing ngarsa sung tuladha* (di depan guru berperan sebagai teladan/memberi contoh), *ing madya mangun karsa* (di tengah-tengah peserta didik, guru membangun prakarsa dan bekerjasama dengan mereka), *tut wuri handsayani* (di belakang guru memberi daya semangat dan dorongan bagi peserta didik). Sebagai contoh, guru sebagai fasilitator untuk menanamkan nilai rasa ingin tahu, tanggung jawab, siswa ditugaskan membaca buku, guru juga membaca buku.

f. Peran Peserta Didik

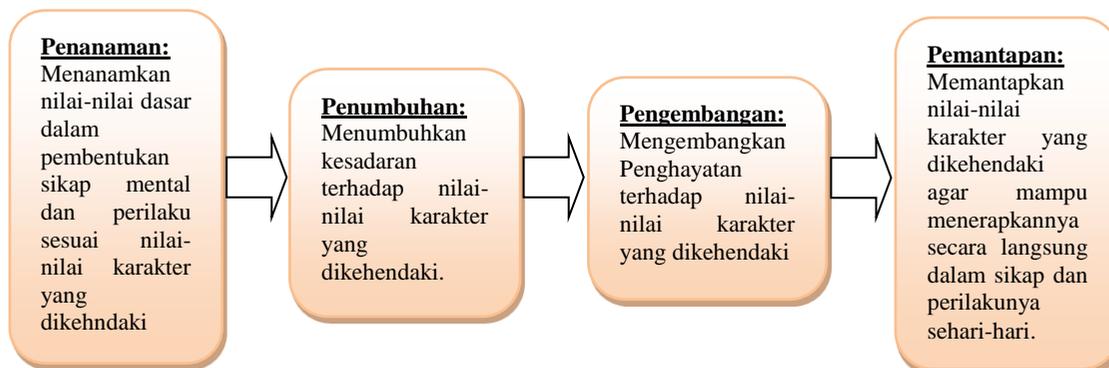
Agar peserta didik terfasilitasi dalam mengenal, menjadi peduli, dan menginternalisasi nilai-nilai karakter budaya bangsa, peserta didik harus diberi peran aktif dalam pembelajaran, antara lain: sebagai partisipan diskusi, pelaku eksperimen, penyaji hasil-hasil diskusi dan eksperimen, pelaksana proyek, dan sebagainya.

Bagaimana menumbuhkembangkan nilai karakter melalui pembelajaran matematika? Berbicara tentang bagaimana menumbuhkembangkan nilai karakter pada pembelajaran matematika, tentunya tidak terlepas dari bagaimana menanamkan kebiasaan (*habituation*) tentang nilai-nilai karakter, yaitu mana yang baik sehingga peserta didik menjadi paham (kognitif) tentang mana yang benar dan salah, mampu merasakan (afektif) nilai yang baik dan biasa melakukannya (psikomotor) melalui pembelajaran matematika.

Paradigma baru pembelajaran kita adalah beralihnya bentuk pengajaran ke pembelajaran. Paradigma baru ini, memberikan peran lebih banyak kepada peserta didik untuk mengembangkan potensi dan kreativitas dirinya. Untuk itu, dalam merencanakan pembelajaran matematika guru hendaknya memasukkan pembelajaran yang mengembangkan nilai-nilai karakter dengan memperhatikan tahapan yang ada.

2. Pelaksanaan Proses Pembelajaran Matematika SD dengan Mengimplementasikan Tahap Pengembangan Pendidikan karakter.

Perhatikan bagan berikut!



Bagan 3 Tahapan Pengembangan Pendidikan Nilai Budaya dan Karakter Bangsa

Dengan melihat bagan di atas, bagaimana melaksanakan pembelajaran matematika SD yang berorientasi pada pendidikan karakter?

Tahap-tahap pengembangan nilai-nilai untuk membentuk karakter atau watak seseorang dalam pembelajaran matematika dapat dilakukan melalui empat tahapan yaitu sebagai berikut.

a. Tahap penanaman

Pada tahap ini merupakan tahap penguasaan dasar, olah pikir yang mantik dan teratur. Pada tahap ini **anak dikenalkan dengan contoh-contoh kongkrit tentang nilai-nilai moral yang berupa etika dan etiket dalam kehidupan sehari-hari yang berlaku di sekolah**, mana yang baik untuk dilakukan dan mana yang tidak baik bila dilakukan. **Anak diberi penjelasan apa konsekuensinya bila ia melanggar, dan apa hadiahnya bila ia**

melakukan tindakan yang terpuji. Dalam implementasinya dipantau guru, bila ia salah dibetulkan dengan cara yang baik, bila benar diberi pujian, sehingga anak tidak takut, karena ketakutan akan mematikan kreatifitas anak.

Pada pelaksanaan pembelajaran di kelas, tahap penanaman ini bisa dilakukan pada saat guru melaksanakan kegiatan **pendahuluan**. Pada tahap ini, guru dapat membangkitkan motivasi dan memfokuskan perhatian peserta didik untuk berpartisipasi aktif dalam proses pembelajaran. Sejumlah contoh yang dapat ditanamkan untuk mengenalkan nilai, membangun kepedulian akan nilai, dan membantu internalisasi nilai atau karakter pada tahap pembelajaran adalah sebagai berikut.

- 1) Guru dapat memberikan contoh pada siswa, seperti: (1) datang tepat waktu (**disiplin**); (2) mengucapkan salam dengan ramah kepada siswa ketika mema-suki ruang kelas (**santun, peduli**); (3) berdoa sebelum membuka pelajaran (**religius**); (4) mengecek kehadiran siswa (**disiplin**); (5) mendoakan siswa yang tidak hadir karena sakit atau karena halangan lainnya (**religius, peduli**).
- 2) Guru dapat **menanamkan kedisiplinan**, seperti: (1) memastikan siswa selalu datang tepat waktu; (2) duduk yang baik; (3) jangan berteriak-teriak.
- 3) Guru dapat **menanamkan kemandirian, tanggung jawab, atau rasa ingin tahu** siswa seperti: (1) menyampaikan tujuan, dan (2) melakukan apersepsi.

Hal-hal seperti tersebut di atas harus selalu mendapat tekanan guru, memberi informasi dan selalu mengingatkan pada siswa tentang hal-hal positif yang harus dilakukan, sebagai contoh: (1) guru melakukan apersepsi agar siswa memiliki **tanggung jawab** dalam belajar, (2) menyampaikan penekanan tujuan apa yang ingin dicapai dalam setiap langkah kegiatan, tidak hanya dari sisi kognitif tetapi juga afektif, seperti pada saat diskusi kelompok guru melatih: **kemandirian dan tanggung jawab** (menjalankan dan menyelesaikan tugas), **kreatifitas** (memiliki berbagai cara dalam menyelesaikan tugas), **kerjasama, disiplin, santun, peduli, toleransi, menghargai orang lain (mau berbagi ilmu, menolong teman yang membutuhkan, berkomunikasi dengan baik dengan teman, mendengarkan pendapat teman)**, dan lain-lain.

b. Tahap penumbuhan

Pada tahap ini, anak dikenalkan dengan aturan-aturan yang ada, maka **anak dibiasakan melakukan sesuatu sesuai dengan aturan** yang telah diketahui dan diinternalisasikan dalam dirinya **menjadi sikap atau kebiasaan hidupnya**. Anak diberikan tanggung jawab untuk melakukan suatu kegiatan yang sesuai dengan tingkatan perkembangan umurnya. Sikap ini **sebagai persiapan untuk menerima pelajaran dan pengetahuan berikutnya**. Seperti misalnya, taat pada aturan, memperhatikan penjelasan guru, mengerjakan tugas dengan baik, tertib, sopan dan lain-lain. **Konsep nilai-nilai moral yang sudah ditanamkan pada diri anak dikembangkan, melalui kegiatan-kegiatan yang konkrit**. Anak diberi kepercayaan untuk melakukan sesuatu dalam bentuk diskusi, *rool playing*, main peran, simulasi, dan sebagainya. Dengan materi tentang etika dan etiket yang membahas tentang nilai-nilai moral dalam kehidupan masyarakat, **siswa diminta memerankan sehingga mereka sekaligus dapat menginternalisasikan nilai-nilai tersebut ke dalam dirinya**. Dengan demikian konsep diri anak akan terbentuk sesuai dengan potensi masing-masing.

Pada pelaksanaan pembelajaran, tahap penumbuhan ini dapat dilakukan pada saat guru melaksanakan **kegiatan Inti**. Dalam pelaksanaan pembelajaran, proses pembelajaran pada tahap eksplorasi, elaborasi, dan konfirmasi, dapat membantu siswa menginternalisasi nilai-nilai karakter. Tahap eksplorasi, elaborasi, dan konfirmasi ini, tergambar di setiap tahapan pada kegiatan inti yang tertuang dalam RPP seperti berikut.

- 1) **Tahap Pertama**, pembelajar berhadapan dengan situasi yang problematis.
- 2) **Tahap kedua**, pembelajar melakukan eksplorasi sebagai respon terhadap situasi yang problematis tersebut.
- 3) **Tahap ketiga**, pembelajar merumuskan tugas-tugas belajar atau “*learning tasks*” dan mengorganisasikannya untuk membangun suatu proses penelitian. Dalam pelaksanaan tahap-tahap tersebut berlangsung proses eksplorasi, yaitu tampak pada saat siswa: (1) mencari informasi dalam menyelesaikan tugas (**mandiri, berfikir logis, kreatif, kerjasama**); (2) menggunakan beragam pendekatan pembelajaran, media pembelajaran, dan sumber belajar lain (**kreatif, kerja keras**); (3) melakukan interaksi antar teman, dengan guru, lingkungan, dan sumber belajar lainnya (**kerja sama, saling menghargai, peduli lingkungan**); (3) secara aktif terlibat dalam kegiatan pembelajaran (**rasa percaya diri, mandiri**); dan (4) melakukan percobaan (**mandiri, kerjasama, kerja keras**).
- 4) **Tahap keempat**, pembelajar melakukan kegiatan belajar individu dan kelompok. Pada tahap ini, berlangsung proses elaborasi, yaitu tampak pada saat siswa: (1) melalui tugas-tugas yang diberikan guru sehingga terbiasa membaca dan menulis (**cinta ilmu, kreatif, logis**); (2) memunculkan gagasan baru baik secara lisan maupun tertulis pada saat diskusi menyelesaikan tugas (**kreatif, percacaya diri, kritis, saling menghargai, santun**); (3) berpikir, menganalisis, menyelesaikan masalah, dan bertindak tanpa rasa takut (**kreatif, percaya diri, kritis**); (4) berkooperatif dan berkolaboratif dengan teman yang lain (**kerjasama, saling menghargai, tanggung jawab**); (5) berkompetisi secara sehat untuk meningkatkan prestasi belajar (**jujur, disiplin, kerja keras, menghargai**); (6) membuat laporan eksplorasi yang dilakukan baik lisan maupun tertulis, secara individual maupun kelompok (**jujur, bertanggung jawab, percaya diri, saling menghargai, mandiri, kerjasama**); (7) menyajikan hasil kerja individual maupun kelompok (**percaya diri, saling menghargai, mandiri, kerjasama**); (8) menghasilkan produk (**percaya diri, saling menghargai, mandiri, kerjasama**); (9) tumbuh kebanggaan dan rasa percaya diri telah menyelesaikan tugas (**percaya diri, saling menghargai, mandiri, kerjasama**).
- 5) **Tahap kelima**, pembelajar menganalisis kemajuan dan proses yang dilakukan dalam proses penelitian kelompok itu. Pada tahap ini, berlangsung proses konfirmasi, yaitu tampak pada saat siswa: (1) mempresentasikan atau menjawab pertanyaan yang diajukan guru ataupun kelompok lainnya (**percaya diri, saling menghargai, santun, kritis, logis**); (2) menanyakannya langsung dalam diskusi kelas apabila belum memahami materi yang dipelajari (**memahami kelebihan dan kekurangan diri sendiri**).

Terkait dengan internalisasi nilai-nilai karakter, selain apa yang sudah dilakukan siswa, guru juga perlu mengembangkannya. Pada kegiatan inti ini guru dapat: (1) berfungsi sebagai narasumber dan fasilitator dalam menjawab pertanyaan peserta didik yang menghadapi kesulitan, dengan menggunakan bahasa yang baku dan benar (**peduli dan santun**); (2) membantu menyelesaikan masalah (**peduli**); (3) memberi acuan agar

peserta didik dapat melakukan pengecekan hasil eksplorasi (**kritis**); (4) memberi informasi untuk bereksplorasi lebih jauh (**cinta ilmu**); (5) memberikan motivasi kepada peserta didik yang kurang atau belum berpartisipasi aktif (**peduli, percaya diri**). Tahapan-tahapan pada kegiatan inti tersebut di atas, tergantung dari pendekatan yang di pilih guru.

c. Tahap pengembangan

Pada tahap ini, merupakan **tahap penguasaan pelajaran dan pengetahuan dalam hubungannya dengan bidang studi sebagai persiapan menghadapi tahap berikutnya**. Anak diberikan tugas dan tanggung jawab yang mendukung kegiatan belajar sesuai dengan tingkatan kelasnya. Misalnya **mengerjakan tugas sesuai dengan aturan, bekerjasama dengan teman, disiplin, percaya diri, tekun, rajin, cermat, gigih, ulet, kerja keras, produktif, sportif, tangguh, tepat waktu, inovatif, mandiri** dan lain-lain. Konsep moral yang sudah terbentuk dalam diri anak dimantapkan, dengan cara anak diberi kesempatan untuk mengaktualisasikan dirinya dalam bentuk kegiatan nyata di lapangan bersama teman-temannya dan anggota masyarakat. Anak didorong untuk berpartisipasi aktif dalam kegiatan tersebut, anak diberi tanggung jawab untuk menyelesaikan suatu pekerjaan, disini akan terlihat bagaimana ia memenuhi tanggung jawabnya, dalam bersikap, bertindak, berbicara, bertingkah-laku, sebagai orang yang bermoral, ber-etika, dan ber-etiket seperti yang diharapkan oleh masyarakat.

Pada pelaksanaan pembelajaran, tahap pengembangan ini, bisa dilakukan guru pada saat melaksanakan **kegiatan penutup**. Pada tahap ini, guru bersama guru dan/atau sendiri: (1) membuat rangkuman/simpulan pelajaran, (**mandiri, tanggung jawab, kerjasama, kritis, dan logis**); (2) melakukan penilaian, dan/atau refleksi terhadap, dan umpan balik kegiatan yang sudah dilaksanakan (**jujur, mengetahui kelebihan dan kekurangan, saling menghargai, percaya diri, santun, kritis dan logis**); (3) guru memberikan tugas-tugas lanjutan atau pemberian soal-soal pemahaman lebih lanjut untuk dikerjakan secara berkelompok dan siswa melaksanakan tugas yang diberikan guru (**mengerjakan tugas sesuai dengan aturan, bekerjasama dengan teman, disiplin, percaya diri, tekun, rajin, cermat, gigih, ulet, kerja keras, produktif, sportif, tangguh, tepat waktu, inovatif, mandiri**).

d. Tahap pematapan

Pada tahap ini, merupakan **tahap penguasaan dalam bidang studi agar dapat digunakan untuk mengikuti pendidikan selanjutnya**. Anak diberikan kepercayaan dan tanggung jawab untuk melaksanakan suatu kegiatan yang sesuai dan mendukung tugas belajarnya. **Nilai-nilai yang sudah menjadi miliknya akan menjadi modal dalam mengembangkan dirinya, khususnya untuk persiapan mengikuti pendidikan selanjutnya ketingkat yang lebih tinggi**. Seperti misalnya punya komitmen, konsisten, disiplin, tekun, ulet, kerja keras, tahan uji, pantang menyerah, teliti, tanggung jawab, jujur, percaya diri, menghargai waktu, dan lain sebagainya.

Dalam mengembangkan nilai-nilai karakter ini, tahap pematapan dilakukan dengan menggunakan pendekatan Sistem Among (ing ngarso sung tulodo, ing madyo mangun karso dan tutwuri handayani) serta pendekatan keteladanan. Jadi dalam hal ini guru akan menjadi inspirasi anak-anak dalam segala ucapan, tindakan yang dilakukan oleh guru. Oleh karena itu guru hendaknya punya komitmen dan konsisten terhadap komitmen yang telah dibuatnya.

Tahap pemantapan ini, dapat dilakukan guru pada kegiatan tindak lanjut dalam bentuk pembelajaran remidi, program pengayaan, layanan konseling, dan/atau memberikan tugas baik tugas individual maupun kelompok yang diberikan dalam rangka tidak hanya terkait dengan pengembangan kemampuan intelektual, tetapi juga kepribadian.

Implementasi pendidikan karakter pada pembelajaran matematika, tidak terlepas dari bagaimana menanamkan kebiasaan (*habituation*) tentang nilai-nilai karakter, yaitu mana yang baik sehingga peserta didik menjadi paham (kognitif) tentang mana yang benar dan salah, mampu merasakan (afektif) nilai yang baik dan biasa melakukannya (psikomotor) melalui pembelajaran matematika.

Pengimplementasikan pendidikan karakter melalui pembelajaran matematika dilakukan dalam 3 tahapan, yaitu: perencanaan, pelaksanaan, melakukan penilaian. **Tahap perencanaan**, meliputi pembuatan silabus dan RPP. Untuk dapat memfasilitasi terjadinya pembelajaran yang membantu peserta didik mengembangkan karakter, maka komponen-komponen yang ada dalam silabus yaitu: kegiatan pembelajaran, indikator pencapaian kompetensi, dan pada teknik penilaian pembelajaran perlu ditambahkan nilai-nilai karakter.

Tahap pelaksanaan, terbagi dalam 3 tahap, yaitu pendahuluan, inti, dan penutup, sedangkan pada kegiatan inti mengembangkan kegiatan eksplorasi, elaborasi, dan konfirmasi yang fokus pada 5 M, yaitu mengamati, menanya, mengumpulkan informasi, mengasosiasi, dan mengkomunikasikan. Sementara itu, tahap-tahap pengembangan nilai-nilai untuk membentuk karakter atau watak seseorang dalam pembelajaran matematika dapat dilakukan melalui empat tahapan yaitu: tahap penanaman, tahap penumbuhan, tahap pengembangan, dan tahap pemantapan. Keempat tahapan tersebut diaplikasikan kedalam kegiatan pendahuluan, inti, dan penutup dengan menyesuaikan tahapan yang ada.

3. Peta Nilai dan Indikator Pendidikan Budaya dan Karakter Bangsa pada Mata Pelajaran Matematika di Sekolah Dasar.

Ada 2 (dua) jenis indikator, yaitu **pertama, indikator untuk sekolah dan kelas**. Indikator sekolah dan kelas adalah penanda yang digunakan oleh kepala sekolah, guru, dan personalia sekolah dalam merencanakan, melaksanakan dan mengevaluasi sekolah sebagai lembaga pelaksana pendidikan karakter. Indikator ini berkenaan juga dengan kegiatan sekolah yang diprogramkan dan kegiatan rutin sehari-hari disekolah. **Kedua, indikator untuk mata pelajaran**. Indikator mata pelajaran menggambarkan perilaku afektif seseorang peserta didik berkenaan dengan mata pelajaran yang diajarkan. Indikator dirumuskan dalam bentuk perilaku peserta didik di kelas atau sekolah yang dapat diamati oleh guru ketika seorang peserta didik melakukan suatu tindakan atau kegiatan, seperti dalam menerima tugas dari guru, dalam mengerjakan pekerjaan rumah, hasil tulisan, dan lain-lain.

Sementara itu, dalam kurikulum 2013 Matematika merupakan salah satu mata pelajaran yang diberikan mulai kelas 1 (satu) sampai dengan kelas 6 (enam). Salah satu tujuan pembelajaran matematika adalah untuk mempersiapkan siswa agar sanggup menghadapi perubahan keadaan di dalam kehidupan dan di dunia yang selalu berkembang, melalui bertindak atas dasar pemikiran secara logis, rasional, kritis, cermat, jujur, dan efektif (Kurikulum pendidikan Dasar 2013, kemendikbud). Hal tersebut menunjukkan adanya nilai dan sikap yang harus dapat dimiliki siswa melalui pembelajaran matematika. Menurut Estiningsih (1999), pemikiran secara logis, rasional, kritis, cermat, jujur, dan efektif sebagai berikut.

- a. Pemikiran secara logis, merupakan cara berpikir yang menggunakan aturan sebab akibat yang menciptakan suatu keputusan atau pemahaman. Seseorang yang melakukan pemikiran secara logis memerlukan pengetahuan penanganan masa lampau dan masa mendatang dari masalah yang sedang dipikirkan.
- b. Pemikiran secara rasional sebagai pemikiran yang masuk akal artinya hasil berpikir selain diciptakan menggunakan aturan logika juga berdasarkan atau bertolak dari kejadian yang nyata.
- c. Pemikiran secara kritis merupakan cara berpikir untuk menciptakan suatu keputusan atau pemahaman dengan menggunakan beberapa pertimbangan, seperti: keuntungan/kerugian bila keputusan ditolak/diterima; kekuatan/kelemahan suatu keputusan; tingkat pertanggungjawaban dan lain-lain.
- d. Pemikiran cermat merupakan cara berpikir yang sangat memperhatikan keseluruhan bagian-bagian yang dimiliki suatu masalah yang sedang dipikirkan.
- e. Pemikiran secara jujur merupakan cara berpikir yang memerlukan keberanian berbicara dan rasa aman/terlindungi dari berbagai hal yang mungkin dapat menimpa diri,
- f. Pemikiran secara efektif adalah berfikir pada permasalahan dan alternatif penyelesaiannya. Keputusan atau pemahaman yang diciptakan cenderung dapat menyelesaikan masalah dan akibatnya.

Disamping itu, dalam pembelajaran matematika yang dapat membentuk peserta didik memiliki nilai karakter antara lain hal berikut.

- a. **Karakter utama** untuk pelajaran matematika meliputi **berpikir logis, kritis, kerja keras, keingintahuan, kemandirian, percaya diri.**
- b. **Karakter pokok** meliputi **religius, jujur, cerdas, tangguh, peduli, dan demokratis.**

Nilai-nilai lain yang dapat dikembangkan dalam pembelajaran matematika, antara lain sebagai berikut.

- a. **Teliti**, adalah suatu sikap kehati-hatian, kecermatan, kesungguhan dalam mengerjakan tugas.
- b. **Tekun**, adalah suatu sikap kesabaran, ketelitian, kehati-hatian, kecermatan dalam mengerjakan tugas.
- c. **Kerja keras**, adalah sikap sungguh-sungguh dalam mengerjakan sesuatu untuk mendapatkan hasil yang optimal.
- d. **Rasa ingin tahu**, adalah suatu usaha yang dilakukan untuk mengetahui lebih banyak dan mendalam tentang sesuatu hal yang sedang dilihat, didengar dan dipelajari.
- e. **Pantang menyerah**, adalah suatu usaha yang dilakukan dengan sungguh-sungguh, dengan segala tantangan, rintangan dan hambatan untuk mencapai kesuksesan dalam belajar.

Sebagai contoh indikator untuk karakter adalah sebagai berikut.

- a. **Keingintahuan memiliki indikator: bertanya** kepada guru atau teman tentang materi pembelajaran, **berupaya mencari** dari sumber belajar tentang konsep/masalah yang dipelajari/dijumpai, **berupaya untuk mencari** masalah yang lebih menantang, dan **aktif dalam mencari informasi.**
- b. **Kemandirian** memiliki indikator: **melakukan sendiri tugas** yang menjadi tanggung jawabnya, **memiliki keyakinan diri** dapat menyelesaikan masalah yang dihadapi, dan **memiliki kemampuan akan dirinya.**

Indikator-indikator tersebut dapat digunakan untuk menyusun instrumen/observasi nilai karakter yang diharapkan.

Sejak jaman dahulu dulu, pendidikan karakter sebenarnya sudah dilaksanakan oleh para guru, pada saat membelajarkan materi ajar maupun dalam kesehariannya siswa di sekolah. Idealnya, pendidikan karakter diajarkan dan dibantukan secara sinergis melalui semua mata pelajaran, lingkungan sekolah, orangtua, media dan masyarakat. Tanpa kerja sama dari semua pihak, maka pendidikan karakter tidak akan berhasil dengan baik.

Beberapa hal lain yang perlu dilakukan oleh guru untuk mendorong dipraktikkannya nilai-nilai adalah sebagai berikut. **Pertama, guru harus merupakan seorang model dalam karakter.** Dari awal hingga akhir pelajaran, tutur kata, sikap, dan perbuatan guru harus merupakan cerminan dari nilai-nilai karakter yang hendak ditanamkannya.

Kedua, pemberian *reward* kepada siswa yang menunjukkan karakter yang dikehendaki dan memberikan *punishment* kepada mereka yang tidak menunjukkan karakter yang dikehendaki. *Reward* dan *punishment* yang dimaksud dapat berupa ungkapan verbal dan non verbal, kartu ucapan selamat atau catatan peringatan, dan sebagainya. Untuk itu, guru harus menjadi pengamat yang baik bagi setiap siswanya selama proses pembelajaran.

Ketiga, harus dihindari olok-olok ketika ada siswa yang datang terlambat atau menjawab pertanyaan dan/atau berpendapat kurang tepat/relevan. Kebiasaan mengolok-olok terhadap siswa yang lain harus di jauhi, untuk menumbuhkembangkan sikap bertanggung jawab, empati, kritis, kreatif, inovatif, rasa percaya diri dan sebagainya.

Selain itu, **setiap kali guru memberi umpan balik dan/atau penilaian kepada siswa, guru harus mulai dari aspek-aspek positif atau sisi-sisi yang telah kuat/baik pada pendapat, karya, dan/atau sikap siswa.** Guru memulainya dengan memberi penghargaan pada hal-hal yang telah baik dengan ungkapan verbal dan/atau non verbal dan baru kemudian menunjukkan kekurangan-kekurangannya dengan 'hati'. Dengan cara ini, sikap-sikap saling menghargai dan menghormati, kritis, dan kreatif, percaya diri, santun, dan sebagainya akan tumbuh subur.

Daftar Pustaka

- Estiningsih. 1999. *Menumbuhkembangkan nilai Sikap Matematika Siswa SD melalui Pembelajaran Matematika (Paket Pembinaan penataran)*. Yogyakarta: PPPG Matematika.
- Supinah. 2011. *Pengembangan Pendidikan Budaya dan Karakter Bangsa Melalui Pembelajaran Matematika Di Sekolah Dasar*. Yogyakarta: PPPPTK Matematika.
- Pusat Kurikulum. 2010. *Pengembangan Pendidikan Budaya dan Pendidikan Karakter Bangsa (Bahan Pelatihan Penguatan Metodologi pembelajaran berdasarkan nilai-nilai budaya untuk membentuk daya saing dan karakter bangsa)*. Jakarta: kementerian Pendidikan nasional)

*) Dr. Supinah

Widyaiswara PPPPTK Matematika



Kepala PPPPTK Matematika, Dr. Dra. Daswatia Astuty, M.Pd. memimpin upacara peringatan Hari Pi di halaman PPPPTK Matematika Yogyakarta



Dr. Dra. Daswatia Astuty, M.Pd. di dampingi pejabat struktural dan fungsional PPPPTK Matematika melepas balon Pi ke angkasa.



Peserta Out bound PPPPTK Matematika bergandengan tangan membentuk lingkaran besar sebagai simbol kerjasama/sinergi yang kuat antar pegawai PPPPTK Matematika



Peserta outbond mengikuti permainan menulis pena raksasa untuk membangun kekompakan dan kerjasama antar peserta outbond

Hari Pi

**Outbond
PPPPTK Matematika**

PRIMATIKA

Pertemuan Ilmiah Matematika

Mendikbud, Prof. Dr. Muhajir Efendy, M.A.P. di damping Kepala PPPPTK Matematika, Dr. Dra. Daswatia Astuty, M.Pd. (kebaya hijau), ketika tanya jawab dengan peserta Primatika di Ruang Science Theatre, Taman Pintar Yogyakarta.



PRIMATIKA

PRIMATIKA

PRIMATIKA



Menteri Pendidikan dan Kebudayaan, Prof. Dr. Muhadjir Effendy, MAP., berfoto bersama dengan peserta Primatika dengan didampingi oleh Sekretaris Jenderal Kemendikbud, Didik Suhardi, Ph.D., dan Kepala PPPPTK Matematika, Dr. Dra. Daswatia Astuty, M.Pd., di Gedung Science Theatre Taman Pintar tanggal 21 April 2018

