

PEMBELAJARAN MATEMATIKA PADA ERA INDUSTRI 4.0, SUATU TANTANGAN BAGI GURU DAN PENDIDIK MATEMATIKA

Fadjar Shadiq

Purna Tugas WI Madya PPPPTK Matematika & Mantan Deputy Direktur untuk Administrasi *SEAMEO QITEP in Mathematics*, Yogyakarta

Telepon Pribadi: (0274)880762 atau 08156896973

e-mail: fadjar_p3g@yahoo.com & weblog: www.fadjarp3g.wordpress.com

Abstrak

Pembelajaran matematika di kelas harus mengacu pada Penguatan Pendidikan Karakter, Literasi, 4C dan *Higher Order Thinking Skill*. Pertanyaannya: ‘Apakah Arah Kurikulum tersebut sudah dilaksanakan para guru?’ Kegiatan ini bertujuan untuk: menentukan keterampilan berpikir serta karakter yang harus dimiliki para siswa; menentukan proses pembelajaran di kelas yang harus dilakukan para guru matematika serta menentukan peran para guru matematika selama proses pembelajaran sedemikian sehingga siswanya mampu bersaing dengan siswa dari Negara lain pada era industri 4.0., apalagi sebagai akibat dari aplikasi industri 4.0, adalah ketimpangan yang makin besar. Dua aspek yang harus menjadi perhatian guru matematika adalah ‘kreativitas’ dan ‘berpikir kritis.’ Selama proses pembelajaran guru dapat menggunakan pendekatan pemecahan masalah dan pendekatan saintifik. Semboyan pendidikan Ki Hadjar Dewantara (KHD) dapat digunakan untuk meningkatkan pembelajaran matematika di kelas.

Kata Kunci: Industri 4.0., kreativitas, berpikir kritis, pendekatan pemecahan masalah dan pendekatan saintifik.

Abstract

Mathematics learning in the classroom must refer to the Strengthening Character Education, Literacy, 4C and Higher Order Thinking Skill. The question: Has the direction of the curriculum been implemented by the teachers?’ This activity aims to: determine the thinking skills and character that students must possess; determine the learning process in the classroom that must be done by mathematics teachers and determine the role of mathematics teachers during the learning process so that students are able to compete with students from other countries in the industrial era 4.0., especially the competitiveness of every county will be greater than in the past, as a consequent of the use of industrial 4.0. The two aspects that must be the concern of mathematics teacher are ‘creativity’ and ‘critical thinking’. During the learning process the teacher can use a problem solving approach and scientific approach. The education motto of Ki Hadjar Dewantara (KHD) can be used to improve mathematics learning in the classroom.

Keywords: Industry 4.0, creativity, critical thinking, problem solving approach and scientific approach.

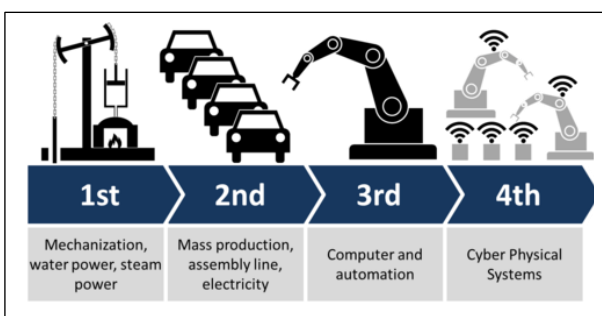
PENDAHULUAN

Dimulai 18 November 1912, Muhammadiyah telah membangun beberapa Amal Usaha Muhammadiyah (AUM) yang mengagumkan. Pertanyaannya: (1) Mengapa Persyarikatan berkembang pesat? (2) Apa kita bangga dengan perkembangan itu? (3) Apa yang harus diperbuat berikutnya? Menurut penulis, salah satu kunci sukses warga Persyarikatan membangun AUM-nya, adalah warga menganggap kegiatan di Persyarikatan adalah bagian dari ‘ibadah’, Muhammadiyah telah berhasil ‘membumikan’ al Quran dan telah berhasil memotivasi warganya untuk menggunakan ‘akal’ dalam masalah ‘dunia’. Namun, masih banyak surah-surah lain dalam al Quran yang perlu diimplemantasikan warga Muhammadiyah. Karenanya, setiap AUM, idealnya, harus menjadi pusat-pusat unggulan (*centre of excellent*) yang ‘berkemajuan’, termasuk bangsa ini masih memerlukan kiprah UM dalam menghadapi Era Revolusi Industri 4.0.

Industri 4.0.

https://id.wikipedia.org/wiki/Industri_4.0, dari Wikipedia bahasa Indonesia, ensiklopedia bebas menunjukkan diagram berikut tentang perkembangan industri, dimulai dari Industri 1.0 sampai dengan Industri 4.0. Industri 1.0 hadir dalam konteks *steam engine* atau mesin uap.

Industri 2.0 hadir dalam konteks ‘*mass production*’ atau produksi massal yang menggunakan ‘ban



berjalan' serta penggunaan listrik secara masif. Revolusi Industri 2.0 dimulai pada saat pabrik mobil memproduksi mobil secara massal. Berikutnya, Industri 3.0 diawali sekitar tahun 90-an, dengan munculnya komputer sehingga memungkinkan dimulainya otomatisasi (*automation*) pekerjaan di industri, di mana terjadi pergantian tenaga manusia dengan tenaga mesin yang secara otomatis. Kerja manusia sudah dapat diganti 'robot'. Akhirnya muncul Industri 4.0. Istilah "*Industrie 4.0*" berasal dari sebuah proyek dalam strategi teknologi canggih yang mengutamakan komputerisasi pabrik. Pada Oktober 2012, Working Group on Industry 4.0 memaparkan rekomendasi pelaksanaan Industri 4.0. Laporan akhir *Working Group Industry 4.0* dipaparkan di *Hannover Fair* tanggal 8 April 2013.

Industri 4.0 menghasilkan "pabrik cerdas". Di dalam pabrik cerdas berstruktur moduler itu, sistem siber-fisik mengawasi proses fisik, menciptakan salinan dunia fisik secara virtual, dan membuat keputusan yang tidak terpusat. Lewat Internet untuk segala, *internet of things (IoT)*, sistem siber-fisik berkomunikasi dan bekerja sama dengan satu sama lain dan manusia secara bersamaan. Lewat 'komputasi awan', layanan internal dan lintas organisasi disediakan dan dimanfaatkan oleh



berbagai pihak di dalam rantai nilai. Pemerintah Indonesia, terus membahas industri 4.0 tersebut dengan istilah '*Making Indonesia 4.0.*' **Menteri Perindustrian menjelaskan bahwa pihaknya menyusun roadmap industri 4.0 dengan bantuan sejumlah pihak. Kemenperin mengundang Fraunhofer yang menginiasi di Jerman kemudian bekerjasama dengan JETRO, JICA, dan secara khusus dengan AT Kearney untuk menyusun seluruh roadmap yang sudah diselesaikan," sambungnya. Paparan Menperin tersebut menunjukkan bahwa Indonesia terlalu banyak dibantu 'orang luar' dan 'belum mandiri'.**

Sebagai mantan pendidik dan guru matematika, penulis ikut merasa gagal melihat bangsa lain di Asia seperti Jepang, Cina dan Korea Selatan berpikiran kritis, inovatif dan kreatif sedangkan bangsa sendiri tidak. Bukankah itu semua buah manis hasil pendidikan mereka? Beberapa pertanyaan yang dapat diajukan berkaitan dengan implementasi Industri 4.0 di Indonesia adalah: "Kapan Indonesia mampu bersaing dengan warga Negara lain dalam pengimplementasian Industri 4.0 tersebut? Apakah kita rela siswa di perguruan Muhammadiyah dan di Indonesia hanya berperan sebagai penggembira? Bagaimana caranya agar siswa di perguruan Muhammadiyah dan di Indonesia menjadi pemain? Apa yang 'dibutuhkan' siswa kita, agar berperan sebagai 'pemain' pada era industri 4.0 di Indonesia? Apa yang harus kita perhatikan? Keterampilan berpikirnya? Karakter yang mendorong pencapaian peran tersebut? Apa yang harus 'dilakukan' guru dan siswa, selama proses pembelajaran di kelas, agar para siswa kita dapat berperan sebagai 'pemain' pada era industri 4.0 di Indonesia? Peran apa saja yang harus 'dilakukan' guru, agar para siswanya dapat berperan sebagai 'pemain' pada era industri 4.0 di Indonesia? Lalu apa peran UMT? Bagaimana UMT mengambil peran tersebut?"

Nugraha (2018) mengutip pendapat Schwab (2017) tentang Industri 4.0 yaitu: Kecepatan, keluasan dan kedalaman, dampak sistemik (terhadap negara, masyarakat, industri, dan perusahaan). Akibatnya, kendaraan tanpa pengemudi, mesin cetak 3D, robot canggih, dan material baru, digital, biologis. Industri 4.0 diperkirakan terjadi pada tahun 2025. Namun dampak sistemik: ketimpangan sebagai tantangan terbesarnya. Selanjutnya, Schwab (2017) menyatakan tentang lima kelompok dampak industri 4.0, yaitu: (1) Ekonomi – pertumbuhan, pekerjaan, sifat kerja. (2) Bisnis – ekspektasi konsumen, produk dengan data yang lebih baik, inovasi kolaboratif, model operasi baru. (3) Hubungan Nasional-Global – Pemerintahan; Negara, Region dan Kota; Keamanan Internasional. (4) Masyarakat – ketimpangan dan kelas menengah, komunitas. (5). Individu – identitas, moralitas dan etika; koneksi antar-manusia, pengelolaan informasi publik dan privat. Mampukah siswa kita bersaing?

Permasalahan Pembelajaran Matematika

Berikut ini adalah contoh soal sukar pada Ujian Nasional Matematika 2018 (Badan Penelitian dan Pengembangan, 2018:19), matematika SMP mewakili kompetensi kelompok siswa kemampuan baik dengan nilai 70-85.

3. Seorang pengamat berada di atas mercusuar yang tingginya 12 meter. Ia melihat kapal A dan kapal B yang berlayar di laut. Jarak pengamat dengan kapal A dan B berturut-turut 20 meter dan 13 meter. Posisi kapal A, kapal B, dan kaki mercusuar terletak segaris. Jarak kapal A dan kapal B adalah

Pranoto (2018:5) menyatakan bahwa hanya 22% siswa yang ikut UN menjawab benar, maka pertanyaan yang dapat diajukan adalah: (1) Mampukah siswa Indonesia, termasuk yang dari perguruan Muhammadiyah, bersaing pada Era Industri 4.0.? (2) Adakah yang salah dalam pendidikan kita? (3) Apa yang harus dilakukan untuk menaikkan persentase siswa yang menjawab benar? Apa yang harus dilakukan Guru matematika? Sekolah? LPTK? Lembaga Diklat?

Tujuan Kegiatan

Dari penjelasan di atas, secara umum permasalahan yang dihadapi bangsa Indonesia adalah ketidak-mampuan bangsa kita bersaing dengan bangsa dan Negara lain. Karenanya, secara umum kegiatan ini bertujuan untuk meningkatkan kemampuan para siswa bersaing dengan siswa Negara lain pada era industri 4.0 melalui pendidikan matematika. Secara khusus kegiatan ini bertujuan untuk:

1. Menentukan pengetahuan, keterampilan berpikir atau proses serta watak atau karakter yang harus dimiliki para siswa agar mampu bersaing dengan siswa Negara lain pada era industri 4.0.
2. Menentukan proses pembelajaran di kelas yang harus dilakukan para guru matematika agar siswanya mampu bersaing dengan siswa Negara lain pada era industri 4.0.
3. Menentukan peran para guru matematika selama proses pembelajaran sedemikian sehingga siswanya mampu bersaing dengan siswa dari Negara pada era industri 4.0.

Manfaat Hasil Kegiatan

Manfaat hasil kegiatan ini adalah: Dapat menjadi pedoman untuk diimplementasikan bagi para guru matematika selama proses pembelajaran agar siswanya mampu bersaing dengan siswa Negara lain pada era industri 4.0. Dapat menjadi bahan pelatihan di Musyawarah Guru Mata Pelajaran (MGMP) SMP, SMA dan SMK atau Kelompok Kerja Guru (KKG) SD. Dapat menjadi bahan rujukan di lembaga pelatihan guru.

Keterbatasan Kegiatan

Keterbatasan kegiatan ini adalah belum dilakukannya uji secara langsung di kelas-kelas matematika sehingga belum ada data mengenai keberhasilan atau kegagalannya. Studi lanjutan masih diperlukan untuk mengetahui keefektifan kegiatan ini di kelas. Di samping itu, keterbatasan kegiatan ini adalah hanya berkait dengan inovasi pembelajaran matematika pada era industri 4.0., sehingga pembicaraannya hanya berkait dengan pendidikan matematika secara umum, seperti bagaimana memfasilitasi siswa menjadi ‘pemecah masalah’ dan ‘inovator’ yang ‘tangguh’, ‘kreatif’ dan ‘kritis’. Artinya, pembicaraannya tidak berkait langsung dengan materi industri 4.0., seperti bagaimana memfasilitasi siswa mengenai ‘pabrik cerdas’, sistem siber-fisik, internet untuk segala, *internet of things* (IoT), sistem siber-fisik berkomunikasi dan ‘*komputasi awan*’.

METODE KEGIATAN

Makalah ini berupa tinjauan ilmiah yang berisi ide/gagasan penulis dalam upaya mengatasi masalah ketidak-mampuan bangsa sendiri bersaing dengan bangsa lain. Metode pada kegiatan ini adalah ‘studi referensi’ di mana penulis telah menggunakan beberapa referensi seperti berikut: buku, power point, website, artikel, jurnal pendidikan matematika, dan contoh pembelajaran matematika.

HASIL DAN PEMBAHASAN

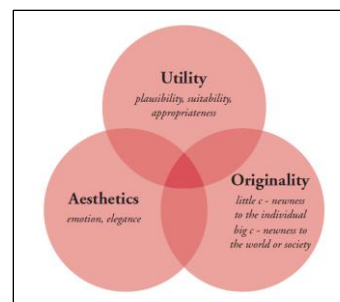
Untuk menghasilkan jawaban terhadap tujuan kegiatan ini, maka hal-hal berikut yang menjadi perhatian penulis. Yaitu: (1) Siswa yang menjadi fokus perhatian penulis. (2) Contoh nyata proses pembelajaran matematika di kelas. (3) Contoh-contoh yang ada pada kegiatan ini, dapat diaplikasikan guru di kelasnya. Berikut ini, hasil dan pembahasannya.

Kompetensi Siswa pada Era Industri 4.0.

Pengetahuan, *content* atau *strand* adalah topik seperti sudut, luas, bilangan bulat ataupun ukuran pemusatan. Tentunya para pakar pendidikan matematika akan menentukan pengetahuan yang harus dipelajari siswa. Rugianto (2018:7), berdasar arahan Kurikulum, telah menyatakan: "... dalam penyusunan RPP ... harus muncul empat macam hal yaitu PPK (Penguatan Pendidikan Karakter), Literasi, 4C dan *HOTS (Higher Order Thinking Skill)*." Intinya, selama proses pembelajaran matematika di kelas, para siswa harus difasilitasi untuk tidak hanya menghafal saja. adversity

Keterampilan berpikir

Dari empat konsep 4C tersebut di atas, penulis akan lebih fokus pada 2 konsep utama yang berkait langsung dengan pembelajaran matematika, yaitu *critical thinking* (berpikir kritis) dan *creative thinking* (berpikir kreatif, Kampilis dan Berki, 2014) atau *creativity* (Hughes dan Acedo, 2016). Kreativitas menurut Kamus Besar Bahasa Indonesia (Depdiknas, 2002, p.599) berarti: "a) kemampuan untuk mencipta, daya cipta, dan b) perihal berkreasi, kekreatifan." Selanjutnya, Hughes dan Acedo (2016:16), menyatakan: "*There are many definitions of creativity, but they have in common these essential elements: (1) Utility: plausibility, suitability, appropriateness. (2) Aesthetics: emotion, elegance. (3) Originality: little c – newness to the individual, big c - newness to the world or society.*" Pada intinya, sebagaimana dinyatakan Hughes dan Acedo (2016:16): "*Students use creativity to rethink situations from new perspectives, to see approaches that are not apparent at first, and to respond to situations with elegance, utility and novelty.*"



Menurut Kamus Besar Bahasa Indonesia (Depdiknas, 2002, p.601) kata 'kritis' berarti: "a) bersifat tidak lekas percaya; b) bersifat selalu berusaha menemukan kesalahan atau kekeliruan; dan c) tajam dalam penganalisan." Selanjutnya, Hughes dan Acedo (2016:13), menyatakan bahwa berpikir kritis adalah istilah yang populer dan menjelaskan, secara sederhana, prinsip-prinsip pemikiran "baik" atau "jelas", "*good*" or "*clear*" thinking. "*Good thinking*" is the ability to judge arguments or points of view with intelligence and to not be influenced by ideology, fundamentalism, indoctrination, prejudice, or unverified beliefs. *Critical thinking allows students to think for themselves.*"

Pada https://en.wikipedia.org/wiki/Carl_Friedrich_Gauss dinyatakan bahwa Gauss ketika duduk di bangku Sekolah Dasar, dihukum untuk menentukan hasil dari penjumlahan dari $1 + 2 + 3 + 4 + \dots + 97 + 98 + 99 + 100$. Mungkin yang Gauss dan Anda lakukan adalah menjumlahkan secara berurutan. Dimulai dengan $1+2=3$. Lalu menjumlahkan hasil tersebut dengan 3, yaitu $3+3=6$. Diikuti dengan $6+4=10$. Diikuti lagi dengan $10+5=15$. Dan seterusnya. Terakhir, menentukan hasil penjumlahan tersebut dengan 100. Namun kapan selesainya menentukan hasil penjumlahan itu? Gauss muda lalu berusaha mencari jalan lain yang lebih cepat dan tepat. Gauss muda dapat memecahkan masalah tersebut dengan benar. Kita menduga, yang dilakukan Gauss dapat ditunjukkan dengan diagram berikut.

1. Karena $1+100 = 101$, $2+99 = 101$, $3+98 = 101$, ... , maka Gauss menyimpulkan bahwa setiap bilangan memiliki pasangan sehingga jumlahnya 101.
2. Karena terdapat 100 bilangan yang akan dijumlahkan, maka Gauss menyimpulkan bahwa akan ada 50 pasang bilangan yang jumlahnya 101.
3. Jadi, Gauss menyimpulkan bahwa jumlah 100 bilangan asli pertama ($1 + 2 + 3 + 4 + \dots + 97 + 98 + 99 + 100$) adalah $50 \times 101 = 5.050$.

$$\underbrace{1 + 2 + 3 + 4 + \dots + 97 + 98 + 99 + 100}_{101}$$

Jadi, jelaslah bahwa yang dilakukan Gauss pertama kali adalah mengamati (*observing*). Selanjutnya, Gauss mengajukan pertanyaan (*questioning*) seperti: (1) Kalau ada 2 bilangan lain dijumlahkan, kok hasilnya 101? (2) Kebetulan atau harus memang begitu? (3) Bagaimana menunjukkan bahwa hasil tersebut memang harus begitu? Pertanyaan tersebut harus dijawab untuk meyakinkan diri sendiri dan orang lain. Gauss juga menalar dengan mengajukan alasan atau kemasuk-

akalan hasil tadi (*reasoning*). Terakhir Gauss mengomunikasikan ide dan temuannya (*communicating*). Pada waktu belajar matematika, seharusnya siswa difasilitasi untuk meningkatkan keterampilan mengamati, menanya, menalar, menggunakan data tambahan dan mengomunikasikan. Keterampilan-keterampilan dimaksud sangatlah dibutuhkan setiap warga pada Era Industri 4.0. atau pada Era ke-21.

Karakter, watak, nilai, tabiat, sikap atau kebiasaan

Contoh di atas menunjukkan juga bahwa selama proses pembelajaran matematika di kelas, setiap guru hendaknya meningkatkan karakter yang dibutuhkan setiap warga pada Era Industri 4.0. Yaitu:

1. Selalu berusaha untuk mencari dan mendapatkan keindahan (*beautiffulness*) matematika dari pola atau keteraturan (*pattern*) yang ada. Seperti yang dilakukan Gauss adalah dengan mengamati (*observing*) sehingga didapat pola atau keteraturan (*pattern*). Karena itu, siswa kita harus difasilitasi untuk mempelajari pola atau keteraturan (*pattern*) selama duduk di bangku sekolah.
2. Selalu berusaha untuk memunculkan rasa ingin tahu (*curiosity*), seperti lalu mengajukan pertanyaan (*questioning*) seperti: Mengapa jika 2 bilangan dijumlahkan, hasilnya selalu dapat diusahakan 101? Kebetulan atau harus memang begitu? Bagaimana menunjukkan bahwa hasil tersebut memang harus begitu?
3. Selalu berusaha untuk menjawab rasa ingin tahu tersebut untuk meyakinkan diri sendiri dan orang lain tentang kemasuk-akalan (*reasonableness*) hasil tadi. Kalau pada penjumlahan pertama, $1 + 100 = 101$ dan pada penjumlahan kedua, $2 + 99 = 101$ adalah karena 2 lebih satu dari 1, namun 99 adalah kurang satu dari 100. Artinya $2 + 99 = (1 + 1) + (100 - 1) = (1 + 1) + (100 - 1) = 1 + 100 = 101$.
4. Selalu berusaha untuk mengapresiasi kegunaan dan pentingnya belajar matematika (*appreciation*).

Jadi, selama proses pembelajaran di kelas, para siswa difasilitasi untuk selalu berusaha mencari dan menemukan pola (*pattern*) yang memperlihatkan keindahan (*beautiffulness*) matematika, selalu berusaha untuk memunculkan rasa ingin tahu (*curiosity*), selalu berusaha untuk meyakinkan diri sendiri dan orang lain tentang kemasuk-akalan (*reasonableness*) hasil tadi, maka pada akhirnya akan muncul apresiasi (*appreciation*) tentang kegunaan dan pentingnya belajar matematika tersebut. Empat aspek tersebut akan menjadi nilai, sikap, kebiasaan, karakter, tabiat atau watak yang diharapkan akan muncul pada pembelajaran matematika di kelas-kelas di Indonesia, karena sangat dibutuhkan setiap warga pada Era Industri 4.0. atau pada Era ke-21. Isoda (2015) menyebutnya sebagai '*human character formation*' atau pembentukan karakter insani. Selain empat aspek di atas, maka karakter yang berkaitan dengan moral & kinerja sudah seharusnya ditingkatkan juga. Idealnya, setiap warga Indonesia adalah 'petarung' yang 'cerdas' dan 'berakhlaq karimah'.

Proses Pembelajaran Matematika di Kelas pada Era Industri 4.0.

Rugianto (2018:8) menyatakan juga: "... tidak mungkin lagi menggunakan model, metode, strategi atau pendekatan yang berpusat kepada Guru, namun kita perlu mengaktifkan siswa dalam pembelajaran (*active learning*)" Namun bagaimana contoh 'real' atau contoh 'nyata' pembelajarannya? Model pembelajaran yang sering digunakan guru matematika, lebih menekankan kepada para siswa untuk mengingat (*memorizing*) atau menghafal (*rote learning*) dan kurang atau malah tidak menekankan kepada para siswa untuk bernalar (*reasoning*), memecahkan masalah (*problem-solving*), ataupun pada pemahaman (*understanding*). Para siswa hanya menggunakan kemampuan berpikir tingkat rendah (*lower order thinking skills*). Pertanyaan yang dapat dimunculkan adalah: (1) Apakah pembelajaran seperti itu telah memunculkan empat dasar pembelajaran ideal, yaitu PPK (Penguatan Pendidikan Karakter), Literasi, 4C dan *HOTS* (*Higher Order Thinking Skill*)? (2) Bagaimanakah pembelajaran yang mengacu pada PPK (Penguatan Pendidikan Karakter), Literasi, 4C dan *HOTS* (*Higher Order Thinking Skill*)? Berikut ini adalah beberapa saran agar pembelajaran matematika yang mengacu pada empat dasar pembelajaran ideal tadi.

Pendekatan Pemecahaan Masalah (PPM)

Isoda & Katagiri (2012:3) menyatakan bahwa prinsip dasar PPM: “... to nurture children’s learning of mathematics by/for themselves.” Isoda dan Katagiri (2012) mengemukakan PSA (*‘Problem Solving Approach’*) atau pendekatan pemecahaan masalah (PPM). Berikut ini adalah contohnya. ideonya dapat diunduh melalui website: <https://www.youtube.com/watch?v=NHYLOmlECRA>. Proses pembelajaran dimulai dengan sang guru menyajikan masalah berikut.

Bilangan tiga angka jika dikurangi bilangan dua angka hasilnya adalah 3.
Hal-hal baru dan menarik apa saja yang Anda dapatkan?

-	-	-
	-	-
-		
3		

Selanjutnya, sang guru, seperti ditunjukkan video, meminta siswanya, mengerjakan tugas tersebut. Berikutnya, sang guru, memberi kesempatan kepada siswa untuk mengomunikasikan hasil dan ide mereka tentang hasil tersebut. Pada awalnya, di papan, hasilnya tidak berurut seperti gambar di sebelah kanan atas ini. Lalu seorang anak menukar tempat pengurangan ke-2 dan ke-3 sehingga, di papan, 3 pengurangan tersebut menjadi berurutan seperti gambar ini. Didapat 2 hal penting yang dikemukakan siswa, yaitu:

1 0 0 - 9 7 ----- 3	1 0 2 - 9 9 ----- 3	1 0 1 - 9 8 ----- 3
1 0 0 - 9 7 ----- 3	1 0 1 - 9 8 ----- 3	1 0 2 - 9 9 ----- 3

1. Jika bilangan yang dikurangi bertambah atau berkurang 1, maka bilangan pengurangnya akan bertambah atau berkurang 1 juga.
2. Jika hasil pengurangannya 3 maka akan didapat 3 pengurangan yang memenuhi.

Isoda dan Katagiri (2012:10), mengemukakan bahwa pendekatan pemecahaan masalah (PPM), terdiri dari lima tahap: (1) presentasi ‘masalah’ oleh guru (*posing the problem*), (2) siswa merancang dan memprediksi pemecahannya (*planning and predicting the solution*), (3) siswa memecahkan masalah secara mandiri (*executing solution/independent solving*), (4) siswa membandingkan dan membahas hasil (*explanation and discussion/validation and comparison*) dan (4) ringkasan, aplikasi, kegiatan lanjutan dan integrasi (*summarization/application and further development*).

1 0 0	1 0 1	1 0 2
- 9 7	- 9 8	- 9 9
-----	-----	-----
3	3	3

Pendekatan Saintifik (PS)

Di Indonesia, PS, telah diusulkan menjadi pendekatan atau pembelajaran primadona di samping pendekatan atau pembelajaran lainnya. Pendekatan Saintifik tersebut terdiri dari lima langkah: (1) mengamati (*observing*), (2) menanya (*questioning*), (3) mengumpulkan data (*collecting data*), (4) menalar (*reasoning*) dan (5) mengkomunikasikan (*communicating*). Kembali ke masalah di atas tadi, di mana didapat 3 pengurangan yang memenuhi syarat berikut ini. Sejatinya, siswa harus melewati langkah-langkah berikut.

1. Langkah pertama yang dilakukan siswa adalah mengamati (*observing*) data di atas, untuk mencari dan menemukan pola atau keteraturan (*pattern*). Pola atau keteraturan itu di antaranya adalah:
 - a. Kalau diamati bilangan tiga angkanya, yaitu 100, 101 dan 102 dan diamati juga

1 0 0	1 0 1	1 0 2
- 9 7	- 9 8	- 9 9
-----	-----	-----
3	3	3

pengurangannya, yaitu 97, 98 dan 99, nampaklah bahwa jika bilangan tiga angkanya bertambah 1 maka pengurangannya juga bertambah 1 juga.

b. Ada tiga kesamaan yang didapat jika hasilnya adalah 3.

Hasil dari proses mengamati (*observing*) adalah keteraturan atau pola (*pattern*) yang menunjukkan keindahan matematika (*the beauty of mathematics*).

- Langkah selanjutnya yang dapat siswa lakukan adalah, melakukan pertanyaan (*questioning*) seperti: (1) Apakah kesimpulan bahwa akan ada tiga kesamaan yang didapat jika hasilnya adalah 3 akan berlaku juga untuk kasus lainnya? (2) Ataukah hasil tersebut di atas hanya kebetulan saja? (3) Kenapa hasilnya mesti begitu? Apa alasannya? (4) Apa bisa dibuktikan bahwa hasilnya mesti begitu? (4) Bagaimana membuktikannya?

Rasa ingin tahu (*curiosity*) meletupkan pertanyaan (*questioning*) seperti di atas.

- Setelah itu, langkah berikutnya yang dapat dilakukan siswa lakukan adalah mengumpulkan data (*collecting data*) tambahan. Jadi siswa tidak cukup hanya menampilkan contoh bilangan tiga angka yang jika dikurangi bilangan dua angka hasilnya bukan hanya 3 saja. Untuk itu, siswa Anda dapat saja menunjukkan bahwa jika misalkan selisihnya 5, maka akan ada 5 pengurangan yang memenuhi.

$$\begin{array}{r|l} 100 & 101 \\ -95 & -96 \\ \hline 5 & 5 \end{array} \quad \begin{array}{r|l} 101 & 102 \\ -96 & -97 \\ \hline 5 & 5 \end{array} \quad \begin{array}{r|l} 102 & 103 \\ -97 & -98 \\ \hline 5 & 5 \end{array} \quad \begin{array}{r|l} 103 & 104 \\ -98 & -99 \\ \hline 5 & 5 \end{array}$$

- Langkah selanjutnya lagi adalah, menunjukkan kebenaran hasil (*reasonableness*). Dengan demikian siswa Anda difasilitasi untuk belajar menalar (*reasoning*).

Coba perhatikan 5 pengurangan di atas. Simpulannya adalah sebagai berikut.

- Bilangan tiga angka terkecil yang dikurangi adalah 100, dapat terlihat pada kasus paling kiri. Sedangkan bilangan terbesarnya adalah 104. Dengan demikian, banyaknya bilangan mulai 100 sampai dengan 104 adalah 5.
- Bilangan dua angka terkecil pengurangannya adalah 95, dapat terlihat pada kasus paling kiri. Sedangkan bilangan dua angka terbesarnya adalah 99. Banyaknya bilangan mulai 95 sampai dengan 99 adalah 5. Dengan demikian, banyaknya bilangan mulai 100 sampai dengan 104 adalah 5.

Hal seperti di atas akan terjadi juga di mana selisihnya adalah 3.

- Langkah terakhir yang dilakukan siswa adalah mengomunikasikan (*communicating*) proses pemecahan masalah yang telah dilakukannya.

Pada proses pembelajaran menggunakan PS, seperti pada umumnya, maka sikap untuk selalu bersikap kreatif sangatlah dibutuhkan. Siswa juga terfasilitasi untuk selalu kritis terhadap suatu fenomena. Setelah mengamati, mendapatkan keteraturan atau pola, mereka dituntut juga untuk belajar menjawab beberapa pertanyaan seperti: (1) Kenapa hasilnya mesti begitu? (2) Apakah hasil itu hanya kebetulan saja? (3) Bagaimana jika hasilnya 5 dan bukan 3? (4) Bagaimana menunjukkan atau membuktikan kebenaran itu? Di samping itu, siswa dituntut juga untuk mengumpulkan data tambahan (*collecting data*) misalnya hasilnya 5 dan bukan 3. Apa yang terjadi? Seperti penemuan di atas bahwa jika selisihnya adalah 5, maka akan ada 5 pengurangan yang memenuhi. Begitu pula jika selisihnya, adalah 9, maka akan ada 9 pengurangan yang memenuhi. Namun apakah hasil itu akan berlaku umum untuk hasil lainnya? Mengapa hasil itu berlaku umum atau tidak?

Bagaimana jika selisihnya, adalah 90?

Ternyata akan ada 90 pengurangan yang memenuhi. Nampak jelas bahwa bilangan 2 angka pengurangannya, yang terkecil adalah 10, sedang yang terbesar adalah 99.

$$\begin{array}{r|l} 100 & 101 \\ -10 & -11 \\ \hline 90 & 90 \end{array} \quad \begin{array}{r|l} 101 & 102 \\ -11 & -12 \\ \hline 90 & 90 \end{array} \quad \dots \quad \begin{array}{r|l} 188 & 189 \\ -98 & -99 \\ \hline 90 & 90 \end{array} \quad \begin{array}{r|l} 189 & 190 \\ -99 & -100 \\ \hline 90 & 90 \end{array}$$

Bagaimana jika selisihnya, adalah 100 misalnya? Ternyata hanya akan ada 90

$$\begin{array}{r|l} 110 & 111 \\ -10 & -11 \\ \hline 100 & 100 \end{array} \quad \begin{array}{r|l} 111 & 112 \\ -11 & -12 \\ \hline 100 & 100 \end{array} \quad \dots \quad \begin{array}{r|l} 198 & 199 \\ -98 & -99 \\ \hline 100 & 100 \end{array} \quad \begin{array}{r|l} 199 & 200 \\ -99 & -100 \\ \hline 100 & 100 \end{array}$$

pengurangan yang memenuhi dan bukan 100 pengurangan seperti yang kita duga. Nampak jelas bahwa bilangan 2 angka pengurangannya, yang terkecil adalah 10 juga, sedang yang terbesar adalah 99 juga.

Pendekatan Lain

Contoh di atas menunjukkan tentang saling melengkapinya PPM dengan PS. PS hanya mungkin akan terlaksana jika langkah pertama PPM dilaksanakan guru. Sedangkan PS dapat digunakan untuk membantu PPM. Beberapa model pembelajaran lain yang dapat diajukan untuk digunakan selama pembelajaran di kelas di antaranya adalah: Pendidikan Matematika Realistik (RME), Pembelajaran Berbasis Pemecahan Masalah (PBL), Pembelajaran Kooperatif (CL), serta Pendekatan Pembelajaran Matematika Kontekstual (CTL). Namun yang lebih penting, pembelajaran hendaknya dimulai dengan guru mengajukan ‘masalah’ untuk dipecahkan. Mason, Burton & Stacey (1982:iv) menyatakan: “*Probably the single most important lesson to be learned is that being stuck is an honourable state and an essential part of improving thinking.*” Hal ini menunjukkan bahwa satu pelajaran terpenting yang patut dipelajari dari pakar berpikir tersebut adalah mengalami atau terjebak dan tidak dapat memecahkan masalah adalah merupakan suatu hal yang berharga dan merupakan bagian penting dalam peningkatan kemampuan berpikir. Mason, J.; Burton, L & Stacey, K. (1982:iii) menyatakan: “... *Consequently while encouraging you to tackle questions, we show you how to reflect on that experience by drawing your attention to important features of the process of thinking mathematically.*”

Peran Guru Matematika pada Era Industri 4.0.

Guru merupakan kata kunci bagi para siswanya, seperti dosen merupakan kata kunci bagi para calon gurunya. Yang dibutuhkan bangsa ini adalah guru dan dosen yang menginspirasi. Even dan Ball (2009:1) menyatakan: “... *teachers are key to students’ opportunities to learn mathematics.*” Berkait dengan peran guru di kelas, KHD telah menyatakan (Kemdikbud, 2011): “*Ing ngarsa sung tuladha, ing madya mangun karsa, tut wuri handayani.*” (“Di depan memberi contoh dan teladan, di tengah memberi semangat dan menciptakan peluang bagi siswa untuk belajar dan mengembangkan dirinya, di belakang memberi dorongan”). Dari beberapa contoh pembelajaran di atas, peran “*Ing ngarsa sung tuladha,*” sangatlah penting dan menentukan. Bagaimana seorang guru akan menjadi teladan jika ia tidak mampu memecahkan masalah, bereksplorasi dan berinvestigasi. Polya (1981) menyatakan: “*The teacher should [...] show his students how to solve problems — but if he does not know about problem-solving how he can show them?*” Peran guru matematika adalah sebagai berikut.

1. *Ing ngarsa sung tuladha*
 - a) Mencari dan mengerjakan kegiatan matematika seperti: pemecahan masalah, kegiatan terbuka, penemuan, eksplorasi, investigasi dan penyelidikan.
 - b) Memilih aktivitas atau masalah (kontekstual, realistik atau matematis) yang harus dikerjakan siswa, sehingga para siswa dapat membangun sendiri pengetahuannya.
 - c) Menyiapkan ‘sedapat mungkin’ semua alternatif pemecahan masalah tadi.
 - d) Menganalisis alternatif pemecahan tadi dan bagaimana siswa mendapatkannya.
 - e) Menyiapkan pertanyaan untuk mengarahkan siswa pada jawaban yang diharapkan jika siswanya mengalami kesulitan.
 - f) Mengantisipasi kesulitan siswa dan menyiapkan pertanyaan untuk membantu siswa.
2. *Ing madya mangun karsa*
 - a) Berkeliling untuk mengobservasi dan menilai pekerjaan siswa.
 - b) Mengklasifikasi siswa yang jawabannya sudah sesuai dengan yang diharapkan dan yang belum.
 - c) Memotivasi siswa jika pekerjaan mereka sudah sesuai dengan yang diharapkan.
 - d) Mengajukan pertanyaan untuk mengarahkan siswa pada jawaban yang diharapkan jika pekerjaan mereka belum sesuai dengan yang diharapkan.
 - e) Mengajukan pertanyaan untuk membantu siswa memecahkan masalah yang ada.
3. *Tut wuri handayani*
 - a) Untuk para siswa yang sudah menyelesaikan tugasnya sesuai dengan yang diharapkan, maka guru dapat memberikan pujian.

- b) Untuk para siswa yang sudah menyelesaikan tugasnya, guru dapat memberi tugas tambahan pengayaan, tugas tersebut dapat berupa masalah tambahan ataupun tugas membaca tambahan.
- c) Untuk para siswa yang sudah menyelesaikan tugasnya sesuai dengan yang diharapkan, maka guru dapat memberi tugas tambahan membantu dan mengarahkan temannya pada jawaban yang diharapkan.
- d) Untuk para siswa yang belum menyelesaikan tugasnya sesuai dengan yang diharapkan, maka guru dapat mendiskusikan: “Apa kira-kira penyebabnya? Bagaimana memecahkannya?”
- e) Untuk para siswa yang belum menyelesaikan tugasnya sesuai dengan yang diharapkan, maka guru dapat memberikan dorongan dan motivasi untuk melanjutkannya di rumah, belajar dan berdiskusi dengan temannya yang sudah menyelesaikan tugasnya sesuai dengan yang diharapkan.

SIMPULAN DAN SARAN

Simpulan

1. Fakta-fakta menunjukkan akan lemahnya bangsa Indonesia bersaing dengan bangsa maju lainnya.
2. Dua keterampilan berpikir utama yang berkait langsung dengan pembelajaran matematika adalah berpikir kritis dan berpikir kreatif. Dua keterampilan berpikir utama tersebut dapat ditingkatkan dengan memfasilitasi siswa untuk mengamati, menanya, menalar dan mengomunikasikan.
3. Setiap guru hendaknya meningkatkan karakter yang dibutuhkan setiap warga pada Era Industri 4.0., yaitu: agar siswanya selalu mencari dan mendapatkan keindahan matematika (*beautiffulness*) matematika, agar siswanya selalu memiliki rasa ingin tahu (*curiosity*), agar siswanya selalu berusaha untuk meyakinkan diri sendiri dan orang lain tentang kemasuk-akalan (*reasonableness*) hasil tadi, serta selalu mengapresiasi kegunaan dan pentingnya belajar matematika (*appreciation*). Di samping meningkatkan karakter yang berkait dengan ‘moral’ dan ‘kinerja’.
4. Proses pembelajaran matematika di kelas pada era industri 4.0. adalah pembelajaran matematika yang prosesnya dimulai dengan ‘pengajuan masalah’, yang memungkinkan siswa untuk ‘berpikir’ dan tidak hanya menghafal. ‘Masalah’ tersebut haruslah sudah dipelajari pengetahuan prasyaratnya dan dapat dipecahkan menggunakan kemampuan bernalar yang sesuai.
5. Sejatinya, hal-hal tersebut sudah dibicarakan Kurikulum 2013. Shadiq (2016) menulis, Menteri Pendidikan Brunei Darussalam menyatakan tentang kegagalan implementasi Kurikulum di beberapa Negara adalah karena Kurikulum tersebut hanya pada tataran kebijakan, atau pada tataran ‘*intended curriculum*’, belum pada tataran implementasi di kelas. Karenanya, beberapa pertanyaan yang dapat diajukan di antaranya adalah sebagai berikut.
 - a. Apakah para guru yang sudah mengimplementasikan Kurikulum 2013 di kelasnya seperti yang diminta pada dokumen Kurikulum 2013? Seperti pendekatan saintifik?
 - b. Apakah para siswa yang sudah mencapai standar seperti yang diminta Kurikulum 2013.
 - c. Apakah UN dan penilaian sudah dirancang agar dapat memaksa guru mengimplementasikan Kurikulum 2013? Karena arah UN, akan mengarahkan pembelajaran di kelas.
 - d. Apakah contoh nyata pembelajaran matematika yang sesuai dengan Kurikulum 2013 sudah dilatihkan selama diklat? Peran apa yang dapat diambil UMT? UMM? UM Lainnya?
 - e. Apakah para guru sudah melaksanakan semboyan KHD? Terutama semboyan pertama.

Saran

1. Perlunya Balitbang Kemdikbud mengadakan penelitian tentang persentase guru yang sudah mengimplementasi Kurikulum 2013 di kelasnya dan persentase siswa yang sudah mencapai standar seperti yang diminta Kurikulum 2013. Kaitannya dengan ‘*implemented curriculum*’ dan ‘*attained curriculum*’. Badan Penelitian dan Pengembangan (2018) menyatakan tentang ‘*intended curriculum*’, ‘*implemented curriculum*’ dan ‘*attained curriculum*’.
2. Perlunya Balitbang Kemdikbud mengadakan penelitian tentang sejauh mana keefektifan pelatihan Kurikulum 2013 terimplementasi di kelasnya. Hal ini berkait dengan materi, proses pembelajaran dan penilaian ‘nyata’ di kelas matematikanya.
3. Perlunya contoh ‘nyata’ pembelajaran dan penilaian matematika yang sesuai dengan Kurikulum.
4. UN dan penilaian harus dirancang agar dapat memaksa para guru mengimplementasikan Kurikulum di kelasnya.

5. Semboyan KHD agar dimiliki dan menjadi tabiat, watak dan karakter para guru matematika Indonesia, terutama dengan semboyan pertama, yaitu: *'Ing ngarsa sung tuladha.'* Guru matematika, sedikit banyak harus cerdas (*smart*), 'jago' memecahkan masalah dan bereksplorasi, memiliki sifat dan karakter matematikawan serta dapat menginspirasi para siswanya.

DAFTAR PUSTAKA

- Badan Penelitian dan Pengembangan (2018). Hasil Ujian Nasional. *Sebuah Refleksi untuk Perbaikan Pembelajaran*. Jakarta: Badan Penelitian dan Pengembangan. Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan RI.
- Depdiknas (2002). Kamus Besar Bahasa Indonesia. Edisi Ketiga. Jakarta: Balai Pustaka.
- 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.
- https://id.wikipedia.org/wiki/Industri_4.0
- https://en.wikipedia.org/wiki/Carl_Friedrich_Gauss
- <https://www.youtube.com/watch?v=NHYLOmlECRA>.
- Hughes, C. and Acedo, C. (2016). *Guiding Principles for Learning in the Twenty-first Century*. Stella Vosniadou, Editor Educational Practices Series, pp 16-18. Downloaded from <http://www.iaoed.org> on 2 May 2018 at 09.10. Lausanne: International Academy of Education & International Bureau of Education.
- Isoda, M. & Katagiri, S. (2012). *Mathematical Thinking*. Singapura: World Scientific.
- Isoda, M. (2015). *Mathematical Thinking: How to Develop It in the Classroom*. Power Point Presented on: Course on Lesson Study in SEAMEO QITEP in Mathematics.
- Kampylis, P. and Berki, E. (2014). *Nurturing creative thinking*. Vosniadou, S., Editor Educational Practices Series, pp. 6-26. Downloaded from <http://www.iaoed.org> on 2 May 2018 at 08.45. Lausanne: International Academy of Education & International Bureau of Education.
- Kemdikbud (2011). *Jejak langkah Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan (1945-2011)*. Jakarta: Pusat Informasi dan Hubungan Masyarakat, Kemdikbud.
- Mason, J.; Burton. L & Stacey, K. (1982). *Thinking mathematically*. London: Addison-Wesley Publishers Limited.
- Nugraha, D. (2018). *Transformasi Sistem Revolusi Industri 4.0*. Power Point disampaikan pada Workshop Technopreneurship.
- Polya, G. (1981). *Mathematical Discovery. On Understanding, Learning, and Teaching Problem Solving Vol. 1*. New York: John Wiley and Sons Inc.**
- Rugianto. (2018). Perubahan Kurikulum 2013 Revisi Terbaru 2017. *Skill & Teknologi*. Edisi 16, April 2016, halaman 6-8.
- Shadiq, F. (2016). *The Opportunities and Challenges on the Teaching and Learning of Mathematics. Experience of SEAMEO QITEP in Mathematics*. Power Point Presented on: The Workshop on Promoting Mathematics Engagement and Learning Opportunities for Disadvantaged Communities in West Nusa Tenggara in Australian Embassy, Jakarta, May 12, 2016. Yogyakarta: SEAMEO QITEP in Mathematics.