

TANTANGAN PEMBELAJARAN MATEMATIKA ERA GLOBAL

Oleh Budi Murtiyasa

Jurusan Pendidikan Matematika Universitas Muhammadiyah Surakarta

budi.murtiyasa@ums.ac.id

Pendahuluan

Salah satu isu strategis di awal dekade abad ini adalah Masyarakat Ekonomi Asean (*asean economics community*). Memasuki era masyarakat ekonomi asean (MEA) 2015, *stakeholder* Indonesia tentu harus mengikuti standar internasional supaya dapat tetap *survive* di era global ini. Demikian halnya dunia pendidikan, termasuk pendidikan matematika, harus mampu berprestasi di dunia internasional. Tetapi sayangnya dari waktu ke waktu kemampuan matematika di forum internasional tidak segera beranjak baik. Hal ini terlihat dari beberapa hasil survei yang dilakukan oleh lembaga-lembaga internasional seperti *Trend in International Mathematics and Science Study* (TIMSS) dan *Program for International Student Assessment* (PISA) yang menempatkan Indonesia pada posisi yang belum menggembirakan di antara negara-negara yang di survei.

Survei TIMSS, yang dilakukan oleh *The International Association for the Evaluation and Educational Achievement* (IAE) berkedudukan di Amsterdam, mengambil fokus pada domain isi matematika dan kognitif siswa. Domain isi meliputi Bilangan, Aljabar, Geometri, Data dan Peluang, sedangkan domain kognitif meliputi pengetahuan, penerapan, dan penalaran. Survei yang dilakukan setiap 4 (empat) tahun yang diadakan mulai tahun 1999 tersebut menempatkan Indonesia pada posisi 34 dari 48 negara, tahun 2003 pada posisi 35 dari 46 negara, tahun 2007 pada posisi 36 dari 49 negara, dan pada tahun 2011 pada posisi 36 dari 40 negara.

Sementara itu studi tiga (3) tahunan PISA, yang diselenggarakan oleh *Organization for Economic Cooperation and Development* (OECD) sebuah badan PBB yang berkedudukan di Paris, bertujuan untuk mengetahui literasi matematika siswa. Fokus studi PISA adalah kemampuan siswa dalam mengidentifikasi dan memahami serta menggunakan dasar-dasar matematika yang diperlukan dalam

kehidupan sehari-hari. Studi yang dilakukan mulai tahun 2000 menempatkan Indonesia pada posisi 39 dari 41 negara, tahun 2003 pada posisi 38 dari 40 negara, tahun 2006 pada posisi 50 dari 57 negara, tahun 2009 pada posisi 61 dari 65 negara, dan yang terakhir tahun 2012 pada posisi 64 dari 65 negara.

Studi TIMSS dan PISA tersebut intinya terletak pada kekuatan penalaran matematis siswa serta kemampuan menerapkannya dalam kehidupan sehari-hari. Hal ini menunjukkan kelemahan siswa dalam menghubungkan konsep-konsep matematika yang bersifat formal dengan permasalahan dalam dunia nyata. Memperhatikan rendahnya kemampuan siswa Indonesia dalam survei tersebut, Pemerintah Indonesia, dalam hal ini Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan sebenarnya telah mengantisipasinya dengan melakukan beberapa perubahan kurikulum. Pada kurun waktu tahun 2000 sampai sekarang telah ada tiga jenis kurikulum yang diberlakukan, yaitu kurikulum 2004, kurikulum 2006, dan kurikulum 2013 (saat ini sedang dikaji ulang). Walaupun berganti kurikulum, ternyata belum mampu mengangkat prestasi siswa di forum internasional. Pengamatan sementara menunjukkan bahwa meskipun kurikulum berganti, tetapi fungsi dan peran guru dalam pembelajaran matematika, khususnya terkait cara menyampaikan materi pelajaran tidak pernah berubah.

Seiring dengan berkembangnya penggunaan teori konstruktivisme dan kemajuan teknologi informasi dan komunikasi (TIK) dalam pembelajaran, menuntut perubahan peran dan cara guru dalam menyampaikan materi pelajaran. Dengan prinsip belajar konstruktivisme, guru diharapkan berfungsi sebagai fasilitator siswanya, baik di dalam kelas maupun di luar kelas. Kemajuan TIK diharapkan dapat dimanfaatkan guru untuk meningkatkan kualitas dan efisiensi pembelajaran yang dilaksanakan. Paradigma baru menuntut pembelajaran berpusat pada siswa, interaktif, bersifat menyelidiki, konteks dunia nyata, berbasis tim (kooperatif), stimulasi ke segala indera, dan alat multimedia dengan memanfaatkan berbagai teknologi pendidikan. Kemajuan TIK juga juga mendorong perubahan dalam tujuan, isi, dan aktivitas pembelajaran, serta cara penilaian hasil belajar siswa. Memperhatikan uraian tersebut, dapat dirumuskan beberapa tantangan mendasar pada pembelajaran matematika, yaitu implementasi

kurikulum baru, membuat hubungan konteks dunia nyata, dan penerapan teknologi dalam pembelajaran.

Implementasi Kurikulum Baru

Meskipun menyadari bahwa perubahan kurikulum merupakan suatu keharusan, tetapi penerapan kurikulum baru umumnya selalu mendapatkan resistensi dari para stakeholder, termasuk para pendidik. Penolakan umumnya dipahami sebagai mengganggu 'kemamanan' guru dalam melaksanakan pembelajaran. Padahal sebagai seorang pendidik profesional, menurut Undang-undang No. 14 Tahun 2005 tentang Guru dan Dosen, dituntut memiliki kompetensi kepribadian, kompetensi sosial, kompetensi paedagogik, dan kompetensi profesional. Dengan memiliki kompetensi-kompetensi tersebut, sudah seharusnya para guru dapat selalu siap untuk menerapkan kurikulum baru dalam pembelajarannya.

Kompetensi profesional merupakan kemampuan yang berkenaan dengan penguasaan materi pembelajaran bidang studi secara luas dan mendalam yang mencakup penguasaan substansi isi materi kurikulum mata pelajaran di sekolah dan substansi keilmuan yang menaungi materi kurikulum tersebut, serta menambah wawasan keilmuan sebagai guru. Secara rinci masing-masing elemen kompetensi tersebut memiliki subkompetensi dan indikator, yaitu : (1) menguasai substansi keilmuan yang terkait dengan bidang studi. Subkompetensi ini memiliki indikator : (i) memahami materi ajar yang ada dalam kurikulum sekolah; (ii) memahami struktur, konsep dan metode keilmuan yang menaungi atau koheren dengan materi ajar; (iii) memahami hubungan konsep antar mata pelajaran terkait; dan (iv) menerapkan konsep-konsep keilmuan dalam kehidupan sehari-hari. (2) menguasai langkah-langkah penelitian dan kajian kritis untuk menambah wawasan dan memperdalam pengetahuan / materi bidang studi.

Oleh karena itu, supaya guru matematika dapat mengelola pembelajaran yang baik, para guru matematika juga harus menguasai materi bidang studi sebagaimana dituntut kurikulum. Penguasaan materi ini akan mencerminkan kompetensi profesional guru matematika. Telah diketahui bahwa pada hakekatnya materi matematika dikembangkan berdasarkan fenomena alam dan sosial. Untuk itu OECD (2013) mengembangkan empat kategori materi matematika dalam pengembangan item test PISA tahun 2015, yaitu: (1) perubahan dan hubungan (*change and relationships*), (2) ruang dan bentuk (*space and shape*), (3) kuantitas (*quantity*), dan (4) ketidakpastian dan data (*uncertainty and data*).

Terkait dengan materi perubahan dan hubungan, lebih lanjut dijelaskan bahwa dalam banyak kasus telah diketahui perubahan selalu terjadi setiap waktu. Perubahan suatu objek atau kuantitas berhubungan dengan perubahan objek lainnya. Bentuk perubahan mungkin bersifat diskrit atau kontinyu. Secara matematis, ini berarti diperlukan pemodelan terhadap perubahan dan hubungannya dengan fungsi atau persamaan yang sesuai, termasuk membuat, menginterpretasikan, dan menerjemahkan simbol dan representasi grafik dari hubungan tersebut. Perubahan dan hubungannya merupakan suatu bukti dalam berbagai situasi nyata seperti pertumbuhan organisme dan siklus musim serta pola cuaca, pertumbuhan lapangan kerja dan kondisi ekonomi, dan sebagainya. Ini berarti aspek materi matematika harus meliputi fungsi aljabar, termasuk di dalamnya ekspresi aljabar, persamaan dan ketidaksamaan, tabulasi dan representasi grafik, pemodelan dan interpretasi fenomena perubahan.

Kategori ruang dan bentuk meliputi cakupan yang luas dari fenomena alam, seperti pola-pola, sifat-sifat objek, posisi dan orientasi, representasi objek, penyajian informasi visual, navigasi dan interaksi dinamis dengan bentuk real. Geometri memberikan fondasi yang penting terkait ruang dan bentuk, tetapi harus dikembangkan dari geometri tradisional, baik dalam isi, arti, metode,

menggambar elemen-elemen dari area matematika lainnya seperti visualisasi spasial, pengukuran dan aljabar. Sebagai contoh, bentuk-bentuk dapat berubah, dan titik-titik dapat bergerak sepanjang tempat kedudukannya, hal ini memerlukan konsep fungsi. Formula-formula tentang pengukuran menjadi hal yang utama dalam area ini. Literasi matematika dalam ruang dan bentuk meliputi memahami perspektif, membuat dan membaca peta, transformasi bentuk dengan (tanpa) teknologi, memahami gambar tiga dimensi, dan membangun representasi bentuk-bentuk.

Konsep tentang kuantitas mungkin sangat erat kaitannya dengan fungsi. Hal ini termasuk kuantifikasi atribut dari objek-objek, hubungan-hubungan antar objek, menduga interpretasi, dan argumentasi berbasis kuantitas. Termasuk kuantifikasi meliputi memahami pengukuran, menghitung, panjang, besar, indikator, satuan, ukuran relative, tren numerik dan pola-pola. Aspek penalaran kuantitatif termasuk literasi kuantitas. Kuantifikasi adalah metode utama untuk menggambar dan mengukur berbagai objek. Hal ini termasuk menguji perubahan dan hubungan, mengorganisasi dan menginterpretasi data, mengukur dan menilai ketidakpastian. Oleh karena itu, literasi matematika dalam bidang kuantitas meliputi menerapkan pengetahuan tentang bilangan dan operasinya pada cakupan yang lebih luas.

Dalam sains, teknologi, dan kehidupan sehari-hari diketahui ada ketidakpastian. Terdapat ketidakpastian dalam prediksi ilmiah, hasil polling, prakiraan cuaca, model-model ekonomi, dan sebagainya. Literasi matematika dalam ketidakpastian ini meliputi teori probabilitas dan statistik, termasuk di dalamnya teknik representasi data, penarikan kesimpulan, membuat model dan interpretasinya.

Sedangkan TIMSS mengembangkan domain isi dan kognitif dalam penilaian matematika. Domain isi untuk grade 4 meliputi bilangan, bentuk geometri dan pengukuran, dan penyajian data, sedangkan untuk grade 8

meliputi bilangan, aljabar, geometri, data dan peluang (Mullis dan Martin, 2013). Sementara itu untuk tingkat lanjut (pra-universitas, grade 12), domain isi meliputi aljabar, kalkulus, dan geometri. Domain kognitif meliputi pemahaman, penerapan, dan penalaran (Mullis dan Martin, 2014). Lebih lanjut dijelaskan bahwa pada tingkat lanjut, isi aljabar meliputi ekspresi dan operasi, persamaan dan pertidaksamaan, dan fungsi. Materi ekspresi dan operasi bentuk aljabar meliputi: (1) operasi dengan eksponensial, logaritma, polinomial, rasional, dan bentuk akar, dan perform dengan operasi bilangan kompleks, (2) mengevaluasi ekspresi aljabar, dan (3) menentukan suku ke n dari barisan dan deret aritmetika maupun geometri, baik terhingga maupun takhingga. Materi persamaan dan pertidaksamaan meliputi: (1) menyelesaikan persamaan linear dan kuadrat, pertidaksamaan linear dan kuadrat, termasuk sistem persamaan dan pertidaksamaan, (2) menyelesaikan persamaan eksponensial, logaritma, polinomial, rational, dan bentuk akar, dan (3) menggunakan persamaan dan pertidaksamaan untuk menyelesaikan problem-problem kontekstual. Materi fungsi meliputi: (1) menginterpretasikan, relasi, dan membangun representasi yang ekivalen tentang fungsi, termasuk fungsi komposit, pasangan berurutan, tabel, grafik, formula, dan kata-kata, dan (2) mengidentifikasi dan membedakan sifat-sifat fungsi-fungsi eksponensial, logaritma, polinomial, rasional, dan bentuk akar.

Isi Kalkulus meliputi limit, differensial, dan integral. Materi limit meliputi: (1) menentukan limit fungsi, termasuk fungsi rasional, dan (2) mengenal dan menggambarkan kondisi kontinuitas dan diferensiabel suatu fungsi. Materi differensial meliputi: (1) mendeferensialkan fungsi-fungsi polinomial, eksponensial, logaritma, trigonometri, rasional, bentuk akar, komposit, serta mendeferensialkan produk fungsi dan pembagian fungsi, (2) menggunakan turunan untuk memecahkan masalah optimasi dan perubahan, (3) menggunakan turunan pertama dan kedua untuk menentukan gradien, ekstrem,

titik belok dari fungsi polinomial dan rasional, dan (4) menggunakan turunan pertama dan kedua untuk membuat sketsa dan menginterpretasikan grafik fungsi. Materi integral meliputi: (1) integral fungsi polinomial, eksponensial, trigonometri, dan rasional sederhana, dan (2) mengevaluasi integral tertentu, dan menggunakan integral untuk menghitung luas dan volume.

Geometri meliputi geometri koordinat dan non-koordinat, dan trigonometri. Materi geometri koordinat dan non-koordinat meliputi: (1) menggunakan geometri non-koordinat untuk menyelesaikan masalah dalam dua dan tiga dimensi, (2) menggunakan geometri koordinat untuk menyelesaikan masalah dalam dimensi dua, dan (3) menerapkan sifat-sifat penjumlahan dan pengurangan vektor untuk menyelesaikan masalah. Materi trigonometri meliputi: (1) menggunakan trigonometri untuk menyelesaikan masalah, (2) mengenal, menginterpretasikan, dan menggambar grafik fungsi sinus, cosinus, dan tangen, dan (3) menyelesaikan masalah yang melibatkan fungsi trigonometri.

Tren materi matematika merujuk pada standar internasional, baik PISA maupun TIMSS, baik keluasaan maupun kedalaman. Singapura adalah contoh negara yang siswa-siswanya mempunyai performa yang bagus pada survei TIMSS, karena topik-topik yang dikembangkan oleh TIMSS telah diadopsi dalam buku teks matematika sekolah (Lessani, dkk, 2014). Hal yang sama sebenarnya telah dimulai oleh Indonesia dengan memperbaharui pelajaran matematika dalam kurikulum 2013 yang merujuk pada TIMSS dan PISA. Secara umum dalam pembaharuan materi tersebut menekankan dimulai dengan permasalahan konkret berangsur dibawa ke bentuk abstrak (model). Menekankan pentingnya prosedur (algoritma) dalam pemecahan masalah. Memuat berimbang antara bilangan, aljabar, bangun, data dan peluang pada tiap kelas. Matematika tidak selalu dihitung. Menekankan penguasaan pola

(angka, bangun, aljabar). Matematika tidak selalu eksak, bisa kira-kira. Tidak selalu memiliki informasi yang lengkap untuk diselesaikan (Kurikulum 2013).

Di kawasan regional Asia Tenggara, melalui South East Asian Ministers of Education Organization (SEAMEO) juga telah berupaya meningkatkan kualitas pendidikan matematika dengan membentuk Mathematics Regional Wide Assessment (MaRWA), yang bertujuan untuk membantu Negara-negara di Asia Tenggara anggota SEAMEO dalam mengetahui kesiapan siswa dalam pembelajaran matematika. Di samping itu juga membentuk SEAMEO Regional Center for Education in Science and Mathematics (RECSAM) yang bertujuan untuk memelihara dan meningkatkan kualitas pendidikan sains dan matematika di negara-negara anggota SEAMEO. Dengan demikian mudah dipahami bahwa ke depan tren kurikulum matematika akan semakin dinamis, mengikuti isu-isu baru pada standar internasional.

Memperhatikan kurikulum matematika sekolah, guru matematika dituntut menguasai konsep / materi matematika di antaranya tentang: (1) variabel, persamaan, dan pernyataan-pernyataan aljabar, (2) bentuk-bentuk fungsi dan grafiknya, (3) geometri dan trigonometri, (4) probabilitas, (5) statistik dan analisis data, (6) barisan dan deret, (7) teori bilangan, (8) matriks dan vektor, (9) irisan kerucut, (10) kalkulus, (11) matematika diskrit, (12) geometri non-euclid, dan (13) argumentasi dan bukti.

Kompetensi pedagogik merupakan kemampuan yang berkenaan dengan pemahaman peserta didik dan pengelolaan pembelajaran yang mendidik dan dialogis. Secara substantif kompetensi ini mencakup kemampuan pemahaman terhadap peserta didik, perancangan dan pelaksanaan pembelajaran, evaluasi hasil belajar, dan pengembangan peserta didik untuk mengaktualisasikan berbagai potensi yang dimilikinya. Kompetensi pedagogik secara umum menuntut guru mampu mengelola pembelajaran bidang studi yang diampu. Pendekatan pembelajaran matematika yang tepat dapat mendorong

para siswa mendapatkan pemahaman yang lebih baik tentang matematika sehingga dapat sukses dalam belajar matematika. Pendekatan pembelajaran yang disarankan dalam pembelajaran matematika yaitu pendekatan konstruktivisme. Dalam kurikulum 2013 dikenal dengan pendekatan saintifik, yang sebenarnya merupakan implementasi dari teori belajar konstruktivisme. Prinsip-prinsip konstruktivisme di antaranya meliputi: (1) pengetahuan dibangun oleh siswa sendiri, (2) pengetahuan tidak dapat dipindahkan dari guru ke murid, (3) murid aktif mengkonstruksi secara terus menerus, sehingga selalu terjadi perubahan konsep ilmiah, (4) guru sekedar membantu menyediakan sarana dan situasi agar proses konstruksi berjalan lancar. Oleh karena itu, diperlukan perubahan peran guru dalam pembelajaran di kelas, dari penceramah ke fasilitator. Pada Tabel 1, sebagai fasilitator salah satu peran guru adalah memfasilitasi para siswanya belajar dalam kelompok. Dengan belajar dalam kelompok memungkinkan terjadinya belajar kooperatif (kemauan untuk saling membantu) dan belajar kolaboratif (bekerjasama untuk mencapai tujuan).

Tabel 1. Peran Guru di Kelas

Penceramah	Fasilitator
Mendikte materi	Membimbing siswa memahami materi
Berbicara/ceramah	Meminta/terlibat dalam dialog dengan siswa
Mengajar dari depan kelas	Mendukung/mensupport siswanya dengan berkeliling di kelas
Memberi jawaban	Menyediakan rambu-rambu jawaban
Siswa pasif	Siswa aktif
Fokus ke materi	Fokus ke siswa
Belajar sendiri	Belajar dalam kelompok

Selanjutnya untuk mengetahui keberhasilan belajar para siswanya, guru diharapkan menggunakan berbagai metode dan teknik penilaian. Dalam membuat

instrumen penilaian, perlu mempertimbangkan aspek-aspek penalaran matematika dan pemecahan masalah. Mullis dan Martin (2014) telah mengembangkan ranah domain kognitif untuk penilaian matematika sebagaimana yang diterapkan TIMSS, yaitu pengetahuan (*knowing*), penerapan (*applying*), dan penalaran (*reasoning*). Domain pengetahuan merujuk pada pengetahuan yang dimiliki siswa tentang fakta-fakta matematika, konsep, dan prosedur-prosedur. Termasuk dalam kategori domain pengetahuan yaitu mengingat (*recall*), mengenali (*recognize*), menghitung (*compute*), dan mendapatkan kembali (*retrieve*). Domain penerapan meliputi penggunaan matematika dalam berbagai konteks. Dalam domain ini siswa memerlukan menggunakan pengetahuan matematika tentang fakta, ketrampilan, dan prosedur atau pemahaman konsep matematika untuk membuat representasi dan menyelesaikan masalah. Termasuk dalam kategori domain aplikasi yaitu menentukan (*determine*), merepresentasikan/ memodelkan (*represent/model*), dan menerapkan (*implement*). Domain penalaran meliputi kemampuan berpikir logis dan sistematis. Problem-problem yang memerlukan penalaran mungkin dikerjakan dalam cara yang berbeda karena kebaruan konteks atau kompleksitas situasinya. Penalaran meliputi juga memformulasikan dugaan, membuat deduksi yang logis berdasar asumsi dan aturan-aturan khusus, dan mempertahankan hasil. Termasuk dalam kategori domain penalaran yaitu analisa (*analyze*), sintesa (*synthesize*), evaluasi (*evaluate*), membuat kesimpulan (*draw conclusion*), generalisasi (*generalize*), dan membuat pembenaran/argumen (*justify*).

Di sisi lain, metode penilaian saat ini juga berkembang karena berubahnya hal-hal yang dianggap penting dalam proses belajar, seperti komunikasi dan penggunaan teknologi. Tidak semua hasil proses belajar dapat diukur dengan metode penilaian formal (tradisional) seperti ujian tertulis yang selama ini dipergunakan. Untuk itu diperlukan metode-metode penilaian yang baru, metode penilaian yang lebih inovatif untuk mengukur keberhasilan belajar siswa. Metode inovatif lebih menekankan pada: (1) proses dari pada isi, (2) teknologi, (3) kerjasama, (4) komunikasi, (5) partisipasi aktif siswa, dan (6) aplikasi di lapangan.

Metode penilaian yang bersifat inovatif ini, yang juga dikenal dengan penilaian informal biasanya muncul bersamaan dengan berlangsungnya proses belajar mengajar. Metode penilaian inovatif menilai di antaranya melalui portfolio, jurnal siswa, *concepts maps* (peta konsep), *student constructed test*, *cognitive process checklist*, *open-ended questions*, *constructed response tasks*, *performance tasks*, *observations*, dan *conversations*.

Secara umum isi, aktivitas, dan cara-cara penilaian tersebut sudah mulai diadopsi dalam kurikulum 2013 yang sekarang sedang dikaji ulang karena adanya penolakan dari stakeholder. Penolakan atau resistensi para guru terhadap implementasi kurikulum baru bisa jadi disebabkan: (1) banyak guru matematika memiliki keterbatasan akses terhadap materi, peralatan, dan teknologi pembelajaran yang mereka butuhkan, (2) banyak guru matematika yang secara profesional masih terisolasi, tanpa mendapatkan kesempatan kolaborasi, pendampingan, dan pengembangan profesional dalam pembelajaran matematika (NCTM, 2014). Kurangnya pemahaman kurikulum baru (baik yang menyangkut tujuan, isi, aktivitas, dan penilaian) secara menyeluruh menyebabkan sebagian besar guru menganggap penerapan kurikulum baru sebagai beban. Oleh karena itu, menjadi kewajiban pemerintah dan organisasi profesi terkait untuk melakukan sosialisasi, deseminasi, pelatihan dan pendampingan kepada para guru matematika secara menyeluruh dan berkesinambungan. Di samping itu, sumberdaya terkait implementasi kurikulum baru, baik sumber daya fisik maupun sumberdaya manusia, harus dijamin ketersediaan dan kesiapannya.

Membuat Hubungan Konteks Dunia Nyata

TIMSS dan PISA telah menjadi standar baru bagi pembelajaran matematika. Salah satu tujuan studi dari TIMSS dan PISA yaitu mengetahui kemampuan siswa dalam penalaran, mengidentifikasi, dan memahami, serta menggunakan dasar-dasar matematika yang diperlukan dalam

kehidupan sehari-hari. Atau dengan kata lain, siswa harus memiliki literasi matematika. Konsep tentang literasi matematika dimaksudkan kemampuan individu untuk memformulasikan, menggunakan, dan menginterpretasikan matematika dalam berbagai konteks. Hal ini termasuk penalaran matematis dan menggunakan konsep-konsep matematika, prosedur, fakta, dan peralatan untuk menggambarkan, menjelaskan, dan memprediksi fenomena atau peristiwa (OECD, 2013).

Kelemahan pembelajaran matematika saat ini para siswa tidak dapat menghubungkan konsep-konsep matematika di sekolah dengan pengalaman mereka sehari-hari. Pembelajaran matematika terlalu formal, kurang mengkaitkan dengan makna, pemahaman, dan aplikasi dari konsep-konsep matematika, serta gagal dalam memberikan perhatian yang cukup terhadap kemampuan penalaran dan pemecahan masalah (NCTM, 2014). Sementara Callison (2013) menyebutkan bahwa para siswa membutuhkan pengembangan kemampuan praktis matematika seperti pemecahan masalah, membuat hubungan, memahami berbagai representasi dari ide-ide matematika, mengkomunikasikan proses pemikiran mereka, dan menjelaskan penalaran-penalaran yang mereka lakukan.

Standar kurikulum matematika sekarang secara eksplisit menekankan hubungan (*connection*) sebagai salah satu proses penting dalam pembelajaran matematika. Pembelajaran harus membuat siswa dapat mengenal dan menggunakan dalam konteks di luar matematika. Hal ini termasuk membuat hubungan terhadap "dunia nyata", yaitu dunia di luar kelas. Oleh karena itu, menurut Chapman (2012) guru diharapkan menyiapkan situasi dunia real dan konteksnya untuk siswa guna membuat ide-ide matematika masuk akal, bisa diterima siswa. Dengan demikian akan memberikan kesempatan kepada siswa untuk mengenal dan mengapresiasi hubungan matematika dengan kehidupannya. Guru sekarang didorong untuk membantu siswanya membuat

hubungan yang lebih realistis antara matematika dengan kehidupan sehingga membuat matematika lebih bermakna. Tetapi menghubungkan matematika dengan kehidupan sehari-hari tidak selalu mudah. Hal ini berarti para guru juga membutuhkan kemampuan untuk dapat mengenali dan memahami tentang hubungan dan aplikasi matematika, yang dapat digunakan untuk mengembangkan pembelajaran matematika.

Hasil-hasil riset dalam pembelajaran matematika menunjukkan bahwa pendekatan konstruktivisme merupakan kunci untuk membangun pemahaman matematika yang mendalam. Konstruktivisme meliputi hipotesis, eksplorasi, observasi, penemuan, refleksi, dan akhirnya membuat kesimpulan tentang suatu konsep melalui investigasi, yang dalam kurikulum 2013 dikenal dengan pendekatan saintifik. Siswa membangun sendiri pengetahuan melalui proses investigasi tersebut. Guru tidak memberikan jawaban langsung, tetapi dengan keahliannya membimbing siswa dalam membangun pengetahuan dengan menyediakan aktivitas yang mendukung penyusunan pengetahuan oleh siswa. Oleh karena itu, guru harus ahli dalam membuat pertanyaan-pertanyaan dan memotivasi siswa dalam refleksi kognisi yang diperlukan untuk membangun pengetahuan yang diinginkan (Fast dan Hanks, 2011). Melalui konstruktivisme, lemahnya hubungan dengan konteks dunia nyata dapat diatasi dengan mendekati pengalaman keseharian siswa terhadap materi yang akan dipelajari. Implementasi pendekatan konstruktivisme pada pembelajaran matematika dapat dilakukan dalam 3 (tiga) cara, yaitu: (1) hubungkan pengetahuan sebelumnya (baik formal maupun informal) dengan materi baru yang akan dipelajari, (2) kenalkan aplikasi/penerapannya sebelum perhitungan-perhitungan formal, dan (3) bawa intuisi siswa untuk memahami matematika.

Guru konstruktivist harus menggunakan pemahaman pengetahuan yang lalu dalam pembelajarannya daripada berasumsi bahwa para siswa menguasai materi matematika sebelumnya. Pada kenyataannya hampir sebagian besar

siswa memasuki kelas untuk memulai pelajaran tanpa pemahaman yang baik tentang materi sebelumnya. Menghubungkan pemahaman pengetahuan sebelumnya dengan materi baru dapat membuat siswa mengetahui aplikasi matematika. Oleh karena itu, menjadi tugas guru matematika membantu siswanya mengkonstruksi pemahaman materi baru melalui pengalaman-pengalaman sebelumnya dalam dunia real. Kemudian dengan mendahulukan mengenalkan aplikasi matematika daripada pendekatan perhitungan (komputasi) formal dapat membuat pembelajaran matematika lebih efektif. Dengan pengenalan aplikasi terlebih dahulu, siswa akan lebih familiar dengan konsep-konsep matematika yang berhubungan dengan materi baru yang akan dipelajari. Selanjutnya untuk membawa intuisi siswa kepada pemahaman matematika yang lebih baik dan mendalam, matematika harus tentang memecahkan masalah. Dengan memecahkan masalah, proses berpikir siswa menjadi dapat diamati oleh guru, dapat membangkitkan diskusi kelas.

Memperhatikan implementasi konstruktivisme tersebut, para guru matematika dalam pembelajarannya hendaknya memperhatikan aspek-aspek: (1) pemodelan matematika, (2) memecahkan masalah, (3) mengembangkan kemampuan analitik dan logis, (4) mengembangkan abstraksi, (5) membangun kontekstual dan keterhubungan, (6) komunikasi. Aspek-aspek tersebut tentu saja saling terkait satu sama lain. Misalnya, pengembangan abstraksi dimaksudkan bahwa pembelajaran matematika dapat dikembangkan dari situasi tertentu serta mengenali ide-ide matematika yang ada pada situasi tersebut. Termasuk dalam kemampuan abstraksi ini adalah kemampuan untuk membawa persoalan-persoalan yang ada ke dalam model-model matematika. Di samping itu, kemampuan tentang memecahkan masalah, demonstrasi, dan juga menunjukkan (mencari) bukti-bukti juga termasuk dalam kawasan abstraksi. Pembelajaran matematika akan mampu memenuhi aspek-aspek tersebut jika pembelajaran matematika mengarah pada kegiatan-kegiatan *solving problem*

atau memecahkan masalah. Para guru matematika harus dapat mengembangkan pertanyaan-pertanyaan yang bagus selama proses belajar mengajar, sebagai bagian dari pengembangan materi pelajaran matematika, yang dapat merangsang siswa untuk berpikir dan berlatih memecahkan masalah. Pada hakekatnya matematika adalah metode berpikir, metode untuk memecahkan masalah. Oleh karena itu, pertanyaan-pertanyaan yang diajukan guru kepada para siswanya (yang juga bagian dari *assessment*) hendaknya bersifat terbukadan mengarah ke investigasi serta pertanyaan itu harus bersifat *divergen*. Pertanyaan tidak simpel, lebih dari satu jawaban yang bisa diterima, dan merangsang siswa untuk belajar dengan kerjasama.

Matematika bukan hanya fakta dan prosedur, matematika termasuk juga konsep, hubungan, dan pola-pola. Matematika dapat muncul dalam bentuk permainan, bahasa, dan seni. Semuanya saling terhubung, bahkan sering dalam berbagai cara tidak terduga. Oleh karena itu, aspek-aspek dalam pembelajaran matematika tersebut di atas sangat diperlukan untuk mendukung mencapai kecakapan atau kemahiran yang diharapkan dapat diperoleh dalam belajar matematikaguna menguatkan daya matematika (*mathematical power*), yaitu: (1) belajar untuk berkomunikasi (*mathematical communication*); (2) belajar untuk bernalar (*mathematical reasoning*); (3) belajar untuk memecahkan masalah (*mathematical problem solving*); (4) belajar untuk mengaitkan ide (*mathematical connections*); dan (5) pembentukan sifat positif terhadap matematika (*positive attitudes towards mathematics*).

Penerapan Teknologi dalam Pembelajaran

Teknologi merupakan peralatan yang esensial untuk pembelajaran matematika di abad informasi ini. Oleh karena itu, sekolah-sekolah harus bisa memastikan bahwa para siswa memiliki akses terhadap teknologi. Tetapi akses terhadap teknologi hanyalah merupakan salah satu faktor penting untuk pembelajaran matematika. Faktor

penting lainnya adalah pengetahuan dan pemahaman guru terhadap penggunaan teknologi untuk meningkatkan pemahaman matematika, baik bagi guru sendiri maupun bagi para siswanya.

Seiring dengan perkembangan teknologi informasi dan komunikasi (TIK), para guru matematika juga diharapkan mampu memanfaatkan TIK untuk mengelola dan meningkatkan kualitas pembelajarannya. Hal ini sejalan dengan UNESCO yang telah menetapkan standar bagi guru untuk dapat menggunakan TIK bagi keperluan pembelajarannya. Oleh karena itu, TIK bagi guru adalah alat untuk meningkatkan kualitas pembelajaran dan relevansi. Dalam konteks ini TIK dapat dimanfaatkan sebagai media pembelajaran, pengembangan profesional guru, dan pengembangan sistem pengelolaan belajar dan sumber belajar. Di sisi lain, kemajuan TIK juga telah mendorong perubahan dalam kurikulum yang menyangkut tujuan dan isi, aktivitas pembelajaran, dan metode penilaian.

Belajar dengan memanfaatkan TIK telah semakin populer dikalangan siswa, khususnya para siswa-siswa muda. Kemajuan TIK seperti tersedianya peralatan *smartphone* dan *tablet*, memungkinkan para guru menyiapkan dan menyajikan materi pembelajarannya secara *online* (dan *offline*) yang mudah diakses siswa. Guru dapat mengunggah materi pembelajarannya dalam berbagai bentuk dan format seperti dokumen, audio, video, dan sebagainya. Materi-materi tersebut dapat dilihat secara langsung atau diunduh melalui *smartphone*, *tablet*, dan/atau komputer siswa. Dengan demikian memungkinkan terjadinya pembelajaran campuran (*blended learning*), yaitu pembelajaran berbasis kelas dan berbasis web, seperti strategi *flipped calssroom*. Di samping itu, pemanfaatan peralatan seperti *smartphone* dan *tablet* mempunyai banyak keuntungan, di antaranya mudah dibawa kemana saja (*portable*), lebih terjangkau (harganya) dibanding dengan komputer, memberikan kesempatan belajar tanpa batasan ruang, mudah untuk akses informasi melalui nirkabel, mendorong pengembangan literasi digital, memberikan kesempatan belajar dengan bebas (*independent learning*), dan dapat memfasilitasi siswa-siswa yang berkebutuhan khusus (*disabilities student*).

Di bidang penilaian misalnya, teknologi dapat didesain untuk dimanfaatkan guna memberikan respon cepat (*quick response*) terhadap hasil kerja siswa (Leachy, 2012). Dengan respon cepat, siswa akan segera dapat mengidentifikasi dengan cepat kesalahan-kesalahannya, serta memiliki waktu yang lebih banyak untuk memperbaikinya jika diperlukan. Dengan respon cepat, memungkinkan meningkatkan minat dan motivasi siswa dalam belajar matematika. Studi yang dilakukan oleh Zaranis dkk (2013) menunjukkan bahwa pembelajaran matematika realistik yang menggunakan perangkat lunak pendidikan untuk *tablet* memberikan hasil yang lebih baik jika dibandingkan kelas konvensional.

Memperhatikan urgensi pemanfaatan teknologi untuk pembelajaran matematika, pertanyaan penting yang perlu mendapatkan jawaban adalah apa yang harus dilakukan guru untuk mengetahui dan mengembangkan pengetahuan untuk mengajar matematika dengan menggunakan TIK?. Pengetahuan dan ketrampilan minimal apa yang diperlukan guru untuk menggunakan teknologi pada pembelajarannya?. Haruskah guru mengembangkan sendiri perangkat lunak untuk pendidikan? Haruskah guru mengembangkan sendiri teknologi untuk pembelajarannya?. Hal ini berangkat dari kenyataan bahwa banyak guru matematika memiliki keterbatasan akses terhadap materi, peralatan, dan teknologi pembelajaran yang mereka butuhkan (NCTM, 2014). Oleh karena itu menjadi kewajiban bagi sekolah untuk membantu memfasilitasi para guru matematika, baik dalam pendampingan pengembangan teknologi pembelajaran maupun dalam penyediaan peralatannya. Bahkan dimungkinkan setiap sekolah perlu memiliki unit pengembang teknologi pembelajaran, sehingga para guru bisa lebih berkonsentrasi mengatur strategi pembelajarannya.

Penutup

Tantangan yang disampaikan dalam paper ini tentulah bukan hanya menjadi tanggung jawab para guru di sekolah sebagai ujung tombak dalam pembelajaran matematika. Dalam implementasi kurikulum, peran para pihak terkait seperti

Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan, Dinas Pendidikan, Sekolah dan Pengawas Pendidikan, Perguruan Tinggi, dan organisasi profesi sangat diperlukan. Para pihak, sesuai dengan kewenangan dan tanggungjawabnya, diharapkan dapat memfasilitasi para guru guna menyiapkan dan melaksanakan pembelajaran matematika yang efektif.

Pembelajaran matematika harus menerapkan tugas-tugas yang mendorong penalaran dan pemecahan masalah. NCTM (2014) menyarankan untuk implementasi pembelajaran matematika yang efektif di antaranya: (1) melibatkan siswa dalam menyelesaikan dan mendiskusikan tugas-tugas yang mendorong penalaran dan pemecahan masalah serta mengizinkan berbagai masukan dan strategi penyelesaiannya, (2) melibatkan siswa dalam membuat koneksi di antara representasi matematis untuk pemahaman yang mendalam terhadap konsep matematika dan berbagai prosedur untuk pemecahan masalah, (3) memfasilitasi diskusi diantara siswa untuk membangun pemahaman matematika dengan menganalisis dan membandingkan berbagai pendekatan dan argument siswa, (4) mengajukan pertanyaan-pertanyaan yang bermakna untuk menilai kemajuan penalaran siswa, dan (5) menggunakan bukti pemikiran siswa untuk menilai kemajuan kearah pemahaman matematika dan untuk menyesuaikan cara-cara pengajaran secara kontinyu yang mendukung dan mengembangkan belajar siswa.

Sementara itu Elaine McEwan (2002) menyebutkan bahwa ciri pribadi guru efektif diantaranya harus berkarakter, ber-empati, perhatian, mempunyai kesabaran untuk membantu siswa belajar dan berkembang. Guru yang efektif mampu menggunakan pengetahuan yang dimiliki untuk memecahkan masalah dalam setting pembelajaran yang diselenggarakannya.

Dalam kenyataannya, pembaharuan pembelajaran matematika memang tidak semata-mata tugas para guru di sekolah. Sejatinya, sesuai dengan prinsip '*trickle down effect*', pembaharuan pembelajaran matematika harus dimulai dari lembaga-lembaga penyediaan guru matematika. Hal ini berarti para dosen matematika di lembaga pendidikan tinggi juga harus dapat menjadi model bagi para mahasiswanya dalam mengelola pembelajaran matematika yang efektif.

Referensi

Callison, D., 2013, 'Common Core for Mathematics' dalam *School Library Monthly Vol 29 (5): 21 – 24*, Santa Barbara: Libraries Unlimited, Inc.

Chapman, O., 2012, 'Challenge in Mathematics Teacher Education' dalam *Journal Mathematics Teacher Education (2012) 15:263–270*.Springer.

ElaineMcEwan, 2002, *10 Traits of Highly Effective Teachers: How to Hire, Coach and Mentor Successful Teachers*, Corwin Press.

Fast, G.R., dan Hanks, J.E., 2011, 'Intentional Integration of Mathematics Content Instruction with Constructivist Pedagogy in Elementary Mathematics Education' dalam *School Science and Mathematics Vol 110(7) : 330 - 340*.

Leachy, G., 'QR Code in Mathematics Classrooms' dalam *Mathematics Teaching Issue 235:27 – 29*. Derby UK: The Association of Teacher of Mathematics.

Lessani, A., Yunus, A.S.Md., Tarmiz, R.A., dan Mahmud, R., 2014, 'Why Singaporean 8th Grade Students Gain Highest Mathematics Ranking in TIMSS (1999-2011)' dalam *International Education Studies Vol 7 No. 11: 173 – 181*, Toronto:Canadian Center of Sciene and Education.

Mullis, I.V.S, and Martin, M.O. (ed), 2013, *TIMSS 2015 Assesment Frameworks*, Boston: TIMSS and PIRLS International Study Center and IEA.

Mullis, I.V.S, and Martin, M.O. (ed), 2014, *TIMSS Advanced 2015 Assesment Frameworks*, Boston: TIMSS and PIRLS International Study Center and IEA.

NCTM, 2014, *Principles to Actions: Ensuring Mathematical Success for All*, Reston: nctm.org

OECD, 2013, *PISA 2015 Draft Mathematical Framework*, Paris: OECD.org

Zaranis, N., Kalogiannakis, M., dan Papadakis, S. , 2013, 'Using Mobile Devices for Teaching Realistic Mathematics in Kindergarten Education' dalam *Creative Education Volume 4 Issue 7A1 : 1-10*, Irvine US : Scientific Research Publishing.