

# MEMBANTU MAHASISWA CALON GURU MATEMATIKA MENGEMBANGKAN DAYA MATEMATIKNYA

Oleh: Dadang Juandi

## ABSTRAK

Untuk menghasilkan guru yang lebih kompeten, calon guru harus mempunyai dan memperoleh bekal yang cukup dalam daya matematik (mathematical power), baik dari segi materi (contents standards), kecakapan matematik (mathematical ability), maupun dalam kemampuan proses (standards procces). Karena itu dalam setiap perkuliahan matematika harus diusahakan untuk memasukan aktifitas-aktifitas yang akan membantu semua kemajuan mahasiswa dalam mengembangkan aspek matematik tersebut terutama untuk mengembangkan kemampuan berpikir kritis, analitis, pemecahan masalah dan keterampilan-keterampilan komunikasi serta mengembangkan kebiasaan berpikir matematik lainnya. Setiap pelajaran harus berusaha untuk menyajikan gagasan dan konsep utama dari beragam perspektif, dan pada setiap level kurikulum, memasukan aktifitas-aktifitas yang akan membantu semua kemajuan mahasiswa dalam mempelajari penggunaan teknologi secara tepat dan efektif sebagai alat untuk memecahkan masalah; dan sebagai alat bantu untuk memahami gagasan-gagasan matematika. Model pembelajaran berbasis masalah dan pemecahan masalah tak terstruktur dapat dijadikan alternatif untuk mencapai daya matematik yang lebih tinggi, sehingga pada gilirannya kemampuan calon guru dalam mengetahui mengenai pengetahuan matematika siswa (mathematical students knowledge) juga dimungkinkan menjadi lebih baik.

Kata kunci: mathematical power, mathematical studens knowledge, mathematical ability, standards procces.

## PENDAHULUAN

Pada umumnya ketika siswa memasuki perguruan tinggi, mereka mempunyai daya matematik yang belum berkembang dengan baik, walaupun mungkin sebelumnya mereka merupakan siswa yang sukses dalam belajar matematika. Ketika berhadapan dengan bahan ajar dengan banyak topik untuk dipelajari dalam waktu pendek, sedangkan kemampuan analitik mereka tidak cukup, maka penekanan pada "pemecahan masalah" sering diadaptasi, dan menunjukkan bagaimana mahasiswa meniru solusi-solusi yang sudah ada tanpa pemahaman nyata. Padahal pemecahan masalah tidak berarti hanya mengikuti resep-resep atau contoh-contoh, namun membutuhkan aplikasi berpikir kreatif yang teratur dan cermat untuk analisis yang lebih kompleks. Karena itu dalam pembelajaran mereka selanjutnya, perlu diperhatikan beberapa aspek penting yang dapat membantu mereka mengembangkan daya matematiknya.

Tall (1991) menyatakan bahwa sering ditemukan bahwa pengajaran matematika untuk mahasiswa sering menyajikan bentuk akhir kesimpulan suatu teori daripada memberi kemungkinan mereka untuk berpartisipasi secara kreatif, dalam istilah Skemp (Tall, 1991) pendekatan untuk pembelajaran mahasiswa cenderung memberi mereka produk hasil berpikir matematik daripada proses berpikir matematik. Hal serupa dikemukakan oleh Downs dan Downs (2002).

Tugas paling penting dari dua tahun pertama di perguruan tinggi adalah memindahkan siswa dari pemahaman matematika prosedural/komputasional kepada pemahaman luas yang mencakup menalar logis, generalisasi, abstraksi dan pembuktian formal. Semakin cepat hal ini dapat dicapai, semakin baik. Harus ada juga usaha untuk membuat fase dalam bahasa logis dimulai dalam tahun pertama, tidak dibiarkan melompat tiba-tiba dalam tahun kedua atau selanjutnya, disamping itu harus diperhatikan pula perbedaan siswa secara individu, kultural dan latar belakang pendidikannya, karena mereka datang dengan pengalaman, keterampilan, dan gaya belajar yang berbeda-beda. Pelajaran-pelajaran pengantar sebaiknya memberikan pengalaman-pengalaman yang cukup fleksibel untuk memberikan kesempatan kepada setiap mahasiswa untuk mendorong potensinya dalam memperbaiki pemahamannya.

Karena daya matematik membutuhkan waktu lama untuk berkembang, maka para pengajar secara sadar harus membantu siswa meningkatkannya. Salah satunya adalah kesediaan meningkatkan kepada pelajaran matematika yang lebih tinggi yaitu pelajaran matematika khusus level mahasiswa, misalnya dengan memfokuskan pada argumen logis dan menulis pembuktian sederhana. Gerakan pembaharuan kalkulus, menurut MAA (Mathematical Association of America, 2001), telah menekankan penalaran matematika dan pemecahan masalah, demikian juga dengan pelajaran-pelajaran statistik modern, telah berkembang pada garis-garis yang sama. Usaha-usaha sekarang ini untuk mengembangkan pra-kalkulus dan pelajaran matematika lainnya berdasarkan prinsip-prinsip yang sama. Memfokuskan pada pengembangan ketrampilan penalaran sejak perkuliahan yang paling awal, akan meningkatkan pemahaman mengenai keseluruhan sifat dan pentingnya matematika CUPM (Committee on the Undergraduate Program in Mathematics, 2004).

#### DAYA MATEMATIK (MATHEMATICAL POWER)

Sebagai calon guru matematika atau calon matematikawan, mahasiswa diharapkan mempunyai daya matematik yang memadai sebelum mereka menjadi guru atau menjalani profesi lainnya, karenanya sejak mereka memasuki kelas di perguruan tinggi perlu dibantu mengembangkan daya matematik tersebut, baik dari segi: penguasaan materi (contents standards), kecakapan matematik (mathematical ability) yang meliputi: conceptual understanding, procedural influence, strategic competence, Adaptive reasoning dan (productive disposition, juga dalam proses-proses standards (standards process), yaitu kemampuan dalam mathematical problem solving, mathematical communication, mathematical connection, mathematical reasoning, dan mathematical representation (Kilpatrick, Swaford, dan Findell (2001); Hiebert, et.al (2003); RAND (2004).

Daya matematik juga sering disebut sebagai kemampuan berpikir matematik tingkat tinggi (high order thinking), seperti yang diungkapkan Henningsen & Stein (1997) yang menggunakan istilah berpikir dan bernalar matematik tingkat tinggi (high-level mathematical thinking) untuk berpikir matematik tingkat tinggi. Schoenfeld (dalam Henningsen & Stein, 1997) melukiskan kegiatan high-level mathematical thinking and reasoning sebagai kegiatan matematik (doing mathematics) yang aktif, dinamik dan eksploratif.

Diagram berikut memperlihatkan keterkaitan antar aspek dalam daya matematik.

Khusus untuk calon guru matematika, selain mereka mampu mencapai daya matematik (mathematical power) yang tinggi, juga diharapkan dapat mengembangkan kemampuannya dalam pengetahuannya tentang pengetahuan matematika siswanya (mathematical students knowledge). Sebab secara langsung daya matematik siswa dipengaruhi pula oleh kemampuan guru dalam mengembangkannya melalui pembelajaran yang ia bawakan, artinya pembelajaran di kelas perkuliahan mereka merupakan kunci untuk dapat memperbaiki kualitas pembelajaran pada waktu praktek mengajar, terutama dalam masalah pembentukan sikap serta pandangan mereka terhadap matematika dan pembelajarannya (Furner, et al., 2004).

#### BEBERAPA ASPEK YANG PERLU DIPERHATIKAN

Memperhatikan beberapa muatan cognitive yang tercakup dalam daya matematik di atas, maka dalam pembelajaran matematika khususnya untuk calon guru diusulkan untuk mempertimbangkan aspek-aspek berikut:

Belajar menerapkan penalaran logis dan tepat terhadap pemecahan masalah  
Seorang dosen (instruktur) dapat mengajarkan penalaran logis dengan membuat aktifitas-aktifitas kelas dan tugas-tugas yang memfokuskan pada keterampilan-keterampilan berpikir. Sebagai contoh, seorang instruktur dapat memperkenalkan beberapa contoh pernyataan “jika-maka” sehari-hari dengan penafsiran logis yang sama sebagai pernyataan jika-maka, dan kemudian meminta siswa untuk menghasilkan contoh-contoh yang sama. Dari latihan ini, siswa harus mengamati analogi antara logika matematika dan pernyataan sehari-hari yang telah mereka pertimbangkan. Atau, jika mahasiswa mencoba untuk membenarkan fakta dengan beberapa contoh, dan instruktur dapat memberikan beragam sifat yang terkadang benar dan terkadang salah dan menyuruh mahasiswa menemukan contoh-contoh keduanya, dengan mengilustrasikan ketidakvalidan “pembuktian dengan contoh.”

Memang membutuhkan waktu dan usaha untuk membantu mahasiswa menjadi para pemikir yang lebih baik. Oleh karena itu pengajar harus mencari keseimbangan antara meluaskan isi dan kebutuhan untuk membantu mereka meningkatkan keterampilan-keterampilan pemecahan masalah dan pemikiran analitiknya. Pengajar harus menyadari bahwa ketika banyak siswa memasuki perguruan tinggi dengan keterampilan-keterampilan penalaran yang belum berkembang, sehingga usaha untuk membantu mereka meningkatkannya itu sangat penting.

Mengembangkan keteguhan dan keterampilan dalam eksplorasi, asumsi dan generalisasi.

Pemecahan masalah membutuhkan lebih dari sekedar penalaran matematika yang solid, ada strategi-strategi luas dan sikap-sikap mental yang harus diidentifikasi, dikuasai dan diinternalisasi oleh siswa. Untuk menjadi pemecah masalah yang berhasil, siswa harus belajar tetap teguh dalam menghadapi penolakan berulang dan fleksibilitas dalam memilih strategi-strategi penyelesaian. Mereka harus menggantikan pertanyaan “apakah saya mendapatkan jawaban benar?” dengan “apakah solusi saya masuk akal?” Siswa harus juga belajar mengeksplorasi contoh-contoh dan kasus-kasus khusus, membiarkan pengetahuan baru menuntun pada pertanyaan-pertanyaan baru, menggeneralisasi dan memiliki asumsi, untuk menguji semua asumsi (hipotesis), dan dapat berpikir positif terhadap klaim-klaim yang tak terbukti.

Para instruktur dapat menstimulasi mahasiswa untuk memunculkan pertanyaan dan komentar sebagai respon terhadap bacaan, latihan dan presentasi dengan mencontohkan perilaku bertanya yang baik: Apakah arti kata-kata tersebut? Apakah beberapa contoh non-trivial itu? Apa yang memotivasi materi? Apakah asumsi-asumsi yang sedang dibuat? Bagaimana saya mengetahui bahwa hal ini benar? Melalui pemilihan masalah yang cermat dan dialog dengan mahasiswa, pengajar juga dapat menuntunnya untuk mengembangkan sikap yang lebih skeptis terhadap pernyataan-pernyataan: Apakah ini masuk akal? Telahkah semua asumsi dijelaskan? Siswa perlu diekspos pada proyek-proyek multi-tahap yang dibangun pada eksplorasi dan asumsi dan membutuhkan keteguhan serta fleksibilitas untuk solusi-solusinya. Secara lebih umum, sedikitnya beberapa perkuliahan harus disusun kembali untuk merubah beban dari instruktur kepada mahasiswa dalam menemukan dan membenarkan hasil. Pelajaran pemodelan matematika misalnya, dapat dijadikan sebagai latar yang cocok untuk membuat perubahan ini dan membangkitkan kesadaran siswa akan kebutuhan untuk menyatakan masalah secara cermat, mengartikulasikan asumsi-asumsi, dan menerapkan alat-alat strategi dan mental dari pemecahan masalah. Nilai pemodelan terletak pada sedikitnya berpikir kreatif dan seni serta penafsiran seksama yang dibutuhkannya seperti halnya hubungan yang dibuat antara matematika dan disiplin lainnya.

Membaca dan mengkomunikasikan matematika dengan pemahaman

dan kejelasan.

Pengajar matematika memiliki tanggung jawab penting untuk membantu mahasiswa meningkatkan kemampuan mereka berkomunikasi mengenai hal-hal teknis. Yang sangat penting adalah mengharuskan mahasiswa untuk membaca, dan menulis mengenai matematika, yang secara parallel akan membantu para instruktur mengetahui mengenai level-level pemahaman mahasiswa.

Beberapa pelajaran matematika secara tidak disengaja mendorong kebiasaan-kebiasaan buruk dalam membaca, menulis dan berbicara. Para instruktur seringkali tidak mengharuskan siswa untuk membaca textbook, memberikan perkuliahan yang pada dasarnya mengulanginya (CUPM, 2004). Dalam situasi demikian, siswa kebanyakan hanya memahami textbook untuk gambar-gambar yang berhubungan dengan masalah pekerjaan rumah yang diberikan. Kenyataannya jelas bahwa banyak siswa tidak mengetahui bagaimana membaca matematika. Siswa tidak belajar untuk membaca matematika hanya karena pengajar meminta mereka demikian. Untuk alasan ini, para instruktur dalam kebanyakan pelajaran akan perlu terus menyajikan materi yang juga berada dalam textbook. Tetapi banyak instruktur sedang memperlihatkan bahwa mungkin secara berangsur-angsur mengajarkan siswa untuk membaca matematika.

Diskusi kelas dan presentasi oral informal adalah cara-cara penting untuk membantu siswa meningkatkan keterampilan berpikir dan pemecahan masalah. Contohnya, siswa dapat menuliskan solusi-solusi pekerjaan rumah atau solusi partial di papan tulis setiap hari pada permulaan kelas. Diskusi kelas yang hidup dapat muncul dari kerja siswa di papan tulis, dan mereka dapat mengatur irama untuk periode diskusi kelas. Banyak instruktur mengembangkan solusi-solusi masalah atau pembuktian pernyataan-pernyataan sederhana dengan bekerja dengan mahasiswa mereka, memanggil mahasiswa perorangan untuk menjelaskan apa yang perlu dilakukan selanjutnya. Dengan cara ini, mahasiswa membangun kepercayaan diri dalam kemampuan pemecahan masalah mereka, sementara instruktur memantau level pemahaman umum dalam kelas.

Kerja kelompok dapat lebih jauh mendorong mahasiswa untuk memverbalisasikan matematika baik didalam dan diluar kelas. Laporan terbitan MAA (1995) menggambarkan kerja kooperatif yang teratur dalam kelas matematika. Hasil survey Rogers dkk. (2001) mengenai pembelajaran yang menggunakan kelompok menyatakan bahwa sebanyak 79 dari 94 anggota pengajar yang disurvey melaporkan bahwa siswa mereka bereaksi "secara positif" atau "secara sangat positif" terhadap pembelajaran kooperatif.

Salah satu perubahan paling signifikan dalam pedagogik matematika selama beberapa dekade yang lalu adalah peningkatan penggunaan tulisan sebagai alat pedagogik. Mengharuskan siswa untuk menulis mengenai matematika membantu mereka belajar dan memberikan pengetahuan tersendiri kepada dosen terutama mengenai sifat pemahaman mereka. Beberapa pengajar matematika enggan menugaskan mahasiswa menulis matematika karena mereka beranggapan tidak memiliki waktu dan pelatihan untuk mengevaluasi kerja siswa. Namun banyak pengajar matematika memperlihatkan bahwa menilai dan mengomentari jenis-jenis tugas menulis tidaklah membutuhkan pelatihan khusus. Contohnya, siswa dapat diberikan pertanyaan-pertanyaan matematika dan diminta untuk memberikan respon-respon tertulis pendek; hasilnya adalah tulisan yang dapat dinilai semua ahli matematika secara beralasan. Secara sederhana mengharuskan jawaban dalam kalimat-kalimat lengkap dapat menjadi langkah pertama untuk membantu siswa berkomunikasi lebih baik dalam berpikir matematika. Mengajarkan mereka untuk menuliskan "Dari A, Saya tahu B karena C" dapat meningkatkan perkembangan nyata dalam berpikir matematika. Pada level-level yang lebih tinggi, mahasiswa jurusan matematika diharuskan untuk menuliskan artikel-artikel yang substansial dan menyajikan hasil-hasilnya kepada pengajar dan mahasiswa lainnya.

Waktu yang dibutuhkan untuk membaca dan mengevaluasi tulisan siswa dapat dikurangi dengan beragam teknik seperti memotong kembali jumlah tugas, hanya meminta beberapa

kalimat dari pada essay yang panjang, atau menyuruh siswa menuliskan laporan-laporan kelompok. Dalam pertemuan MAA regional dan nasional (MAA, 2001) memberikan kesempatan bagi pengajar mempelajari cara-cara tambahan untuk membuat tulisan dan presentasi siswa bermanfaat dan efisien. Contoh-contoh tugas menulis yang ambisius dapat ditemukan dalam Sumber Ilustratif CUPM (2004), bersama dengan informasi mengenai sumber berguna lainnya.

Mengkomunikasikan keluasan dan keterkaitan dalam (interkoneksi) matematika Matematika dibangun dari variasi topik, perspektif dan aplikasi yang kaya, yang meliputi studi sistem angka, kalkulus, fungsi aljabar dan transformasi geometri, proses-proses deterministik dan stokastik, bentuk-bentuk topologi dan ruang-ruang geometris, pemisahan pola dalam data dunia nyata, serta sifat logika itu sendiri. Dengan keseimbangan argumen-argumen logis yang tepat, solusi-solusi masalah praktek dan analisis data didukung oleh struktur-struktur teoritis yang kuat.

Matematika juga diinspirasi oleh masalah yang melekat dalam pemahaman dunia, dan diperkuat serta diperbaharui dengan penemuan cara-cara baru untuk membuat dan menjawab pertanyaan mengenai dunia ini, baik dunia fisik maupun secara non fisik (mental). Karena itu dalam setiap pembelajarannya, termuat tanggung jawab untuk mengkomunikasikan kekayaan, kekuatan dan keindahannya.

Menurut CUPM (2004), dalam pelajaran-pelajaran individu, instruktur harus mencari kesempatan untuk menyajikan beragam perspektif terhadap materi. Karena tidak mungkin untuk memasukan setiap titik pandang tunggal dalam setiap pelajaran tunggal, sedangkan untuk institusi, mungkin untuk memasukan beragam gagasan matematika dan titik pandang dalam perangkat pelajaran. Jadi institusi harus menawarkan kesempatan kepada mahasiswa pada beragam level kerumitan matematika untuk mengeksplorasi pertanyaan analitis, aljabar, geometris, statistik dan terapan dengan mendalam yang dapat diakses dan menantang bagi mereka. Semua itu untuk menjamin bahwa penawaran memasukan eksplorasi topik dan aplikasi kontemporer, untuk mengkomunikasikan bahwa matematika sekarang ini hidup dan berubah.

Menyajikan gagasan-gagasan dan konsep utama dari beragam perspektif.

Gagasan dan konsep utama harus memberikan tema-tema intelektual dan pragmatik yang mengintegrasikan materi pelajaran. Tema-tema ini perlu dikembangkan dari beberapa perspektif agar mahasiswa mencapai kedalaman pemahaman yang dibutuhkan untuk aplikasi materi.

Pada saat ini, kurikulum matematika S1 telah meluas untuk memasukan beragam perspektif isi yang lebih besar. Kecenderungan ini perlu berlanjut dan diperdalam. Penekanan kurikulum dalam pengajaran matematika tradisional adalah perkembangan teoritis materi yang benar, dengan penekanan pada algoritma berdasarkan pada manipulasi aljabar simbolik yang menuntun pada solusi-solusi pasti. Perspektif tersebut pada matematika masih penting. Tetapi terdapat perspektif lainnya yang telah digambarkan dalam kurikulum tradisional. Setiap pelajaran matematika baik sebagai pelajaran pengantar untuk mahasiswa non matematika hingga pelajaran untuk mahasiswa jurusan matematika- harus memberikan kesempatan bagi mereka untuk mengeksplorasi gagasan matematika dari variasi perspektif ini. Mahasiswa berbeda-beda dalam cara mereka memecahkan masalah dan memproses informasi. Semakin beragam diskusi topik, semakin baik kesempatan setiap siswa untuk menemukan sesuatu yang membuat gagasan dapat dipahami dan diingat. Ini bukan saja pedagogik yang baik, namun memperkaya pemahaman mahasiswa terhadap sifat matematika. Perspektif matematika, berdasarkan pada keakuratan logis dalam pernyataan dan verifikasi, adalah fondasi untuk matematika. Tetapi penekanan berlebihan pada perspektif ini dapat memiliki dampak negatif terhadap pemahaman dan motivasi, terutama dalam

pelajaran-pelajaran pengantar. Mengembangkan pemahaman konseptual intuitif adalah perspektif praktis yang perlu lebih banyak diungkapkan. Menentukan dan mencapai keseimbangan yang tepat tidaklah selalu mudah, tetapi tidak ada perspektif yang dapat diabaikan.

Mengembangkan keterampilan-keterampilan manipulasi simbolis yang tepat akan selalu menjadi tujuan pengajaran matematika. Tetapi selain itu pemahaman grafik dan numerik harus dikembangkan. Memandang topik-topik dari perspektif analitik, grafis dan numerik ini penting untuk pemahaman sesungguhnya. Contohnya, dalam pelajaran kalkulus mahasiswa harus menggunakan titik pandang dan pendekatan geometrik dan juga aljabar serta solusi-solusi pasti. Dalam aljabar linear mahasiswa harus belajar “melihat” ruang null matriks. Dalam statistika mahasiswa harus mengenali geometri dibelakang regresi linear atau fenomena yang berkaitan dengan bentuk fungsi kepadatan peluang dan juga bagaimana menerapkannya untuk menjawab pertanyaan-pertanyaan bermakna mengenai data nyata.

Penyajian juga harus menggunakan beragam contoh dan aplikasi untuk mengilustrasikan materi untuk menjelaskan dan membenarkan struktur logis subjek matematika secara lebih baik dari pada sebagai perkembangan teoritis belaka.

Aplikasi membantu siswa bergerak diluar pendekatan algoritma matematika untuk memahami apa yang dimaksud oleh konsep tersebut dan bagaimana digunakan. Ketika siswa melihat kembali pada pelajaran, seringkali contoh dan ilustrasi adalah yang paling dapat diingat. Aplikasi yang otentik dan menarik (dan terkadang mengejutkan) dapat menjadi pemikat perhatian mahasiswa kedalam studi matematika. Untuk alasan ini, setiap pelajaran-dari yang paling dasar hingga yang paling tinggi- harus memasukan pemilihan contoh dan aplikasi (CUPM, 2004).

Membuat hubungan-hubungan dengan subjek lainnya dan menerapkan materi pelajaran dengan subjek-subjek tersebut.

Mahasiswa seringkali secara keseluruhan tidak menyadari pentingnya hubungan-hubungan antara subjek matematika yang terpisah dan antara matematika dan disiplin lainnya. Ini adalah kekurangan serius untuk pemahaman matematika dan apresiasi terhadap kepentingan dan kegunaannya. Secara mengejutkan mereka juga enggan atau tidak dapat menerapkan pengetahuan yang mereka peroleh dalam pelajaran-pelajaran matematika kepada disiplin lainnya hal ini adalah kelemahan yang serius dalam pengajaran matematika sekarang ini. Padahal tidaklah beralasan mengharapkan mahasiswa hanya untuk menjadi pencontoh yang canggih. Mereka harus dapat menerapkan strategi-strategi yang secara umum dipahami menjadi berguna.

Sebagai contoh, salah satu alasan kesulitan mahasiswa dalam menerapkan matematika kepada masalah dalam disiplin lain adalah mereka memiliki kesukaran mengidentifikasi prosedur-prosedur matematika yang tepat ketika masalah diungkapkan dengan simbol-simbol yang berbeda dibanding yang digunakan dalam kelas matematika. Untuk menghadapi masalah ini, textbook dan pengajar dapat bergerak diluar notasi  $x,y$  konvensional untuk menggunakan kumpulan simbol yang lebih besar baik untuk konstan dan variabel.

Kegagalan mahasiswa untuk mengenali hubungan-hubungan dengan disiplin lainnya meluas untuk matematika itu sendiri: mahasiswa S1 (termasuk siswa jurusan matematika) seringkali melihat matematika sebagai suatu kumpulan sub disiplin yang terpisah, hanya sedikit antara area-area tersebut yang dipandang saling berkaitan. Ini adalah gambaran disiplin yang salah dan terbatas. Pengajar matematika perlu menyadari kebutuhan untuk membangun hubungan-hubungan dan membuatnya menjadi prioritas yang lebih tinggi dalam pengajaran mereka.

Memperkenalkan topik-topik kontemporer dari ilmu-ilmu matematika dan aplikasinya  
Matematika adalah salah satu dari beberapa disiplin dimana banyak mahasiswa

menyelesaikan gelar dengan sedikit gagasan mengenai apa yang telah terjadi dalam bidang tersebut dalam ratusan tahun yang lalu. Akibatnya, walau mahasiswa menyadari dengan baik bahwa penelitian sedang berlangsung dalam ilmu-ilmu alam dan fisika, mereka seringkali tidak menyadari bahwa penelitian dilakukan dalam matematika. Ini merupakan persepsi yang tidak akurat dan menyesatkan yang dapat menurunkan ketertarikan mereka dalam bidang ini. Matematika seharusnya disajikan sebagai disiplin dengan tantangan intelektual dan pertanyaan terbuka, bukan sebagai subjek yang vitalitasnya berakhir. Hal ini menuntut disajiannya topik-topik kontemporer dan memperhatikan pula hasil-hasil penelitian mengenai bidang-bidang penelitian matematika terbaru, misalnya yang berkaitan dengan: sistem dinamik, termasuk ketidakteraturan dan fractal, metode-metode pengambilan sampel berulang atau teori kompleks.

Menggunakan teknologi komputer untuk mendukung pemecahan masalah dan meningkatkan pemahaman

Setiap instruktur yang sedang mengajarkan setiap pelajaran harus mempertimbangkan apakah penggunaan teknologi sesuai dengan materi dan dengan kebutuhan siswa. Penggunaan teknologi dapat membantu siswa mengembangkan keterampilan-keterampilan matematika dan pemahamannya (MAA, 2001). Namun, penggunaan teknologi harus difokuskan pada kebutuhan mahasiswa dan bukan pada kapabilitas teknologi itu sendiri. Para instruktur harus pertama-tama memutuskan matematika apa yang akan dipelajari dan bagaimana mahasiswa akan mempelajarinya. Jawaban-jawaban terhadap pertanyaan ini akan menentukan apakah dan bagaimana siswa harus menggunakan teknologi. Jawaban-jawaban terhadap pertanyaan ini akan juga dipengaruhi oleh teknologi yang tersedia untuk digunakan mahasiswa. Software-software muncul yang meningkatkan topik-topik dalam beragam pelajaran termasuk geometri, probabilitas, analisis kompleks, geometri aljabar, dan teori himpunan. Agar teknologi berguna dalam pengajaran matematika, siswa harus dapat memfokuskan pada matematika dan bukan bagaimana menggunakan teknologi. Tutorial-tutorial pengantar, sesi-sesi pelatihan, dan perpustakaan on-line dapat membantu siswa untuk mengatasi kesulitan-kesulitan dengan teknologi. Dengan menggunakan software yang sama dalam beberapa pelajaran berbeda juga dapat memperpendek lintasan pembelajaran teknologi. Teknologi dapat membantu memperkuat keterampilan-keterampilan pemecahan masalah siswa dengan mendorong mereka untuk menggunakan beragam strategi pemecahan masalah (grafik, numerik, aljabar); teknologi terutama bernilai untuk visualisasi. Perangkat-perangkat data yang disimpan dalam file-file komputer lokal atau pada Internet memberikan informasi yang praktis untuk menyoroti masalah-masalah yang berakar dalam data nyata. Ini memungkinkan siswa untuk menerapkan pengetahuan matematika mereka terhadap situasi-situasi nyata, memotivasi mereka untuk mempelajari dan memahami matematika dalam konteks masalah dunia-nyata.

Siswa harus belajar memvisualisasikan objek-objek geometris, menghubungkan objek-objek grafis dengan definisi-definisi analitis mereka, dan melihat efek-efek grafis beragam parameter. Teknologi memungkinkan siswa secara mudah mengakses grafik-grafik kurva planar, kurva ruang dan permukaan, dan software yang lebih khusus memberikan akses pada objek-objek geometris lainnya (Srange, G. 2001 ; Banchoff, T. 2001). Teknologi-terutama alat-alat dinamis- dapat meningkatkan eksplorasi dan eksperimentasi dengan gagasan-gagasan matematika. Contohnya, siswa dapat didorong untuk mengajukan pertanyaan "bagaimana jika?", memiliki asumsi, menjelaskan atau menyangkalnya, dan menggunakan teknologi untuk menyelidiki, merevisi dan memperhalus prediksi-prediksi mereka.

Dengan bantuan instruktur yang optimal diharapkan daya matematik calon guru semakin berkembang dan mendukung terbentuknya kompetensi yang simultan, model pengembangan daya matematik tersebut dapat disajikan dengan diagram berikut:

Daftar Pustaka



American Mathematical Association of Two-Year Colleges, Crossroads in Mathematics: Standards for Introductory College Mathematics Before Calculus, AMATYC, 1995, [www.amatyc.org/Crossroads/CrsrdsXS.html](http://www.amatyc.org/Crossroads/CrsrdsXS.html).

American Statistical Association/Mathematical Association of America Joint Committee on Undergraduate Statistics, Guidelines, Dubinsky, Ed, David Mathews, and Barbara E. Reynolds, editors., Readings in Cooperative Learning for Undergraduate Mathematics, MAA, 1997.

Banchoff, T. (2001). "Some Predictions for the Next Decade," in CUPM Discussion Papers about Mathematics and the Mathematical Sciences in 2010: What Should Students Know?, MAA Reports.

Committee on the Undergraduate Program in Mathematics. (2004) Undergraduate Program and Course in the Mathematical Sciences: CUPM Curriculum Guide 2004. The Mathematical Association of America.

Downs, J.M. dan Downs, M. (2002). Advanced Mathematical Thinking with a Special Reference to Reflection on Mathematical Struktur. Dalam Handbook of International Research in Mathematics Education. English, L.D. (Ed). NCTM. London: Lawrence Erlbaum Associates, Publisher.

Furner, J.M. dan Robinson, S. (2004). Using TIMSS to Improve the Undergraduate Preparation of Mathematics Teacher. Journal of IUMPST, Vol 4 (Curriculum).

Henningsen, M., & Stein, M.K. (1997). Mathematical Tasks and Student Cognition: Classroom-Based Factors That Support and Inhibit High-Level Mathematical Thinking and Reasoning. Journal for Research in Mathematics Education, 28, 524-549.

Hiebert, J. Mooris, A.K. dan Glass B. (2003). Learning to Learn to Teach: An "Experiment" Model for Teaching and Teacher Preparation in Mathematics. Journal of Mathematics Teacher Education, 6:201-222, Netherlands: Kluwer Academic Publishers.

Kilpatrick, J., Swaford, J., & Findell, B. (2001). Adding It Up: Helping Children Learn Mathematics. Washington, DC: National Academy Press.

Mathematical Association of America, (2001). Guidelines for Programs and Departments in Undergraduate Mathematical Sciences, MAA. Tersedia: [On line] [www.maa.org/guidelines/guidelines.html](http://www.maa.org/guidelines/guidelines.html).

Mathematical Association of America (2004). Strengthening Under-represented Minority Mathematics Achievement, Tersedia: [On line] [www.maa.org/summa](http://www.maa.org/summa). 70 CUPM Curriculum Guide .

Mathematical Association of America (2001). Supporting Assessment in Undergraduate Mathematics (SAUM), including the MAA assessment guidelines, a volume of case studies, and syntheses of case studies on assessment. Tersedia: [On line] [www.maa.org/saum/](http://www.maa.org/saum/).

National Center for Education Statistics. Tersedia: [On line] [www.nces.ed.gov](http://www.nces.ed.gov).

National Council of Teachers of Mathematics, Principles and Standards for School Mathematics, NCTM, 2000, [standards.nctm.org](http://standards.nctm.org).

Rogers, Elizabeth C., et al, editors, Cooperative Learning in Undergraduate Mathematics, MAA, 2001.

Strang, G. (2001). Teaching and Learning on the Internet, in CUPM Discussion Papers about Mathematics and the Mathematical Sciences in 2010: What Should Students Know?, MAA Reports, MAA.

Tall, D. (1991). Advance Mathematical Thinking. Netherlands: Kluwer Academic Publishers.