

PENERAPAN MODEL PEMBELAJARAN MATEMATIKA “CAS” DI PERGURUAN TINGGI

Bambang Priyo Darminto

Jurusan Pendidikan Matematika

FKIP Universitas Muhammadiyah Purworejo

Abstrak

Pengetahuan matematika dan komputer mempunyai keterkaitan satu dengan lainnya. Teknologi komputer berkembang pesat berkat dukunagn matematika dan sebaliknya, pengetahuan matematika dapat dikembangkan melalui pemberdayaan tekonologi komputer. Karena itu, saat ini telah dikembangkan berbagai model pembelajaran matematika yang memberdayakan komputer.

Computer Algebra Sistems (CAS) merupakan suatu model pembelajaran berbasis komputer di perguruan tinggi. Model ini dikembangkan pertama kali oleh Joel Hillel dan diterapkan dalam mata kuliah aljabar linier. Model pembelajaran ini memuat tiga aktivitas pokok yaitu surprises, clarifications, dan investigations. Aktivitas CAS bersifat pedagogis artinya proses pembelajaran yang dilaksanakan dapat menimbulkan suatu kondisi psikologis yang membuat mahasiswa senang, tertarik dan tidak frustasi.

Aktivitas pembelajaran ini dimulai dari materi yang sederhana menuju ke hal-hal yang lebih kompleks. Meskipun memerlukan perangkat keras dan perangkat lunak yang cukup mahal, namun model pembelajaran ini terbukti sangat efektif dan dapat meningkatkan pemahaman konsep matematik yang dalam bagi mahasiswa. Dalam sebuah contoh pembelajaran, CAS terbukti dapat membantu mahasiswa dalam melakukan perhitungan rumit dan memanipulasi matriks yang berordo besar untuk memecahkan soal sistem persamaan linear.

Kata kunci : *CAS, pembelajaran berbasis komputer*

Pendahuluan

Perkembangan teknologi yang sangat pesat cukup menantang dunia pendidikan untuk meman-

faatkan hasil rekayasa ini dalam berbagai kegiatan pendidikan untuk meningkatkan kualitas

proses dan hasil pembelajaran. Selain itu, National Council of Teacher of Mathematics (NCTM) (2000), dalam *Principles and Standards for School Mathematics*, menyatakan bahwa teknologi elektronika, seperti kalkulator dan komputer, merupakan alat bantu yang esensial untuk meningkatkan kegiatan belajar, mengajar, dan melakukan aktivitas matematika. Media elektronik ini diakui sangat membantu mahasiswa dalam menangkap konsep dan *images* dari gagasan-gagasan matematika. Oleh karena itu perlu dikembangkan model pembelajaran berbasis komputer guna memfasilitasi mahasiswa dalam mempelajari matematika.

Untuk rangka meningkatkan pemahaman konsep-konsep matematika, para ahli pendidikan melakukan berbagai cara, satu di antaranya adalah menerapkan berbagai model-model pembelajaran ke dalam kegiatan aktivitas pembelajaran di sekolah.

Beragam-macam model pembelajaran telah diuji coba melalui penelitian yang dilakukan oleh para pakar pendidikan matematika. Penerapan model pembelajaran matematika ini tidak hanya sebatas pada sekolah menengah tetapi juga dilakukan di perguruan tinggi. Adapun model yang saat ini sedang banyak didesain oleh para pakar pendidikan adalah mengaitkan antara pengetahuan matematika dan pemberdayaan teknologi komputer.

Pengetahuan matematika dan teknologi komputer mempunyai keterkaitan satu sama lain. Teknologi komputer dapat berkembang pesat berkat dukungan matematika, dan sebaliknya pengetahuan matematika dapat ditingkatkan melalui bantuan komputer. Oleh karena itu, saat ini telah banyak dikembangkan model-model pembelajaran matematika dengan memberdayakan komputer. Salah satu model pembelajaran yang menggunakan alat bantu komputer

adalah *Computer Algebra Systems* disingkat CAS.

Model Pembelajaran *Computer Algebra Systems* (CAS)

Computer Algebra Systems (CAS) dikembangkan oleh Joel Hillel kira-kira 52 tahun yang lalu ketika pemrograman komputer mulai memperkenalkan simbol-simbol yang dipakai dalam matematika. Model pembelajaran ini menitikberatkan pada pembelajaran di perguruan tinggi dalam mata kuliah Pengantar Aljabar Linier. Perkembangan selanjutnya, CAS digunakan sebagai alat bantu dalam memecahkan masalah khusus seperti perhitungan fisika, matematika, kimia, dan lain-lainnya sehingga penggunaannya semakin luas.

Seiring dengan perkembangan teknologi komputer dari *mainframe* ke *personal computer* (PC), saat ini CAS telah memiliki kemampuan yang tinggi sehingga

dapat dijalankan dalam PC. Oleh karena itu, sampai akhir tahun 1970-an CAS menjadi alat bantu pendidikan yang sangat baik, khususnya dalam proses pembelajaran dan pengajaran matematika. Sebagai contoh, Wilf menyajikan suatu program yang disebut “muMATH” yaitu suatu program yang merupakan salah satu bagian penggunaan CAS pada PC. Meskipun saat itu muMATH masih sangat sederhana (belum dilengkapi dengan fasilitas program grafik), Wilf mampu mengubah proses pembelajaran kalkulus yang saat itu dikatakan tradisional.

Kira-kira tahun 1980 terjadi perdebatan dalam bidang pendidikan di perguruan tinggi, tentang penggunaan CAS. Muncullah sikap *pro* dan *kontra* di kampus yang meragukan hasil belajar (*outcomes*) mahasiswa yang pengajaran dan pembelajarannya menggunakan CAS. Para ahli matematika menyangsikan apakah para dosen telah professional

dalam menggunakan CAS sebagai alat bantu pendidikan. Namun demikian, akhirnya CAS menjadi terkenal karena memang dapat digunakan sebagai instruktur dalam beberapa tujuan pembelajaran yang berbeda, dan penggunaan CAS ternyata dapat mengurangi beban pekerjaan dosen. Saat ini CAS juga digunakan sebagai alat bantu dalam penilaian sederhana, pengaturan jadwal kegiatan (dosen, mahasiswa, perkuliahan), pengaturan peralatan laboratorium, dan lain-lain. Jadi, jelaslah bahwa CAS telah banyak dipakai dalam dunia pendidikan sebagai alat bantu pengajaran dan pembelajaran.

Banyak contoh dan ide yang berhubungan dengan penggunaan CAS dalam pengajaran dan pembelajaran di perguruan tinggi. Hal ini tidak mengherankan karena saat ini CAS telah dapat dieksploitasi penuh untuk pengajaran kalkulus dan persamaan diferensial. Dalam hal ini CAS dapat digunakan untuk membantu mahasiswa dalam

membuat pemodelan, membantu membentuk konsep tentang ide dasar limit, garis singgung, atau untuk memecahkan persoalan dalam persamaan diferensial. Demikian pula dalam aljabar linear, karena pada umumnya mahasiswa memiliki pengalaman yang sulit terhadap aspek-aspek yang terdapat dalam struktur pokok bahasan dalam aljabar linear. Pada umumnya, mereka sering bingung oleh bertemunya deskripsi tiga pokok bahasan (konsep abstraksi, geometri, dan aljabar) dan selanjutnya bagaimana hubungan dari ketiga hal tersebut dapat diketahui. Berkembangnya CAS sebagai alat bantu, ternyata dapat digunakan untuk memanipulasi matriks sehingga dapat digunakan untuk membantu memecahkan sistem persamaan linear.

Prototipe Pembelajaran CAS

Ada 3 aktivitas CAS dalam contoh pembelajaran aljabar linear di semester 1 dan 2. Pada awal

perkuliahan, sebagian besar mahasiswa belum familier menggunakan CAS karena belum memahami cara pengoperasiannya dan belum memahami “*basic syntax*”.

Aktivitas (1) : *Surprises*

Aktivitas ini dimulai dengan matriks A dan melihat keberhasilan komputer dalam melakukan operasi perkalian. Aktivitas ini merupakan satu dari sekumpulan aktivitas CAS yang mempunyai tujuan utama adalah membuat pembelajaran yang “menarik” atau “mengherankan”. Mula-mula, pembelajaran menyajikan $A^2 = 0$, dan meminta mahasiswa untuk menjawabnya. Dengan penuh keyakinan, sebagian besar menjawab $A=0$. Dalam aktivitas ini mahasiswa mendasarkan pengetahuannya pada bilangan real. Kemudian mahasiswa diminta mengoperasikan komputer dengan mengalikan bermacam-macam matriks, namun ordonya masih tetap 2×2 . Mereka mengamati keber-

hasilan komputer dalam operasi tersebut. Mereka mulai mengenal tentang operasi perkalian matriks. Kemudian mahasiswa diminta memasukkan matriks yang lain (bukan matriks Nol) sehingga akan diperoleh $A^2 = A$. Setelah diperoleh matriks yang memenuhi persamaan tersebut, kemudian baru didefinisikan bahwa matriks itu disebut matriks *idempotent* atau *nilpotent*. Akhirnya, aktivitas dilanjutkan dengan persoalan lain, misalnya $A^5 = 0$?

Kadang-kadang mahasiswa dalam melakukan komputasi sudah merasa yakin bahwa mereka tidak mempunyai kesalahan. Namun dengan bermacam-macam komputasi matriks yang ukurannya berbeda dan besar, mereka memahami bahwa komputer tidak berhasil mengerjakannya. Aktivitas ini akan memberi wawasan yang luas kepada mahasiswa tentang sifat dan perilaku matriks. Akhirnya, mahasiswa secara cepat berpikir melalui pengalamannya

sehingga pada akhirnya memahami tentang bagaimana ciri-ciri perkalian matriks.

Mereka sekarang memahami rasisia perkalian matriks.

Aktivitas (2) : *Clarifications*

Tujuan dari *aktivitas* ini adalah klarifikasi (menjelaskan, menguraikan). Aktivitas ini dimulai memecahkan sistem persamaan linear $A.X = B$ dengan cara mereduksi elemen-elemen pada persamaan ke dalam kurung sebagai matriks. Semua mahasiswa diminta menggunakan CAS untuk hal tersebut, dan memulainya dengan menyelesaikan sistem persamaan *non-trivial*. Mahasiswa menggunakan CAS untuk membentuk operasi baris pada koefisien matriks A. Dengan bermacam-macam matriks yang dioperasikan, maka ditentukan penyelesaiannya sehingga diperoleh penyelesaian X_0, X_1, X_2, \dots dst untuk matriks A_0, A_1, A_2, \dots dst. Dalam aktivitas ini mahasiswa berusaha mengklarifikasi hasil operasi dasar dan diberi ke-

bebasan berpikir saat menggunakan CAS. Dengan memahami berbagai jawaban hasil operasi matriks tersebut, mahasiswa dapat memahami arti perkalian matriks $m \times n$ sehingga diperoleh suatu penyelesaian.

Aktivitas (3) : *Investigation*

Tujuan aktivitas ini adalah investigasi (melakukan pemeriksaan). Aktivitas ini merupakan poses pembelajaran aljabar linear tingkat lanjut, misalnya menugasi mahasiswa untuk bekerja dalam ruang *eigenvectors* yang sama, misalnya vektor-vektor yang dapat diganti dengan beberapa transformasi matriks $(A-\lambda I)$. Notasi yang mendasari *eigenvectors* adalah ide sederhana dari proses iterasi matriks pada vektor. Sekali lagi, bahwa mahasiswa biasanya memiliki sedikit pengalaman dan perhatian dalam bermain iterasi terhadap beberapa vektor istimewa, misalnya $A^k.v=v$ atau $A^k.v=0$; untuk sebarang $k \geq 1$. Mahasiswa dapat memperoleh akses notasi ini mela-

lui aktivitas yang dapat dikategorikan sebagai investigasi. Sebagaimana aktivitas (1) dan (2), maka ide dasar proses pembelajaran ini adalah permainan dengan menggunakan matriks, mereduksi, melihat hasil komputasi beberapa operasi matriks yang dimulai dari yang paling sederhana menuju ke hal-hal yang lebih kompleks.

Tantangan penggunaan CAS

Suatu tantangan yang sering kita dengar dalam penggunaan CAS pada bidang pendidikan adalah bagaimana dapat membuktikan bahwa pengajaran dan pembelajaran, dapat menunjukkan peningkatan kedua-duanya. Namun, tanpa suatu konteks yang mempertimbangkan beberapa pertanyaan seperti : kepada siapa, untuk tujuan apa, dan bagaimana, peningkatan tersebut mungkin tidaklah terlalu jelas.

Ketika suatu tujuan pendidikan telah ditetapkan dalam pikiran, mungkin tidak ada

“kesuksesan” atau “kesalahan” dalam pelaksanaan pembelajaran CAS secara lengkap. Namun, ketika pembelajaran dalam CAS dilaporkan berhasil, kita akan mengevaluasi apakah rumusan yang telah ditentukan tersebut sudah menunjukkan hal-hal yang penting. Hal ini tampak jelas pada contoh permasalahan di atas. Di sisi lain, ketika terdapat “kesalahan” yang dilaporkan, kita akan meminta apakah suatu konteks telah sesuai dengan tujuan dalam penggunaan CAS.

Aktivitas CAS bersifat pedagogis

Perhatikan aktivitas clarifications di mana orang menginginkan hasil-hasil dari mengoperasikan matriks 2×2 dan 2×3 keseluruhan mahasiswa yang belajar aljabar linier tradisional. Hasil tersebut diperoleh dari aktivitas mahasiswa yang bekerja pada sistem yang sama dan lebih besar. Tetapi, jika seseorang mulai bekerja, katakan dengan sistem matriks 7×10 , tentu

memerlukan banyak waktu. Atau mungkin dapat menimbulkan suatu kondisi psikologis yang membuat mahasiswa frustrasi karena banyak kekeliruan yang sifatnya sepele. Akhirnya mahasiswa menganggap bahwa kegiatan ini tidak produktif. Oleh karena itu, aktivitas hendaknya dimulai dari hal-hal yang sederhana sambil dapat memperlancar pengoperasian komputer. Suatu langkah yang mengantarkan penggunaan CAS, dipilihlah suatu aktivitas awal yang berkaitan dengan aspek sintaks (tata cara penulisan) yang benar. Mahasiswa jangan langsung diminta bekerja dengan matriks besar. Perlu diingat bahwa sintaks pasti akan digunakan terus, sehingga perlu dipahami terlebih dulu. Sehubungan dengan hal tersebut, perlu disediakan waktu khusus untuk melakukan aktivitas yang berhubungan dengan hal tersebut.

Beberapa gaya pembelajaran dengan CAS yang efisien dan cepat jika hanya bertujuan mem-

peroleh satu jawaban. Sebagai contoh, operasi dasar matriks tanpa harus mengerti urutan cara pengerjaannya. Hal ini sama dengan seseorang yang bekerja pada papan tulis yang hanya menghapus suatu matriks dan menggantinya dengan yang lain. Aktivitas ini dapat dilakukan berulang-ulang sehingga mahasiswa memahami tugasnya. Cara bekerja ini tidak melihat langkah-langkah dalam proses kalkulasi. Aktivitas ini telah mengarahkan mahasiswa dalam memahami konsep operasi matriks. Dalam beberapa hal, mahasiswa boleh mengajukan usul, meminta bagaimana proses dilakukan, melakukan perhitungan-perhitungan tertentu, mempelajari beberapa perintah dasar yang sangat bermanfaat untuk menggunakan komputer.

Menggambarkan suatu konteks pembelajaran

Ketepatan suatu evaluasi terhadap setiap aktivitas CAS

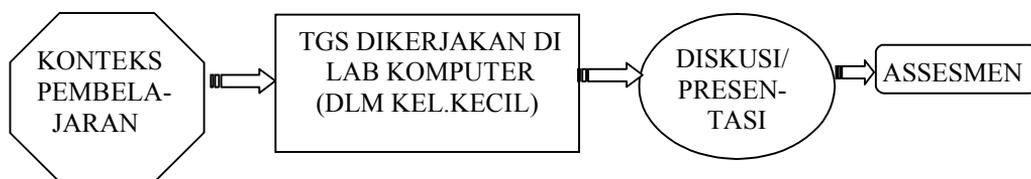
dapat dirasakan jika ada sebuah artikulasi dari suatu konteks pembelajaran yang digunakan. Kita dapat melihat dua macam skenario yang berbeda berikut ini untuk diimplementasikan dalam kegiatan pembelajaran. Dalam skenario *pertama*, setelah proses pembelajaran terhadap suatu konteks yang ditentukan selesai dibicarakan di kelas, sebagian mahasiswa seperti biasanya diberi tugas pekerjaan rumah (jika mahasiswa mempunyai komputer) atau di laboratorium komputer. Dengan waktu yang bebas tugas dikerjakan di rumah masing-masing.

Skenario yang *kedua*, yaitu setelah proses pembelajaran terhadap suatu konteks selesai dibahas di kelas, sebagian mahasiswa melakukan aktivitasnya melalui CAS di laboratorium. Setelah melaksanakan, langkah selanjutnya mendiskusikan secara bersama, dan mempresentasikan. Di laboratorium mahasiswa tidak

perlu menulis tetapi melakukan observasi, diskusi, dan memperoleh saran-saran dari instruktur. Hal ini menunjukkan bahwa aktivitas CAS merupakan suatu kegiatan yang berbeda, kontinyu dan menghasilkan beberapa catatan-catatan tertentu dari kegiatan pembelajaran mahasiswa. Kegiatan ini ternyata memiliki aspek yang bervariasi. Dalam skenario ini memuat hal-hal yang berkaitan dengan pemakaian “instruktur” secara luas, penggunaan CAS dalam kelas tampak “hidup” terutama dalam mempersiapkan persentasi dari contoh-contoh yang telah dikerjakan, mahasiswa diberi kebebasan secara luas terhadap sekumpulan perintah-perintah CAS dan bagian-bagian program CAS dapat berjalan dengan baik, pengetahuan secara fungsional dari CAS merupakan bagian dari keseluruhan asesmen mahasiswa, dan CAS dapat digunakan oleh mahasiswa selama ujian. Di beberapa universitas, pemilihan

model ini masih terbatas bergantung pada pilihan yang disukai seseorang seperti gaya instruktur, komitmen terhadap

penggunaan teknologi, dan sikap umum terhadap pembelajaran matematika.



Model Pembelajaran CAS

Proses Observasi

Dreyfus dan Hillel (1998) melakukan pengamatan dan sekaligus menganalisis secara detail pembelajaran CAS di laboratorium. Dalam proses pembelajarannya, ia menggunakan Maple. Pengamatan ditujukan pada sekelompok mahasiswa (tiap kelompok terdiri atas 4 mahasiswa) yang bekerja di laboratorium untuk memecahkan masalah yang menyangkut tentang “perkalian titik”. Kegiatan ini merupakan kuliah kedua pada Aljabar Linear yang menggunakan Maple. Sebelum mahasiswa melakukan kegiatan praktikum, ia mengemukakan

pokok persoalan di kelas (baik kepada mahasiswa yang menyelesaikan dengan CAS atau tidak). Sesudah itu, secara teratur instruktur (yang telah ditunjuk) mendemonstrasikan Maple untuk menjelaskan tentang bagaimana menyelesaikan berbagai masalah kepada mahasiswa yang diambil sebagai sampel. Sebuah topik untuk seluruh mahasiswa yaitu tentang “perkalian titik” yang memuat *orthonormal bases*, proyeksi pada absis, dengan pendekatan “*least square*” pada interval $[a,b]$ (di sini perkalian titik didefinisikan oleh:

$$(f.g = \int_a^b f(x).g(x)dx)$$

dan pendekatan “*least square*” dengan fungsi polinomial kuadrat.

Mahasiswa bekerja di laboratorium secara sungguh-sungguh dalam melaksanakan tugas untuk menemukan solusinya, yaitu menemukan jarak terdekat antara kurva x^3 dan kurva x^2 melalui pendekatan kuadrat “*least square*” dalam interval $[a,b]$. Dengan melakukan berulang kali, tugas yang diberikan instruktur menjadi agak terbiasa. Penggunaan Maple secara sederhana dapat digambarkan sebagai kalkulator, sehingga memungkinkan mereka melakukan pendekatan melalui beberapa kali pengujian, kemudian menampilkan grafik terhadap fungsi yang diberikan (ini merupakan sebuah masalah yang dipecahkan melalui kegiatan seperti “permainan” dalam Aljabar Linear). Hasil investigasi ini didiskusikan dengan teman kelompoknya. Dalam proses pembelajaran tersebut, mahasiswa

dapat menemukan solusi melalui kreatifitasnya dan hal itu memungkinkan mahasiswa untuk menemukan beberapa miskonsepsi. Hal ini terbukti bahwa mahasiswa menemukan solusi yang memuat antara lain :

- a. Pendekatan memiliki hasil yang baik pada interval $[0,1]$ dan sekitarnya. Ini berarti bahwa jarak terpendek antara kurva x^3 dan x^2 terletak pada interval $[0,1]$.
- b. Pendekatan memberikan beberapa nilai yang sama terhadap fungsi x^3 dan x^2 . Kurva x^3 dan x^2 mempunyai nilai yang sama antara $x = 0$ sampai 1.
- c. Bentuk kurva x^3 dan x^2 hampir sama pada interval $[0,1]$

Berdasarkan observasi terhadap aktivitas mahasiswa di atas, nampaknya penerapan CAS ini berhasil. Dalam aktifitas tersebut nampak ada beberapa faktor yang dapat meningkatkan kualitas pembelajaran, meningkatkan logika dan konsentrasi, keterampilan

manipulatif, mengembangkan konsep. Dengan kata lain, Maple telah memainkan peranan yang penting dalam sesi ini. Memang, untuk sebuah masalah baru, mahasiswa memerlukan sejumlah substansi diwaktu permulaan pembelajaran agar dapat secara tepat mengurutkan apa yang akan mereka kerjakan. Kenyataan menunjukkan bahwa tugas yang dibebankan telah dipahami mahasiswa. Keberhasilan mahasiswa ini didukung oleh penggunaan Maple yang cukup jelas dan mengesampingkan hal-hal yang tidak relevan dalam proses penyelesaian. Dreyfus dan Hillel menyarankan bahwa secara implisit kegiatan ini mendiskusikan hasil animasi sejak mahasiswa melihat layar komputer. Analisis sesi ini jelas telah mendemonstrasikan Maple yang digunakan untuk menyelesaikan permasalahan (yaitu menyelesaikan persamaan kuadrat dan menampilkan grafik). Saat mereka secara bebas membandingkan x^3

dan x^2 dengan pendekatan “*least square*” pada interval $[-3,3]$, mereka dikecewakan oleh pendekatan yang jelek yang diberikan oleh grafik. Analisis ini juga menunjukkan bahwa observer secara kritis dapat mengurangi miskonsepsi mahasiswa. Sesi ini dapat membantu mahasiswa untuk mengetahui tentang peranan yang mendasari interval, mereka mengira bahwa pendekatan kuadratik memperoleh hasil baik pada interval $[-3,3]$. Jadi, dalam hal ini CAS dapat berfungsi sebagai sebuah alat bantu investigasi.

Pada awalnya investigasi mahasiswa menemui kesulitan, namun akhirnya mereka tidak menunjukkan adanya keraguan. Kesulitan tersebut hanya beberapa saat yaitu sebelum mahasiswa mampu mengurutkan data penyelesaian masalahnya. Penelitian ini merekomendasikan bahwa CAS dapat “bekerja” atau “tidak” ditunjukkan oleh proses dinamis terhadap hasil dari beberapa

interaksi mahasiswa, komputer, menjadi sumber masukan dan tugas, dan instruktur atau dosen. umpan balik.

Setiap macam interaksi dapat

MATRIKS PEMBELAJARAN CAS

AKTIVITAS	MATERI PEMBELAJARAN	PROSES PEMBELAJARAN	KEMAMPUAN YANG DIPEROLEH MAHASISWA
Aktivitas 1 : Suprises	Mengamati hasil komputasi : $A^2 = 0 ; A^5 = 0$ $A^2 = A$ $A^2_{n \times n} = B_{n \times n}$ $A^2_{m \times n} = ?$; $m \neq n$	Mahasiswa mengoperasikan komputer dengan memberi input matriks, dan mengamati hasil komputasi : 1) Matriks Nol 2) Matriks Identitas 3) Matriks Idempoten 4) Matriks ordo $m \times n$	1) Analogi konsep bilangan real pada matriks 2) Menemukan dan mendefinisikan matriks nol, identitas, idempoten 3) Memahami sifat operasi perkalian matriks 4) Mengidentifikasi bentuk-bentuk dan ukuran matriks
Aktivitas 2 : Clarifications	Mengamati hasil komputasi : Penyelesaian persamaan linear : $A.X = B$	Dengan input matriks B (konstan) dan sebarang matriks $A_0, A_1, A_2, A_3 \dots$ akan diperoleh penyelesaian hasil komputasi $X_0, X_1, X_2, X_3 \dots$	1) Meningkatkan penalaran dengan cara menguraikan/menjelaskan hasil-hasil komputasi yang diperoleh melalui pengamatannya 2) Meningkatkan kebebasan berkreasi dan mengungkapkan ide/gagasannya
Aktivitas 3 : Investigations	Mengamati hasil komputasi : $A^k.v = 0 ; v \neq 0$ & $k \geq 1$ $A^k.v = v ;$	Memeriksa hasil komputasi terhadap proses iterasi operasi perkalian antara matriks dan vektor sehingga dapat diamati hasil komputasi yang diperoleh $A^1, A^2, A^3, \dots, A^k$	1) Meningkatkan penalaran dan analisis melalui pemeriksaan hasil komputasi dari proses iterasi yang dikerjakan komputer 2) Meningkatkan pemahaman hubungan antara matriks dan

	$v \neq 0$ & $k \geq 0$ V : vektor		vektor 3) Mengkomunikasikan dan mendeskripsikan pemahaman terhadap hasil-hasil komputasi yang diperoleh dalam setiap aktivitas
--	--	--	---

Prinsip-prinsip CAS dalam Pembelajaran Matematika

Komputer banyak ditawarkan sebagai *tools* dalam berbagai bidang. Tidak seperti teknologi lainnya, ia bukan *single purpose*, tetapi banyak digunakan dalam berbagai hal dan berbagai bidang. Dalam bidang pendidikan, penggunaan komputer sangat baik dalam membantu memecahkan berbagai masalah, khususnya dalam perhitungan matematik (McArthur, 1996). Sebagian besar perangkat lunak komputer dalam bidang pendidikan ditujukan untuk meningkatkan kualitas hasil pembelajaran. Namun demikian, dalam kenyataanya masih banyak program komputer yang memiliki “nilai pendidikan” belum digunakan secara efektif sebagai media pembelajaran. Pada umumnya,

para guru masih menggunakan teknik mengajar yang menggunakan “pensil dan kertas”

Dengan melihat perkembangan teknologi komputer yang makin pesat, maka saat ini dirasa perlu adanya pergeseran cara-cara pembelajaran tradisional ke pembelajaran modern. Hal ini perlu dilakukan karena komputer memang memiliki kemampuan sebagai alat bantu pembelajaran yang lebih baik dibanding “pensil dan kertas”. Untuk memulai hal ini kita berusaha menemukan prinsip-prinsip baru dalam pembelajaran. McArthur (1996) mengajukan beberapa prinsip baru dalam pembelajaran berbasis komputer antara lain memuat tentang bagaimana menunjukkan kemampuan menggunakan dan mendesain pembelajaran dengan komputer.

Makalah ini menjelaskan tentang bagaimana komputer sebagai alat bantu praktis yang secara interaktif dapat mengembangkan keterampilan kognitif yang lebih kompleks. Hal lain yang perlu diperhatikan dalam penggunaan komputer sebagai media pembelajaran adalah janganlah proses penerapannya terlalu rumit, namun berkemampuan tinggi, memuat proses dan struktur yang jelas sehingga dapat meningkatkan keterampilan kognitif. Proses yang sederhana akan memudahkan penggunaan komputer dan lebih praktis.

Pembelajaran melalui praktek dengan alat bantu komputer merupakan sebuah cara untuk meningkatkan keterampilan kognitif. Alat bantu pembelajaran tidak hanya sekedar didesain untuk membantu melakukan kegiatan praktek sebagaimana sebagai sesuatu yang kurang berarti, namun ia akan memfasilitasi pemerolehan informasi untuk

memproses aktivitas sehingga diketahui dapat memberi kontribusi pada pembelajaran ketrampilan kognitif. Brown (Hillel, 2001) telah mencatat tentang pentingnya suatu perangkat lunak untuk meningkatkan proses kognitif dari pemakai komputer, dan Shavelson (Hillel, 2001) dalam penelitiannya telah mencatat adanya kontribusi *skills* terhadap peningkatan keterampilan kognitif dalam pembelajaran matematika.

Dalam lingkup psikologi kognitif, Anderson (Hillel, 2001) menyampaikan teori tentang *artificial intelligence* pada *learning-by-doing*, yaitu tentang bagaimana siswa berpikir melalui kegiatan praktek. Teori masih dikembangkan terus untuk menjadi teori pembelajaran yang baik. Kita tidak boleh menunggu sampai teori tersebut lengkap, namun harus mulai sekarang bahwa pembelajaran dengan komputer perlu dilakukan. Pemahaman bersama yang masih sederhana tentang

pembelajaran melalui kegiatan praktek telah mulai muncul di mana mana. Pemikiran sekarang masih sederhana dan didasarkan pada *common-sense* tentang *learning through practice*.

Penutup

Komputer banyak ditawarkan sebagai *tools* dalam berbagai bidang. Dalam proses pembelajaran di perguruan tinggi, komputer sangat berperan untuk membantu meningkatkan berbagai macam kemampuan mahasiswa. Salah satu model pembelajaran berbasis komputer dalam mata kuliah Pengantar Aljabar Linier yang dikembangkan Joel Hillel disebut *Computer Algebra Systems* (CAS). CAS memiliki tiga aktivitas yaitu (1) *suprisses*, suatu aktivitas yang mempunyai tujuan utama adalah membuat pembelajaran lebih “menarik” atau “mengherankan” dan memberi wawasan yang luas kepada mahasiswa, (2) *clarifications*, suatu aktivitas untuk klarifikasi, menjelaskan, atau meng-

uraikan sesuatu, dan (3) *investigations*, yaitu suatu aktivitas yang melakukan pemeriksaan terhadap suatu solusi atau tugas yang telah diselesaikan. Proses pembelajaran CAS telah menunjukkan bukti bahwa dapat meningkatkan aktivitas, kreatifitas, dan kemampuan kognitif.

Daftar Pustaka

- Hillel, Joel (2001). *The Teaching and Learning of Mathematics at University Level : Computer Algebra Systems in the Learning and Teaching of Algebra Linear*.
- McArthur, David (1996). *Developing Computer Tools to Support Performing and Learning Complex Cognition*. Kumpulan Makalah Pengajaran Matematika I.
- National Council of Teachers of Mathematics (NCTM). (2000). *Principles and Standards for School Mathematics*. Reston, VA: NCTM