

**PENGEMBANGAN MODEL *COMPUTER-BASED E-LEARNING*
UNTUK MENINGKATKAN KEMAMPUAN *HIGH ORDER*
MATHEMATICAL THINKING SISWA SMA**

*Jarnawi Afgani Dahlan *)*, *Yaya Sukjaya Kusumah *)*, *Heri Sutarno **)*

Jurusan Pendidikan Matematika, FPMIPA
Universitas Pendidikan Indonesia

ABSTRACT

The focus of this research is on the development of mathematics teaching and learning activity which is based on the application of computer software. The aim of research is as follows : 1) to identify some mathematics topics which feasible to be presented by computer-based e-learning, 2) design, develop, and implement computer-based e-learning on mathematics, and 3) analyze the impact of computer-based e-learning in the enhancement of SMA students' high order mathematical thinking. All activity in this research achieved in 2 phases. In the first phase, the following activities are conducted: analysis theoretically topics which are difficult to be delivered by conventional methods, need too many repetitions, need high accuracy, need high speed process, and can be presented more interestingly. In the second phase, the following activities are conducted: designing, developing, and implementing a number of teaching and research instruments; implementing computer-based e-learning on mathematics for SMA students', and analyzing the impact of computer-based e-learning in the enhancement of SMA students' high-order mathematical thinking.

Key words: computer-based e-learning model, high-order mathematical thinking

*) Dosen Jurusan Pendidikan Matematika FPMIPA UPI

***) Dosen Jurusan Pendidikan Ilmu Komputer FPMIPA UPI

PENDAHULUAN

Dengan tersusunnya kurikulum 2006 (KTSP) sebagai kurikulum baru memberikan implikasi pada sejumlah perubahan yang berlainan dengan situasi pada kurikulum sebelumnya. Perubahan tersebut erat pula kaitannya dengan perubahan dalam pendidikan matematika. Salah satu penekanan dalam kurikulum baru ini adalah agar siswa memiliki: (1) kemampuan yang dapat digunakan dalam memecahkan masalah berkaitan dengan matematika, pelajaran lain, maupun masalah yang berkaitan dengan kehidupan nyata; (2) kemampuan menggunakan matematika sebagai alat komunikasi; dan (3) kemampuan menggunakan matematika sebagai cara bernalar yang dapat dialihgunakan pada setiap keadaan, seperti berfikir kritis, logis, sistematis, bersifat objektif, jujur, dan disiplin dalam memandang dan menyelesaikan suatu masalah. Kemampuan-kemampuan tersebut sangat berguna dalam mengikuti pendidikan

yang lebih tinggi, bekal hidup di masyarakat, serta bekal dalam dunia kerja.

Ketiga kemampuan di atas hanya dapat dicapai melalui pembelajaran yang dapat meningkatkan kemampuan-kemampuan khusus dalam domain kognitif di samping kemampuan afektif. Salah satu jenis pembelajaran yang dapat memenuhi tuntutan tersebut adalah pembelajaran yang memanfaatkan teknologi elektronika, khususnya teknologi komputer. Pembelajaran seperti ini mampu menciptakan nuansa yang menarik bagi siswa, sehingga siswa termotivasi untuk belajar secara bersungguh-sungguh, di samping tentu saja kemampuan kognitifnya dalam bentuk kemampuan berfikir matematis tingkat tinggi semakin meningkat.

Teknologi komputer mulai dikembangkan pada awal tahun 1950-an (Heinich, et al., 1996), dan sejak saat itu komputer telah banyak menyumbangkan manfaat-manfaat luar biasa bagi kehidupan

masyarakat. Sumbangan terbesar dalam bidang pendidikan sudah mulai dirasakan sejak lama, meskipun penggunaan komputer di sekolah-sekolah masih terbatas pada pengolahan kata (*word processing*) atau perhitungan lewat lembar kerja (*worksheet*). Dengan melihat sudah banyaknya sekolah-sekolah yang memiliki komputer (bahkan laboratorium komputer), sudah saatnya komputer didayagunakan untuk kepentingan pembelajaran matematika, bukan hanya sekedar menyelesaikan masalah-masalah matematika, tetapi juga memberi bantuan tentang cara penyampaian materi matematika itu sendiri dengan cara-cara yang menarik, menantang, dan memperhatikan perbedaan individual siswa.

Komputer memiliki kelebihan yang tidak dimiliki oleh media lain, misalnya dapat memberikan pelayanan secara repetitif, menampilkan sajian dalam format dan desain yang menarik, animasi gambar dan suara yang baik, dan melayani perbedaan individual. Seperti dikemukakan oleh Wilson (1988), bahwa komputer dengan desain *software* yang baik dapat menghadirkan presentasi secara berulang dan dinamis, karakteristik yang tidak dijumpai dalam media lainnya.

Penggunaan *software* komputer untuk kegiatan pembelajaran sangat tidak terbatas (Fey dan Heid, 1984 : 21), dan potensi teknologi komputer sebagai media dalam pembelajaran matematika begitu besar (Fletcher, 1983 : 1). Banyak sekali kontribusi nyata yang dapat dipersembahkan bagi kemajuan pendidikan, khususnya pembelajaran matematika. Komputer dapat dimanfaatkan untuk mengatasi perbedaan individual siswa, mengajarkan konsep, melaksanakan perhitungan dan menstimulir belajar siswa (Glass, 1984 : 11). Siswa dapat mengatur kecepatan belajarnya, disesuaikan dengan tingkat kemampuannya. Mereka dapat mengulang beberapa kali sampai benar-benar menguasai materi yang harus dipahaminya. Ini sangat ideal bagi siswa yang sulit mengikuti pembelajaran matematika, terutama siswa yang tergolong *slow learner*. Bagi siswa yang kemampuannya tinggi (*fast learner*), mereka dapat diberi pengayaan (*enrichment*) sehingga mereka akan merasa

lebih tertantang dan mendapat kesempatan untuk melakukan eksplorasi konsep secara lebih mendalam. Komputer dapat menuntun siswa mulai dari materi yang sederhana hingga yang kompleks. Dengan bantuan programnya, komputer dapat memberi akses pada siswa untuk menganalisis dan mengeksplorasi konsep matematika, sehingga siswa memperoleh pemahaman yang lebih baik dalam konsep tersebut.

Beberapa kelebihan komputer yang sesuai dengan pembelajaran matematika adalah adanya kesabaran yang tiada batas, tidak terkait dengan perasaan seperti lajimmy manusia, mampu memotivasi siswa dengan pujian yang dirancang khusus, memberi kesempatan bereksperimen tanpa dihantui kekhawatiran akan kerusakan yang dapat terjadi, tidak diskriminatif, memberi siswa ketrampilan yang berharga untuk masa depannya, mempercepat proses perhitungan yang secara manual mungkin membutuhkan waktu penyelesaian yang lama atau bahkan tidak mungkin sama sekali.

Beberapa penelitian (Kulik, Kulik, dan Bangert-Drowns, 1985) memperlihatkan bahwa dibandingkan dengan pembelajaran konvensional, pembelajaran interaktif dengan media komputer memiliki beberapa keuntungan. Salah satu keuntungan tersebut diantaranya adalah penggunaan komputer yang tepat akan mampu meningkatkan kemampuan siswa dalam matematika, kecepatan siswa dalam penguasaan konsep yang dipelajarinya lebih tinggi, retensi siswa lebih lama, dan sikap siswa terhadap matematika menjadi semakin positif.

Komputer sebagai media pembelajaran, tidak sekedar berfungsi sebagai pembawa suasana dalam nuansa yang baru, namun juga berperan secara positif dalam menumbuhkembangkan bakat dan minat siswa terhadap matematika. Suasana baru ini, yang terintegrasi dalam pembelajaran alternatif, mampu menimbulkan daya tarik tersendiri pada siswa sehingga mereka akan termotivasi mengikuti pembelajaran, meskipun materi yang dihadapinya sulit.

Secara khusus keunggulan-keunggulan di atas tercermin dari presentasi pembelajaran melalui komputer. Komputer dapat

menampilkan grafik dalam tampilan menarik, yang dapat dimanipulasi secara leluasa dalam bentuk visual yang merepresentasikan model matematika. Bloom, dkk. (1987 : 1) dan Fletcher (1988 : 1) mengemukakan bahwa grafik resolusi tinggi dan program animasi memiliki potensi yang amat besar untuk diaplikasikan dalam pembelajaran. Grafik komputer memungkinkan guru mampu membuat diagram dan grafik matematika dengan cara yang mudah dan dalam waktu yang singkat.

Dengan memperhatikan uraian di atas, perlu adanya kajian ilmiah berkenaan dengan bagaimana bentuk-bentuk penyajian pembelajaran matematika melalui komputer dan bagaimana dampaknya terhadap peningkatan kemampuan berfikir matematik, dalam hal ini berfikir tingkat tinggi matematik.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan dalam dua tahap, tahap pertama berkaitan dengan studi analisis materi matematika yang ideal untuk dijadikan sebagai bahan ajar interaktif dalam bentuk program komputer, studi berbagai bahan ajar interaktif di pasaran (jika ada), rekayasa bahan ajar interaktif untuk *computer-based e-learning*. Tahap kedua adalah studi eksperimen untuk keperluan validasi model yang dikembangkan, implementasi pembelajaran, dan analisis ketercapaian peningkatan dalam kemampuan matematis tingkat tinggi yang berhasil dicapai siswa, serta analisis efektivitas *computer-based e-learning* terhadap peningkatan kemampuan berfikir matematis tingkat tinggi siswa. Dengan demikian, penelitian ini termasuk dalam penelitian pengembangan (*developmental research*).

Penelitian dilaksanakan di kota dan kabupaten Bandung, dengan subyek utamanya siswa SMA dari beberapa sekolah yang berkategori rendah, sedang, dan tinggi. Penetapan kategori sekolah didasarkan pada hasil ujian nasional dan kluster sekolah (SMA) yang ditetapkan oleh Dinas Pendidikan Kabupaten dan Kota Bandung. Data yang digunakan dalam penelitian ini diperoleh melalui studi dokumentasi,

observasi, pengisian angket, tertulis, dan wawancara. Instrumen tertulis terlebih dahulu diuji tingkat validitas dan reliabilitasnya, melalui jastifikasi teoritis (validitas teori), serta validitas empirik melalui uji coba.

Tehnik pengolahan data dilakukan secara kualitatif dan kuantitatif. Analisis kualitatif dilakukan pada tahap pengembangan model pembelajaran interaktif *computer-based e-learning*, studi dokumentasi, wawancara, serta hasil observasi. Sedangkan analisis kuantitatif dilakukan untuk generalisasi ketercapaian model interaktif yang dikembangkan dalam meningkatkan kemampuan *high order mathematical thinking* siswa.

DISKUSI HASIL PENELITIAN

Penyiapan bahan penelitian meliputi bahan ajar berbasis komputer *e-learning*, lembar observasi implementasi kegiatan, angket siswa, serta perangkat tes untuk mengukur kemampuan matematika tingkat tinggi siswa. Kesemuanya dapat disusun sesuai dengan jadwal penelitian yang telah ditetapkan. Penyusunan bahan ajar dan perangkat tes untuk mengukur kemampuan matematika tingkat tinggi siswa merupakan bagian tersulit yang dialami oleh tim peneliti.

Bahan ajar merupakan pemanipulasian yang dilakukan sehingga dapat menjadi alat dan sumber pembelajaran yang sesuai dengan model pembelajaran yang dikembangkan. Dalam penelitian ini, bahan ajar yang dikembangkan oleh tim peneliti sebanyak 6 buah yang diimplementasikan di 6 SMA berbeda. Aspek yang diharapkan muncul dalam bahan ajar ini adalah kevalidan materi, situasi didaktis yang diharapkan yakni adanya proses belajar aktif; interaksi siswa dengan media komputer dan sesama siswa, serta kemenarikan penyajian, hasilnya dapat dilihat pada software pembelajaran yang dikembangkan. Dari hasil temuan pada kajian teoritis diperoleh bahwa pembelajaran interaktif berbasis komputer mengindikasikan dapat disajikan secara menarik, efisien, dan efektif melalui media komputer dengan pola interaksi tutorial, simulasi, atau permainan.

Materi terpilih tersebut memuat konsep-konsep yang dapat disajikan secara terstruktur, diprogram dalam bentuk tutorial, latihan permainan, atau simulasi. Animasi gerak, warna, dan suara disertakan dalam seluruh topik tersebut sehingga penyajian konsep lebih menarik minat siswa untuk mempelajarinya. Dalam hal ini, siswa belajar melalui struktur belajar yang dikembangkan oleh Jerome Bruner, yakni melalui tahapan *enactive*, *iconic*, dan *symbolic*.

Faktor lain yang muncul dari pengembangan belajar interaktif ini adalah kemandirian belajar siswa. Kemandirian belajar berkaitan dengan proses yang dilakukan siswa secara aktif dan mendukung kognisi, perilaku dan sikap yang secara sistematis berorientasi pada pencapaian tujuan. Dengan kata lain, kemandirian belajar adalah semua aktifitas yang dipilih siswa terkait dengan pengembangan situasi belajar. Dengan kemandirian belajar ini siswa mempunyai tujuan yang jelas, menilai diri sendiri, mempertimbangkan kemajuan belajar seperti pandangan dan kepercayaan yang tinggi tentang kemampuan dirinya, nilai pembelajaran, faktor yang berpengaruh dalam belajar, dan antisipasi dampak (*self-efficacy*) selama proses pembelajaran. Bandura (Davis dan Davey, tanpa tahun) menyatakan bahwa *self regulation* ini terdiri dari tiga proses, yakni *self-observation*, *self-judgment and self-reaction*.

Uji validitas program komputer yang dikembangkan dalam penelitian ini dilakukan melalui studi eksperimen terhadap 6 sekolah. Keenam sekolah tersebut meliputi sekolah (SMA) yang ada di Kabupaten Bandung dan Kota Bandung dengan fasilitas laboratorium komputer yang memadai. Hasilnya, secara deskriptif diperoleh bahwa pengembangan model pembelajaran berbasis *E-Learning* ini memberi dampak yang berarti dalam meningkatkan kemampuan matematik tingkat tinggi. Hal ini terbukti dari hasil analisis data bahwa secara statistik peningkatan kemampuan komunikasi berada pada kategori sedang, penalaran matematis berada pada kategori sedang, koneksi berada pada kategori sedang, pemecahan masalah berada pada kategori sedang, dan berfikir kreatif berada pada kategori sedang, serta peningkatan

kemampuan berfikir kreatif siswa berada pada kategori tinggi.

Proses berfikir tingkat tinggi matematik; kemampuan komunikasi, koneksi, penalaran, kritis, dan kreatif siswa, berkembang optimal dalam pembelajaran ini karena media yang digunakan memuat berbagai aktivitas dalam mengekspresikan ide-ide matematika melalui lisan, tulisan, dan mampu mendemonstrasikannya serta menggambarkan secara visual. Selain itu siswa juga dituntut untuk dapat memahami, menginterpretasikan dan mengevaluasi ide-ide matematika melalui lisan, tulisan, maupun bentuk visual lainnya, kemampuan dalam menggunakan istilah, notasi matematika dan struktur-strukturnya untuk menyajikan ide-ide, menggambarkan hubungan-hubungan dan model-model situasi.

Menarik untuk dikaji bahwa kategori peningkatan pada sekolah kategori baik, peningkatan kemampuan berfikir matematis tingkat tinggi siswa pada kedua kelompok (kelas dengan media pembelajaran dan pembelajaran biasa) mempunyai kategori yang sama, yakni sama-sama dalam kategori sedang dan sama-sama dalam kategori tinggi. Hal ini menunjukkan bahwa meskipun secara statistik peningkatan kedua kelompok menunjukkan perbedaan yang berarti, tetapi peran media komputer dalam belajar matematika tidak begitu tinggi. Hal ini disebabkan pada siswa dengan kemampuan matematika yang tinggi, siswa mampu memahami konsep formal matematika, maka peran media tidak terlalu memberi dampak yang sangat luar biasa. Disamping itu, meningkatkan siswa yang sudah berada pada level tinggi jauh lebih sulit dibandingkan dengan meningkatkan kemampuan siswa pada level rendah. Hal ini terbukti dari implementasi pada sekolah-sekolah yang berkategori rendah dan sedang.

Pada sekolah dengan kategori rendah dan sedang, perbedaan kualitas peningkatan kemampuan matematis tingkat tinggi terlihat berbeda secara berarti, yakni rendah-sedang. Artinya peran media komputer interaktif sangat membantu siswa dalam memahami konsep matematika. Akibatnya, kemampuan matematis tingkat tingginya meningkat dengan optimal. Hal inipun dibuktikan dengan hasil statistik yang kesemuanya

menunjukkan perbedaan yang sangat signifikan (tingkat signifikansi sampai dengan 0,001). Hal ini sebagaimana hasil penelitian yang dilakukan oleh Kulik, Kulik dan Bangert-Drowns (1985) bahwa dibandingkan dengan pembelajaran konvensional, pembelajaran interaktif dengan media komputer memiliki beberapa keuntungan. Salah satunya adalah penggunaan komputer yang tepat mampu meningkatkan kemampuan matematika, kecepatan siswa dalam penguasaan konsep yang dipelajarinya lebih tinggi, retensi siswa lebih lama, dan sikap siswa terhadap matematika menjadi semakin positif.

Selain faktor media yang mampu memberi stimulus peningkatan kognitif siswa, faktor non kognitif juga berkembang dengan baik. Secara umum, siswa kelas eksperimen (belajar melalui *computer-based e-learning*) yang menjadi subjek dalam penelitian ini mempunyai sikap positif terhadap matematika dan pembelajarannya. Hal ini dapat dilihat dari minat dan kesungguhan siswa terhadap matematika dan pembelajarannya sehingga siswa dengan senang hati menerima model pembelajaran yang digunakan guru. Hal ini seperti yang diungkapkan oleh Bell (1978) bahwa media komputer dalam pembelajaran matematika memberikan peningkatan motivasi siswa yang cukup berarti. Penyebabnya adalah beberapa siswa yang awalnya tidak menyukai dan hanya mempunyai kepedulian yang kecil dalam belajar matematika biasanya akan mengalami kegagalan dan frustrasi. Komputer telah memberi pengalaman baru bagi mereka dan terlihat mereka berhasil menjadi ahli dalam bidang komputer. Kedua berkaitan dengan belajar merupakan proses yang aktif; sayangnya pengembangan kegiatan belajar matematika cenderung siswa sebagai pendengar yang baik. Ketika siswa berhadapan dengan komputer dalam belajar matematika, mereka dapat mengontrol apakah komputernya bekerja, yakni dalam bentuk respon komputer terhadap aksi yang dilakukan siswa. Hal ini terlihat dari model yang dikembangkan, salah satunya adalah kuis untuk mengevaluasi keberhasilan belajar. Siswa diminta mengisi kuis yang telah tersedia. Jawaban siswa akan direspon oleh

komputer dalam bentuk kevalidan jawaban dan rekomendasi yang diberikan komputer. Alasan ketiga berkaitan dengan motivasi itu sendiri. Siswa yang termotivasi belajar di dalam dan di luar kelas terkait dengan berbagai alasan, yakni menciptakan atau menemukan sesuatu, membuat sesuatu bekerja, memperoleh penghargaan, dan menemukan kepuasan diri. Banyak siswa menurut Bell (1978) yang “menciptakan” program komputer dan membuat komputer “bekerja” melalui salah satu dari program itu sendiri atau menyusun program komputernya. Siswa akan menemukan kepuasan dan kesenangan yang sesungguhnya ketika mereka mampu menyelesaikan suatu persoalan yang kompleks dan menemukan solusinya.

Dengan proses interaksi aktif antara siswa-komputer, siswa-siswa, dan siswa-guru, maka proses belajar matematika memberi ruang pada siswa dalam melakukan investigasi, eksplorasi, meminta, serta menjelaskan ide matematika. Hal tersebut memberi dampak pada optimalisasi kemampuan berfikir matematika. Ini terlihat dari hasil penelitian yang dilakukan terhadap 6 sekolah berbeda, yakni peningkatan kemampuan kreatif siswa melalui pembelajaran media komputer lebih baik dibandingkan dengan kelas pembelajaran biasa. Peningkatan kemampuan komunikasi pada kelas eksperimen, dalam hal ini kelas dengan bantuan komputer, lebih baik dibandingkan dengan kelas pembelajaran biasa. Peningkatan kemampuan komunikasi pada setiap levelnya pun; tinggi, sedang, dan kurang, siswa yang belajar melalui bantuan komputer relatif lebih baik peningkatan komunikasinya.

Keberhasilan implementasi penggunaan media komputer yang dikembangkan dalam penelitian ini telah disebutkan sebelumnya secara berarti meningkatkan kemampuan berfikir tingkat tinggi matematik. Kemudian sikap dan minat siswa dalam belajar matematika mengalami perubahan, yakni lebih positif, seperti siswa menjadi lebih senang, semangat dalam belajar matematika. Dari angket juga terungkap bahwa hal tersebut sebagai akibat dari desain software yang dikembangkan. Ini tercermin dari

pendapat siswa bahwa belajar matematika menjadi menarik karena dalam komputer terdapat simulasi, permainan, animasi gerak, dan suara. Dengan demikian, proses belajar matematika menjadi lebih kondusif.

Namun demikian, tidak tertutup kelemahan dalam implementasi pembelajaran melalui media ini. Pertama, perlu dikaji apakah senang dan semangatnya siswa dalam belajar ini bukan karena efek perubahan pertama yang diterima oleh siswa. Mereka tertarik karena memang baru bertam belajar matematika dengan bantuan komputer, artinya perubahan sikap yang ditunjukkan oleh siswa hanya sikap yang serta merta dan bersifat sesaat. Hal ini terlihat dari hasil angket yang menyatakan bahwa pembelajaran matematika yang dialami siswa berbeda dengan pembelajaran matematika sebelumnya. Kedua, pengembangan software belum dikaji secara komprehensif. Software yang dikembangkan perlu diuji oleh tim yang ahli dalam bidang IT, yakni tingkat efisiensi dan efektivitasnya program yang dikembangkan.

KESIMPULAN DAN REKOMENDASI

Pembelajaran matematika dapat diseting melalui pembelajaran interaktif berbasis computer sehingga lebih menarik, efisien, dan efektif melalui pola interaksi tutorial, simulasi, ataupun permainan.

Secara umum peningkatan kemampuan matematik tingkat tinggi dapat dikatakan cukup baik. Hal ini terlihat dari peningkatan kemampuan komunikasi, penalaran, koneksi, dan pemecahan masalah matematiknya berada pada kategori sedang, sedangkan peningkatan kemampuan berfikir kreatif siswa berada pada kategori tinggi. Hal tersebut sebagai akibat dari peran media pembelajaran berbasis computer yang dikembangkan memuat berbagai aktivitas dalam memahami, mengekspresikan, dan mengevaluasi ide-ide matematika melalui lisan dan tulisan, mampu mendemonstrasikan dan menggambarkan secara visual, serta menggambarkan hubungan-hubungan antar konsep matematika ilmu pengetahuan lain dan kehidupan sehari-hari.

Perlu juga dikemukakan bahwa hasil penelitian ini menemukan:

- a. Pada sekolah berkategori baik, peningkatan kemampuan berfikir matematik tingkat tinggi siswa pada kedua kelompok (kelas konvensional dan kelas computer-based) mempunyai kategori yang sama, yakni tinggi. Hal ini ditunjukkan dengan hasil bahwa secara statistik peningkatan kemampuan berfikir matematika tingkat tinggi kedua kelompok pembelajaran tersebut sangat berarti, tetapi tidak menunjukkan perbedaan yang berarti. Hasil ini menunjukkan bahwa peran media pada siswa berkemampuan tinggi tidak menunjukkan pengaruh yang berarti.
- b. Pada sekolah kategori sedang dan rendah, kemampuan berfikir matematik tingkat tinggi kedua kelompok menunjukkan perbedaan peningkatan yang sangat berarti. Peningkatan kemampuan berfikir matematik siswa pada kelompok dengan bantuan media computer lebih baik secara berarti. Hal ini menunjukkan bahwa peran model pembelajaran *computer-based e-learning* mempunyai sangat berarti dalam meningkatkan kemampuan siswa.
- c. Model pembelajaran *computer-based e-learning* dapat menumbuhkan kemandirian belajar, melakukan proses belajar aktif yang mendukung kognisinya, perilaku dan sikap yang secara sistematis berorientasi pada pencapaian tujuan pembelajaran. Melalui kemandirian belajar siswa mempunyai tujuan yang jelas, menilai diri sendiri, mempertimbangkan kemajuan belajar seperti pandangan dan kepercayaan yang tinggi tentang kemampuan dirinya, nilai pembelajaran, danantisipasi dampak (*self efficacy*) selama proses pembelajaran.

Hasil penelitian ini memberikan sebuah alternatif upaya guru atau sekolah dalam meningkatkan kemampuan matematika siswa. Namun demikian, perlu juga dilakukan penelitian tipe interaksi ideal untuk diaplikasikan dalam pembelajaran matematika, khususnya di tingkat SMA dan SMK. Juga perlu diteliti apakah senang dan semangatnya siswa dalam belajar ini bukan

karena efek perubahan pertama yang diterima oleh siswa. Mereka tertarik karena memang baru bertamab belajar matematika dengan bantuan komputer, artinya perubahan sikap yang ditunjukkan oleh siswa hanya sikap yang serta merta dan bersifat sesaat. Hal ini terlihat dari hasil angket yang menyatakan bahwa pembelajaran matematika yang dialami siswa berbeda dengan pembelajaran matematika sebelumnya. Selain itu, pengembangan software belum dikaji secara komprehensif. Software yang dikembangkan perlu diuji oleh tim ahli dalam bidang IT, yakni dari sisi programnya, tingkat efisiensi dan efektivitasnya.

DAFTAR PUSTAKA

- Bell, Frederick H., (1978). *Teaching and Learning Mathematics (In Secondary Schools)*. USA : Wim C. Brown Company Publisher.
- Bloom, L. M., Comber, G. A., and Cross, J. M., (1987). *Graphing through Transformation via Microcomputer*. Bandung : PPG.
- Glass, E. M., (1984). *Computer: Challenge and Opportunity* dalam Computers in Mathematics Education (Year Bokk). Hansen, V.P. and Zweng, M. J. (editors). Reston, Virginia : National Council of Teacher of Mathematics, Inc.
- Fey, J. And Heid, M. K., (1984). *Imperatives and Possibilities for New Curricula in Secondary School Mathematics* dalam Computers in Mathematics Education (Year Bokk). Hansen, V.P. and Zweng, M. J. (editors). Reston, Virginia : National Council of Teacher of Mathematics, Inc.
- Fletcher, T. J., (1988). *Microcomputers and Mathematics in Schools*. United Kingdom : Department of Education and Science.
- Hatfield, L. L., (1984). *Toward comprehensive Instructional Computing in Mathematics* dalam Computers in Mathematics Education (Year Bokk). Hansen, V.P. and Zweng, M. J. (editors). Reston, Virginia : National Council of Teacher of Mathematics, Inc.
- Heinich, R., (1996). *Instructional Media and Technology for Learning*. New Jersey : Prentice Hall, Inc.
- Kulik, J. A., Kulik, C. C. And Bangert-Drowns, R.L., (1985). *Effectiveness of Computers-Based Education in Elementary Schools* [Online]. Tersedia : <http://www.nwerl.org/scpd/sirs/5cu10.html> [29 January 2004].
- OECD (2001). *Knowledge and Skills for Life: First Result from OECD Programme for International Student Assessment (PISA) 2000*. [Online]. Tersedia : <http://www.google.co.id/OCED>. [7 Desember 2006].
- OECD (2001). *Knowledge and Skills for Life: First Result from OECD Programme for International Student Assessment (PISA) 2003*. [Online]. Tersedia : <http://www.google.co.id/OCED>. [7 Desember 2006].
- Wilson, B., (1988). *Making Sense of the Future. A Position Paper on the Role of Technology in Science, Mathematics and Computing Education*. [Online]. Tersedia : <http://www.hometown.aol.com> [29 January, 2004].
- Zulkardi, (2001). *Realistic Mathematics Education dan Contoh pengajarannya pada Sekolah Menengah*. University of Twente, the Netherland. (tidak dipublikasikan).