

# PEMANFAATAN TEKNOLOGI INFORMASI DAN KOMUNIKASI UNTUK MENINGKATKAN KUALITAS PEMBELAJARAN MATEMATIKA

Oleh Budi Murtiyasa  
Jurusan Pendidikan Matematika FKIP Univ. Muhammadiyah Surakarta  
e-mail : [bdmurtiyasa@yahoo.com](mailto:bdmurtiyasa@yahoo.com)

## Abstrak

*Kemajuan Teknologi Informasi dan Komunikasi telah mendorong terjadinya banyak perubahan, termasuk dalam bidang pendidikan yang melahirkan konsep e-learning. Dengan e-learning, pembelajaran matematika menjadi lebih efektif dan efisien untuk mencapai daya matematika. E-learning memungkinkan peserta didik untuk aktif dan kreatif. E-learning memberikan para peserta didik, pendidik, dan pengelola pendidikan untuk mengambil banyak manfaat, di antaranya fleksibilitas program dan bahan pembelajaran dapat dibuat lebih menarik dan berkesan. Integrasi teknologi informasi dan komunikasi pada pendidikan akan meningkatkan kualitas pembelajaran matematika. Dampak ikutan dengan integrasi teknologi informasi dan komunikasi pada pendidikan adalah mendorong percepatan computer literacy pada masyarakat Indonesia.*

Kata Kunci : *e-learning, pembelajaran matematika.*

## A. Pendahuluan

Telah diketahui bahwa mutu pendidikan di Indonesia dibandingkan dengan negara-negara lain adalah lebih rendah. Demikian juga untuk mata pelajaran matematika. Studi *The third International Mathematic and Science Study Repeat (TIMSS-R)* pada tahun 1999 menyebutkan bahwa di antara 38 negara, prestasi peserta didik SMP Indonesia berada pada urutan 34 untuk matematika. Pada tahun 2003, studi yang dilakukan oleh *Programme for International Student Assessment (PISA)* menunjukkan posisi Indonesia pada urutan 39 dari 41 negara. Sementara nilai matematika pada ujian akhir nasional (UAN), pada semua tingkat dan jenjang pendidikan selalu terpacu pada angka yang rendah, selalu lebih rendah dari pada nilai-rata-rata UAN yang lain. Keadaan

ini tentu sangat ironis jika dikaitkan dengan peran matematika untuk pengembangan ilmu pengetahuan dan teknologi serta visi pendidikan Indonesia untuk mewujudkan insan Indonesia yang cerdas dan kompetitif.

Tugas pendidik matematika menjadi berat dan kompleks. *Pertama*, bagaimana menyampaikan materi ajar kepada peserta didik supaya sesuai dengan standar kurikulum ?. *Kedua*, bagaimana proses pembelajaran dapat terlaksana dengan melibatkan peserta didik secara aktif dan kreatif ?. Sebuah tantangan bagi pendidik matematika untuk senantiasa berpikir, bertindak inovatif, dan kreatif, sebab pendidik yang mampu mengamalkan ilmu pengetahuan dan teknologi dapat meningkatkan kualitas pembelajaran. Pada gilirannya ia dapat meningkatkan mutu pendidikan.

Tujuan pembelajaran umum matematika, sesuai prinsip belajar konstruktivisme, menggariskan bahwa peserta didik harus mempelajari matematika melalui pemahaman dan pembangunan pengetahuan baru dari pengalaman dan pengetahuan yang dimiliki sebelumnya. Untuk mewujudkan hal tersebut, pada Kurikulum 2004 telah dirumuskan lima kecakapan atau kemahiran yang diharapkan dapat dicapai dalam belajar matematika, 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*). Kelima hal tersebut dikenal dengan daya matematika (*mathematical power*). Tetapi proses pengembangan daya matematika merupakan sebuah proses yang kompleks. Peserta didik dalam belajar matematika tidak hanya bergantung pada “apa” yang diajarkan, tetapi juga bergantung pada “bagaimana” matematika itu diajarkan, atau bagaimana peserta didik itu belajar.

Proses pembelajaran merupakan hasil sinergi dari tiga komponen utama pembelajaran, yaitu peserta didik, kompetensi guru, dan fasilitas pembelajaran. Ketiga prasyarat tersebut pada akhirnya bermuara pada proses dan model pembelajaran. Model pembelajaran yang efektif dalam kerangka peningkatan kualitas pembelajaran matematika antara lain harus memiliki nilai relevansi dengan pencapaian daya matematika dan memberi peluang untuk bangkitnya kreativitas peserta didik dan juga kreativitas guru itu sendiri.

Di sisi lain upaya peningkatan kualitas pembelajaran matematika perlu mempertimbangkan perubahan-perubahan dalam proses pembelajaran, yang antara lain ditandai dengan adanya perubahan dari model belajar terpusat pada guru ke model terpusat pada peserta didik, dari kerja terisolasi ke kerja kolaborasi, dari pengiriman informasi sepihak ke pertukaran informasi, dari pembelajaran pasif ke pembelajaran aktif dan partisipatif, dari yang bersifat faktual ke cara berpikir kritis, dari respon reaktif ke proaktif, dari konteks *artificial* ke konteks dunia nyata, dari *single media* ke *multimedia*. Oleh karena itu, pembelajaran harus berpotensi mengembangkan suasana belajar mandiri. Dalam hal ini, pembelajaran dituntut dapat menarik perhatian peserta didik dan sebanyak mungkin memanfaatkan momentum kemajuan teknologi khususnya dengan mengoptimalkan pemanfaatan teknologi informasi dan komunikasi (*information and communication technology*).

Uraian berikut ini akan membahas kemajuan Teknologi Informasi dan Komunikasi (TIK) dan berbagai kemungkinan penerapannya, khususnya pada pembelajaran. Pembahasan akan dimulai dengan kekuatan TIK pada pembelajaran, yang di antaranya melahirkan konsep *e-learning*, manfaat *e-learning*, dan bahan-bahan pembelajaran untuk *e-learning*. Pembahasan akan dilengkapi dengan integrasi TIK pada pembelajaran matematika, yang di dalamnya akan diuraikan tentang kebutuhan dalam pengembangan dan pemanfaatan TIK, model pengembangan TIK di pendidikan, beberapa model belajar matematika yang dapat difasilitasi dengan TIK, serta cara-cara mendapatkan bahan pembelajaran matematika.

## **B. TIK dan Pembelajaran**

Kemajuan TIK telah mendorong manusia untuk meningkatkan efisiensi dan efektivitas pada setiap kegiatannya. Bidang-bidang seperti *e-commerce*, *e-banking*, *e-government* misalnya, telah banyak memanfaatkan kemajuan TIK dalam aktivitasnya. Memasuki abad XXI ini, banyak institusi pendidikan, khususnya di luar negeri, berusaha meningkatkan kualitas pembelajarannya dengan memanfaatkan kemajuan TIK melalui program *e-learning*. Bahkan di Malaysia, program *e-learning* ini mendapat dukungan penuh dari pemerintahnya melalui program *Agenda Information Technology National* yang dilancarkan oleh *National Information Technology Council* (NITC). Untuk

membawa Malaysia siap bersaing di era global abad XXI ini, NITC melancarkan lima agenda, yaitu bidang *e-community*, *e-public services*, *e-learning*, *e-economy*, dan *e-sovereignty* (Koran, 2003). Sedangkan di Singapura, yang mempunyai basis TIK lebih baik, telah melangkah lebih maju menuju era *e-government* dengan visinya *to be a leading e-Government to better serve the nation in the digital economy* (Djunaedi, 2003).

Walaupun infrastruktur TIK di Indonesia masih kalah dari beberapa Negara di luar negeri, sebaiknya para insan pendidikan, khususnya para tenaga pengajar dan pengelola lembaga pendidikan, harus mulai berpikir dan bertindak untuk memajukan *e-learning*. Jika tidak segera bertindak, dimungkinkan sekolah-sekolah di Indonesia akan kehilangan para peserta didiknya, yang lebih suka mengikuti program *distance learning* dari sekolah-sekolah di luar negeri. Di samping itu, UNESCO juga telah menetapkan standar bagi guru untuk dapat menggunakan TIK bagi keperluan pembelajarannya (Majumdar, 2005).

Pemerintah Indonesia melalui Keppres No. 6/2001 telah mulai mencanangkan *e-education*. Ini berarti bahwa pemerintah telah melakukan inisiasi pemanfaatan TIK dalam bidang pendidikan. Untuk mendukung pelaksanaan Keppres tersebut, Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi Depdiknas memfasilitasi pengembangan infrastruktur TIK dan jaringannya bagi lembaga pendidikan tinggi di Indonesia. Hal ini dimaksudkan untuk meningkatkan literasi komputer (*computer literacy* / *Jw* : “*melek komputer*”) bagi dosen dan mahasiswa berturut-turut 80% dan 50% pada tahun 2009. Oleh karena itu, TIK bagi guru adalah kunci utama dalam meningkatkan kualitas pendidikan dan relevansi. Dalam konteks ini TIK dapat dimanfaatkan sebagai media pembelajaran, pengembangan profesional guru, dan pengembangan sistem pengelolaan belajar dan sumber belajar (Brojonegoro, 2006).

Kekuatan TIK (*power of ICT*) telah mendorong para insan pendidikan untuk memannfaatkannya dalam bidang pendidikan. Kekuatan TIK telah mendorong terjadinya perubahan dalam kurikulum, yang meliputi perubahan tujuan dan isi, aktivitas belajar, latihan dan penilaian, hasil akhir belajar, serta nilai tambah yang positif (Yuk, 2006). Oleh karena itu, muncul istilah-istilah seperti *e-teacher*, *e-test*, *e-library*, *e-assignment*, *e-education*, *virtual school*, *virtual university*, *e-learning*, dan sebagainya. *e-learning* adalah pembelajaran yang menggunakan TIK untuk mentransformasikan proses

pembelajaran antara pendidik dan peserta didik. Tujuan utama penggunaan teknologi ini adalah meningkatkan efisiensi dan efektivitas, transparansi, dan akuntabilitas pembelajaran. TIK yang digunakan untuk menyampaikan materi pembelajaran dalam *e-learning* ini dapat berupa komputer, LAN (*local area network*), WAN (*wide area network*), internet, intranet, satelit, TV, CD ROM, dan sebagainya. Proses pembelajaran dapat disampaikan secara *synchronously* (pada waktu bersamaan) atau *asynchronously* (pada waktu yang berbeda). Bahan pembelajaran yang bercirikan multimedia, mempunyai teks, grafik, animasi, simulasi, audio, video. Hal ini merupakan kelebihan yang dimiliki media berbasis komputer. Di samping itu, suatu *e-learning* juga harus mempunyai kemudahan bantuan profesional isi pelajaran secara *on line*.

Dari uraian tersebut jelas bahwa *e-learning* menggunakan teknologi informasi dan komunikasi sebagai **alat**; dengan **tujuan** meningkatkan efisiensi, efektivitas, transparansi, akuntabilitas, dan kenyamanan belajar; dengan **obyeknya** adalah layanan pembelajaran yang lebih baik, menarik, interaktif, dan atraktif. Hasil akhir yang diharapkan adalah peningkatan prestasi dan kecakapan akademik peserta didik serta pengurangan biaya, waktu, dan tenaga untuk proses pembelajaran.

*E-learning* termasuk model pembelajaran yang berpusat pada peserta didik. Dengan *e-learning*, peserta didik dituntut mandiri dan bertanggung jawab terhadap proses pembelajarannya, sebab ia dapat belajar di mana saja, kapan saja, yang penting tersedia alatnya. *E-learning* menuntut keaktifan peserta didik. Melalui *e-learning*, peserta didik dapat mencari dan mengambil informasi/materi pembelajaran berdasarkan silabus/kriteria yang telah ditetapkan pengajar / pengelola pendidikan. Peserta didik akan memiliki kekayaan informasi, sebab ia dapat mengakses informasi dari mana saja yang berhubungan dengan materi pembelajarannya. Peserta didik juga dapat berdiskusi secara *on line* dengan pakar-pakar pada bidangnya, misalnya melalui *e-mail* atau *chatting*. Dengan demikian jelas bahwa keaktifan peserta didik dalam *e-learning* sangat menentukan hasil belajar yang mereka peroleh. Semakin ia aktif, semakin banyak pengetahuan atau kecakapan yang akan diperoleh. Tabel 1 menunjukkan trend baru model pembelajaran dengan memanfaatkan kemajuan TIK yang akan segera bergeser dari model *e-learning* ke model *mobile learning* (*m-learning*).

Tabel 1. Trend Belajar

Generasi ke-5	Generasi ke-6
<i>e-learning Model</i>	<i>m-learning Model</i>
<i>Web-based course</i>	<i>Web-based course</i>
<i>Integrated multimedia</i>	<i>Integrated multimedia</i>
<i>Computer mediated communication</i>	<i>Mobile/handphone mediated communication</i>
<i>Computer intelligent system</i>	<i>Computer intelligent system</i>

Karakteristik lain dari *e-learning* adalah selalu memuat bahan pembelajaran yang *up-to-date*. Hal ini disebabkan oleh kemudahan untuk melakukan koreksi dan pembetulan terhadap materi pembelajaran setiap saat dipandang perlu. Sebagai perbandingan, pada sistem tradisional, jika ada buku atau *hand out* salah cetak misalnya, perlu cetak ulang edisi berikutnya untuk membetulkannya, dan ini bisa memerlukan waktu berbulan-bulan, bahkan bertahun-tahun. Berbeda dengan bahan pembelajaran *e-learning*, jika diketahui ada kesalahan atau adanya temuan baru, saat itu juga materi pembelajaran dapat dikoreksi dan di *update*, sehingga peserta didik selalu memperoleh informasi terbaru dan terkini.

*E-learning* juga memberikan kesempatan kepada peserta didik untuk dapat belajar secara ‘bebas’ tanpa merasa ‘tertekan’. Bebas dalam artian ia dapat mencari bahan-bahan atau materi pembelajaran. Ia juga bebas dari perasaan malu, yang biasanya terjadi pada kelas tradisional, jika ia merasa lambat, tidak bisa menjawab pertanyaan guru, atau gagal dalam belajarnya. Mereka dapat bebas bertanya dan berdiskusi dengan pakar yang ada di bidangnya atau melalui program bantuan profesional (*help*) secara *on line* yang didesain pada materi pembelajaran *e-learning*. Ia juga bebas mengulang-ulang materi pembelajaran pada topik tertentu sampai ia memperoleh pemahaman yang lebih baik. Sementara itu, bagi peserta didik yang ‘cepat’ dalam belajarnya, ia dapat saja mempelajari topik lain, tanpa harus menunggu peserta didik yang ‘lambat’ dalam belajarnya. Dengan sistem semacam ini diharapkan bahwa hasil akhir proses belajar dengan *e-learning* akan lebih baik, sebab tuntutan belajar tuntas (*mastery learning*) dapat dipenuhi. Peserta didik juga bebas mengakses bahan pembelajaran *e-learning* dari mana saja ia suka.

Bahan pembelajaran *e-learning* yang dirancang dengan baik dan profesional akan memperhatikan dan menggunakan ciri-ciri multimedia. Artinya, dalam bahan pembelajaran tersebut di samping memuat teks, juga dapat memuat gambar, grafik, animasi, simulasi, audio, dan video. Pemilihan warna yang baik dan tepat juga akan meningkatkan penampilan di layar monitor. Hal ini menjadikan bahan pembelajaran *e-learning* menjadi lebih menarik, berkesan, interaktif dan atraktif. Dari keadaan semacam ini memungkinkan peserta didik selalu ingat tentang apa yang dipelajari.

*E-learning* juga dapat didesain untuk dapat menyimpan catatan prestasi peserta didik yang sangat bermanfaat bagi proses umpan balik (*feed back*). Catatan prestasi ini dapat digunakan untuk pengukuhan (*reinforcement*). Di samping itu, *e-learning* juga dapat didesain untuk memeriksa dan memberi skor secara otomatis terhadap hasil evaluasi belajar, sehingga unsur-unsur transparansi dan akuntabilitas dipenuhi dalam proses ini. Berdasarkan hasil evaluasi ini, peserta didik secara otomatis dapat disarankan untuk melakukan kegiatan belajar tertentu (Pribadi dan Rosita, 2003).

### **C. Manfaat *e-Learning***

Memperhatikan karakteristik *e-learning* tersebut di atas, jelas bahwa model pembelajaran *e-learning* ini sangat bermanfaat, baik bagi peserta didik maupun tenaga pengajar (guru), bahkan juga bagi para pengelola lembaga pendidikan. *E-learning* juga memungkinkan pelaksanaan belajar jarak jauh semakin mudah dan terbuka serta dapat memasuki kategori *realtime* (waktu yang bersamaan) dengan belajar di sekolah.

Bagi peserta didik jelas bahwa *e-learning* ini akan melatih kemandirian peserta didik. Di samping itu, juga memberikan kemudahan bagi peserta didik untuk mengakses materi pembelajaran dari mana pun berada. Oleh karenanya, para peserta didik dapat menghemat biaya dan waktu untuk transportasi dari dan ke sekolah. Tetapi yang jelas, keuntungan yang terpenting adalah bahwa para peserta didik dapat belajar sesuai dengan kemampuannya tanpa perlu rasa *minder* atau malu dengan teman-teman lainnya, yang barang kali lebih cepat dan pandai dalam belajarnya. Berikut ini adalah beberapa keuntungan yang dapat diperoleh bagi peserta didik dengan adanya model *e-learning* :

1. Membangun interaksi ketika peserta didik melakukan diskusi secara *on line*.
2. Mengakomodasi perbedaan peserta didik.

3. Peserta didik dapat mengulang materi pelajaran yang sulit berkali-kali, sampai pemahaman diperoleh.
4. Kemudahan akses, kapan saja dan di mana saja.
5. Peserta didik dapat belajar dalam suasana yang 'bebas tanpa tekanan', tidak malu untuk bertanya (*secara on line*).
6. Mereduksi waktu dan biaya perjalanan.
7. Mendorong peserta didik untuk menelusuri informasi ke situs-situs pada *world wide web*.
8. Mengizinkan peserta didik memilih target dan materi yang sesuai pada *web*.
9. Mengembangkan kemampuan teknis dalam menggunakan internet.
10. Mendorong peserta didik untuk bertanggung jawab terhadap belajarnya dan membangun *self-knowledge* dan *self-confidence*.

Sedangkan bagi tenaga pengajar, *e-learning* juga memberikan banyak manfaat. Di antaranya yang terpenting adalah bahwa ia selalu dapat memberikan materi yang *up-to-date* kepada para peserta didiknya. Keuntungan yang lain adalah :

1. Kemudahan akses kapan saja dan di mana saja
2. Mereduksi biaya perjalanan dan akomodasi, kaitannya dengan program-program pelatihan.
3. Mendorong pengajar mengakses sumber-sumber pelajaran yang *up-to-date*.
4. memungkinkan pengajar mengkomunikasikan gagasan-gagasannya dalam cakupan wilayah yang lebih luas.

Bagi pengelola lembaga pendidikan, *e-learning* juga mempunyai manfaat yang sangat luas, di antaranya adalah meningkatkan prestise dan akuntabilitas lembaga. *E-learning* memungkinkan menciptakan sistem *distance education*, dan *virtual school*. Dengan sistem ini jelas bahwa pengelola pendidikan tidak lagi perlu direpotkan dengan pengadaan ruang-ruang kuliah dan sarana lainnya seperti dalam kelas-kelas tradisional. Ini berarti *e-learning* akan menghemat biaya pengadaan prasarana untuk pembelajaran dan biaya operasional pemeliharaan peralatan dan gedung.

#### **D. Pemilihan Bahan untuk *e-learning***

Key (dalam Khoe Yao Tung, 2000) menyatakan bahwa kegiatan belajar mengajar akan lebih efektif jika terdapat keseimbangan antara *content* (gagasan baru, prinsip, dan

konsep), *experience* (peluang menerapkan konsep pada lingkungan eksperimental), dan *feedback* (umpan balik atas tindakan yang diambil pada saat penerapan di tahap *experience*). Keseimbangan semacam itu akan sulit ditemukan pada 'kelas-kelas tradisional', terutama untuk tahapan *experience* dan *feedback*. Akan tetapi, dengan bantuan TIK tahapan *experience* dan *feedback* dapat mudah dilaksanakan, misalnya, melalui simulasi. Karenanya dalam pemilihan bahan untuk *e-learning*, seyogyanya para tenaga pengajar juga mempertimbangkan unsur-unsur tersebut, sebab jika tidak, *e-learning* juga dapat gagal meningkatkan kecakapan dan prestasi peserta didik jika bahan pembelajarannya didesain seperti halnya yang ada pada kelas-kelas pembelajaran tradisional. Jadi, menyiapkan bahan untuk *e-learning* tidak seperti memindahkan isi buku atau *hand out* ke komputer. Untuk itu, para tenaga pendidik dan pengelola pendidikan umumnya harus dapat memilih atau, bahkan bila memungkinkan, menyiapkan sendiri bahan-bahan *e-learning* untuk para peserta didiknya.

Memperhatikan konsep yang disampaikan Key tersebut di atas, jelas bahwa bahan pembelajaran untuk *e-learning* harus didesain atau dipilih sedemikian rupa sehingga mampu meningkatkan efektivitas dan efisiensi belajar. Rambu-rambu untuk memilih bahan *e-learning* atau menyiapkan / mendesain bahan *e-learning* adalah : (1) berbasis komputer, (2) perancangan tampilan di monitor memperhatikan kaidah pembuatan media pembelajaran, (3) penyajiannya menarik dan berkesan, dan (4) biaya penyusunan / pengadaan bahan pembelajaran.

Bahan pembelajaran yang berbasis komputer di antaranya mempunyai ciri-ciri memuat informasi baru, menyatakan tujuan pembelajaran dengan jelas, dapat mengetahui kemampuan peserta didik melalui latihan-latihan secara *on line*, dan memberikan umpan balik terhadap hasil penilaian. Sedangkan perancangan tampilan di monitor perlu memperhatikan kaidah pembuatan media pembelajaran karena penelitian menunjukkan bahwa pengetahuan seseorang 11% diperoleh dari pendengaran dan 83% diperoleh dari penglihatan. Sedangkan kemampuan daya ingat seseorang 20% diperoleh dari apa yang didengar dan 50% diperoleh dari apa yang dilihat (<http://www.itb.ac.id/lp3/aa/bab08.htm>). Oleh karena itu, perancangan tampilan di monitor juga perlu mendapatkan pertimbangan tersendiri dalam memilih bahan untuk *e-learning*. Peserta didik umumnya membaca teks di monitor 30% lebih lambat daripada di

kertas. Untuk itu sebaiknya teks dibuat ringkas dan padat, menggunakan warna yang menarik untuk membantu memudahkan mengingat informasi, memberikan penekanan-penekanan pada bagian yang dianggap penting, dan informasi penting hendaknya disajikan di bagian atas.

Penyajian bahan juga harus di desain sehingga menarik dan berkesan bagi peserta didik. Keunggulan komputer adalah mampu melakukan manipulasi obyek, data, suara, gambar, grafik, atau pun teks, serta warna. Karenanya, penggunaan variasi teks, warna, grafik, animasi, simulasi, audio, video secara baik akan mampu meningkatkan kualitas penyajian bahan *e-learning*. Sebaiknya bahan untuk *e-learning* dipilih yang memuat unsur-unsur multimedia. Akhirnya pertimbangan biaya pengadaan bahan *e-learning* juga perlu mendapatkan perhatian. Hendaknya para pendidik dapat memilih bahan yang memadai dan terjangkau. Biaya untuk pengadaan bahan *e-learning* perlu mendapatkan pertimbangan, sebab jangan sampai menimbulkan biaya tinggi. Salah satu tujuan dari *e-learning* adalah mengurangi biaya proses pembelajaran. Ini penting supaya biaya yang dikeluarkan sebanding dengan kualitas dan kuantitas isi pelajaran.

#### **E. Integrasi TIK – Pembelajaran Matematika**

Penerapan *e-learning* memerlukan sumber daya yang memadai, khususnya sumberdaya manusia. Dari sisi sumber daya manusia, pelaksanaan *e-learning* tentu memerlukan literasi komputer, khususnya bagi guru dan peserta didik. Literasi komputer merupakan istilah yang sering digunakan untuk menerangkan pengetahuan dasar yang perlu diketahui orang awam (bukan “orang komputer”) mengenai komputer. Konsep literasi komputer lebih berkaitan dengan segi praktis penggunaan komputer, bukan perancangan dan pengembangan komputer itu sendiri (Sugilar, 2005). Sebagai istilah dalam pengembangan program pembelajaran, literasi komputer merujuk pada : (1) pengoperasian program aplikasi, (2) konteks sosial penggunaan komputer, (3) pemahaman tentang apa komputer dan bagaimana komputer bekerja, (4) sejarah komputer, dan (5) pengetahuan praktis terhadap paling tidak satu bahasa pemrograman tingkat tinggi. Literasi komputer juga dapat dipandang dari apa-apa yang telah dikerjakan seseorang dan keadaan seseorang yang berkaitan dengan komputer, yaitu : (1) lamanya telah menggunakan komputer, (2) penggunaan paket program komputer, (3) keikutsertaan

dalam kursus komputer, (4) kepemilikan komputer di rumah, (5) keterampilan membuat program komputer, dan (6) keterlibatan dalam pekerjaan yang menggunakan komputer untuk penyelesaiannya.

Kondisi sumber daya manusia (dalam hal ini pendidik matematika) dalam literasi komputer memang masih memprihatinkan. Keadaan tahun 2004 menyebutkan bahwa 80% guru SD tidak dapat mengoperasikan komputer, 48% guru SLTP tidak dapat mengoperasikan komputer, dan 42% guru SMA serta 68% guru SMK tidak dapat mengoperasikan komputer (Wijaya, 2005). Sementara untuk perguruan tinggi tidak ada data yang jelas. Di sisi lain, menurut pengamatan, beberapa pelajar SMA dan mahasiswa sudah mulai menggunakan internet sebagai sumber informasi yang penting untuk membantu memecahkan problem yang dihadapinya. Penelitian lain menunjukkan bahwa walaupun akses mahasiswa terhadap internet masih sangat terbatas, namun mereka telah dapat mengatasi kendala kepemilikan sarana dan prasarana pribadi untuk memanfaatkan *e-learning* melalui tempat kerja atau warung-warung telekomunikasi (*warnet*) yang ada di masyarakat (Belawati, 2004). Hal ini dapat dipandang sebagai ketertarikan para peserta didik tersebut akan penggunaan TIK dalam membantu proses belajar mereka. Kondisi semacam ini dapat dijadikan sebagai modal dasar dalam memulai mengaktifkan pelaksanaan *e-learning* di sekolah-sekolah. Keberadaan *warnet* (*warung internet*) juga dapat dipandang sebagai dukungan infrastruktur yang dapat digunakan untuk memulai menggiatkan pelaksanaan *e-learning*. Untuk itulah sudah saatnya para perencana, pelaksana, dan pengelola pendidikan berpikir dan bertindak melaksanakan *e-learning* di masing-masing lembaganya.

Model pengembangan TIK di pendidikan dapat dilakukan dalam empat tahapan, yaitu *emerging*, *applying*, *infusing*, dan *transforming* (Majumdar, 2005). *Emerging* adalah tahap di mana semua insan pendidikan menjadi memiliki perhatian terhadap TIK. Hal ini ditandai dengan kebutuhan akan dukungan terhadap performa kerja. *Applying* adalah tahapan di mana para insan pendidikan mulai belajar menggunakan TIK. Pada tahapan ini kebutuhan untuk meningkatkan kualitas pembelajaran tradisional dengan TIK mulai dirasakan sebagai suatu kebutuhan. *Infusing* adalah tahap di mana para insan pendidikan mulai mengetahui bagaimana dan kapan menggunakan TIK. Hal ini ditunjukkan dengan kemampuan menyediakan fasilitas belajar berbasis TIK bagi para

peserta didik Akhirnya tahap *transforming* adalah secara spesifik dapat menggunakan TIK untuk membantu menyelesaikan tugas-tugas pembelajaran yang dihadapinya. Dengan TIK dapat diciptakan lingkungan belajar yang inovatif, sehingga merangsang peserta didik untuk berpikir dan berkreasi untuk memecahkan masalah.

Kaitannya dengan pembelajaran matematika, guru (calon guru) hendaknya dapat menguasai perangkat lunak yang mendukung bidang matematika seperti MS Word, MS PowerPoint, MS Excel, MS FrontPage, Turbo Pascal, Visual Basic, MATLAB, MApple, Mathcad, atau program aplikasi lainnya. Hal ini dimaksudkan para pendidik matematika dapat menyiapkan sendiri bahan pembelajaran berbasis komputer. Program-program aplikasi tersebut di antaranya dapat dimanfaatkan untuk mendesain tutorial, presentasi, *drill* dan latihan, simulasi, pemecahan masalah, dan permainan. Tutorial dan presentasi akan meningkatkan atau memperkaya informasi yang dimiliki peserta didik. *Drill* dan latihan akan meningkatkan kemampuan dan ketrampilan matematis peserta didik. Simulasi memungkinkan untuk mengajak peserta didik untuk meningkatkan kemampuan berpikir dan daya kritis, sebab biasanya simulasi ini digunakan untuk menyajikan gambaran dari konteks dunia nyata. Pemecahan masalah, di samping meningkatkan daya kritis peserta didik, juga dapat melatih para peserta didik untuk dapat mengkaitkan berbagai ide atau informasi yang dapat membantu memecahkan masalah. Akhirnya, permainan matematika dapat didesain sehingga mampu memberikan pengayaan atau penguatan terhadap konsep-konsep matematika, di samping dapat menimbulkan perasaan menyenangkan bagi peserta didik selama belajar matematika.

Penentuan model pembelajaran matematika merupakan kunci awal sebagai usaha pendidik meningkatkan daya matematika peserta didik. Model pembelajaran yang variatif dan menyediakan banyak pilihan belajar memungkinkan berkembangnya potensi peserta didik. Dengan demikian peserta didik diberi kesempatan berkembang sesuai dengan kapasitas, gaya belajar, maupun pengalaman belajarnya. Kreativitas dan analisis pendidik di dalam mendesain serta menelaah kecenderungan karakter belajar peserta didik mutlak diperlukan. Selain itu, mempersiapkan peserta didik melalui pengayaan pengetahuan awal merupakan usaha penting lainnya yang harus dilakukan saat pendidik menentukan desain pembelajaran yang akan dipilih dalam usaha meningkatkan daya matematika peserta didik.

Pembelajaran berbasis TIK menunjukkan bahwa kelompok peserta didik yang memiliki kemampuan dasar relatif baik, lebih terlihat pengembangan daya matematikanya. Walaupun demikian peran pendidik belum sepenuhnya dapat digantikan oleh teknologi, dalam arti *e-learning* berperan sebagai suplemen (Yuniawati, 2006). Dengan mengingat bahwa pembelajaran matematika harus mampu memberikan daya matematika bagi peserta didik, kombinasi desain *expository learning*, *inquiry learning*, *cooperative learning*, dan *individual learning* akan dapat menjawab kebutuhan tersebut. Di sisi lain, desain pembelajaran matematika berbasis *expository learning*, *inquiry learning*, *cooperative learning*, maupun *individual learning* dalam pengembangannya dapat difasilitasi TIK untuk penyiapan dan penyajiannya.

Dalam mengintegrasikan TIK dan pembelajaran, yang perlu diperhatikan adalah penyusunan desain pembelajaran dan pemetaan program (Panen, 2006). Dalam hal ini, pendidik harus dapat menjaga kapan perlu tampilan teks, gambar, video, animasi, simulasi, kuis, test, atau *link* ke internet dan sumber belajar lainnya, sehingga peserta didik benar-benar termotivasi untuk berpikir dan berkreasi. Dalam konsep ini, pendidik matematika seolah-olah berperan seperti penulis skenario dan sutradara pada suatu permainan drama. Ia harus menyusun “plot-plot cerita” yang merupakan urutan tampilan materi pembelajaran sekaligus menentukan apa yang harus keluar atau tampil pada tiap-tiap plot cerita tersebut.

Pada *expository-based learning* yang mempunyai siklus umum (1) atensi, (2) introduksi / penyampaian informasi, (3) *drill* dan latihan, (4) test dan pengayaan, pendidik (guru) dapat menggunakan TIK pada tiap siklus tersebut, misalnya bagaimana cara menarik atensi peserta didik, bagaimana tetap menjaga atensi peserta didik pada materi pembelajaran, dan sebagainya. Dalam upaya menarik atensi peserta didik, pendidik dapat menggunakan gambar, suara, animasi, atau video yang berhubungan dengan dunia nyata dan materi yang sedang dipelajari. Pada penyampaian informasi, pendidik dapat menggunakan TIK untuk presentasinya dengan lebih banyak melakukan visualisasi / gambar, simulasi, memungkinkan percobaan yang diulang-ulang, mengontrol situasi sedemikian hingga para peserta didik dapat belajar. Pada tahapan *drill* dan latihan dapat didesain sedemikian hingga ada respon langsung dari setiap jawaban peserta didik, serta diberikan petunjuk permainan atau langkah-langkah pengerjaan soal-soal latihan.

Sedangkan pada siklus test, TIK dapat digunakan untuk merancang *computer-assisted test*; yang meliputi desain tes, administrasi tes, pengumpulan respon, analisis hasil, serta pemberian umpan balik.

*Inquiry-based learning* umumnya mempunyai siklus (1) pertanyaan / problem, (2) investigasi, (3) penyajian/penyampaian hasil, (4) diskusi, dan (5) refleksi. Pada tahap awal, TIK dapat digunakan untuk menunjukkan atau memberikan problem / pertanyaan yang berhubungan dengan kasus aktual atau kasus dunia nyata. Kemudian pada siklus investigasi atau pencarian, TIK dapat digunakan untuk memfasilitasi eksperimen, eksplorasi, atau pencarian informasi, baik secara *on line* (melalui internet) atau *off line* (melalui CD-ROM) dan sebagainya. Pada tahap penyajian / penyampaian hasil dan diskusi, TIK dapat digunakan untuk memfasilitasi presentasi dan mendemonstrasikan hasil seperti dalam bentuk paper, gambar, video, atau bentuk-bentuk lainnya.

Analogi dengan kedua model pembelajaran tersebut di atas, TIK juga dapat dimanfaatkan untuk memfasilitasi *cooperative learning*. Pada *cooperative learning* umumnya mempunyai siklus : (1) pertanyaan / tugas, (2) bentuk kelompok kerja, (3) investigasi, (4) penyajian / penyampaian hasil, (5) diskusi, (6) kesimpulan dan refleksi. Bentuk-bentuk kelompok kerja dalam *cooperative learning* di antaranya adalah *Team-Games Tournament (TGT)*, *Group Investigation (GI)*, *Constructive-Controversy (CC)*, *Jigsaw Procedure (JP)*, *Student Team Achievement Divisions (STAD)*, *Team Accelerated Instruction (TAI)*, *Cooperative Integrated Reading and Composition (CIRC)*.

Dalam *individual learning*, TIK dapat dimanfaatkan dalam bentuk *computer-assisted instruction (CAI)* yang bersifat *off line* maupun *web-based course* yang bersifat *on line*. Pada CAI atau *web-based course* dapat berisi di dalamnya tentang teks/informasi, *drill* dan latihan, simulasi, tutorial, *instructional games*, *problem-solving programs*, test, dan umpan balik. Guna mendorong peserta didik untuk lebih aktif dan kreatif, dalam pencarian sumber belajar atau sumber informasi, peserta didik harus dimotivasi untuk melakukan pencarian informasi sebanyak mungkin dengan berbagai cara, diberbagai waktu, dan di berbagai tempat, misalnya buku, jurnal, surat kabar/majalah, *multimedia*, *web*, atau masyarakat.

Integrasi TIK pada pembelajaran dapat meningkatkan kualitas pembelajaran matematika, karena TIK dapat menghindari bias, mendeteksi tebakan untung-untungan,

merangsang peserta untuk berpikir luas, dan memberikan keseimbangan antara mengajar dan belajar (UNESCO, 2003). Dengan demikian, memperhatikan uraian tersebut di atas, kita tahu bahwa kelima daya matematika, yaitu : (1) belajar untuk berkomunikasi, (2) belajar untuk bernalar, (3) belajar untuk memecahkan masalah, (4) belajar untuk mengaitkan ide, dan (5) pembentukan sifat positif terhadap matematika akan dapat dicapai dalam belajar matematika yang difasilitasi TIK.

Bagi sekolah-sekolah yang memiliki komputer, tetapi belum ada koneksi ke internet, bahan-bahan *e-learning* dapat *download* dan *copy* terlebih dahulu dari tempat lain, misalnya, dapat di *download* dari warnet, universitas-universitas atau sekolah-sekolah yang memiliki fasilitas internet, atau dari lembaga-lembaga peningkatan profesi guru seperti PPPG Matematika, dan sebagainya. Selanjutnya, bahan-bahan tersebut dapat dipakai di sekolah-sekolah, misalnya, untuk demonstrasi, atau kerja kelompok, dan sebagainya. Alternatif lain untuk sekolah yang memiliki komputer tetapi belum ada koneksi dengan internet adalah dengan memanfaatkan CD ROM yang memuat materi pelajaran yang banyak dijual bebas di pasaran. Memperhatikan uraian tersebut, kita paham bahwa sebagai persyaratan terlaksananya *e-learning*, setidaknya ada tiga hal utama, yaitu: (1) kegiatan pembelajaran dilakukan melalui pemanfaatan jaringan, (2) tersedianya dukungan layanan belajar yang dapat dimanfaatkan oleh peserta didik, misalnya CD-ROM, atau bahan cetak, dan (3) tersedianya dukungan layanan tutor yang dapat membantu peserta belajar apabila mengalami kesulitan (Siahaan, 2006).

Sumber bahan pembelajaran untuk *e-learning* dapat diperoleh melalui internet, baik dengan cara membeli (berlangganan) maupun men-*download* bahan yang gratis (*free*), misalnya, situs <http://www.tc.cornell.edu:80/edu/MathSciGateway> yang berisikan pendidikan matematika dan sains, <http://www.enc.org/> yang dikeluarkan oleh Departemen Pendidikan Amerika Serikat, dan <http://www.nctm.org/> yang dikelola oleh organisasi para guru matematika di Amerika Serikat. Di Australia ada situs <http://www.ice-em.org.au/about.html> yang di kelola oleh The International Centre of Excellence for Education in Mathematics (ICE-EM). Untuk di Indonesia, misalnya, ada <http://smun.net/> yang memuat situs-situs SMU di Indonesia, kemudian ada <http://www.lipi.go.id> yang merupakan situsnya lembaga ilmu pengetahuan indonesia (LIPI). Di Indonesia, PUSTEKOM merupakan salah satu lembaga di bawah naungan

Depdiknas yang memproduksi bahan-bahan pembelajaran untuk *e-learning* yang dapat diakses melalui <http://www.pustekom.go.id>. Kemudian situs [www.p3gmatyo.go.id/](http://www.p3gmatyo.go.id/) yang dikelola oleh PPPG Matematika Yogyakarta, memuat berbagai kegiatan pengembangan profesi guru matematika dan bahan pembelajaran untuk *e-learning*. Situs <http://www.geocities.com/matematikasmpn18/>, dikelola oleh seorang guru SMP di Malang, memuat beberapa materi tutorial untuk matematika sekolah. Sedangkan <http://id.wikipedia.org/wiki/Matematika> yang memuat seputar matematika dan perkembangannya; <http://www.geocities.com/ratuilma/indexIND.HTML> yang memuat pembahasan di bidang pengajaran matematika realistik Indonesia, dan sebagainya.

Penggunaan TIK dalam pembelajaran oleh para pendidik akan mempunyai dampak ikutan yang luas. Jika seorang dosen di Perguruan Tinggi memanfaatkan TIK dalam pembelajarannya, hal ini akan berdampak bahwa mau tidak mau para mahasiswa juga harus dapat menggunakan TIK. Jika mahasiswa tersebut adalah calon guru, maka ia akan dapat menggunakan TIK untuk pembelajaran pada para siswanya. Hal ini selanjutnya akan merangsang para siswa belajar dan menggunakan TIK. Dengan demikian cepat atau lambat, masyarakat Indonesia menjadi *computer literacy*. Oleh karena itu, lembaga pendidikan tenaga kependidikan yang menghasilkan calon-calon guru sudah seharusnya memberikan ketrampilan TIK untuk pembelajaran bagi para mahasiswanya.

## **G. Penutup**

Kekuatan TIK telah mendorong terjadinya perubahan dalam pembelajaran. Pemanfaatan TIK pada pembelajaran memberikan banyak keuntungan, baik bagi peserta didik, pendidik, maupun pengelola pendidikan. TIK dapat memfasilitasi model pembelajaran yang berpusat pada peserta didik, sehingga peserta didik dapat lebih aktif dan kreatif. Model Pengembangan TIK di lembaga-lembaga pendidikan dapat dilaksanakan dalam empat tahapan, yaitu *emerging*, *applying*, *infusing*, dan *transforming*, bergantung pada ketersediaan infrastruktur yang ada serta kesiapan sumberdaya manusia.

Integrasi TIK pada pembelajaran matematika dapat mendorong dicapainya daya matematika oleh peserta didik. TIK dapat digunakan untuk memfasilitasi peningkatan kualitas pembelajaran matematika melalui model *expository based learning*, *inquiry*

*based learning, cooperative based learning, dan individual based learning.* Oleh karena itu, TIK dapat digunakan untuk mendesain tutorial, presentasi, simulasi, pemecahan masalah, dan permainan matematika yang dapat mendorong tercapainya daya matematika.

Lembaga-lembaga pendidikan di luar negeri, baik secara sendiri-sendiri atau dengan dukungan pemerintahnya telah berusaha memajukan *e-learning*, sehingga dimungkinkan segera menerapkan sistem *distance learning* bagi para peserta didiknya pada proses pembelajarannya. Ini berarti bahwa konsep *virtual college* segera mereka masuki. Dengan demikian mereka dapat menjaring calon peserta didik tanpa batas-batas kewilayahan. Ini menyebabkan pendidikan di luar negeri akan tampak semakin murah dan menarik bagi calon peserta didiknya.

Di Indonesia, walaupun infrastruktur untuk menyelenggarakan *e-learning* belum memadai, sudah sewajarnya konsep pembelajaran dengan *e-learning* juga diperkenalkan kepada para peserta didik. Hal ini dilakukan supaya para peserta didik kita tidak ketinggalan dalam derasnya arus perkembangan TIK yang sangat cepat ini. Tidak bijaksana jika kita menunggu sampai infrastruktur untuk penerapan *e-learning* memadai. Jika pilihan ini yang kita tempuh, dunia pendidikan kita akan semakin tertinggal jauh di belakang dibandingkan dengan negara-negara lain.

Pada akhirnya, bahan pembelajaran *e-learning* memang dimungkinkan diberikan secara mandiri kepada para peserta didik. Tetapi dalam tahap awal pelaksanaannya, tenaga pengajar tetap memainkan peran yang penting dalam mendidik peserta didik-peserta didiknya. Yang patut kita renungkan dan perlu segera tindakan nyata adalah kita perlu segera mempersiapkan sumber daya manusia (SDM) yang memiliki kemampuan kompetitif yang tinggi di era informasi ini. Kita memerlukan SDM yang menguasai ilmu pengetahuan dan teknologi yang baik dengan dukungan dan pemahaman tentang TIK yang memadai. Demikian halnya diperlukan pendidik matematika yang mampu memanfaatkan TIK pada pembelajarannya untuk menunjang tercapainya daya matematika bagi peserta didik.

## H. Daftar Pustaka

- Belawati, T., 2004, "Akses dan Pemanfaatan *E-Learning* di Universitas Terbuka", *Jurnal Pendidikan dan Kebudayaan Tahun ke 10 No. 050 September 2004*, hal. 728 – 742.
- Brodjonegoro, S.S., 2006, "Application of Regional Standards and Training Curriculum in the Context of Indonesia" *paper* in Training Programme for Teacher Educators on ICT – Pedagogy Integration", organized by UNESCO in Collaboration with APEID, SEAMO, SEAMOLEC, Jakarta, 6 – 10 March.
- Djunaedi, A., 2003, "Beberapa Pemikiran Penerapan E-Government dalam Pemerintahan Daerah di Indonesia" *makalah* dalam Seminar Nasional E-government di FMIPA UGM Yogyakarta tanggal 30 Oktober 2003.
- Sugilar, 2005, *Hubungan Literasi Komputer Dengan Sikap Terhadap Pembelajaran Berbantuan Komputer*, 2005, On line : <http://www1.bpkpenabur.or.id/jelajah/02/sosial.htm> tanggal 20 Februari 2005.
- Khoe Yao Tung, 2000, *Pendidikan dan Riset di Internet Strategi Meningkatkan Kualitas SDM dengan Riset dan Pendidikan Global Melalui Teknologi Informasi*, Jakarta : Dinastindo.
- Koran, J.K.C., 2003, *Aplikasi E-Learning dalam Pengajaran dan Pembelajaran di Sekolah-sekolah Malaysia : Cadangan Pelaksanaan pada Senario Masa Kini*.
- Kurikulum 2004 Standard Kompetensi Mata Pelajaran Matematika SMA/MA*, 2003, Jakarta : Departemen Pendidikan Nasional.
- Majumdar, S. (ed), 2005, *Regional Guidelines for Teacher Development for Pedagogy Technology Integeration*, Bangkok : UNESCO.
- Media Pengajaran*. On line : <http://www.itb.ac.id/lp3/aa/bab08.htm>, tanggal 10 Februari 2003.
- Panen, P., 2006, "Instructional Design and Program Mapping" *paper* in Training Programme ICT for Quality Improvement of Graduate Study" organized by SEAMOLEC, ITB, DGHE MONE, Bandung, 23 – 27 June.
- Pribadi, P.A., dan Rosita, T., 2003, *Prospek Komputer sebagai Media Pembelajaran Interaktif dalam Sistem Pendidikan Jarak Jauh di Indonesia*. On line : <http://202.159.18.43/jsi/82benny.htm> tanggal 10 Februari 2003.
- Siahaan, S., 2006, *E-Learning (Pembelajaran Elektronik) Sebagai Salah Satu Alternatif Kegiatan Pembelajaran* on line : <http://smkpasundan1-bdg.com/moodle/mod/resource/view.php?id=15> tanggal 31 Agustus 2006.

- UNESCO, 2003, "Using ICT for Quality Teaching, Learning and Effective Management" *Report of the Seventh UNESCO-ACEID International Conference on Education*, Bangkok : UNESCO.
- Wijaya, A., 2005, "Kesiapan Guru dalam Memanfaatkan Komputer sebagai Media Pembelajaran Matematika di Sekolah Menengah" *Makalah* pada Olimpiade dan Seminar Matematika Tingkat SMA/Sederajat se-Jawa Tengah tanggal 9 Maret, Surakarta : UMS.
- Yuk, V., 2006, "ICT in Instruction (e-learning) & The Power of ICT " *paper* in Training Programme ICT for Quality Improvement of Graduate Study" organized by SEAMOLEC, ITB, DGHE MONE, Bandung, 23 – 27 June.
- Yuniawti, R.P., 2006, *Mengajar (Menyenangi) Matematika*, on line : <http://www.pikiran-rakyat.com/cetak/2006/032006/27/teropong/lainnya05.htm> tanggal 30 Juni 2006.