

PERAN ELGAS DALAM MENINGKATKAN PEMAHAMAN KONSEP KIMIA FISIK DAN KETERAMPILAN BERPIKIR KRITIS MAHASISWA PENDIDIKAN KIMIA

Oleh:

Ijang Rohman¹, Liliarsari², dan Muhamad A. Martoprawiro³

¹Mahasiswa SPs Universitas Pendidikan Indonesia

²Dosen SPs Universitas Pendidikan Indonesia

³Dosen Kimia FMIPA ITB

*ijangrh@upi.edu

ABSTRAK

Telah dilakukan penelitian tentang “Peranan software ELGAS dalam meningkatkan pemahaman konsep kimia fisik dan keterampilan berpikir kritis mahasiswa pendidikan kimia”. Software ELGAS merupakan model pembelajaran KFI berbasis TIK. Implementasi software ELGAS dalam pembelajaran KFI berbasis TIK telah dilakukan terhadap 26 mahasiswa yang dijadikan sebagai kelas eksperimen. Sedangkan kelas kontrol melakukan pembelajaran secara konvensional. Berdasarkan analisis data ternyata tidak terdapat perbedaan nilai rerata yang signifikan antara penguasaan konsep kelompok rendah dengan kelompok tinggi. Namun demikian dilihat dari koefisien variansi (KV) skor post-test, ternyata kesenjangan skor yang didapat oleh mahasiswa kelompok rendah lebih baik dibandingkan dengan mahasiswa kelompok tinggi. Keterampilan berpikir kritis yang dapat dikembangkan dengan baik melalui pembelajaran KFI berbasis TIK terjadi pada topik perubahan perubahan keadaan gas. KBK tersebut adalah kemampuan dalam mengatur strategi.

Kata-kunci: gas, keterampilan berpikir kritis, TIK, e-learning.

PENDAHULUAN

Kemunculan dan pertumbuhan teknologi informasi dan komunikasi (TIK) berbasis komputer akhir-akhir ini telah banyak mempengaruhi kehidupan dunia pendidikan. Dalam abad ini, untuk mendapatkan informasi dapat dilakukan dengan sangat mudah. Melalui jaringan yang tersedia informasi dapat diperoleh dengan sangat cepat. Ragam informasi yang berkenaan dengan kebutuhan bahan ajar telah tersedia dan dapat diakses dalam berbagai jenis dan format tampilan. Hal ini menjadi daya tarik tersendiri bagi masyarakat pendidikan.

Namun demikian, penerapan teknologi yang telah tersedia tersebut dalam dunia pendidikan—khususnya dalam proses pembelajaran Kimia Fisik I (KFI)— belum dimanfaatkan secara maksimal. Baik dari segi *content knowledge* maupun sebagai *pedagogical content knowledge*, informasi atau paket-paket pembelajaran tentang KFI yang sudah tersedia dan dapat diakses masih sangat terbatas.

Di sisi lain, TIK menjanjikan berbagai keunggulan yang dapat diaplikasikan dalam proses pembelajaran bila dibandingkan dengan proses pembelajaran yang dilakukan secara tradisional. Sebagai contoh, pemberian tugas yang dilakukan berbasis web ternyata lebih efektif daripada secara tradisional Rhee (2003). Ketika metode pembelajaran secara tradisional dibandingkan dengan menggunakan metode CAI/CAL dalam pembelajaran asam-basa, peningkatan nilai kelompok eksperimen berbeda secara signifikan dibandingkan dengan kelompok kontrol (Morgil, *et.al*, 2003). Selain itu, penggunaan multimedia komputer memiliki kemampuan untuk memotivasi belajar para pebelajar (Yoshimura, *et al*, 1996).

Hampir di setiap negara, ilmu Kimia Fisik masih dipandang mahasiswa sebagai salah satu mata kuliah yang sangat sulit (Ryder, *online*). Pandangan seperti itu dialami pula di Indonesia. Sebagai gambaran, jika memperhatikan hasil yang dicapai dalam mata kuliah KFI, ternyata masih banyak mahasiswa yang memperoleh nilai belum memuaskan. Hal ini dapat dilihat dari nilai rerata yang dicapai oleh mahasiswa pendidikan kimia pada salah LPTK di Bandung dalam 4 tahun terakhir baru mencapai rerata 1,91. Nilai ini menunjukkan bahwa pemahaman/penguasaan konsep Kimia Fisik mahasiswa masih lemah.

Ditinjau dari sisi pelaksanaan pembelajaran, pencapaian nilai tersebut menunjukkan bahwa dalam pembelajaran KFI masih terdapat masalah. Beberapa kendala yang ditemukan dalam pembelajaran KFI adalah sebagai berikut: Konsep-konsep yang dikaji dalam KFI didominasi oleh jenis konsep abstrak, terlalu banyak mengungkap fenomena-fenomena alam secara simbolik. Sementara itu, latar belakang pebelajar yang mengikuti mata kuliah KFI masih ada yang berada pada taraf berpikir formal awal bahkan ada yang masih yang berada pada tahap berpikir konkrit (Liliasari, 2001).

Menurut Mahaffy (2005) pembelajaran kimia pada awal abad 21 ini harus melakukan perubahan-perubahan yang mendasar, diantaranya adalah: materi kimia dinyatakan berdasarkan area-area antar-muka dan penelitian-penelitian baru; kita harus melakukan perubahan dalam memahami bagaimana siswa belajar dan bagaimana menerapkannya dalam pendidikan kimia; pemanfaatan komputer dan teknologi informasi yang lebih meluas untuk memvisualkan fenomena-fenomena yang kompleks secara ilmiah. Oleh karena itu, Mahaffy berpendapat bahwa, pembelajaran kimia harus memperhatikan empat dimensi – yaitu unsur manusia (mahasiswa), molekular, makroskopik, dan simbolik. Ketiga unsur terakhir sangat memungkinkan disajikan dengan menggunakan teknologi komputer.

Perubahan Keadaan Gas (PKG) merupakan salah satu topik dalam KFI yang mengkaji fenomena alam ke dalam bahasa simbolik. Sementara itu, fenomena yang ditemukan berkaitan dengan KFI dapat bersifat makroskopik atau molekular. Selain itu, PKG juga merupakan konsep prasyarat untuk mempelajari secara konseptual fenomena alam yang lebih lanjut. Oleh karena itu PKG menjadi topik yang menarik dan perlu untuk diteliti.

Selain penguasaan konseptual terhadap fenomena-fenomena alam, pembelajaran KFI juga memiliki tujuan lain yaitu harus menghasilkan mahasiswa yang memiliki keterampilan berpikir kritis (KBK) yang memadai. Menurut Splitter (1991), KBK tidak dapat diabaikan begitu saja dalam pelaksanaan pembelajaran di perguruan tinggi, karena pengembangan kognitif mahasiswa akan berdampak secara langsung terhadap berpikir kritisnya yang sangat bermanfaat bagi mereka setelah terjun menjadi guru.

Lembaga Pendidikan Tenaga Kependidikan (LPTK) –sebagai salah satu lembaga yang menghasilkan calon-calon guru– memiliki tanggung jawab besar untuk membekali mahasiswanya dengan KBK yang memadai, karena setelah menjadi guru mereka harus mampu melaksanakan pembelajaran sesuai dengan tuntutan kurikulum yang berlaku. Hal ini sesuai dengan Diknas (2006) yaitu bahwa cakupan kelompok mata pelajaran Ilmu Pengetahuan dan Teknologi (IPT) pada SMA/MA/SMALB selain untuk memperoleh kompetensi lanjut IPT juga untuk membudayakan berpikir ilmiah secara kritis, kreatif dan mandiri.

Dengan memperhatikan hal-hal yang telah dipaparkan, maka telah dilakukan penelitian pembelajaran KFI berbasis TIK untuk meningkatkan pemahaman konsep PKG dan keterampilan berpikir kritis mahasiswa pendidikan kimia.

KETERAMPILAN BERPIKIR KRITIS

Tujuan dan pelaksanaan pembelajaran pada setiap jenjang pendidikan di era globalisasi ini mengalami banyak pergeseran, dari semula yang hanya berorientasi kepada materi menjadi kepada pembelajar. Di perguruan tinggi, pembelajaran tidak sekedar hanya membekali sejumlah materi ajar, akan tetapi dituntut pula membekali mahasiswa dengan sejumlah keterampilan berpikir tingkat tinggi. KBK merupakan salah satu keterampilan berpikir tingkat tinggi.

Menurut Ennis (Costa, 1985), berpikir kritis merupakan cara untuk menentukan apa yang harus diyakini dan apa yang harus dilakukan. KBK sangat penting dalam pendidikan karena menurut Siegel (Splitter, 1991), pertama guru harus memperkenalkan nilai-nilai moral kepada semua pembelajarnya dan melatih mereka untuk memiliki rasa hormat. Kedua, pembelajar harus memiliki kemampuan untuk melakukan pertimbangan-pertimbangan. Ketiga, harus mampu berpikir dalam berbagai disiplin ilmu.

Dalam pembekalan KBK kepada mahasiswa, Ennis (Costa, 1985) telah menyatakan sebanyak 12 indikator keterampilan yang dapat dikembangkan melalui pembelajaran sains, dan dikelompokkan dalam 5 kelompok, yaitu:

1. Memberikan penjelasan sederhana, meliputi:
 - 1) memfokuskan pertanyaan
 - 2) menganalisis pernyataan
 - 3) bertanya dan menjawab pertanyaan tentang suatu penjelasan atau tantangan
2. Membangun keterampilan dasar, meliputi:
 - 4) mempertimbangkan apakah sumber dapat dipercaya/tidak
 - 5) mengamati dan mempertimbangkan suatu laporan hasil observasi
3. Menyimpulkan, meliputi:
 - 6) mendeduksi dan mempertimbangkan hasil deduksi
 - 7) menginduksi dan mempertimbangkan hasil induksi
 - 8) membuat dan menentukan nilai pertimbangan

4. Memberikan penjelasan lanjut, meliputi:
 - 9) mendefinisikan istilah dan definisi pertimbangan dalam tiga dimensi
 - 10) mengidentifikasi asumsi
5. Mengatur strategi dan taktik, meliputi:
 - 11) menentukan tindakan
 - 12) berinteraksi dengan orang lain

Keterampilan-keterampilan tersebut dapat dikembangkan melalui materi ajar KFI, karena menurut Wu (1999), KBK *inherent* dalam penguasaan konsep. Oleh karena itu, penguasaan konsep yang dimiliki oleh mahasiswa mencerminkan KBK yang dimilikinya. Artinya, segala upaya yang dilakukan dalam pembelajaran yang meningkatkan pemahaman konsep berarti juga sama dengan meningkatkan KBK.

PEMBELAJARAN KFI BERBASIS TIK

Teknologi informasi merupakan teknologi yang mampu mendukung percepatan dan meningkatkan kualitas informasi, serta percepatan arus informasi ini tidak mungkin lagi dibatasi oleh ruang dan waktu (Wahyudi, 1992). Dengan definisi ini maka dalam teknologi informasi berarti harus ada informasi dan pengelolaan yang tertata dengan baik sesuai dengan visi dan misi yang ingin disampaikan sehingga para pengguna dapat memanfaatkannya, kapan saja dan di mana saja berada.

Teknologi informasi memiliki pengertian yang sangat luas, misalnya, radio, televisi, telepon rumah, telepon genggam, dan komputer. Teknologi informasi terakhir memiliki karakteristik yang berbeda dengan teknologi informasi yang disebut sebelumnya. Teknologi informasi yang dimaksud dalam penelitian ini adalah teknologi informasi yang berbasis komputer. Teknologi informasi ini memiliki sejumlah keunggulan yang tidak dimiliki oleh teknologi lainnya.

Kehebatan yang dimiliki oleh teknologi informasi tersebut sangat tergantung pada rancangan perangkat lunaknya yang tersedia. Rancangan inilah yang menjadikan teknologi informasi ini lebih unggul atau tidak untuk digunakan dalam pembelajaran. Rancangan penerapan teknologi informasi dalam pendidikan dapat ditinjau dari dua sisi, yaitu berdasarkan fungsi dan karakteristiknya. Berdasarkan fungsinya, komputer dalam pendidikan dapat diklasifikasikan menjadi tiga peranan, yaitu: komputer dapat digunakan sebagai alat (*computer as a tool*), misalnya *microsoft offices*; komputer dapat diperankan untuk menjalankan fungsi-fungsi pengelolaan pendidikan (*computer management instruction*), misalnya pengelolaan nilai. Selain itu, komputer dapat diperankan sebagai metode, strategi, dan pendekatan yang digunakan dalam pelaksanaan pembelajaran (*computer instructionrole*).

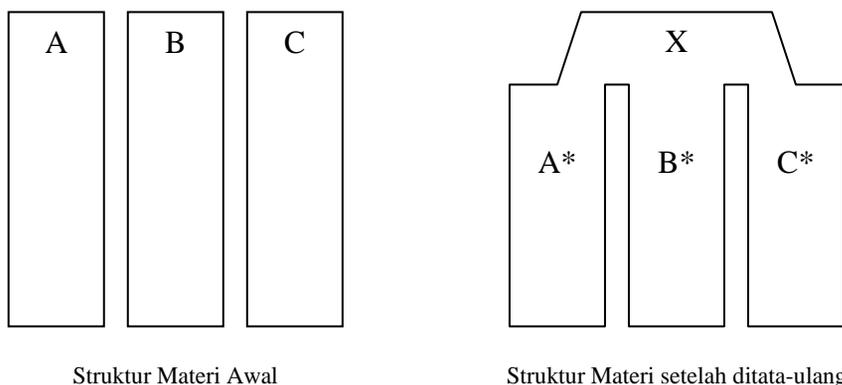
Berdasarkan karakteristiknya pembelajaran berbasis TIK berkaitan dengan sifat pembelajaran, yaitu: sebagai *drill and practice*, tutorial, atau simulasi. Komputer dapat digunakan untuk menghasilkan latihan-latihan berupa tanya jawab; Tutorial merupakan suatu metodologi pembelajaran yang sering digunakan untuk menyajikan informasi atau membimbing pebelajar; Sedangkan dalam simulasi komputer berkaitan dengan penerapan suatu aturan terhadap sejumlah masukan (*input*) data. Menurut Johnson (Fischer, *online*),

simulasi komputer adalah program komputer yang mendefinisikan variabel-variabel sistem, sejumlah rentang nilai yang digunakan dalam variabel, dan interrelasinya yang dilakukan secara detail untuk sistem sehingga menjadi suatu set gerakan yang dipakai untuk menghasilkan keluaran (*output*). Menurut Davies dan O’Keefe (Fischer, *online*), simulasi menggambarkan aspek hubungan dari suatu sistem sebagai suatu deretan persamaan dan hubungan matematik. Menurut dia, ketika simulasi digunakan oleh para ilmuwan komputer, pakar statistik, dan management, biasanya mereka mengacu pada konstruksi suatu model abstrak yang menyatakan suatu sistem dunia nyata.

Dalam kaitannya dengan pembelajaran KFI berbasis TIK, agar memiliki kehebatan sesuai dengan yang telah disebutkan, maka perlu dirancang suatu struktur paedagogi materi ajar KFI yang memiliki dasar filosofi yang jelas. Dalam penelitian ini, struktur materi ajar KFI dikembangkan berdasarkan filosofi teori belajar bermakna.

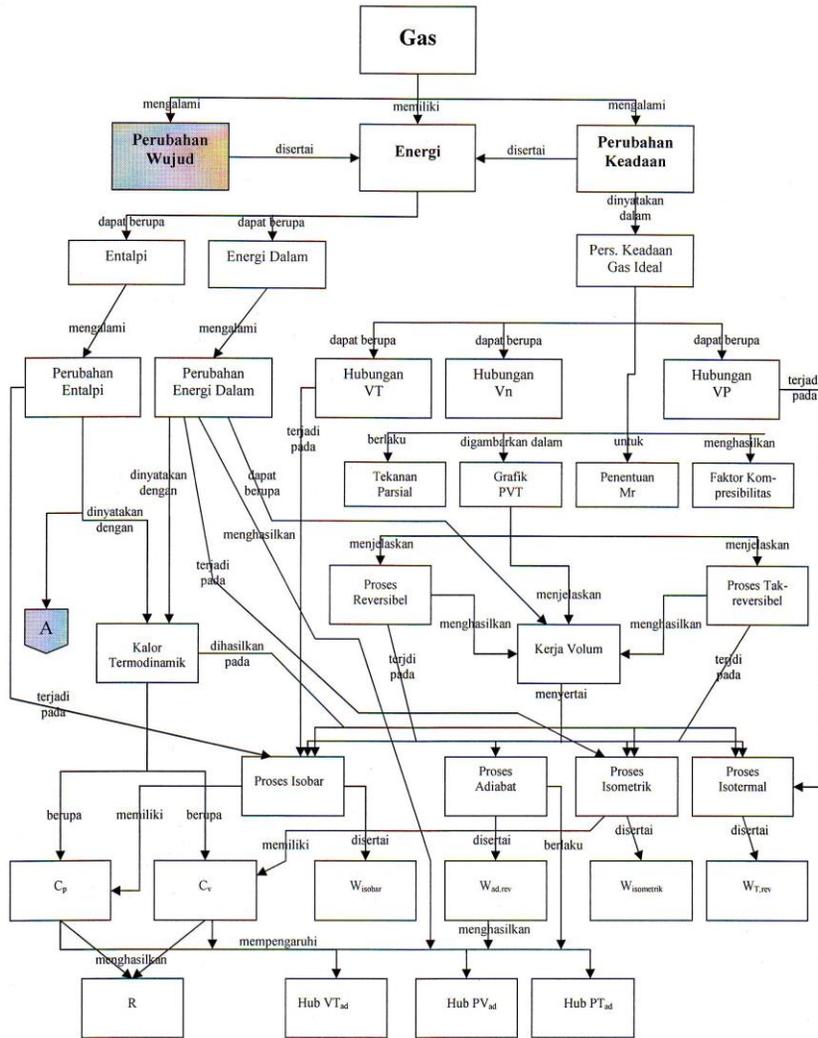
Menurut Ausubel (Dahar, 1991), belajar bermakna merupakan suatu proses mengaitkan informasi baru pada konsep-konsep relevan yang terdapat dalam struktur kognitif seseorang. Agar terjadi belajar bermakna, menurut Ausubel, pengembangan konsep berlangsung paling baik bila unsur-unsur paling umum, paling inklusif dari suatu konsep (superordinat) diperkenalkan terlebih dahulu, dan kemudian baru diberikan hal-hal yang lebih mendetail dan lebih khusus dari konsep itu (subordinat). Proses penyusunan konsep semacam ini disebut diferensiasi progresif, disebut juga konsep-konsep disusun secara hierarkis.

Berdasarkan filosofi belajar bermakna, bahan ajar kuliah KFI telah dikaji dan ditata ulang. Topik-topik bahasan yang berkaitan dengan gas yang disajikan dalam buku teks (Alberty, 1995) disusun secara terpisah-pisah, yaitu persamaan keadaan gas, termodinamika, kesetimbangan kimia, dan kesetimbangan fasa. Berdasarkan dasar filosofi yang dianut dalam penelitian ini, topik gas telah ditata ulang dengan prinsip "Gestalt" sehingga menjadi suatu topik yang memiliki keterkaitan lebih dekat dan lebih bermakna. Secara garis besar, keutuhan materi ajar dalam penelitian ini dapat ilustrasikan seperti Gambar 1.



Gambar 1. Penataulangan Struktur Materi Ajar

Berdasarkan analisis konsep, sesuai dengan filosofi belajar bermakna dan prinsip Gestalt, ada konsep-konsep yang dapat didekatkan menjadi satu kesatuan tanpa harus mengorbankan yang lainnya. Akibatnya harus muncul konsep "baru" yang dapat mengaitkan antara satu konsep dalam suatu topik dengan konsep lain pada topik berbeda. Struktur yang diperoleh diperlihatkan dalam Gambar 2.



Gambar 2. Peta Konsep Gas

Berdasarkan struktur paedagogi tersebut, maka telah dibangun rancangan software pembelajaran KFI berbasis elektronik (biasa disebut *e-learning*) berdasarkan model pembelajaran yang telah dirancang. Software pembelajaran tersebut diberi nama ELGAS.

Jadi, dalam penelitian ini software ELGAS merupakan suatu metode dan strategi yang dilakukan, sementara itu, TIK merupakan suatu pendekatan yang dipakai dalam pembelajaran KFI.

IMPLEMENTASI ELGAS DALAM PEMBELAJARAN KFI BERBASIS TIK

Penelitian yang dilakukan merupakan penelitian eksperimental -terdiri atas dua kelompok (kelompok eksperimen dan kelompok kontrol). Pengelompokan didasarkan pada rerata nilai Dasar Dasar Kimia dan Matematika Dasar. Mahasiswa yang memiliki nilai di bawah rerata kelas dinyatakan sebagai kelompok eksperimen, sedangkan mahasiswa yang memiliki nilai di atas rerata kelas dinyatakan sebagai kelompok kontrol.

Penelitian ini dilaksanakan di Jurusan Pendidikan Kimia salah satu LPTK di Bandung pada semester II tahun ajaran 2007/2008. Oleh karena itu yang berperan sebagai subyek penelitian adalah mahasiswa Jurusan Pendidikan Kimia yang mengikuti kuliah KFI. Pengambilan sampel penelitian diperoleh dengan cara gabungan antara tiga teknik pengambilan sampel yaitu teknik *purposive*, acak, dan kuota (Nasution, 2003).

Pada saat penelitian, mahasiswa kelompok eksperimen melakukan pembelajaran di laboratorium "Jemberano", yaitu laboratorium komputer Direktorat Teknologi Informasi UPI. Setiap komputer dalam laboratorium tersebut terkoneksi dengan internet. Sementara itu, pembelajaran kelompok kontrol berlangsung di kelas konvensional, dengan menggunakan bahan ajar yang telah disiapkan.

Sebelum pembelajaran berlangsung mahasiswa melakukan tes awal (*pre-test*) dan sesudah pembelajaran berlangsung mahasiswa melakukan tes akhir (*post-test*). Soal tes mencakup butir-butir soal yang bertujuan untuk mengukur pemahaman konsep-konsep PKG serta penguasaan KBK mahasiswa. Hasil tes diolah secara statistik (Ruseffendi, 1998) untuk mengetahui perbedaan rerata kedua kelompok dalam penguasaan konsep-konsep PKG, kemudian dianalisis lebih lanjut dengan cara persentase untuk mendapatkan gambaran peningkatan pemahamannya dan keterampilan berpikir kritisnya.

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

1. Peningkatan Penguasaan Konsep

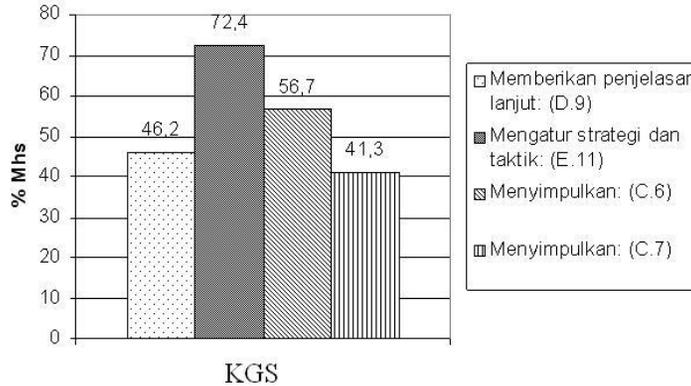
Berdasarkan perbandingan nilai z_{tabel} dan z_{hitung} , rerata *gain score* kedua kelompok (kelompok ekaperimen, $\bar{X}_{gain} = 2,5$; dan kelompok kontrol, $\bar{X}_{gain} = 3,8$) tidak berbeda secara signifikan. Uji ini memperlihatkan bahwa, pembelajaran yang dilakukan oleh mahasiswa kelompok rendah –dengan dukungan *software* ELGAS– maupun yang dilakukan oleh mahasiswa kelompok tinggi –dengan cara konvensional– telah mampu memberikan dampak peningkatan pemahaman konsep dengan skor rerata peningkatan yang sama. Berdasarkan hal ini dapat dikatakan bahwa, meskipun tidak lebih baik, *software* ELGAS dapat digunakan untuk mendukung pembelajaran dalam meningkatkan pemahaman konsep Kimia Fisik mahasiswa.

Pengolahan data lain dilakukan untuk melihat sampai sejauhmana tingkat pemahaman konsep mahasiswa. Skor *post-test* kedua kelompok dianalisis secara statistika. Berdasarkan perbandingan nilai t_{hitung} dan t_{tabel} , rerata skor *post-test* kedua kelompok (kelompok eksperimen, $\bar{X}_{Post-Test} = 15,73$, dan kelompok kontrol, $\bar{X}_{Post-Test} = 16,73$) tidak berbeda secara signifikan. Sementara itu, skor total yang harus dikuasai oleh mahasiswa sebesar 32. Sehingga uji ini memperlihatkan bahwa, baik pembelajaran yang dilakukan oleh mahasiswa kelompok rendah –dengan dukungan *software* ELGAS– maupun yang dilakukan oleh mahasiswa kelompok tinggi –dengan cara konvensional– hanya sampai pada perolehan skor rerata sebesar 50%.

Kemudian, nilai *post-test* yang diperoleh kedua kelompok dianalisis nilai koefisien variansinya (*KV*). Nilai *KV* dapat digunakan sebagai acuan untuk melakukan kontrol kualitas (Sujana, 1992). Berdasarkan nilai *KV*, ternyata penyebaran skor yang didapat oleh mahasiswa kelompok eksperimen (*KV* = 23,65 %) lebih kecil dibandingkan dengan mahasiswa kelompok kontrol (*KV* = 30,25 %). Uji ini menunjukkan bahwa kesenjangan skor yang terdapat dalam kelompok eksperimen lebih baik dibandingkan dengan kelompok kontrol. Hal ini berarti bahwa *software* ELGAS mampu memperkecil tingkat kegagalan mahasiswa dalam menguasai konsep-konsep Perubahan Keadaan Gas (PKG) dan Energi yang Menyertai Perubahan tersebut (EPKG).

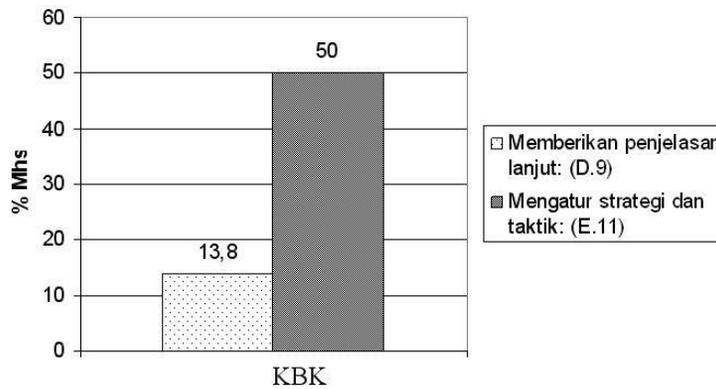
2. Peningkatan Keterampilan Berpikir Kritis

Berdasarkan hasil analisis, KBK yang dapat dikembangkan melalui pembelajaran KFI berbasis TIK adalah sebagai berikut: 1) kemampuan menyimpulkan, yaitu: kemampuan mendeduksi dan mempertimbangkan hasil deduksi (C6) serta menginduksi dan mempertimbangkan hasil induksi (C7); 2) kemampuan memberi penjelasan lanjut, yaitu mendefinisikan istilah dan definisi pertimbangan dalam tiga dimensi (D); dan 3) kemampuan mengatur strategi dan taktik, yaitu kemampuan dalam menentukan tindakan (E11). Keterampilan-keterampilan lainnya tidak muncul dalam pembelajaran KFI berbasis TIK. Hubungan kuantitas antara penguasaan konsep dan PKG dapat dilihat pada Gambar 3 dan 4.



Gambar 3. Grafik persentase KBK-PKG

Gambar 3 menyatakan inherensi antara perubahan keadaan gas (PKG) dengan PKG. Dari grafik tersebut, terlihat bahwa dalam topik PKG mahasiswa sudah memiliki kemampuan mengatur strategi dengan baik (72,4%), menyimpulkan cukup (56,7%), sedangkan yang lainnya masih kurang baik.



Gambar 4. Grafik persentase KBK-EPKG

Gambar 4 menyatakan inherensi antara Energi yang menyertai perubahan keadaan gas (EPKG) dengan PKG. Pada topik EPKG terlihat dari dua keterampilan yang muncul, keduanya masih kurang memuaskan.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis data yang telah dipaparkan dapat disimpulkan, yaitu:

1. *Software* ELGAS dapat digunakan untuk mendukung pembelajaran “Perubahan Keadaan dan Energi yang Menyertainya” dalam meningkatkan pemahaman konsep Kimia Fisik mahasiswa kelompok rendah.
2. Pembelajaran “Perubahan Keadaan Gas dan Energi yang menyertainya” yang dilakukan –dengan dukungan *software* ELGAS– hanya sampai pada perolehan skor rerata sebesar 50%
3. Penerapan *software* ELGAS dalam pembelajaran mampu memperkecil tingkat kegagalan mahasiswa dalam menguasai konsep-konsep Perubahan Keadaan Gas dan Energi yang Menyertainya.
4. Keterampilan Berpikir Kritis yang dapat dikembangkan dengan baik pada topik Perubahan Keadaan Gas dan Energi yang menyertai perubahan tersebut adalah kemampuan mengatur strategi.

DAFTAR PUSTAKA

- Alberty, R.A. (1995). *Physical Chemistry, seventh edition*. New York: John Wiley & Sons.
- Costa, A.L., (1985). *Developing Minds: Aresource Book for Teaching*. Alexandria: ASCD.
- Dahar, R. W. (1989). *Teori-teori Belajar*. Jakarta: Penerbit Erlangga.
- Depdiknas. (2006). *Peraturan Menteri Pendidikan Nasional Republik Indonesia Nomor 22 Tahun 2006 Tentang Standar Isi Untuk Satuan Pendidikan Dasar Dan Menengah*. Jakarta: Depdiknas Republik Indonesia.
- Fischer, M.D. (online). *Computer-based Simulation and Modelling*. <http://lucy.ukc.ac.uk/Simulate/Simulation/simulation.html>.
- Liliasari, Dwiyaniti, G., Darsati, S., dan Rohman, I. (2001). *Pengembangan Model Pembelajaran Kimia untuk Meningkatkan Strategi Kognitif Mahasiswa Calon Guru dalam Menerapkan Berpikir Konseptual Tingkat Tinggi*. Hibah Bersaing IX no. 003/XXIII/1/--/2001. Proyek Peningkatan Penelitian dan Pengabdian pada Masyarakat, Dirjen Pendidikan Tinggi Depdiknas.
- Mahaffy, Peter. (2005). *The Future Shape of Chemistry Education*. Chemical Education International, Vol. 6. No.1.
- Morgil, I., Yavuz, S., Oskay, O.O., and Arda, S. (2003). *Royal Society of Chemistry: Traditional and Computer-assisted Learning in Teaching Acids and Bases*. http://rsc.org/Education/CERP/issues/2005_1/traditional.asp.
- Nasution Rozaini. (2003). *Teknik Sampling*. Medan: Fakultas Kesehatan Universitas Sumatera Utara.

- Ruseffendi, E.T. (1998). *Statistika Dasar untuk Penelitian Pendidikan*. Bandung: IKIP Bandung Press.
- Rhee, Jinny. (2003). *Teaching Efficacy of Web-based teaching methods in an undergraduate thermodynamics course*. World Transaction on Engineering and Technology Education, vol 2. No. 1
- Ryder, K.S. (online). *New Web-bases Learning tools for Maths in Physical Chemistry*. http://www.dmu.ac.uk/ln/chemistry/staff/krs/krs_ltsn.html.
- Splitter, L.J. (1991). *Critical Thinking: What, Why, When, and How*. Australian Council for Educational Research.
- Wahyudi, J.B. (1992). *Teknologi Informasi dan Produksi Citra Bergerak*. Jakarta: Penerbit PT. Gramedia Pustaka Utama.
- Wu, H. (1999). *Basic Skills versus Conceptual Understanding: A Bogus Dichotomy in Mathematics Education*. American Educator/American Federation of Teachers.
- Yoshimura T. et al. (1996). *Development of Software for Chemical Education Using Multimedia Techniques*. The Journal of Chemical Software, vol. 3, No. 2.