

**Pembinaan Modul Multimedia untuk Pembelajaran
Simetri Molekul bagi Kursus Kimia Tak Organik**
(*Development of Multimedia Module for Learning Molecular Symmetry
Topic in Inorganic Chemistry*)

Noorshida Mohd Ali

Jabatan Kimia, Fakulti Sains dan Teknologi, Universiti Pendidikan Sultan Idris,
35900 Tanjong Malim, Perak, Malaysia.
e-mel: noorshida@fst.upsi.edu.my

Abstrak

Pembinaan modul multimedia bagi topik Simetri Molekul telah berjaya dihasilkan menggunakan beberapa perisian multimedia. Perisian *Swift 3D Version 4.50* telah digunakan untuk membuat struktur molekul model 'ball and stick' tiga dimensi (3D) yang melibatkan kombinasi grafik animasi dan statik. Animasi dilakukan untuk setiap operasi putaran dan pantulan, masing-masing melalui paksi dan satah ke atas molekul. Lukisan molekul dua dimensi (2D) juga disertakan menggunakan perisian *Chem Office 2005* agar para pengguna dapat membuat perbandingan antara kedua-dua jenis molekul tersebut sebelum dan selepas mengalami putaran atau pantulan. Perisian *Macromedia Director MX 2004* pula digunakan sebagai tulang belakang perisian di mana segala elemen digabungkan untuk penghasilan bahan multimedia yang interaktif. Satu kajian tinjauan dilakukan untuk menilai modul menggunakan dua set soal selidik, diukur mengikut ukuran skala Likert 5 poin. Hasil kajian mendapati pelajar sangat berminat dan bermotivasi mempelajari topik Simetri Molekul menggunakan modul multimedia yang dibina. Pelajar juga dapat memahami dengan lebih jelas setiap operasi yang berlaku ke atas molekul berbanding dengan hanya melihat molekul statik di dalam buku.

Kata kunci Modul multimedia, 3-dimensi; simetri molekul; interaktif; struktur molekul; kimia tak organik.

Abstract

Development of a multimedia module for Molecular Symmetry topic was successfully designed by using a few multimedia soft wares. *Swift 3D Version 4.50* software was used to create 'ball and stick' model of molecular structure with 3-dimensional (3D) environments and combination of two different representations of molecules in pictures which were static and moving image (animation). Animation was done for each rotation and reflection operation via the axis and plane respectively. As a comparison, pictures of molecules for 2 dimensional (2D) were provided by using *Chem Office 2005* software. *Macromedia Director MX 2004* was used also as software backbone where all the elements were combined together to develop an interactive multimedia module. A survey research was done to evaluate the developed module using 2 sets of questionnaires measured by 5 points Likert scale. The results showed that students were very interested and motivated to use this developed multimedia module during learning of the Molecular Symmetry topic. Students also understand better for each operation of the molecules rather than looking at the static representations of molecules in books.

Keywords: Multimedia module 3-dimensional; molecular symmetry; interactive; molecular structure; inorganic chemistry.

Pendahuluan

Kimia merupakan salah satu daripada mata pelajaran sains visual (Habraken, 1996). Ini kerana dalam mempelajari struktur sesuatu molekul, pelajar kimia telah didedahkan dengan penggunaan set model molekul bagi membantu menerangkan topik pengajaran yang memerlukan elemen visual. Kajian oleh Savec, Vrtačnik, Gilbert dan Peklaj (2006) membuktikan bahawa penggunaan alat bantu mengajar iaitu model molekul dapat meningkatkan kebolehan spatial dalam kalangan pelajar. Selain itu, penggunaan multimedia juga penting bagi membantu menyampaikan idea sains yang abstrak khususnya dalam mata pelajaran kimia (Martin, 2001).

Penggunaan modul berasaskan multimedia yang menggunakan aktiviti simulasi merupakan suatu bentuk pembelajaran di mana komputer dapat menggambarkan sesuatu situasi atau suasana seolah-olah ia benar-benar terjadi. Simulasi yang interaktif dapat mendemonstrasikan keadaan sebenar dan menyokong pendekatan pembelajaran konstruktivisme (Holzinger & Ebner, 2003). Menurut Michael dan Steven (2001), strategi yang dijalankan seperti penggunaan model, lukisan dan simulasi komputer serta animasi dapat membantu pelajar membayangkan atom, molekul dan ion-ion adalah merupakan satu cara terbaik

untuk meningkatkan kefahaman pelajar mengenai konsep kimia. Mereka juga menyatakan bahawa pengajaran menggunakan animasi adalah lebih berkesan sekiranya ia melibatkan topik yang memerlukan visual dan pergerakan. Ini kerana, hubungan antara sistem pemrosesan visual dan verbal di dalam aktiviti pengajaran dan pembelajaran (P&P) dapat meningkatkan dan menguatkan lagi proses pembelajaran sains kimia. Di samping itu, animasi bermutu yang dihasilkan oleh teknologi komputer juga dikatakan dapat memberi kesan visual yang dramatik. Persembahan animasi yang bersesuaian akan memberi kesan yang mendalam kepada kognitif (Dieber, 1990).

Simetri Molekul

Pada tahun pertama lagi pelajar yang mengambil kursus kimia di universiti telah didedahkan dengan topik struktur molekul berdasarkan teori tolakan pasangan elektron pencil petala terluar (VSEPR) (Petrucci, Harwood & Herring, 2002). Pada tahun seterusnya, mereka akan mempelajari Kimia Tak Organik bagi mendalami dan memahami dengan lebih lanjut dan terperinci mengenai struktur sesuatu molekul melalui simetri molekulnya. Simetri bagi molekul bebas dapat ditentukan melalui pelbagai jenis penukaran simetri berdasarkan pemilihan paksi koordinatan x , y dan z (Mainzer, 1997).

Dalam mempelajari topik simetri molekul ini, pelajar perlu dapat membayangkan atau melihat struktur sesuatu molekul dari pelbagai sudut. Ini kerana topik tersebut membincangkan tentang konsep simetri sesuatu molekul yang melibatkan operasi putaran serta pantulan ke atas molekul secara 3D dan menentukan kumpulan titik bagi molekul tersebut. Penentuan kumpulan titik ini digunakan dalam menerangkan dari aspek ikatan dan kereaktifan sesuatu molekul tak organik melalui analisis spektroskopi Raman dan inframerah (Miessler & Tarr, 2004). Walau bagaimanapun, masalah ketara yang wujud dalam kalangan pelajar dalam menguasai konsep simetri tersebut adalah melibatkan pemahaman secara 3D yang tidak dapat dibayangkan oleh pemikiran mereka. Antara faktor yang menyebabkan kesukaran pelajar dalam memahami konsep simetri tersebut adalah dari segi suasana pembelajaran di dalam dewan kuliah. Kebiasaannya molekul-molekul hanya dilukis secara 2D di atas papan putih atau menggunakan bahan daripada buku rujukan. Kaedah ini menyukarkan pelajar untuk membayangkan atau membuat gambaran tentang kedudukan atom selepas molekul diputar atau dipantulkan melalui suatu paksi atau satah. Pelajar sukar menggambarkan molekul yang dilukis di atas kertas secara 3D.

Aktiviti pembelajaran tersebut boleh dilaksanakan berdasarkan kaedah pembelajaran secara simulasi komputer. Simulasi merupakan aktiviti yang menyerupai atau meniru keadaan sebenar. Penggunaan model molekul yang merupakan bahan gantian bagi mewakili bahan sebenar adalah salah satu contoh simulasi. Dengan menggunakan modul model molekul, gambaran secara 3D

molekul dapat ditunjukkan dengan lebih jelas, terutama apabila operasi putaran dan pantulan dilakukan ke atas molekul tersebut. Oleh kerana topik ini memerlukan pengajaran secara visual dan pergerakan, penggunaan animasi adalah lebih berkesan. Menurut Scott dan Steven (2001), penggunaan perisian multimedia juga membolehkan struktur 3D dan sudut putaran sesebuah molekul dapat dilihat dengan jelas. Selain itu, animasi yang direka khas dalam modul juga dapat memahamkan pelajar tentang sesuatu pelajaran yang tidak dapat diterangkan menggunakan gambaran secara 2D (Chasteen, 2001).

Metodologi

Rekabentuk Kajian

Kajian yang dijalankan adalah tinjauan kuantitatif dan kaedah ini dipilih kerana melibatkan bilangan sampel kajian yang besar dan antara cara yang mudah untuk mendapatkan maklumat daripada sampel melalui set soal selidik.

Sampel

Kaedah persampelan bukan kebarangkalian iaitu persampelan mengikut tujuan telah digunakan dalam kajian ini. Seramai 117 orang pelajar sains major kimia yang sedang mengikuti kursus Kimia Tak Organik (TKT2013) semester 1 sesi 2007/2008 di Universiti Pendidikan Sultan Idris telah dipilih sebagai sampel kajian.

Instrumen

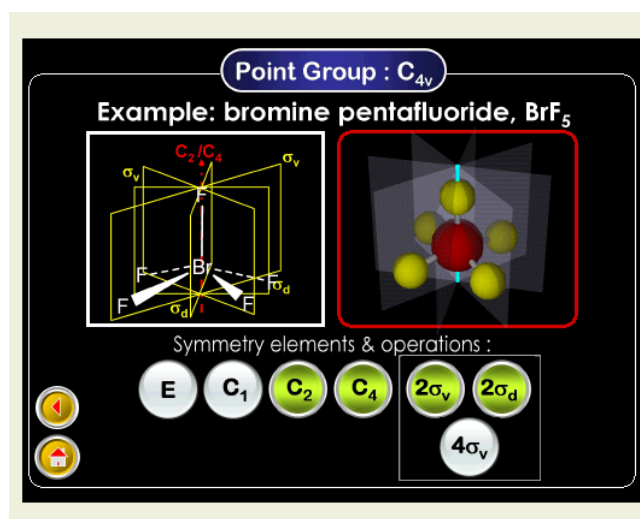
Instrumen kajian yang digunakan ialah set soal selidik mengenai persepsi pelajar terhadap penggunaan modul multimedia bagi topik simetri molekul yang telah dibina dari segi penyampaian isi kandungan dan persembahan modul tersebut yang terdiri daripada 3 bahagian iaitu a) Maklumat diri responden, b) Penyampaian isi kandungan dan c) Persembahan modul. Set soal selidik tersebut juga mengandungi 20 soalan dalam bentuk skala *Likert* 5 poin iaitu 1) Sangat Tidak Setuju, 2) Tidak Setuju, 3) Tidak Pasti, 4) Setuju dan 5) Sangat Setuju.

Pembangunan Modul

Pada peringkat permulaan, kajian hanya melibatkan kerja-kerja semakan, rujukan serta pengumpulan maklumat daripada buku-buku rujukan dan sumber daripada internet bagi menyediakan modul topik simetri molekul. Segala isi kandungan berkaitan simetri molekul yang terdiri daripada unsur dan operasi simetri, proses pendaraban unsur-unsur simetri dan kumpulan titik telah ditentukan dan dikaji secara terperinci. Fokus diutamakan terhadap subtopik kumpulan titik kerana

daripada kajian awal mendapati kebanyakan pelajar mengalami masalah kritikal dalam subtopik tersebut.

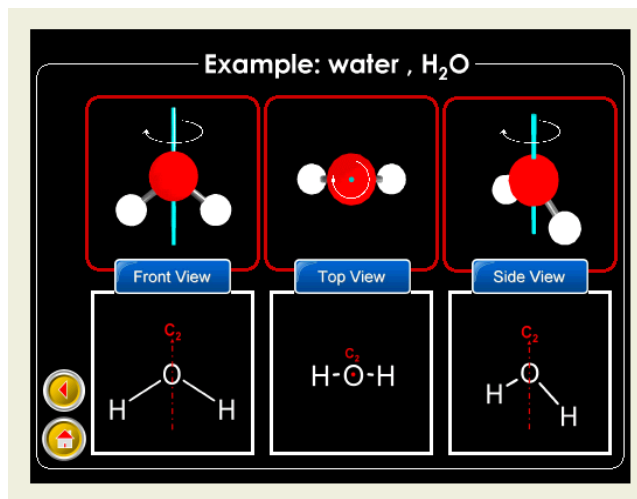
Seterusnya dilakukan pula proses pembinaan draf dan strategi penyampaian isi kandungan melalui *storyboard* yang berpandukan kepada sukatan pelajaran topik simetri molekul dalam kursus Kimia Tak Organik (TKT2013) seperti yang telah ditetapkan oleh Jabatan Kimia, Fakulti Sains dan Teknologi di Universiti Pendidikan Sultan Idris. Secara keseluruhannya modul untuk kajian ini adalah dibangunkan menggunakan Model ASSURE (Yusuf, 2006). Dalam modul tersebut disediakan dua jenis penyampaian grafik iaitu di mana terdapat molekul yang dilukis secara 2D yang statik dan 3D mempunyai animasi (Rajah 1). Menurut Anglin, Vaez dan Cunningham, (2003) grafik atau gambar sangat penting dalam sesuatu penyampaian modul multimedia kerana ia dapat menarik perhatian pengguna. Maka matlamat utama pembinaan modul ini bukan sekadar memasukkan molekul yang beranimasi iaitu imej interaktif tetapi terdapat juga molekul statik. Ini bertujuan agar pelajar dapat membuat perbandingan antara kedua-dua jenis molekul tersebut sebelum dan selepas mengalami putaran atau pantulan. Lazimnya, pelajar hanya didedahkan dengan molekul statik di dalam buku serta semasa peperiksaan.



Rajah 1 Molekul bromin pentafluorida, BrF_5 2-Dimensi yang statik dan 3-Dimensi yang beranimasi

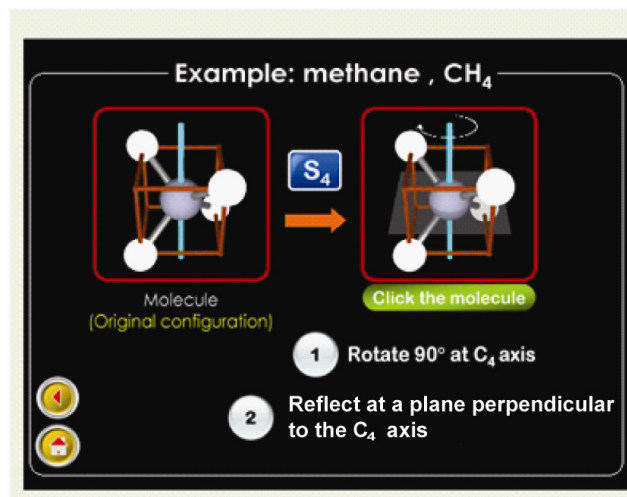
Perisian *Swift 3D Version 4.50* telah digunakan dalam membuat molekul yang berstruktur model 'ball and stick' 3D. Setiap atom menggunakan warna spesifik contohnya bagi molekul air (H_2O), satu atom oksigen berwarna merah dan dua atom hidrogen berwarna putih (Rajah 2). Setiap putaran molekul dipaparkan

melalui tiga pandangan iaitu hadapan, atas dan sisi agar para pengguna dapat memberikan gambaran yang lebih jelas tentang pergerakan bagi setiap atom.

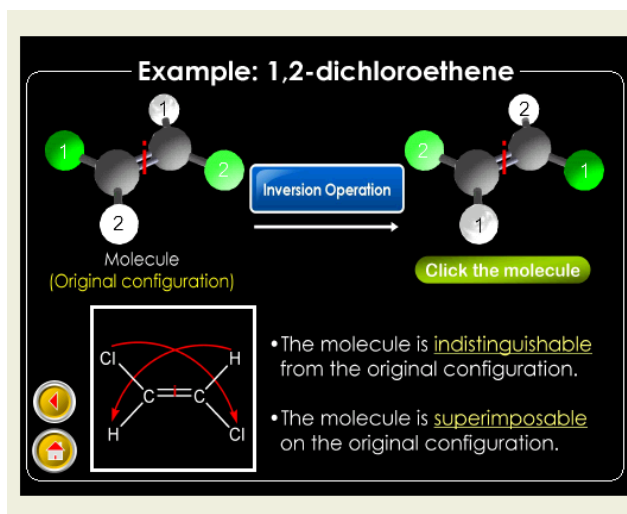


Rajah 2 Animasi putaran molekul dipaparkan melalui tiga pandangan iaitu pandangan hadapan, atas dan sisi

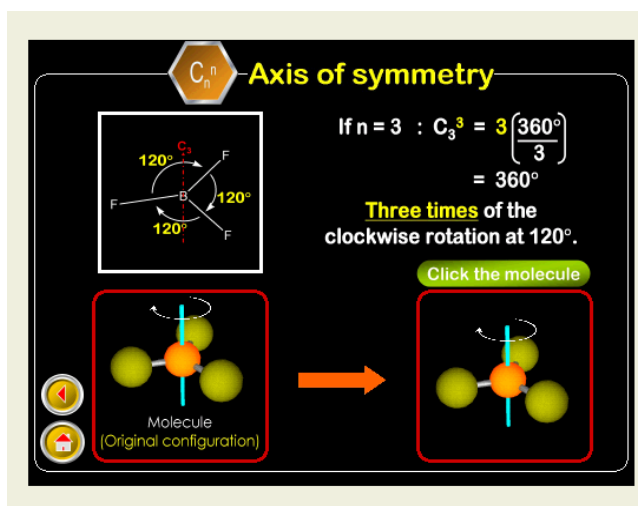
Antara animasi yang dimasukkan adalah operasi putaran dan pantulan ke atas molekul (Rajah 3) dan animasi songsangan untuk setiap atom yang bertentangan (Rajah 4). Paksi putaran dilukis pada molekul untuk menggambarkan putaran yang berlaku pada sudut-sudut tertentu sama ada mengikut arah putaran jam atau melawan arah putaran jam (Rajah 5).



Rajah 3 Animasi putaran dan pantulan molekul metana, CH_4 melalui 3-Dimensi

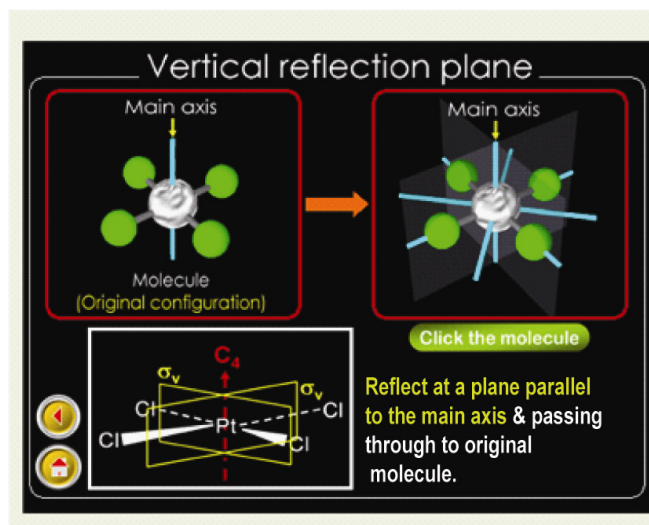


Rajah 4 Animasi songsangan untuk setiap atom yang bertentangan



Rajah 5 Animasi putaran molekul pada sudut-sudut tertentu mengikut arah jam

Untuk menggambarkan berlakunya pantulan, satah telah dimasukkan yang akan membahagikan molekul tersebut (Rajah 6). Perisian *Chem Office 2005* pula digunakan untuk melukis molekul statik 2D seperti yang terdapat di dalam buku. Keadaan ini memberi peluang kepada pelajar belajar melihat pergerakan molekul serta pada masa yang sama cuba menghubungkan seperti apa yang terdapat dalam buku yang melibatkan molekul statik.



Rajah 6 Animasi pantulan pada satah tegak yang selari dengan paksi utama

Elemen perkataan yang dimasukkan adalah menggunakan perisian *SwiSHmax*. Pengertian dan penerangan ayat adalah ringkas tetapi jelas maksudnya. Tiada animasi dilakukan ke atas perkataan kerana tumpuan adalah lebih kepada animasi ke atas molekul. Keadaan ini akan memberi lebih peluang kepada pelajar untuk meneroka atau merasai pengalaman apabila berinteraksi dengan komputer melalui ikon-ikon yang telah disediakan.

Perisian *Macromedia Director MX 2004* digunakan sebagai tulang belakang perisian di mana segala elemen telah digabungkan untuk penghasilan bahan multimedia yang interaktif. Hasil animasi yang diperolehi telah dimasukkan ke dalam perisian tulang belakang tersebut. Akhir sekali, fail semua gambar animasi tersebut dikecilkan saiznya agar lebih praktikal untuk dimuatkan ke dalam cakera padat (CD) dengan menggunakan perisian *Optimize Version 1.0*.

Penggunaan dan Pengujian Modul

Pada peringkat kedua, melibatkan proses mencetak modul dalam bentuk cakera padat (CD). Kemudian, pengujian modul dilakukan ke atas 117 orang sampel secara berperingkat kerana di makmal komputer hanya menempatkan sebanyak 30 buah komputer sahaja. Setiap responden iaitu pelajar berpeluang berinteraksi terus dengan komputer dengan menggunakan modul tersebut sendiri tanpa pertolongan daripada sesiapa. Setiap pelajar boleh belajar secara bersendirian dalam pelajaran yang telah direkabentuk dan diprogramkan ke dalam komputer serta boleh mengawal urutan pembelajaran. Perisian yang digunakan berkebolehan untuk melayan setiap individu berdasarkan kebolehan masing-masing. Selain itu, pelajar juga akan mengalami pengalaman pembelajaran yang berbeza berdasarkan prestasinya dalam sesuatu konsep atau isi pelajaran. Ditambah pula dengan

penggunaan multimedia seperti elemen animasi dan grafik yang menarik akan menyebabkan pelajar tidak berasa bosan.

Menurut Chasteen (2001) pengajaran kimia melalui penggunaan komputer menjalinkan hubungan kompleks di mana animasi boleh diberhentikan dan diimbaskan kembali apabila diperlukan. Keadaan ini memberi kesan pemahaman yang lebih jelas terhadap pembelajaran tersebut. Komputer membolehkan pengguna mengulangi isi kandungan apabila perlu untuk memperkuatkan lagi pembelajaran dan memperbaiki lagi ingatan. Dalam pengulangan amat memerlukan kebebasan dan kreativiti daripada para pelajar. Selain menggunakan perisian multimedia sebagai modul, pelajar juga dapat melibatkan diri secara aktif dengan cara memilih pelbagai menu yang disediakan. Komputer akan bertindak balas dengan memaparkan maklumat yang tertentu berdasarkan apa yang dipilih oleh pelajar.

Setelah semua responden selesai mempelajari topik simetri molekul menggunakan modul yang telah dibina dalam tempoh satu jam setengah, seterusnya mereka diberikan set soal selidik setiap seorang. Tujuannya adalah untuk mendapatkan maklumat berkenaan persepsi responden dari aspek penyampaian isi kandungan dan persembahan perisian terhadap penggunaan modul multimedia interaktif dalam pembelajaran topik simetri molekul.

Analisis Data

Jenis analisis data yang digunakan dalam kajian ini adalah melibatkan kaedah statistik deskriptif yang bertujuan untuk meringkaskan data dan memberikan maklumat dalam bentuk yang dapat menerangkan data dengan jelas dan mudah. Oleh itu, pengukuran data yang dilakukan adalah melibatkan frekuensi atau kekerapan. Seterusnya, dapatan kajian yang diperolehi dipersembahkan dalam bentuk jadual.

Hasil Dapatan dan Perbincangan

Jadual 1 menunjukkan peratusan persepsi responden bagi aspek isi kandungan terhadap modul multimedia yang dibina. Hasil dapatan kajian mendapati majoriti pelajar sangat setuju (81%) bahawa penggunaan bahasa yang digunakan dalam pembinaan modul simetri molekul adalah mudah untuk difahami kerana Bahasa Inggeris yang digunakan adalah ringkas, jelas dan melibatkan ayat-ayat pendek sahaja. Selain itu, penyampaian isi kandungan modul secara keseluruhannya mencapai objektif dan mengikut turutan di samping penerangan yang jelas serta contoh-contoh molekul yang diberi di dalam modul ini adalah senang untuk difahami. Ini kerana lebih separuh daripada responden (73%) sangat tidak setuju bahawa contoh-contoh molekul yang diberikan sukar difahami. Dalam pembinaan suatu modul multimedia, susunan isi kandungan perlu dititikberatkan supaya ia teratur, mencukupi dan sesuai dengan aras kecerdasan pengguna. Ini kerana daya pemikiran dan tahap pembelajaran adalah berbeza bagi setiap pelajar (Mohd Zaliman & Manjit Singh Sindhu, 2001).

Jadual 1 Persepsi pelajar terhadap isi kandungan modul multimedia.

Bil.	Soalan	Peratus (%)				
		STS	TS	TP	S	SS
1.	Isi kandungan modul memberi motivasi kepada saya untuk belajar.	-	-	3	60	37
2.	Isi kandungan modul ini melengkapkan objektif pelajaran.	-	-	-	60	40
3.	Isi kandungan disampaikan dalam bahasa yang mudah difahami.	-	-	-	19	81
4.	Isi kandungan bersesuaian dengan tahap semua pelajar termasuk saya.	-	-	18	45	37
5.	Modul ini kurang menepati kehendak saya kerana terlalu ringkas.	51	44	5	-	-
6.	Isi kandungan disampaikan mengikut turutan dan diterangkan jelas di awal persembahan modul.	-	-	-	17	83
7.	Nota dan penerangan setiap subtopik adalah ringkas dan lengkap.	-	-	2	16	82
8.	Modul ini dapat digunakan untuk membantu saya dalam mempelajari topik simetri molekul.	-	-	2	48	50
9.	Contoh-contoh molekul yang diberikan dalam modul ini sukar untuk difahami.	73	21	6	-	-
10.	Penggunaan modul ini akan memantapkan lagi konsep-konsep penting berkaitan topik ini.	-	-	3	60	37

Sangat Tidak Setuju(STS), Tidak Setuju(TS), Tidak Pasti(TP), Setuju(S), Sangat Setuju(SS)

Sebanyak 60% pelajar bersetuju menyatakan bahawa penggunaan modul simetri molekul akan memantapkan lagi konsep-konsep penting berkaitan topik tersebut. Dalam mempelajari topik simetri molekul, pelajar perlu memahami terlebih dahulu konsep asas sesuatu putaran atau pantulan ke atas molekul serta mengetahui bagaimana operasi tersebut berlaku. Ini kerana pembelajaran secara hafalan semata-mata tidak dapat mengekalkan sesuatu konsep yang terlibat sebagai ingatan dalam jangka masa yang panjang. Pembelajaran secara hafalan merupakan pembelajaran tidak bermakna yang seterusnya akan menimbulkan masalah lain iaitu berlaku miskonsepsi dalam diri pelajar. Kajian oleh Scott dan Steven (2001) juga mendapati penggunaan modul mempunyai kelebihan neurolinguistik iaitu mengingat. Tambahan pula melalui multimedia yang dibina dengan baik akan membolehkan pelajar belajar dengan mendalam dan menggalakkan pembelajaran bermakna (Mayer, 2003). Didapati pelajar yang setuju (60%) dan sangat setuju (37%) terhadap keseluruhan modul yang dibina kerana dapat memberi motivasi kepada mereka untuk belajar dan secara tidak langsung dapat dijadikan sebagai bahan dalam membantu mempelajari topik

simetri molekul. Pembelajaran melalui visual grafik dikatakan dapat meningkatkan motivasi pelajar serta membantu guru menerangkan kandungan pelajaran kepada pelajar secara lebih mudah. Ini kerana penambahan elemen grafik dapat menerangkan konsep yang tidak dapat diterangkan oleh teks. Menurut Jamalludin dan Zaidatun (2003), persembahan isi kandungan melalui multimedia membolehkan seseorang memahami sesuatu konsep, proses idea dan sebagainya dengan lebih pantas dan jelas.

Jadual 2 Persepsi pelajar terhadap persembahan perisian modul multimedia.

Bil.	Soalan	Peratus (%)				
		STS	TS	TP	S	SS
1.	Animasi yang digunakan menyukarkan pemahaman pelajar tentang sesuatu konsep.	50	45	5	-	-
2.	Rekabentuk skrin menarik dan jelas.	-	-	-	9	91
3.	Modul multimedia yang dibina bercirikan unsur-unsur interaktif.	-	-	-	11	89
4.	Modul multimedia yang dibina mewujudkan warna dan kontras yang menarik perhatian saya.	-	-	-	21	79
5.	Kesan audio bagi modul ini menarik dan sesuai.	-	-	-	84	16
6.	Penggunaan grafik dan animasi mewujudkan situasi yang menyeronokkan dalam modul ini.	-	-	-	17	83
7.	Huruf perkataan dan saiz yang digunakan jelas dan sesuai.	-	-	-	18	82
8.	Saya memperolehi kemudahan untuk berhenti belajar bila-bila masa.	-	-	-	48	50
9.	Saya boleh menukar urutan pelajaran bila-bila masa mengikut subtopik yang dikehendaki.	-	-	-	26	74
10.	Penempatan butang interaktif dalam modul ini adalah sesuai.	-	-	-	38	62

Sangat Tidak Setuju(STS), Tidak Setuju(TS), Tidak Pasti(TP), Setuju(S), Sangat Setuju(SS)

Jadual 2 menunjukkan peratusan persepsi responden bagi aspek persembahan modul. Analisis dapatan kajian menunjukkan majoriti pelajar sangat setuju (91%) dan setuju (9%) terhadap rekabentuk skrin modul yang menarik dan jelas. Selain itu kebanyakan pelajar juga sangat setuju menyatakan bahawa modul yang dibina ini dapat mewujudkan warna kontras yang berjaya menarik perhatian mereka (79%), di samping penggunaan huruf perkataan dan saiz yang jelas dan sesuai (82%). Dalam pembinaan modul ini, warna huruf perkataan yang cerah iaitu putih,

kuning dan jingga digunakan bersama kombinasi latar belakang paparan yang berwarna gelap iaitu hitam. Menurut Yusup dan Razmah (2005), pemilihan warna yang sesuai dalam sesebuah modul multimedia perlu dibuat untuk mendapatkan kontras yang jelas antara latar dan imej atau huruf perkataan supaya tidak menimbulkan kekeliruan kepada pengguna. Jenis dan saiz huruf perkataan juga mesti sesuai dan jelas daripada jarak pandangan pengguna supaya pengguna dapat melihat dan membaca dengan jelas. Dari aspek interaktif, semua pelajar bersetuju bahawa modul simetri molekul ini mempunyai ciri-ciri interaktif.

Pembelajaran secara interaktif akan menggalakkan cara pelajar belajar dan seterusnya meningkatkan motivasi untuk belajar (Brown, 2001). Pernyataan ini disokong apabila majoriti pelajar tidak setuju (95%) bahawa animasi yang digunakan menyukarkan pemahaman pelajar kerana setiap pelajar berpeluang melihat bagaimana putaran sesuatu molekul mengelilingi paksinya berlaku pada sudut-sudut yang ditetapkan. Pada setiap putaran bagi setiap molekul, terdapat 3 pandangan yang difokuskan iaitu pelajar dapat melihat dari pandangan hadapan, atas dan sisi. Selain itu, untuk operasi pantulan pula pelajar dapat melihat bagaimana satah akan membahagikan molekul tersebut. Ini kerana grafik animasi mempunyai ciri yang boleh menarik perhatian pelajar serta mengaktifkan proses kognitif minda pelajar (David, Nor Azilah & Toh, 2001).

Di samping itu, majoriti pelajar (83%) menyatakan penggunaan grafik dan animasi di dalam modul ini mewujudkan situasi yang menyeronokkan. Korkmaz dan Harwood (2004) mendapati pelajar menunjukkan minat terhadap molekul 3D yang telah dilakukan animasi ke atasnya. Keadaan ini secara tidak langsung telah membantu mereka melihat dan berfikir tentang struktur suatu molekul dengan lebih mendalam. Ini kerana unsur-unsur simulasi komputer telah dipraktikkan. Simulasi telah membawa pengguna lebih hampir kepada bahan maklumat. Simulasi sesuatu aktiviti atau ilustrasi sesuatu konsep juga boleh digambarkan melalui animasi. Animasi menawarkan pengguna mengawal keterperincian, tahap serta bilangan maklumat yang diingini (Lindstrom, 1994). Menurut Fjeld, Juchli dan Voegtli (2003), apabila pengguna berinteraksi dengan model maya 3D, ia memberi kelebihan kerana interaksi tersebut adalah secara langsung. Selain itu, Abhya Ashtana (2004) juga menyatakan bahawa animasi adalah perkara asas yang digunakan untuk mendemonstrasikan sesuatu idea atau mengilustrasikan suatu konsep.

Pelajar juga setuju (84%) bahawa kesan audio yang dimasukkan ke dalam modul ini sesuai dengan suasana serta tidak mengganggu pembelajaran mereka. Penggunaan jenis muzik sentimental yang dimuatkan dalam sesebuah modul multimedia dikatakan dapat menarik perhatian, meningkatkan tahap minat pengguna dan mewujudkan keseronokkan serta kegembiraan kepada pengguna. Maka dengan penggabungan antara elemen teks, grafik, animasi, video dan audio dapat meningkatkan kadar penghayatan pelajar terutama dalam mata pelajaran sains yang dianggap susah oleh kebanyakan pelajar (Mohd Zaliman & Manjit Singh Sindhu, 2001).

Pelajar sangat setuju (74%) menyatakan apabila menggunakan modul simetri tersebut, mereka boleh menukar urutan pelajaran pada bila-bila masa mengikut subtopik yang dikehendaki. Pelajar boleh mengawal sendiri pembelajaran dengan cara mengawal kadar dan aliran pelajaran yang hendak dipelajari. Ini kerana modul yang digunakan berkebolehan untuk melayan setiap individu berdasarkan kebolehan masing-masing. Pelajar akan mengalami pengalaman pembelajaran yang berbeza berdasarkan prestasinya dalam sesuatu konsep atau isi pelajaran. Modul yang dimuatkan ke dalam cakera padat boleh mengulangi suatu latihan atau pelajaran tanpa perlu merasa marah dan penat. Pelajar tidak perlu bimbang untuk menentang situasi ini (Rao, Rao, Zoraini & Wan Fauzy, 1991). Tambahan pula dengan penggunaan multimedia yang menarik akan menyebabkan pelajar tidak mudah berasa bosan.

Kesimpulan

Modul multimedia bagi topik simetri molekul yang lengkap dan menarik telah dapat dihasilkan dengan memaparkan pergerakan 3D untuk setiap operasi putaran dan pantulan masing-masing melalui paksi atau satah yang dilakukan ke atas molekul. Selain itu, dapat diterjemahkannya kepada lukisan molekul di atas kertas secara 2D. Diharap penggunaan modul interaktif dalam pembelajaran simetri molekul ini boleh dipraktikkan dalam usaha untuk membantu pemahaman konsep dan seterusnya meningkatkan pencapaian di kalangan pelajar. Walau bagaimanapun, kajian lanjutan perlu dilakukan iaitu penambahbaikan terhadap modul tersebut agar menjadi lebih interaktif dan mantap dari segi persembahan serta mutunya.

Penghargaan

Penyelidikan ini dijalankan di bawah peruntukan penyelidikan jangka pendek 04-16-28-06 Universiti Pendidikan Sultan Idris.

Rujukan

- Abhya Ashtana. (2004). Multimedia in Education. *Encyclopedia of Multimedia*. 873-875. Anglin, G.J., Vaez, H. & Cunningham, K.L. (2003). Visual Representations and Learning: The Role of Static and Animated Graphics. In Jonassen, D.H. (Ed.). *Handbook of Research for Educational Communications and Technology* (2nd ed.) 865-916. Erlbaum, Mahwah, NJ.
- Brown, R. (2001). Thinking in Multimedia: Research-Based Tips on Designing and Using Interactive Multimedia Curricula. *Journal of Extension*. **39** (3): 1-4.
- Chasteen, T.G. (2001). Teaching With Chemical Instrumentation on the Web. *Journal of Chemical Education*. **78** (9) : 100-115.

- David Ong Chin Kim, Nor Azilah Ngah & Toh Seong Chong. (2001). Kesan Animasi ke Atas Pencapaian Pelajar yang Berbeza Kebolehan Spatial dalam Topik Motor Elektrik Tingkatan Empat. Dalam *Prosiding Konvensyen Teknologi Pendidikan kali ke-14. Kepelbagaian dalam Teknologi Instruksional, Isu dan Cabaran*. Kuala Lumpur: Persatuan Teknologi Pendidikan Malaysia (PTPM).
- Dieber, L.P. (1990). Animation in Computer Based Instruction. *Educational Technology Research and Development*. 77-86.
- Fjeld, M., Juchli, P. & Voegtli, B.M. (2003). Chemistry Education: A Tangible Interaction Approach. *Human-Computer Interaction*. 287-293.
- Habraken, C.L. (1996). Perceptions of Chemistry: Why is the Common Perception of Chemistry, the Most Visual of Sciences, So Distorted? *Journal of Sciences Education and Technology*. **5** : 193-201.
- Holzinger, A. & Ebner, M. (2003). Interaction and Usability of Simulations and Animations: A Case Study of the Flash Technology. *Human-Computer Interaction*. 777-790.
- Jamalludin Harun & Zaidatun Tasir.(2003). *Multimedia dalam Pendidikan*. Kuala Lumpur: PTS Publication and Distributions.
- Korkmaz, A. & Harwood, W.S.(2004). Web-Supported Chemistry Education: Design of an Online Tutorial for Learning Molecular Symmetry. *Journal of Science Education and Technology*. **13** (2) :243-253.
- Lindstrom, R. (1994). *The Business Week Guide to Multimedia Presentations: Create Dynamic Presentations That Inspire*, New York: McGraw-Hill.
- Mainzer, K. (1997). Symmetry and Complexity-Fundamental Concepts of Research in Chemistry. *International Journal for Philosophy of Chemistry*. 3 : 29-49.
- Martin, J.D. (2001). From the Wood-shop to Crystal Engineering: Teaching Three-dimensional Chemistry. *Journal of Chemical Education*. **78** : 1195.
- Mayer, R.E. (2003). The Promise of Multimedia Learning: Using the Same Instructional Design Methods Across Different Media. *Learning and Instruction*. **13**: 125-139.
- Michael, J.S. & Steven, M.B. (2001). Using Computer-Based Visualization Strategies to Improve Student's Understanding of Molecular Polarity and Miscibility. *Journal of Chemical Education*. **78** (10) : 1415.
- Miessler, G.L. & Tarr, D.A. (2004). *Inorganic Chemistry* (3rd ed.). Prentice-Hall, Upper Saddle River, NJ.
- Mohd Zaliman Mohd Yusoff & Manjit Singh Sindhu. (2001). Teknologi Multimedia: Kaedah Pembelajaran Pelajar Lemah dalam Pelajaran. Dalam prosiding Konvensyen Teknologi Pendidikan Kali Ke-14. Kepelbagaian dalam Teknologi Instruksional, Isu dan Cabaran. Kuala Lumpur: Persatuan Teknologi Pendidikan Malaysia (PTPM).
- Petrucci, R.H., Harwood, W.S. & Herring, F.G. (2002). *General Chemistry: Principles and Modern Applications* (8th ed.). Prentice-Hall, Upper Saddle River, NJ.
- Rao, G.S., Rao, A.K., Zoraini Wali Abas & Wan Fauzy Wan Ismail (1991). *Pembelajaran Berbantuan Komputer*. Kuala Lumpur: Penerbit Fajar Bakti Sdn. Bhd.
- Rozinah Jamaludin (2000). *Asas-asas Multimedia dalam Pendidikan*. Kuala Lumpur: Utusan Publications & Distributors Sdn. Bhd.
- Savec, V.F., Vrtačnik, M, Gilbert, J.K & Peklaj, C. (2006). In-Service and Pre-Service Optionion on the Use of Models in Teaching Chemistry. *Acta Chim.Slov*. **53**: 381-390.
- Scott, E. & Steven, R. (2001). An Early Emphasis on Symmetryand Three-dimensional Perspective in the Chemistry Curriculum. *Journal of Chemical Education*. **78** (101): 1487-1490.

- Yusup Hashim & Razmah Man. (2005). *Teknologi Instruksional Teori dan Aplikasi*.
Tanjong Malim: Universiti Pendidikan Sultan Idris.
- Yusuf Hashim. (2006). *Rekabentuk Instruksional dan Telnologi*. Ed. 4. Tanjong Malim:
Universiti Pendidikan Sultan Idris.