

## Sains : Potensi dan Implikasi terhadap pengajaran pembelajaran sel haiwan

Che Soh bin Said<sup>1</sup>

Fakulti Teknologi Maklumat dan Komunikasi, Universiti Pendidikan Sultan Idris,  
Tanjong Malim, Perak, Malaysia

Dr Irfan Naufal bin Umar<sup>2</sup>

Pusat Teknologi Pengajaran dan Multimedia, Universiti Sains Malaysia  
Minden, Penang, Malaysia

<sup>1</sup>[che\\_soh@yahoo.com](mailto:che_soh@yahoo.com), <sup>2</sup>[irfan@usm.my](mailto:irfan@usm.my),

### Abstrak

Kertas kerja ini bertujuan untuk membincangkan potensi dan aplikasi sistem pembelajaran baru yang dibina dengan menggunakan teknologi realiti maya. Teknologi realiti maya adalah satu teknologi baru yang amat berpotensi untuk digunakan secara meluas dalam pengajaran dan pembelajaran. Potensi realiti maya termasuklah keupayaan untuk mempersembahkan bahan pembelajaran dalam bentuk tiga dimensi (3D), menyokong pembelajaran dalam konteks pandangan orang pertama (first person perspective), visualisasi konsep yang abstrak, menyokong persembahan bahan pembelajaran dalam pelbagai dimensi, menyokong pembelajaran aktif dan menyokong pembelajaran penerokaan. Namun demikian sebagaimana teknologi instruksional yang lain, realiti maya bukanlah satu ubat yang sesuai digunakan dalam semua situasi pembelajaran. Dalam kertas kerja ini, cadangan dibuat untuk menerapkan penggunaan realiti maya dalam pembelajaran sains. Satu prototaip perisian instruksional berasaskan realiti maya telah dibangunkan dan dinilai di kalangan guru pelatih sains. Hasil daripada penilaian mendapati bahawa responden berpandangan positif terhadap penggunaan teknologi realiti maya dalam pembelajaran sains.

(Katakunci : realiti maya, pendidikan sains, pembelajaran konstruktivist, visualisasi saintifik )

Subjek sains adalah subjek yang dianggap susah bagi kebanyakan pelajar. Oleh demikian, telah menjadi lumrah bagi pelajar untuk lulus dalam peperiksaan dengan menghafal algoritma sahaja, tetapi gagal untuk membina kefahaman konsep saintifik dan skema dalam pembelajaran sains (Frank *et al* ,985;Zoller dan Lubezky,1985; Anderson,1986; Nurrenbern dan Pickering,1997; Niaz 1995 dalam Yang dan Andre,2003). Situasi ini adalah berlainan dengan objektif pembelajaran subjek sains seperti biologi yang berfokuskan kepada penguasaan elemen seperti kemahiran proses sains , kemahiran berfikir, kemahiran penyelesaian masalah dan kebolehan pelajar menggunakan pengetahuan yang dipelajari secara kreatif dan kritis bagi menyelesaikan masalah (Kementerian Pelajaran Malaysia, 2004). Bagi mencapai hasrat ini juga, guru disarankan mengamalkan pendekatan pembelajaran yang berfokus kepada sains sebagai proses inkuiri dan berasaskan konstruktivisme, pembelajaran kontekstual, pembelajaran masteri (Pelan Induk Pembangunan Pendidikan, 2006).

Biologi adalah salah satu disiplin yang penting dalam sains. Lazimnya, biologi dan kebanyakan dari struktur dan prosedurnya saling berhubungan dan kompleks. Ini menyebabkan ia sukar untuk diajar dan dipelajari (Mikropoulus *et al.*, 2003). Biologi juga melibatkan struktur mikro seperti sel yang hanya dapat dilihat dengan menggunakan mikroskop. Bagi membantu pelajar memahami konsep yang abstrak dan sukar, persekitaran pembelajaran perlu menyediakan pelajar peluang untuk melakukan eksperimen dan pemerhatian langsung terhadap objek yang dipelajari. Visualisasi boleh membantu pelajar untuk memahami konsep abstrak, proses kompleks dan membina model mental (Mikropoulus *et al*,2003).

Sebahagian alat visualisasi seperti imej statik, video atau animasi telah digunakan dalam pengajaran bagi membantu pelajar dalam pembelajaran biologi. Penggunaan teknologi ini telah dapat mengurangkan sebahagian halangan pembelajaran sebahagian konsep dan fenomena dalam biologi (Mikropoulus *et al.*, 2003). Ini kerana aplikasi berasaskan komputer yang menggunakan visualisasi, permodelan dan simulasi telah terbukti sebagai alat yang berkesan bagi pengajaran konsep sains. (Roschelle *et al.*,2001). Namun demikian, penggunaan teknologi sedia ada ini kurang menyokong pembelajaran aktif. Pelajar masih melihat struktur biologi dalam perspektif pandangan orang ketiga. Penggunaan koswer multimedia interaktif juga tidak dapat membina perspektif pandangan orang pertama atau pandangan secara langsung (Avradinis. *et al.*,2000). Penglibatan aktif dan interaksi adalah merupakan elemen yang penting dalam pembelajaran berkesan (Heinich *et al.*,2000). Selain itu, penggunaan imej dua dimensi tidak dapat membantu pelajar membina model mental yang tepat berkenaan organ atau sel yang wujud dalam bentuk tiga dimensi.

McLellan (2004) mencadangkan supaya teknologi realiti maya digunakan bagi menghasilkan alat visualisasi. Ini kerana realiti maya menyediakan darjah interaktiviti yang tinggi berbanding dengan video. Selain itu, realiti maya juga dapat mempersembahkan objek atau konsep dalam bentuk tiga dimensi. Ini adalah sesuai bagi digunakan berkaitan konsep dan prinsip mikro yang secara lazimnya tidak dapat dikesan oleh pancaindera. Realiti maya adalah suatu aplikasi multimedia terkini dalam teknologi perkomputan (McLellan,2004). Realiti maya dikatakan satu teknologi yang akan membawa kesan revolusi terhadap upaya manusia belajar dan bekerja (Gustafson, 2002).

ut (1998), fitur dan potensi realiti maya adalah sesuai  
ngikut fahaman konstruktivist.

Realiti maya ialah teknologi yang membolehkan pengguna atau pelajar menyelam atau masuk ke dalam persekitaran sintetik yang telah dihasilkan dengan menggunakan komputer. McLellan (2004,ms 462) mendefinisikan realiti maya sebagai *“a class of computer-controlled multisensory communication technologies”*. Burdea dan Coiffet (2003,ms 7) mendefinisikan realiti maya sebagai *“high-end user-computer interface that involves real-time simulation and interaction through multiple sensorial channels including visual, auditory, tactile, smell and taste”*. Bryson (1996,ms 3) mendefinisikan realiti maya sebagai *“a new interface paradigm that uses computers and human-computer interface to create the effect of a three-dimensional world in which the user interacts directly with virtual objects”*. Berdasarkan kepada ketiga-tiga definisi ini maka dapat dirumuskan bahawa realiti maya ialah dunia maya tiga dimensi yang menyediakan kemudahan kepada pengguna untuk berinteraksi dengan menggunakan pelbagai deria termasuklah penglihatan, pendengaran, rasa, bau dan sentuhan. Tiga ciri realiti maya ialah interaksi, autonomi dan imaginasi (Burdea dan Coiffet,2003).

Umumnya realiti maya terbahagi kepada dua kategori iaitu realiti maya imersif dan realiti maya bukan imersif. Realiti maya imersif lebih mahal dan menggunakan teknologi yang kompleks berbanding dengan realiti maya bukan imersif. Realiti maya bukan imersif boleh dihasilkan dan digunakan dengan menggunakan komputer peribadi multimedia sahaja. Youngblut (1998) berpendapat bahawa teknologi realiti maya desktop lebih matang berbanding dengan teknologi realiti maya imersif. Oleh demikian, ianya lebih sesuai untuk diterapkan penggunaanya di sekolah.

Menurut Winn (1993), realiti maya menyokong tiga bentuk pengalaman pembinaan pengetahuan (knowledge-building) yang penting dalam pembelajaran tetapi tidak wujud dalam dunia nyata. Elemen ini ialah saiz (size), pemindahan (transduction) dan *reification*. Realiti maya membolehkan satu persekitaran pembelajaran yang berpusatkan pelajar dihasilkan. Pelajar boleh belajar secara cuba jaya berulang kali tanpa had dan bebas daripada faktor kemungkinan berlaku kecederaan ataupun bahaya apabila mempelajari sesuatu isi pelajaran dalam dunia sebenar (Standen dan Brown,2006). Realiti maya juga membolehkan peraturan dan konsep abstrak dipersembahkan tanpa menggunakan simbol atau bahasa pengantara tertentu (Standen dan Brown,2006). Fitur ini dikenali sebagai pandangan orang pertama (Winn,1993). Fitur pandangan orang pertama ini membolehkan pelajar berinteraksi secara langsung dengan bahan atau objek yang dipelajari. Ini dapat membantu pelajar membina model mental yang lebih tepat. Realiti maya juga menyediakan persekitaran pembelajaran yang unik berbanding dengan media instruksi yang lain. Pengguna boleh mengubah saiz objek dan melihat objek yang dipelajari daripada berbilang sudut pandangan (Mikropoulos et al, 2003; Chittaro & Ranon, 2007). Sokongan pengubahsuaian saiz membolehkan pengguna atau pelajar dapat mengemudi dan melihat objek pada aras makro atau mikro. Pandangan ini juga dikenali sebagai *egocentric* dan *exocentric* (Salzman et al, 1999).

Fitur sokongan pandangan berbilang sudut pandangan adalah serasi dengan syarat pembelajaran dalam pandangan fahaman konstruktivist yang mengatakan bahawa situasi pembelajaran mestilah bersifat perspektif berbilang dan menggunakan perwakilan berbilang (Driscoll,2005). Sokongan berbilang sudut pandangan dapat membantu membina model mental yang lebih tepat apabila pelajar dapat menganalisa subjek atau

di sudut pandangan. (Chittaro & Ranon, 2007). Dari segi penyediaan darjah interaktiviti jauh lebih tinggi berbanding dengan program multimedia (McLellan,2004). Pengguna boleh meneroka secara bebas dalam persekitaran realiti maya.

Mantovani (2003) berpendapat bahawa realiti maya boleh menyediakan persekitaran pembelajaran yang menggalakan proses pembelajaran aktif melalui pengalaman orang pertama. Realiti maya juga dapat menyediakan suasana pembelajaran yang kaya media, interaktif, menyokong pembelajaran pengalaman dan dapat memautkan pelajar dengan konteks pembelajaran. Persekitaran tiga dimensi yang dijana dalam realiti maya juga lebih berpotensi untuk menempatkan pelajar dalam konteks pembelajaran bermakna berbanding dengan persekitaran multimedia interaktif tradisional (Dalgano dan Hedberg,2001).

Analisis kajian yang melibatkan penggunaan realiti maya dalam pendidikan sains mendapati bahawa realiti maya dapat memahami struktur atom (Bryne,1996), meningkatkan pencapaian pelajar lemah dalam konsep ekologi (Osberg et al.,1997) dan meningkatkan kefahaman konsep kompleks dalam fizik kuantum (Dede et al.,1999).

Berdasarkan kepada analisis literatur dan kajian lepas memperlihatkan bahawa teknologi realiti maya amat sesuai digunakan bagi menghasilkan alat visualisasi dalam pembelajaran sains. Menurut Burdea dan Coiffet (2003) dan Salzman et al.(1999), teknologi realiti maya amat sesuai digunakan sebagai medium penyampaian konsep abstrak. Justeru, berdasarkan kepada premis ini maka kajian ini dilaksanakan bagi membangun dan menilai alat visualisasi dengan teknologi realiti maya.

### **Alat Visualisasi Sainifik**

Visualisasi saintifik melibatkan persembahan data kompleks berskala besar. Visualisasi saintifik membolehkan pemerhatian terhadap fenomena alam yang tidak dapat diperhatikan secara langsung akibat kekangan faktor saiz, tempoh dan lokasi (Yair,Mint dan Litvak,2001). Contoh data berkenaan ialah seperti data berkenaan gelombang, sinaran dan objek mikro. Data ini lazimnya dalam struktur yang kompleks kerana mengandungi bentuk tiga dimensi, vektor tiga dimensi dan data statistik pelbagai pembolehubah (Bryson,1992). Alat visualisasi saintifik ialah alat yang digunakan secara spesifik dalam bidang sains bagi membantu saintis menterjemahkan data-data numerik dalam format yang boleh difahami oleh otak manusia. Perkembangan semasa dalam teknologi maklumat seperti pengurangan kos pemilikan komputer berkuasa tinggi, peningkatan keupayaan pemprosesan data grafik dan peningkatan lebar jalur internet telah membolehkan data dipersembahkan dalam bentuk tiga dimensi. Alat visualisasi dikategorikan kepada dua iaitu *interpretive* dan *expressive* (Gordin, Edelson, dan Gomes,1996). Alat visualisasi interpretif membantu pelajar untuk melihat dan memanipulasikan objek visual bagi mengekstrak makna daripada maklumat yang dipersembahkan (Jonassen,2000). Alat visualisasi ekspresif berfungsi bertujuan untuk mempersembahkan maklumat abstrak dalam format yang lebih mudah difahami. Alat visualisasi saintifik ini boleh digunakan sebagai alat kognitif bagi menyokong pelajar dalam pembelajaran. Edelson,Pea dan Gomez (1996) telah mencadangkan penggunaan alat visualisasi dalam menyokong pembelajaran sains. Melalui projek CoVis, mereka telah membangunkan perisian visualisasi saintifik yang digunakan bagi menyokong pelaksanaan pembelajaran inkuiri. Hasil daripada penilaian yang dibuat merumuskan

ifik sesuai digunakan sebagai alat bantu dalam penggunaan perisian visualisasi saintifik juga dapat meningkatkan amalan saintis dalam pembelajaran pelajar di sekolah

## Objektif kajian

Kajian ini ini dilakukan bagi :-

- Merekabentuk dan membangunkan alat visualisasi komputer untuk sel haiwan dengan menggunakan teknologi realiti maya.
- Menilai kesesuaian penggunaan alat visualisasi komputer yang dibina dikalangan para pelajar.

## METODOLOGI PENYELIDIKAN

### Rekabentuk dan Pembangunan

Rekabentuk perisian visualisasi sel haiwan telah dihasilkan berdasarkan kepada gabungan antara syarat-syarat pembelajaran mengikut fahaman konstruktivist dengan ciri-ciri fitur realiti maya. Syarat-syarat berkenaan ialah (1) pembelajaran berlaku dalam persekitaran kompleks, realistik dan relevan, (2) menyokong perspektif berbilang dan perwakilan pelbagai mod, (4) menyokong pemilikan pembelajaran dan (5) memupuk kesedaran sendiri terhadap proses pembinaan pengetahuan (Driscoll,2005). Ciri-ciri fitur realiti maya yang digunakan dalam rekabentuk ialah (1) perspektif berbilang, (2) interaktiviti dan (3) autonomi. Selain itu, prinsip-prinsip dalam teori kognitif multimedia juga digunakan sebagai panduan dalam pembangunan alat visualisasi ini. Prinsip-prinsip ini membolehkan persekitaran pembelajaran yang berpusatkan pelajar yang menyokong visualisasi sel pada aras makro dan mikro dihasilkan.

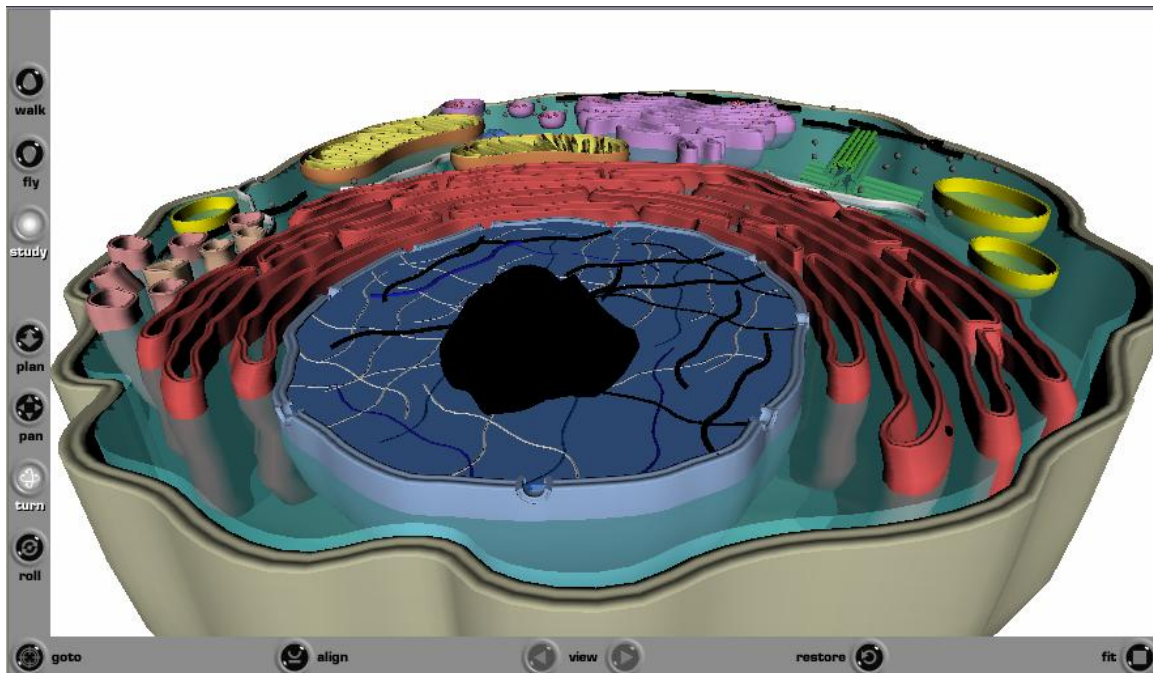
Perisian visualisasi ini dihasilkan dengan menggunakan bahasa Virtual Reality Modelling Language (VRML). Perisian Internet Explorer yang dipasang dengan perisian *plug-ins*, Cortona VRML Player digunakan bagi mempersembahkan perisian ini diatas pelantar komputer peribadi multimedia. Struktur sel haiwan dibina berdasarkan kepada maklumat daripada imej mikroskop eletron.

Perisian visualisasi yang dihasilkan menyediakan kemudahan untuk pelajar :-

- Meneroka secara bebas model tiga dimensi sel haiwan dengan memanipulasikan sel haiwan daripada pelbagai sudut pandangan
- Menyelam ke dalam model tiga dimensi sel haiwan untuk melihat struktur mikro sel haiwan seperti nuclues, nuclelos dan mitochonria.
- Melihat model tiga dimensi sel haiwan pada aras makro (egocentric) dan aras mikro (exocentric).
- Pelajar dapat memutarakan model tiga dimensi sel haiwan pada paksi-x, paksi-y dan paksi-z.
- Pelajar dapat mengubah saiz objek berdasarkan pada perbezaan aras pandangan.

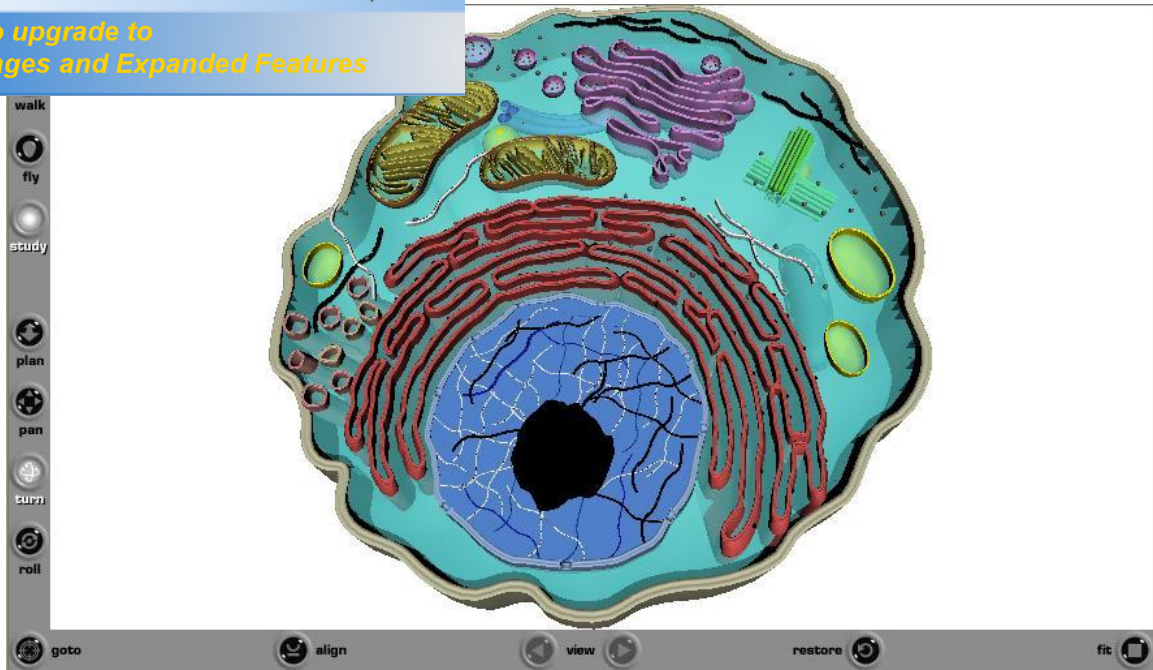


menunjukkan imej yang diambil daripada perisian alat yang telah dihasilkan. Rajah 1.0 menunjukkan gambaran kesetruanan model tiga dimensi sel haiwan yang telah dihasilkan. Pelajar boleh meneroka model maya sel haiwan yang telah dihasilkan dengan menggunakan fitur yang telah disediakan dalam perisian ini. Fitur-fitur ini adalah seperti -Walkø -Flyø -Studyø -Turnø -RolløPanøGotoø dan -Fitø Melalui fitur ini, pelajar boleh meneroka sel haiwan daripada pelbagai perspektif. Mereka boleh menyelam masuk ke dalam sel haiwan dengan menggunakan fitur -Gotoø

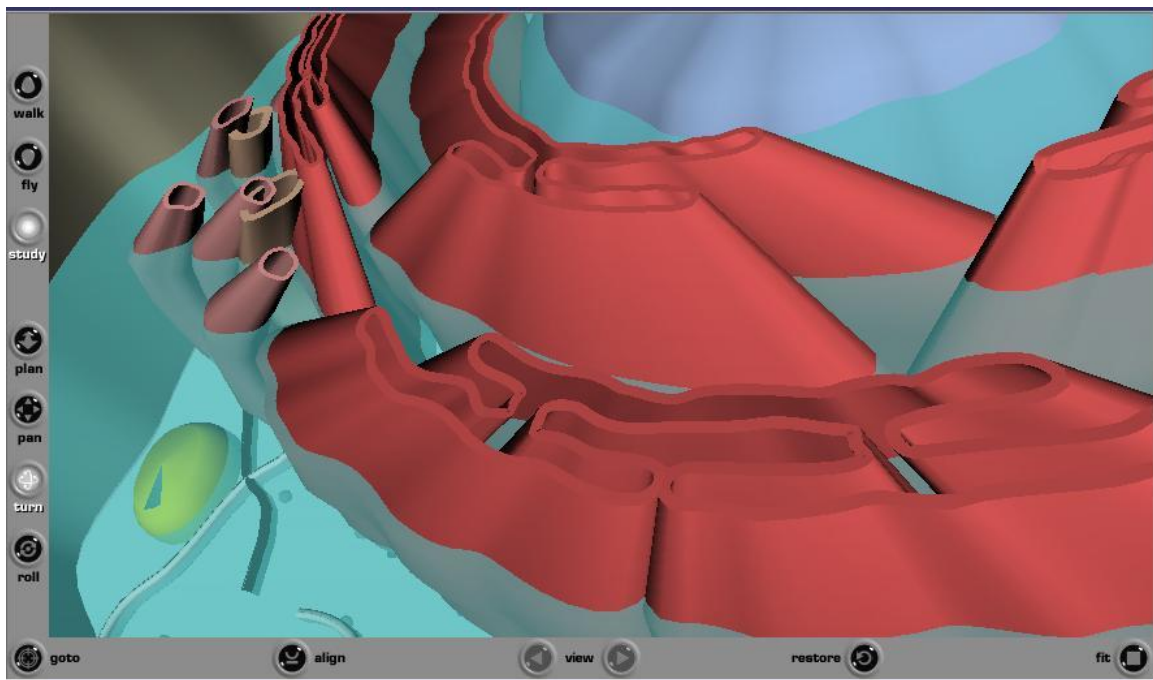


Rajah 1.0 : Model Tiga Dimensi Sel Haiwan

Rajah 2.0 dan Rajah 3.0 menunjukkan imej model tiga dimensi sel haiwan pada aras makro dan aras mikro. Pelajar boleh melihat organ-organ sel haiwan yang mengandungi membran plasma, mitochonria, nucleus, nucleolus, ribosomes dan endoplasmic reticulum.



Rajah 2.0 : Pandangan Makro (Exocentric) Model Tiga Dimensi Sel Haiwan



Rajah 2.0 : Pandangan Mikro (Egocentric) Model Tiga Dimensi Sel Haiwan

Visualisasi sel haiwan ini telah dilaksanakan dikalangan seramai 22 orang guru pelatih pendidikan sains di Universiti Pendidikan Sultan Idris. Taburan responden ialah seorang guru pelatih lelaki dan 21 guru pelatih perempuan.. Soal selidik yang dihasilkan mengandungi dua bahagian iaitu Bahagian A yang mengandungi demografi pelajar dan Bahagian B yang mengandungi item pendapat pelajar mengenai kesesuaian perisian alat visualisasi sel haiwan. Bahagian B soal selidik mengandungi enam item dihasilkan dengan berdasarkan skala Likert (1=sangat tidak setuju,2=kurang setuju,3=sederhana setuju,4=setuju,5=sangat setuju) telah digunakan bagi menilai pendapat guru pelatih terhadap perisian alat visualisasi yang telah dihasilkan

Penilaian dari aspek kemahiran penggunaan komputer mendapati bahawa kebanyakan pelatih mahir menggunakan komputer (min=3.36). Hasil penilaian keseluruhan adalah seperti yang dipaparkan dalam Jadual 1.0

**Jadual 1.0 : Penilaian Pendapat Kesesuaian Penggunaan Perisian Alat Visualisasi Sel Haiwan**

(n=22)

Bil	Item	Min	Sisihan Piawai
1	Penyampaian bahan pengajaran melalui perisian ini adalah mudah difahami	4.45	0.67
2	Aplikasi realiti maya yang disediakan membolehkan saya meneroka sel haiwan dengan mudah	4.45	0.70
3	Aplikasi realiti maya sangat membantu membantu saya dalam mempelajari topik sel haiwan	4.50	0.80
4	Perisian komputer ini sesuai digunakan bagi membantu saya dalam pembelajaran sel haiwan	4.54	0.59
5	Perisian ini dapat meningkatkan minat saya untuk mempelajari topik sel haiwan	4.54	0.73
6	Penggunaan model tiga dimensi membantu saya memahami sel haiwan yang kompleks	4.41	0.61
7	Saya mudah menggunakan perisian komputer ini	4.00	0.80

### Perbincangan dan Rumusan

Teknologi realiti maya menawarkan lebih banyak kelebihan berbanding teknologi multimedia lain seperti video. Perkembangan teknologi maklumat yang membolehkan lebih banyak komputer dipasang di sekolah mewujudkan suasana kondusif untuk mengintegrasikan realiti maya dalam pembelajaran. Penyediaan kemudahan Internet dan rangkaian tanpa wayar meningkatkan ruang dan peluang penerapan realiti maya dalam pembelajaran.

Objektif pertama kajian ini dijalankan ialah untuk membina perisian alat visualisasi sel haiwan dengan menggunakan teknologi realiti maya. Bahasa pengaturcaraan Virtual Reality Modelling Language (VRML) telah digunakan bagi



sel haiwan. Proses penghasilan model tiga dimensi permodelan tiga dimensi yang mempunyai keupayaan untuk menterjemahkan model yang telah dihasilkan dalam format VRML. Model sel haiwan yang telah dihasilkan kemudah digabungkan dalam laman web dengan menggunakan perisian alat penyuntingan web seperti Adobe Dreamweaver. Laman web yang telah dihasilkan dipaparkan dengan menggunakan perisian pelayar web seperti Internet Explorer. Cabaran yang dihadapi semasa menghasilkan perisian alat visualisasi ini ialah bagi memahami sel haiwan dalam bentuk tiga dimensi. Ini kerana imej yang dijana daripada mikroskop elektron ialah dalam bentuk dua dimensi. Berdasarkan kepada situasi ini adalah wajar kajian lanjutan dalam bidang sains komputer dilakukan bagi menghasilkan perisian yang dapat menterjemahkan data-data daripada mikroskop elektron dalam format data tiga dimensi yang boleh difahami oleh perisian alat permodelan tiga dimensi. Bagi model-model struktur organ manusia seperti jantung, paru-paru dan sebagainya, penggunaan perisian yang dapat menterjemahkan data daripada mesin pengimbas (contoh: CT Scan dan MRI ) akan dapat membantu penyelidik menghasilkan model struktur organ haiwan yang lengkap dan lebih tepat.

Objektif kedua kajian ini ialah bagi menilai pendapat responden khususnya berkaitan kesesuaian penggunaan alat visualisasi dalam pembelajaran sel haiwan. Dalam kajian ini, responden yang dipilih ialah terdiri daripada guru pelatih pendidikan sains di Universiti Pendidikan Sultan Idris. Mereka dipilih kerana dua faktor iaitu pelajar berkenaan mempelajari topik sel haiwan dalam kursus pengajian sains dan juga kerana faktor guru pelatih. Chittaro & Ranon (2007) menyarankan kajian perlu dilaksanakan bagi mendapatkan persepsi guru pelatih dalam penggunaan realiti maya. Ini kerana kejayaan integrasi teknologi realiti maya adalah dipengaruhi oleh persepsi guru terhadap kesesuaian dan keberkesannya. Hasil penilaian yang telah dilakukan dikalangan responden yang terdiri daripada guru pelatih pendidikan sains di Universiti Pendidikan Sultan Idris mendapati bahawa alat visualisasi ini mudah digunakan (min-4.00).

Responden juga bersetuju bahawa penggunaan realiti maya dapat memudahkan mereka untuk memahami sel haiwan. Penemuan ini adalah selari dengan kajian yang telah dilakukan oleh Mikropoulos et al (2003) dan Salzman et al (1999). Dalam kajian yang dilaksanakan oleh Salzman et al (1999), teknologi yang digunakan ialah realiti maya imersif . Penemuan kajian ini menjelaskan bahawa teknologi realiti bukan imersif seperti VRML juga sesuai untuk digunakan dalam pembangunan alat visualisasi dalam bidang sains hayat.

Keupayaan alat visualisasi yang dibangunkan dengan teknologi realiti maya dapat memudahkan pelajar untuk memahami sel haiwan yang kompleks dapat dijelaskan berdasarkan kepada konsep model mental. Model mental ialah perwakilan dalam ingatan jangka pendek yang dibina oleh pelajar dalam usaha untuk memahami sistem dan menyelesaikan masalah (Allessi,2001). Teknologi realiti maya yang membolehkan penghasilan model maya tiga dimensi sel haiwan dan fitur yang menyokong penerokaan model sel haiwan daripada pelbagai perspektif dapat membantu pelajar untuk membina model mental dengan lebih tepat. Mayer (1998) menerangkan bahawa model konseptual yang baik adalah model yang lengkap, tepat, terperinci, sekata dan konkrit. Realiti maya menyediakan ciri-ciri yang membolehkan penghasilan model tiga dimensi sel haiwan yang memenuhi ciri-ciri yang telah digariskan oleh Mayer (1989). Model konseptual sel haiwan yang dibina dapat mempersembahkan semua maklumat  $\varnothing$ organelle $\varnothing$  dalam sel

iap organell dalam sel haiwan. Ini dapat membantu  
ntal yang jelas dan terperinci berkenaan dengan sel

haiwan.

Pembangunan model tiga dimensi yang menggabungkan semua organelle sel haiwan dalam satu model juga dapat mengurangkan beban kognitif pelajar. Mengikut prinsip *split-attention effect* dalam teori beban kognitif (Sweller,1999), manusia boleh memproses maklumat dengan lebih baik apabila maklumat dipersembahkan secara bersepadu.

Selain itu, alat visualisasi yang dihasilkan juga sesuai untuk memudahkan kefahaman pelajar kerana ia menyediakan paparan dalam kerangka rujukan yang pelbagai. Paparan kerangka rujukan *egocentric* dan *exocentric* seperti dalam Rajah 2 dan Rajah 3 dapat mempengaruhi pembelajaran pelajar (Dede et al.,1997).

Hasil daripada penilaian juga mendapati bahawa perisian alat visualisasi ini dapat meningkatkan minat pelajar untuk mempelajari topik sel haiwan (min=4.54). Sokongan fitur darjah interaktiviti yang tinggi dalam perisian visualisasi sel haiwan terhadap dapat membina persekitaran pembelajaran sendiri. Pelajar bebas untuk meneroka dan melihat struktur sel haiwan pada aras makro dan mikro. Ini dapat meningkat minat pelajar terhadap isi kandungan yang dipelajari. Sumbangan realiti maya kepada meningkatkan minat pelajar terhadap pembelajaran adalah disokong oleh keupayaan teknologi realiti maya untuk mempersembahkan bahan pelajaran secara autentik. Penyampaian bahan pembelajaran dalam persekitaran autentik dapat meningkatkan motivasi pelajar (Keller dan Litchfield,2002).

Kesimpulannya, berdasarkan kepada kajian ini didapati bahawa realiti maya sesuai digunakan bagi menghasilkan alat visualisasi sel haiwan. Alat visualisasi sel haiwan yang dihasilkan dapat menyokong prinsip-prinsip pembelajaran mengikut fahaman konstruktivist dan teori kognitif. Selain itu, alat visualisasi sel haiwan yang dihasilkan juga mendapat maklumbalas positif di kalangan guru-guru pelatih. Alat visualisasi sel haiwan yang dihasilkan ini dapat memudahkan pelajar untuk memahami struktur dan kandungan sel haiwan. Pelajar lebih mudah untuk memahami struktur sel haiwan yang kompleks dan tidak dapat dilihat dengan mata kasar.

Implikasi daripada kajian ini yang boleh diterapkan dalam pembelajaran sains ialah menggunakan alat visualisasi saintifik yang dihasilkan dengan teknologi realiti maya sebagai alternatif kepada penggunaan model statik. Alat visualisasi dengan teknologi realiti maya ini juga dapat digunakan sebagai melengkapkan eksperimen lapangan mengenai struktur biologi haiwan dan tumbuhan. Penggunaan alat visualisasi dengan teknologi realiti maya sebagai alternatif model statik sangat sesuai khususnya untuk pembelajaran jarak jauh. Alat visualisasi yang diintegrasikan dengan laman web juga dapat memanfaatkan teknologi komunikasi melalui komputer seperti mel elektronik dan chat bagi menyokong pembelajaran kolaboratif.

Seterusnya penggunaan alat visualisasi berteraskan teknologi realiti maya dapat mendekatkan amalan saintis dalam pengalaman pelajar di sekolah. Ini kerana, dalam tempoh terdekat, alat visualisasi berteraskan teknologi realiti maya akan semakin meluas digunakan dalam bidang sains hayat seperti perubatan dan bioteknologi (McCloy dan Stone,2001; Cendan,J. et al., 2006).

Allessi,S. dan Trollip,M.,(2001).Multimedia For Learning. Boston, MA: Allyn & Bacon Publishers.

Avradinis.N., et al.,(2000). Using Virtual Reality Techniques for the Simulation of Physics Experiments. [Internet]. Daripada <http://citeseer.ist.psu.edu/550812.html>.Dicapai pada 11 Desember 2006

Barab et al., (2000). Virtual Solar System Project: Learning Through a Technology-Rich, Inquiry-Based, Participatory Learning Environment. *Journal of Science Education and Technology*, 9(1).ms.7-25

Barnett, M., Keating, T., Barab, S.A. dan Hay, K.E. (2000). Conceptual Change Through Building Three-Dimensional Virtual Models. Dalam B. Fishman & S. O'Connor-Divelbiss (sunting.), *Fourth International Conference of the Learning Sciences* (ms. 134-141). Mahwah, NJ: Erlbaum.

Bryson.S.,(1992). Virtual Environment in Scientific Visualization. *Communication of ACM*,39(5),ms:62-71.

Bryne,C.M. (1993). Virtual Reality and Education. Technical Report No.TR-93-6. University of Washington, Human Interface Technology Laboratory, Washington Technology Center.[Internet].Daripada <http://www.hitl.washington.edu/publication/r-93-6.html>.Dicapai pada 10hb Mac 2007

Cendan.J. et al.,( 2006). Developing a multimedia environment for customized teaching of an adrenalectomy. *Surgical Endoscopy* ,[Internet]. Daripada [www.springer.com](http://www.springer.com). Dicapai pada 15hb April 2007.

Chittaro.L dan Ranon.R.,(2007).Web3D technologies in learning, education and training: Motivations, Issues, Opportunities. *Computers & Education*. 49.,ms.3618.

Dalgano.B.J dan Hedberg.J.,(2001). 3D Learning Environments in Tertiary Education. [dalam talian]. Dicapai pada 22hb Januari 2007 daripada <http://www.ascilite.org.au/conferences/melbourne01/pdf/papers/dalgarnob.pdf>

Dede.C et al.,(1997). Using Virtual Reality Technology to Convey Abstract Scientific Concepts.[Internet].Daripada [http://www.virtual.gmu.edu/ss\\_pdf/jacobson.pdf](http://www.virtual.gmu.edu/ss_pdf/jacobson.pdf). Dicapai pada 21hb Mei 2007

Dede, C., Salzman, M. C., & Loftin, R. B. (1996). The development of a virtual world for learning newtonian mechanics. Dalam P. Brusilovsky, P. Kommers, & N. Streitz, (Eds.). *Multimedia, Hypermedia, and Virtual Reality*, (ms. 87-106). Berlin: Springer/Verlag.

Edelson, D.C., Gordin, D.N. & Pea, R.D. (1999). Addressing the challenges of inquiry based learning through technology and curriculum design. *The Journal of the Learning Sciences* ,8(3/4),ms.3916450.

Gordin, D.N.,Edelson, D.C., & Pea, R.D.(1996). Supporting Students' Science Inquiry through Scientific Visualization Activities. [Internet]. Daripada <http://www.covis.northwestern.edu/>. Dicapai pada 23hb Mac 2007.

Heinich,R. et al. (2000). Instructional media and the new technologies of .Edisi 7<sup>th</sup>. John Wiley

Jonassen,D.H.(2000). Computers as Mindtools for Schools. Merrill Prentice Hall. Upper Saddle, New Jersey.

Keller.J.M dan Litchfield.C.B.,(2002). Motivation and Performance. Dalam Reiser.A.R dan Dempsey.J.V (sunting). *Trends and Issues in Instructional Design and Technology*. Merrill Prentice Hall,Upper Saddle River, New Jersey, ms.83-95.

Kementerian Pelajaran Malaysia. (2006). Pelan Induk Pembangunan Pendidikan. [Internet ]. Daripada <http://www.moe.gov.my>. Dicapai pada 15hb Mac 2007.

Mantovani,F. (2003). VR Learning: Potential and Challenges for the Use of 3D Environments in Education and Training. [Internet].Daripada <http://citeseer.ist.psu.edu/mantovani03vr.html>. Dicapai pada 10hb Oktober 2006.

Mayer, R.E. (1989). Models for understanding. *Review of Educational Research*, 59 (1), ms.43-64.

McCloy.R dan Stone.R.,(2001). Virtual reality in surgery. *British Medical Journal*. 323 (20). [dalam talian]. Daripada [www.bmj.com](http://www.bmj.com). Dicapai pada 12hb September 2006

McLellan.H.,(2004). Virtual Realities. Dalam Jonassen.D.H(sunting), *Handbook of Research on Educational Communications and Technology*. Lawrence Erlbaum Associates, Mahwah New Jersey,ms.461-497

Mikropoulus et al.,(2003). Virtual Environment in Biology Teaching. *Journal of Biological Education*. 37(4),ms :176-181.

Mintz .R Dan Litvak.S.(2001). 3D-Virtual Reality In Science Education: An Implication For Astronomy Teaching. *Journal Of Computers In Mathematics And Science Teaching*, 20(3), ms.293-305



y and Education: A Look at Both Sides of the Sword.  
.washington.edu/publications/r-93-7/ (1992).

Dicapai pada 15hb Desember 2006.

Osberg, K.M., et al., (1997). The Effect of Having Grade Seven Students Construct Virtual Environments on Their Comprehension of Science. In *Proceedings of Annual Meeting of the American Educational Research Association*

Pusat Perkembangan Kurikulum (2004). Huraian Sukatan Pelajaran Biologi. [Internet]. Daripada <http://ppk.kpm.edu.my>. Dicapai pada 10hb Desember 2006

Roblyer, M.D, (2004). Integrating educational technology into teaching. Upper Saddle River, NJ: Merrill

Salzman, M.C. Dede, C., dan Loftin, B. (1996). ScienceSpace: Virtual realities for learning complex and abstract scientific concepts. Dalam *Proceedings of IEEE Virtual Reality Annual International Symposium*, (ms. 246-253). New York: IEEE Press

Salzman, M.C et al., (1999). A Model for Understanding How Virtual Reality Aids Complex Conceptual Learning. *Presence*, 8, 293-316.

Salis C and Pantelidis V S (1997). Designing Virtual Environments for Instruction: Concepts and Considerations. VR in the Schools. [dalam talian]. Dicapai pada 15 Desember 2006 daripada <http://www.soe.ecu.edu/vr/vrits/2-4phill.htm>

Standen, P.J & Brown, D.J., (2006). Virtual reality and its role in removing the barriers that turn cognitive impairments into intellectual disability. *Virtual Reality*, 10, ms. 2416252.

Sweller, J. (1999). Instructional design in technical areas. Acer Press. Victoria. Australia.

Toh, S.C. (2005). Recent Advances in Cognitive Load Theory Research: Implications for Instructional Designers. *Malaysian Online Journal of Instructional Technology*. 3(2), ms. 106-117

Winn, W. (1993). A conceptual basis for educational applications of virtual reality. HITL Laboratory. [Internet]. Daripada <http://www.hitl.washington.edu/publications/r-93-9/>. Dicapai pada 1hb Desember 2006.

Windschitl, M., dan Winn, B. (2000). A Virtual Environment Designed to Help Students Understand Science. Dalam B. Fishman & S. O'Connor-Divelbiss (sunting.), *Fourth International Conference of the Learning Sciences* (ms. 290-296). Mahwah, NJ: Erlbaum.

Yair, Mintz, and Litvak. (2001). 3D-Virtual Reality in Science Education: An Implication for Astronomy Teaching. *Journal of Computers in Mathematics and Science Teaching*, 20(3), ms. 293-305.

al Ability and the impact of visualization on learning  
*Journal of Science Education*,25(3),ms.329-349.

Youngblut.C.,(1998).Educational Uses of Virtual Reality Technology. IDA Document Report Number D-2128. Alexandria, VA: Institute for Defense Analyses.

Zumbach.J et al. (2006). Learning Life Sciences: Design and Development of a Virtual Molecular Biology Learning Lab. *Journal of Computers in Mathematics and Science Teaching* ,25(3),ms.281-300.

Zurida Ismail, Syarifah Norhaidah Syed Idros dan Mohd. Ali Shamsudin (2006). Kaedah Mengajar Sains. PTS Professional Publishing Sdn Bhd. Kuala Lumpur.