

## **PERSEMBAHAN ANIMASI : PERSPEKTIF PENTING UNTUK ICT MULTIMEDIA**

Fong Soon Fook  
Pusat Pengajian Ilmu Pendidikan  
Universiti Sains Malaysia  
e-mail: [sffong@usm.my](mailto:sffong@usm.my)

Prof. Dr. Ng Wai Kong  
e-mel: [ngwk@usm.my](mailto:ngwk@usm.my)  
Dr. Wan Mohd. Fauzy Wan Ismail  
Pusat Teknologi Pengajaran & Multimedia  
Universiti Sains Malaysia  
e-mel: [fauzy@usm.my](mailto:fauzy@usm.my)

**ABSTRACT** *This study examined the effects of animated graphics in a multimedia computer-based learning presentation on the procedural knowledge of a biology topic entitled Meiosis. A two-hour lesson was developed in three different modes, text with static graphics (TGS), text with animated graphics (TGA) and text with transitional-animated graphics (TGAB). A total of 250 form four students from three secondary schools were randomly assigned to one of the treatments. The independent variables were the general ability of the students. A 3 x 2 quasi-experimental factorial design was used. The t-test procedure was used to determine significant differences of mean gain scores among the three treatment groups (TGS, TGA and TGAB) and the Catell groups. Analyses of variance (ANOVA) AND Stepwise Multiple Regression Analyses were also conducted. Students presented with the TGAB mode performed significantly better than those in either the TGA or the TGS mode, while students with the TGA mode did not perform significantly better than students in the TGS mode. This study concluded that animated graphics were an important aid to learning as compared to static graphics, but only when presented in the transitional-animated graphics mode (TGAB mode). General ability was contributory towards the mean gain score. ANOVA confirmed the significant contribution of general ability and treatment modes towards mean gain scores. Stepwise regression analyses showed contribution of general ability and treatment modes to be 15% and 12% towards mean gain score respectively.*

[Satu versi kertas ini telah dibentangkan dalam International Educational Conference bertema "Education and ICT in the new millenium" anjuran Fakulti Pengajian Pendidikan, Universiti Putra Malaysia yang diadakan di Hotel Parkroyal, Kuala Lumpur, 27 - 28 Oktober 2000]

### **PENGENALAN**

Nilai grafik dalam pengajaran dan pembelajaran telah dikaji dan dilaporkan secara meluas (Dwyer, 1978; Levie & Lentz, 1982; Alexandrini, 1984; Levie, 1987). Kesan grafik animasi dalam CAI telah dikaji dalam banyak kajian tetapi dengan keputusan yang tidak konsisten (Szabo & Schlender, 1996). Beberapa kajian menunjukkan kesan positif (Baek & Layne, 1988; Rieber, Boyce & Assad, 1990; Park & Gittelman, 1992) manakala kajian lain tidak menunjukkan perbezaan yang signifikan di antara paparan grafik statik dan grafik animasi (Reed, 1985; Rieber & Hannafin, 1988). Szabo dan Schlender (1996) melaporkan bahawa kepercayaan kepada kelebihan grafik animasi dibandingkan dengan grafik statik dalam konteks CAI harus mempertimbang keputusan meta-analisis yang mereka jalankan terhadap 22 kajian yang menunjukkan 11 kajian berkeputusan positif dan 11 kajian berkeputusan negatif.

Rieber (1994) menyatakan bahawa grafik animasi adalah suatu penarik yang berkesan terutamanya bagi jangka masa pendek. Akan tetapi, apabila animasi direka bentuk untuk pengajaran, strategi khas perlu diintegrasikan untuk pembelajaran yang berkesan iaitu, pelajar harus berupaya memperoleh maklumat penting dan juga memilih serta memproses maklumat itu dalam konteks yang sesuai. Disebabkan sifat sementara grafik animasi, hal ini amat penting kerana pelajar mungkin tidak mendapat peluang kedua untuk melihat animasi itu selepas ia tamat. Walaupun grafik animasi mempunyai sifat yang menarik dan realistik, keputusan kajian yang dijalankan untuk mengkaji keberkesanan animasi terhadap pembelajaran masih tidak konsisten.

### **KENYATAAN MASALAH**

Pembahagian sel meiosis telah lama difahamkan sebagai topik yang penting dalam biologi serta sukar untuk dipelajari (Finley et al., 1982). Disebabkan kepentingan dan kesukaran topik ini, meiosis telah menjadi tumpuan banyak kajian (Smith, 1991; Stewart & Van Kirk, 1990). Daripada suatu tinjauan yang dilakukan ke atas 20 orang guru biologi di Pulau Pinang, 85% daripada mereka menandakan bahawa meiosis adalah suatu topik yang sukar diajar dan dipelajari. Prestasi yang kurang memuaskan ini paling mungkin disebabkan ketiadaan suatu alat bantuan mengajar yang menunjukkan secara konkrit proses dinamik meiosis. Oleh itu, pelajar terpaksa menterjemah grafik statik yang dipersembahkan kepada suatu proses dinamik secara mental. Dalam proses penterjemahan sendiri, kemungkinan salah faham tentang proses dinamik ini akan berlaku (Kleinsmith, 1987). Kindfield (1994) melaporkan bahawa salah-konsep terhadap meiosis oleh pelajar sekolah menengah adalah berkaitan dengan pergerakan kromosom semasa proses meiosis. Meiosis merupakan suatu proses biologi dinamik yang melibatkan pergerakan serta perubahan pelbagai struktur dalam sel pembiakan. Penggunaan animasi kemungkinan besar boleh membantu pembelajaran meiosis kerana meiosis memerlukan penggunaan meluas paparan grafik serta huraian teks.

### **MOD PERSEMBAHAN**

Kajian ini direka bentuk untuk mengesahkan kelebihan grafik animasi dibandingkan dengan grafik statik dalam suasana CAI multimedia. Dalam kajian ini, grafik animasi dipersembahkan dalam dua jenis mod, iaitu mod "teks dengan grafik animasi" (TGA) dan mod "teks dengan grafik animasi berperingkat" (TGAB) manakala grafik statik dipersembahkan dalam mod "teks dengan grafik statik" (TGS). Persembahan maklumat teks dan grafik animasi dalam mod TGA dipaparkan dalam bentuk berterusan dari permulaan hingga ke akhir manakala maklumat teks dan grafik animasi dalam mod TGAB dipaparkan dalam segmen-segmen.

### **PEMBOLEHUBAH**

Pembolehubah bersandar untuk kajian ini ialah skor min pencapaian (SMP) pelajar di dalam ujian, iaitu perbezaan di antara skor pascaujian dan skor praujian bagi topik meiosis. Pembolehubah bebas terdiri daripada tiga jenis mod olahan, iaitu mod "Teks dengan Grafik Statik" (TGS), mod "Teks dengan Grafik Animasi" (TGA) dan mod "Teks dengan Grafik Animasi Berperingkat" (TGAB). Pembolehubah moderator adalah Cattell untuk mengelaskan kepintaran.

## **HIPOTESIS**

Menurut Rieber (1992), grafik animasi mungkin lebih berkesan dalam menyampaikan idea yang melibatkan perubahan mengikut masa kerana keupayaan animasi mewakili pergerakan dan mengurangkan tahap keabstrakan idea temporal (abstraction of temporal ideas). Grafik statik hanya boleh mewakili "foto" grafik dan pelajar terpaksa berusaha untuk menghubungkan serta mengintegrasikan "foto" ini menjadi suatu gambaran bermakna, sebaliknya animasi dapat menunjukkan pergerakan serta membebaskan ingatan jangka pendek untuk tugas-tugas lain. Jadi mod TGAB akan menyebabkan peningkatan skor min pencapaian yang lebih tinggi dari mod TGA dan TGS.

### **Hipotesis 1:**

Pelajar yang menggunakan mod TGAB akan memperoleh skor min pencapaian yang lebih tinggi daripada pelajar yang menggunakan mod TGA dan pelajar yang menggunakan mod TGA akan memperoleh skor min pencapaian yang lebih tinggi daripada pelajar yang menggunakan mod TGS, iaitu,

$$SMP_{TGAB} > SMP_{TGA} > SMP_{TGS}$$

Kebanyakan kajian yang lampau melaporkan bahawa prestasi pelajar dipengaruhi oleh tahap kepintaran pelajar

### **Hipotesis 2**

Dalam semua mod persembahan, skor min pencapaian pelajar dalam CAI multimedia meiosis dipengaruhi oleh tahap kepintaran pelajar.

## **Teori Pengekodan Dual**

Teori Pengekodan Dual (Paivio, 1986) mencadangkan bahawa terdapat 2 bahagian kognitif dalam ingatan semantik, iaitu: sistem verbal dan sistem visual (Rajah 1). Dua subsistem ini berbeza dari segi struktur dan pemprosesan. Unit asas dalam sistem verbal ialah logogen, sedangkan unit asas dalam sistem visual ialah imagen. Paivio (1986) mencadangkan tiga hubungan yang berbeza dalam pembelajaran grafik dan teks, iaitu: hubungan perwakilan, hubungan rujukan, dan hubungan persekutuan. Hubungan perwakilan merujuk kepada pembinaan logogen di dalam sistem verbal berhubung dengan teks, atau pembinaan imagen di dalam sistem visual berhubung dengan maklumat grafik. Hubungan rujukan ialah unit ingatan yang menghubungkan imagen dan logogen daripada dua subsistem. Dalam operasi ini, sesuatu logogen (contoh: perkataan kromosom) menjana imagen yang sepadan (gambar kromosom), dan sebaliknya. Hubungan persekutuan merujuk kepada unit ingatan dalam sistem verbal atau sistem visual, contohnya: perkataan dihubungkan dengan perkataan lain yang berkaitan dalam sistem verbal dan sesuatu grafik ke dalam grafik lain dalam sistem visual (Paivio, 1986; Clark & Paivio, 1991). Berdasarkan definisi teori pengekodan dual Paivio, input grafik juga dirujuk kepada grafiks statik dan grafik animasi (ChanLin, 1998).

## **KAEDAH**

Sejumlah 250 pelajar yang berumur di antara 16-17 tahun dari tiga buah sekolah bandar telah mengambil bahagian dalam kajian ini. Pelajar ini diagihkan secara rawak ke dalam salah satu daripada tiga olahan yang ada iaitu mod persembahan TGS, TGA dan TGAB. Mereka belajar topik meiosis secara berinteraksi dengan perisian CAI multimedia.

**KEPUTUSAN ANALISIS**

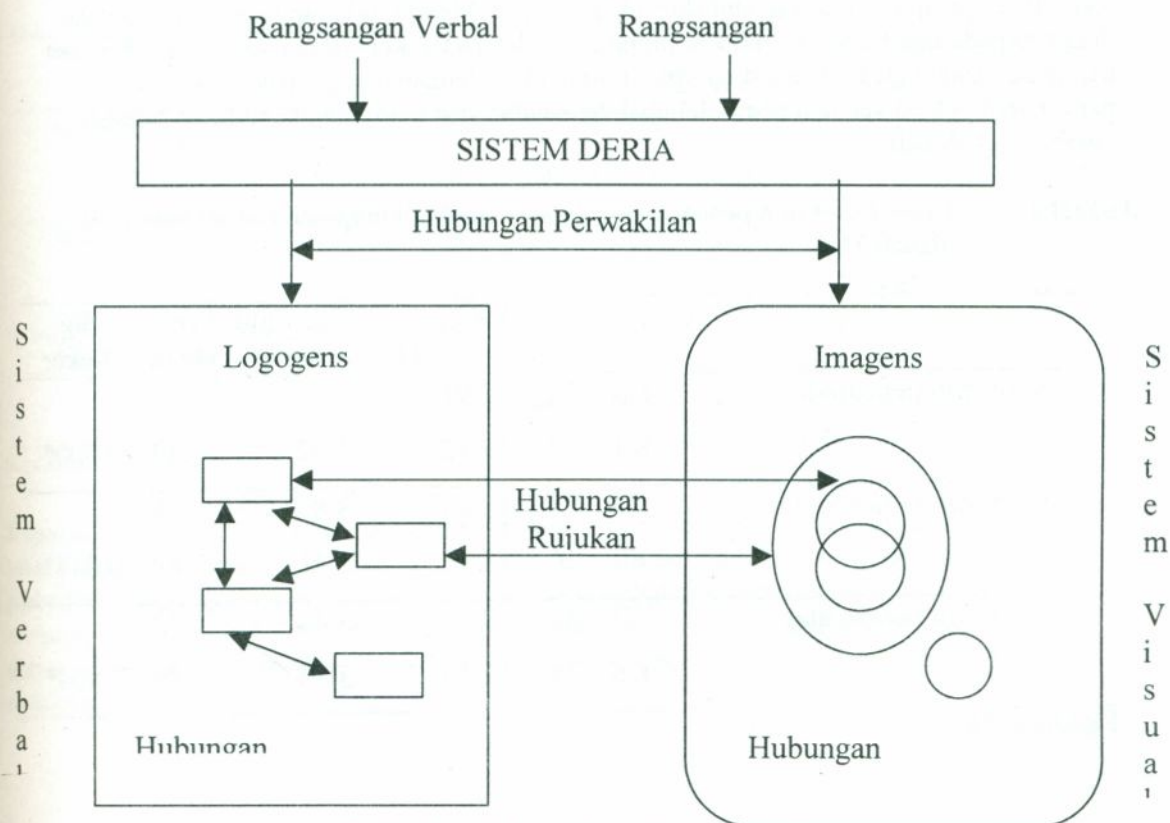
**Perbandingan Skor Min Pencapaian Pelajar Dalam Ketiga-Tiga Mod Olahan**

Suatu siri analisis ujian-t dijalankan untuk menentukan kesan perbandingan ketiga-tiga mod olahan terhadap skor min pencapaian (SMP). Perbandingan dua hala dilakukan di antara Kumpulan TGS dan TGA; Kumpulan TGS dan TGAB; Kumpulan TGA dan TGAB. Keputusan seperti yang ditunjukkan dalam Jadual 1.

Jadual 1 Ujian-t skor min pencapaian pelajar dalam ketiga-tiga mod olahan

Mod Olahan	N	Min	Sisihan Piawai	Nilai-t	df	Sig. 2-ekor
Mod TGS	72	10.90	3.86	-1.75	147	.082
Mod TGA	77	12.06	4.22			
Mod TGS	72	10.90	3.86	-5.83	158	.000*
Mod TGAB	88	14.41	3.72			
Mod TGA	77	12.06	4.29	-3.79	163	.000*
Mod TGAB	88	14.41	3.72			

Signifikan \*p < 0.05



Rajah 1 Model Pengekodan Dual Paivio

**Kumpulan TGS dan TGA**

Skor min pencapaian kumpulan yang menggunakan mod TGS dan mod TGA dibandingkan. Tiada perbezaan signifikan dalam skor min pencapaian di antara kedua-dua kumpulan dengan  $t = -1.75$  ( $df = 147$ ),  $p > 0.05$ . Akan tetapi, skor min pencapaian (SMP) kumpulan yang menggunakan mod TGA (SMP = 12.06) didapati lebih tinggi daripada kumpulan mod TGS (SMP = 10.90).

**Kumpulan TGS dan TGAB**

Skor min pencapaian kumpulan yang menggunakan mod TGS dan mod TGAB dibandingkan. Terdapat perbezaan signifikan dalam skor min pencapaian di antara kedua-dua kumpulan dengan  $t = -5.83$  ( $df = 158$ ),  $p < 0.05$  dan nilai ini adalah lebih tinggi daripada  $t = 1.664$ . Dengan itu, skor min pencapaian kumpulan yang menggunakan mod TGAB (SMP = 14.41) secara signifikannya lebih tinggi daripada kumpulan yang menggunakan mod TGS (SMP = 10.90).

**Kumpulan TGA dan TGAB**

Skor min pencapaian kumpulan yang menggunakan mod TGA dan mod TGAB dibandingkan. Terdapat perbezaan signifikan di antara skor min pencapaian kedua-dua kumpulan dengan  $t = -3.79$  ( $df = 163$ ),  $p < 0.05$  dan nilai ini adalah lebih tinggi daripada  $t = 1.655$ . Dengan itu, skor min pencapaian kumpulan yang menggunakan mod TGAB (SMP = 14.41) secara signifikannya lebih tinggi daripada kumpulan yang menggunakan mod TGA (SMP = 12.06).

**Perbandingan Skor Cattell Pelajar Dalam Ketiga-Tiga Mod Olahan**

Kepintaran pelajar diukur melalui skor Ujian Cattell. Melalui taburan skor Cattell pelajar diagih kepada tiga kumpulan iaitu kepintaran rendah (KR), kepintaran sederhana (KS) dan kepintaran tinggi (KT). Kemudian ujian-t dijalankan dengan menggunakan skor min pencapaian pelajar sebagai pembolehubah bersandar, dan kumpulan kepintaran sebagai pembolehubah bebas.

**Jadual 2** Ujian-t skor min pencapaian pelajar mengikut kumpulan Cattell bagi mod olahan TGS

	Cattell	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	Sig 2-ekor
Skor min pencapaian	KR	22	7.91	3.76	.73	
	KT	26	13.12	3.92	.47	0.000*
Skor min pencapaian	KS	24	11.25	3.85	.79	
	KT	26	13.12	2.41	.47	0.044*
Skor min pencapaian	KR	22	7.91	3.44	.73	
	KS	24	11.25	3.85	.79	0.003*

Signifikan \* $p < 0.05$

**Jadual 3** Ujian-t skor min pencapaian pelajar mengikut kumpulan Cattell bagi mod olahan TGA

	Cattell	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	Sig 2-ekor
Skor min pencapaian	KR	30	10.63	4.00	.73	
	KT	23	13.22	4.20	.88	0.027*
Skor min pencapaian	KS	24	12.75	4.15	.85	
	KT	23	13.22	4.20	.88	0.703
Skor min pencapaian	KR	30	10.63	4.00	.47	
	KS	24	12.75	4.15	.85	0.063*

Signifikan \*p < 0.05

**Jadual 4** Ujian-t skor min pencapaian pelajar mengikut kumpulan Cattell bagi mod olahan TGAB

	Cattell	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	Sig 2-ekor
Skor min pencapaian	KR	25	12.08	2.55	.51	
	KT	29	16.28	4.10	.76	0.000*
Skor min pencapaian	KS	24	12.75	4.15	.85	
	KT	23	13.22	4.20	.88	0.703
Skor min pencapaian	KR	25	12.08	2.55	.51	
	KS	34	14.53	3.20	.55	0.003*

Signifikan \*p < 0.05

Keputusan ujian-t (Jadual 2, 3 & 4) menunjukkan perbezaan skor min pencapaian pelajar tahap kepintaran KR, KS dan KT adalah signifikan bagi tujuh daripada sembilan perbezaan. Seperti yang dijangkakan, kajian ini membuktikan kepintaran seseorang pelajar memang mempengaruhi skor min pencapaian. Jadi, hipotesis 2 yang menyatakan bahawa dalam semua mod persembahan, skor min pencapaian pelajar dipengaruhi oleh kepintaran disokong.

Untuk mengkaji dengan lebih mendalam lagi sumbangan kepintaran pelajar kepada skor min pencapaian, ANOVA dikendalikan dengan skor min pencapaian sebagai pembolehubah bersandar dan mod persembahan dan kepintaran sebagai pembolehubah bebas.

**Jadual 5** ANOVA skor min pencapaian dan mod persembahan dan kepintaran sebagai pembolehubah bebas

Sumber	Hasil tambah kuasa dua Jenis III	df	Min Kuasa dua	F	Sig.
Model yang diperbetulkan	1185.190	8	148.149	11.456	.000
Pintasan	35896.551	1	35896.551	2775.831	.000
kepintaran	630.841	2	315.421	24.391	.000
Mod	503.135	2	251.567	19.453	.000
Persembahan					
kepintaran * mod	45.635	4	11.409	.882	.475
Ralat	2948.455	228	12.932		
Jumlah	41654	237			
Jumlah yang diperbetulkan	4133.646	236			

a Kuasa Dua R = .287 (Kuasa Dua R terlaras = .262)

Ini membuktikan semula bahawa dalam kajian ini, kepintaran pelajar memang mempengaruhi skor min pencapaian secara signifikan selain daripada kesan mod persembahan.

Dalam usaha mengkaji sumbangan relatif kepintaran dan mod persembahan terhadap skor min pencapaian, satu analisis regresi berperingkat dijalankan. Jadual 6 menunjukkan keputusan penjana persamaan daripada analisis regresi berperingkat.

**Jadual 6** Keputusan analisis regresi berperingkat

Mod	GandaanR	Kuasa Dua R	Kuasa Dua R terlaras	Anggaran ralat piawai
1 <sub>a</sub>	.387	.149	.146	3.87
1 <sub>b</sub>	.520	.270	.264	3.59

a Pembolehubah Ramalan: (Konstan), Cattell

b Pembolehubah Ramalan: (Konstan), Cattell, Mod Persembahan

Keputusan menunjukkan bahawa persamaan pertama yang dijana menerangkan bahawa kepintaran menyumbang 14.9% kepada skor min pencapaian. Apabila mod persembahan dimasukkan ke dalam persamaan, amaun varians menyumbang kepada skor min pencapaian bertambah sebanyak 12.1%, iaitu daripada 14.9% ke 27.0%.

## **PERBINCANGAN**

Dapatan kajian menunjukkan bahawa Hipotesis 1 disokong. Pelajar yang menerima mod persembahan TGAB menunjukkan prestasi yang lebih baik secara signifikan dibandingkan dengan mod TGA atau mod TGS. Sebaliknya pelajar yang menerima mod persembahan TGA tidak menunjukkan prestasi yang lebih baik secara signifikan dibandingkan dengan pelajar yang menerima mod persembahan TGS.

Hal ini menunjukkan bahawa animasi adalah suatu bantuan yang penting bagi pembelajaran dibandingkan dengan grafik statik, hanya apabila animasi ini dipersembahkan dalam mod TGAB. Hasil ini konsisten dengan hasil kajian Rieber (1990, 1991), yang melaporkan bahawa grafik animasi yang dipersembahkan dalam segmen-segmen dengan teks merupakan bantuan yang penting kepada pembelajaran. Terdapat beberapa sebab yang mungkin menjelaskan dapatan ini. Menurut Rieber (1991), grafik animasi menawarkan dua atribut yang tidak dimiliki grafik statik, iaitu pergerakan dan trajektori. Oleh itu, dijangkakan bahawa pembelajaran yang memerlukan pelajar menggambarkan pergerakan objek dalam suatu laluan (contohnya pembelajaran meiosis yang melibatkan perubahan dalam bentuk kromosom, interaksi antara pelbagai komponen dan pergerakan pelbagai struktur dalam sel) dapat diperjelaskan lebih berkesan dengan menggunakan grafik animasi.

Tiada perbezaan signifikan antara skor min pencapaian pelajar yang menerima mod TGA dan mod TGS. Dapatan kajian ini konsisten dengan dapatan Rieber & Hannafin (1993) dan Peters & Daiker (1982). Metaanalisis oleh Park & Hopkins (1993) dan Szabo & Shlender (1996) juga tidak menjumpai perbezaan signifikan dalam pencapaian antara persembahan grafik animasi dan grafik statik. Menurut ChanLin (1998), animasi mungkin mengarahkan perhatian seseorang pelajar, tetapi pelajar mungkin tidak dapat mengesan maklumat penting dalam persembahan beranimasi itu. Rieber (1989) pula menyatakan bahawa pelajar yang baru mempelajari sesuatu bidang, mungkin tidak menumpu perhatian kepada maklumat penting yang dipersembahkan dalam grafik animasi.

Terdapat perbezaan signifikan antara skor min pencapaian pelajar yang menerima mod TGAB dibandingkan mod TGS dan mod TGA. Dalam mod persembahan TGAB, grafik animasi serta teks dipersembahkan dalam segmen-segmen yang mewakili fasa- fasa sepadan proses meiosis. Setiap fasa dipersembahkan secara berasingan. Mod persembahan ini mungkin memberi kiu yang sesuai bagi membolehkan pelajar memberi perhatian terpilih (Woolfolk, 1987) kepada maklumat yang dipersembahkan dalam paparan visual dan verbal.

Sebagai kesimpulan, hasil kajian ini menunjukkan bahawa pelajar yang menerima mod TGAB menunjukkan skor min pencapaian yang lebih baik secara signifikan dibandingkan dengan mod TGA atau mod TGS, sementara pelajar yang menerima mod TGA tidak menunjukkan skor min pencapaian yang lebih baik secara signifikan dibandingkan dengan pelajar yang menerima mod TGS. Kesimpulan kajian adalah bahawa grafik animasi merupakan suatu bantuan yang lebih penting bagi pembelajaran meiosis dibandingkan dengan grafik statik tetapi hanya apabila animasi ini dipersembahkan dalam mod "teks dengan grafik animasi berperingkat" (TGAB).

Walaupun persembahan animasi secara mod TGAB membantu pembelajaran topik meiosis secara berkesan, keputusan juga menunjukkan latar belakang pelajar terutamanya kepintaran mempengaruhi prestasi pelajar. Dengan menggunakan mod olahan TGAB, prestasi pelajar kepintaran tinggi ( $SMP=16.28$ ) adalah lebih tinggi secara signifikan daripada prestasi



pelajar kepintaran rendah (SMP=12.08). Lebih-lebih lagi, prestasi pelajar kepintaran tinggi yang menggunakan mod TGAB (SMP=16.28) adalah jauh lebih tinggi daripada prestasi pelajar kepintaran rendah yang menggunakan mod TGS (SMP=7.91). Secara ANOVA, kajian ini menunjukkan kedua-dua pembolehubah mod persembahan dan kepintaran menyumbang kepada skor min pencapaian secara signifikan. Strategi intervensi lanjutan persembahan animasi patut direka bentuk untuk membantu merapatkan lagi jurang perbezaan prestasi antara pelajar kepintaran tinggi dan kepintaran rendah.

### **Rujukan**

- Alesandrini, K. (1984). Pictures and adult learning. *Instructional Science*, **13**, 63-77.
- Baek, Y. & Layne, B. (1988). Color, graphics and animations in a computer assisted learning tutorial lesson. *Journal of Computer-Based Instruction*, **15**(4), 131-135.
- ChanLin, L. J. (1999). Visual treatment for different prior knowledge. *International Journal of Instructional Media*, **26**(2), 213-219.
- Clark, J. M. & Paivio, A. (1991). Dual coding theory and education. *Educational Psychology Review*, **3**(3), 149-170.
- Dwyer, F.M. (1978). *Strategies for improving visual learning*. State College, PA: Learning Services.
- Finley, F.N., Steward, J. & Yarroch, W.L. (1982). Teachers' perceptions of important and difficult science content. *Science Education*, **66**, 531-538.
- Kindfield A.C.H. (1994). Understanding a basic biological process: Expert and novice models of meiosis. *Science Education*, **78**(3), 255-283.
- Kleinsmith, L.J. (1987). A computer-based biology study centre: Preliminary assessment of impact. *Academic Computing*, **2**(3), 32-67.
- Levie, W. (1987). Research on pictures: A guide to the literature. In *The Psychology of Illustrations* Willows, D. & Houghton H., eds.), **1**, 1-50. New York: Springer-Verleg.
- Levie, W.H. & Lentz, R. (1982). Effects of text illustrations: A review of research. *Educational Communication and Technology Journal*, **30**, 195-232.
- Paivio, A. (1986). *Mental representations: a dual coding approach*. New York: Oxford University Press.
- Park, O. & Gittelman, S.S. (1992). Selective use of animation and feedback in computer-based instruction. *Educational Technology Research and Development Journal*, **40**(4), 27-38.
- Peters, H.J. & Daiker, K.C. (1982). Graphics and animation as instructional tools. *Pipeline*, **7**, 11-13.
- Reed, S. K. (1985). Effects of computer graphics on improving estimates to algebra word problems. *Journal of Educational Psychology*, **77**, 285-298.
- Rieber, L. & Hannafin, M.J. (1988). The effects of textual and animated orienting activities and practices on learning from computer-based instruction. *Computers in the Schools*, **5**, 77-89.
- Rieber, L. (1989). The effects of computer animated elaboration strategies on factual and application learning in an elementary science lesson. *Journal of Educational Computing Research*, **5**, 431-444.
- Rieber, L., Boyce, M. & Assad C. (1990). The effects of computer animation on adult learning and retrieval tasks. *Journal of Computer Based Instruction*, **17**(2), 46-52.
- Rieber, L.P. (1991). Effects of visual groupings strategies of computer animated presentations on selective attention in science. *Educational Technology Research and Development*, **39**(4), 5-15.
- Rieber, L.P. (1994). *Computers, graphics and learning*. Dubuque, LA: Wm. C. Brown

Communications.

- Smith, M. U. (1991). Successful and unsuccessful problem solving in classical genetics pedigrees. *Journal of Research in Science Teaching*, **25**, 411-433.
- Steward, J. & Van Kirk, J. (1990). Understanding and problem-solving in classical genetics. *International Journal of Science Education*, **12**, 575-588.
- Szabo, M. & Schlender, R.S. (1996). An experimental comparison of effects of dynamic and static visual displays in computer based instruction on declarative and procedural knowledge of selected object-oriented authoring skills. A paper presented at the *World Conference on Multimedia and Hypermedia, Boston*.
- Woolfolk, A.E. (1990). *Educational psychology*. Boston: Allyn & Bacon.