

KESAN PENGGUNAAN PEMODELAN BONGKAH 3-DIMENSI DALAM PENGAJARAN KE ATAS KEMAHIRAN VISUALISASI PELAJAR ALIRAN TEKNIKAL SEKOLAH MENENGAH TEKNIK

*Mohd Safarin Nordin, Muhammad Sukri Saud & Kamalulariffin Subari
Jabatan Pendidikan Teknikal dan Kejuruteraan
Fakulti Pendidikan
Universiti Teknologi Malaysia*

Abstrak

Kertas kerja ini membincangkan hasil kajian mengenai salah satu cara untuk meningkatkan kemahiran visualisasi pelajar-pelajar aliran teknikal di sekolah-sekolah menengah teknik melalui kaedah pengajaran tertentu di dalam mata pelajaran Lukisan Kejuruteraan (LK). Kajian berbentuk kuasi-eksperimen tersebut bertujuan untuk menentukan sejauh manakah pemodelan bongkah 3D memberi kesan terhadap peningkatan kemahiran visualisasi pelajar-pelajar tingkatan empat aliran teknikal. Justeru itu, dua kumpulan pelajar dari dua buah sekolah menengah teknik daerah Johor Bahru telah dilibatkan dalam kajian berkenaan. Salah satu kumpulan pelajar adalah kumpulan eksperimen dan satu kumpulan yang lain adalah kumpulan bandingan. Responden kajian merupakan pelajar-pelajar dari dua bidang pengkhususan kejuruteraan dan mereka mengambil LK sebagai salah satu mata pelajaran elektif semasa sesi persekolahan tahun 2007. Kaedah pengajaran yang menggunakan pemodelan bongkah 3D telah direka bentuk dan dihasilkan oleh penyelidik telah didedahkan kepada pelajar-pelajar kumpulan eksperimen yang terdiri dari satu kelompok pelajar kursus pengajian kejuruteraan awam dan pengajian kejuruteraan mekanikal. Persoalan utama kajian adalah, adakah terdapat perbezaan pencapaian dalam ujian-ujian kemahiran visualisasi pelajar merentas kaedah pengajaran apabila pemboleh ubah-pemboleh ubah seperti skor pra-ujian kemahiran visualisasi, jantina dan bidang pengkhususan pelajar dikawal. Bagi mencapai maksud tersebut, analisa perbezaan min telah dilaksanakan untuk menganalisa data-data yang berkaitan dengan persoalan kajian tersebut. Pemboleh ubah bersandar dalam kajian ini adalah skor pasca-ujian. Sementara itu, pemboleh ubah bebas kajian adalah skor pra-ujian dan jantina pelajar. Hasil kajian ini telah mendapati wujudnya perbezaan skor pencapaian ujian-ujian visualisasi yang bererti antara pelajar-pelajar yang telah didedahkan dengan penggunaan pemodelan bongkah 3D dalam pengajaran dan pembelajaran mata pelajaran LK berbanding pelajar-pelajar yang didedahkan dengan kaedah pengajaran konvensional. Kajian juga mendapati bahawa kaedah pengajaran yang menekankan kepada penggunaan perisian pemodelan adalah efektif khususnya ke atas kemahiran visualisasi pelajar. Di mana kumpulan pelajar yang telah diajar melalui kaedah pengajaran menggunakan pemodelan bongkah 3D memperoleh skor min pasca-ujian yang lebih tinggi berbanding pelajar-pelajar yang diajar dengan kaedah konvensional.

Kata kunci: kemahiran visualisasi, pemodelan bongkah 3D

1.0 Pengenalan

Kemahiran visualisasi merupakan satu kebolehan yang penting dan perlu ada dalam diri setiap manusia yang hidup dalam dunia moden hari ini. Menurut Bertoline (1998) dan Sartain (1946; dalam Frey dan Baird, 2000), kemahiran visualisasi telah menjadi satu kemahiran yang sangat penting dalam perkembangan perindustrian. Hal ini kerana kebanyakan produk-produk dan alatan teknologi yang muncul di sekeliling manusia pada hari ini bukan bermula dengan geometri, matematik atau fizik, tetapi ianya bermula dari gambaran-gambaran dalam minda orang yang memvisualkannya (Ferguson, 1992). Kebiasaannya mereka-mereka yang terlibat dalam kerja-kerja mereka bentuk produk atau binaan seperti jurutera dan pelukis pelan merupakan orang yang bertanggungjawab menghasilkan reka bentuk atau rekaan baru melalui gambaran-gambaran dalam minda mereka yang dijanakan dalam bentuk grafik atau lukisan. Kumpulan manusia sebegini dianggap memiliki kemahiran visualisasi yang tinggi kerana telah menjadi rutin mereka merealisasikan sesuatu gambaran minda yang tidak pernah difikirkan sebelumnya oleh manusia lain.

Berbanding dengan kebolehan lisan, kemahiran visualisasi mempunyai hubungan yang rapat dengan domain teknikal, vokasional, matematik dan pekerjaan (Koch, 2006; Bertoline dan Wiebe, 2003; Gillespie, 1995). Bidang-bidang teknikal dan vokasional terlibat secara langsung dengan komunikasi grafik melalui aktiviti-aktiviti reka bentuk, penyediaan lukisan kejuruteraan, lukisan teknikal atau pun lukisan geometri. Justeru itu, kebolehan berfikir secara visual dan berkongsi idea-idea visual dengan orang lain adalah penting dalam proses reka bentuk terutama di peringkat awal proses reka bentuk (Newcomer et al., 1999).

Sehubungan dengan itu, kemahiran visualisasi menjadi suatu kemahiran yang sangat penting dalam kursus-kursus kejuruteraan khususnya dalam mata pelajaran lukisan kejuruteraan (Leopold et al., 2001), kejuruteraan awam (Alias et al., 2002) dan reka bentuk berbantu komputer (Sorby, 1999a). Hal ini kerana, bidang kejuruteraan memerlukan seseorang jurutera yang bukan sahaja berupaya menghasilkan idea-idea baru tetapi juga berkebolehan mempersembahkannya kepada orang lain melalui komunikasi grafik seperti lukisan kejuruteraan. Oleh itu pelajar-pelajar yang mengikuti bidang kejuruteraan perlu didedahkan dan dilengkapi dengan pengetahuan berkaitan khususnya dalam mata pelajaran LK agar kemahiran visualisasi mereka terus berkembang.

Raudebaugh (1985) mengakui bahawa kemahiran visualisasi adalah antara elemen penting dalam lukisan kejuruteraan yang sukar diajar dengan kaedah tradisional. Melalui kaedah tradisional, pelajar mungkin akan menguasai pengetahuan bahasa grafik seperti simbol-simbol, konvensi, piawaian dan prinsip-prinsip tertentu. Dalam masa yang sama juga mereka mungkin akan menguasai kemahiran menggunakan alatan geometri lukisan. Namun, ini tidak bermakna mereka telah menguasai kemahiran visualisasi. Hal ini kerana, menurut Isham (1997) kemahiran visualisasi bukan hanya setakat kebolehan mencipta dan memanipulasi gambaran mental sahaja tetapi melangkaui kepada kebolehan mempersembahkan gambaran mental tersebut sama ada secara lisan mahu pun grafik. Justeru itu, terdapat pelbagai kaedah dan pendekatan telah dan sedang diuji oleh penyelidik-penyelidik dan para pendidik terdahulu melalui penyelidikan masing-masing khususnya untuk memastikan kaedah berkesan memperkembangkan kemahiran visualisasi pelajar. Antara kaedah yang sedang giat diuji diserata dunia hari ini adalah kaedah pengajaran dan pembelajaran berbantuan komputer khususnya pemodelan bongkah (Leach & Matthews, 1992; Devon et al., 1994; Gillespie, 1995; Godfrey, 1999; Mathur, 2001; Vasquez de Velasco et al., 2001; Gerson et al., 2001; Mona et al., 2001;

Kwon *et. al.*, 2002; Abdul Hadi *et. al.*, 2005).

2.0 Sorotan Kajian

Pemodelan bongkah merupakan antara pemodelan yang sangat efisien dalam teknologi perisian reka bentuk kejuruteraan hari ini. Dengan menggunakan pemodelan ini, dimensi-dimensi pada lukisan mudah diubah bagi memberi afek kepada geometri atau bentuk objek. Menurut Koch (2006), Murray (2006) dan Kurland (1994) pemodelan bongkah menjadi alat reka bentuk yang efisien dan mudah kerana ianya membolehkan dimensi sesebuah lukisan kejuruteraan diubah dengan mudah. Perisian-perisian pemodelan bongkah khususnya pemodelan bongkah moden mempunyai beberapa kelebihan sepertimana yang telah dikenal pasti oleh Murray (2006), antaranya adalah, perisian ini mudah digunakan, mudah untuk visualisasi, dilengkapi dengan kebolehan melihat proses penghasilan dan perkembangan sesuatu model, memudahkan setiap kesilapan reka bentuk diperbetulkan dengan segera, berupaya menentukan sifat-sifat bahan sesuatu reka bentuk, model-model mudah diubahsuai kepada bentuk-bentuk grafik lain untuk tujuan pemasaran dan pengiklanan, membolehkan analisa elemen ketakhinggaan ke atas sesuatu model bongkah dan boleh dihubungkan secara terus kepada operasi pembuatan seperti prototaip pantas dan kawalan berangka terkomputer (CNC). Walaupun perisian-perisian pemodelan bongkah ini sangat maju, namun model-model berkomputer tidak selalunya mampu menggantikan objek-objek fizikal disebabkan pembatasan dalam perkakasan dan perisian sentiasa wujud (Koch, 2006, Bertoline & Wiebe, 2003; Kurland, 1994).

Perisian pemodelan geometri yang popular dan sering digunakan dalam kebanyakan kursus reka bentuk kejuruteraan dan lukisan kejuruteraan berbantu komputer sama ada di universiti, politeknik-politeknik mahu pun di sekolah-sekolah teknik adalah perisian AutoCAD (Mohd Safarin & Muhammad Sukri, 2007). Perisian ini boleh digunakan untuk kerja-kerja melukis seperti membina lukisan geometri 2-dimensi, pemodelan kerangka dawai, pemodelan permukaan dan pemodelan bongkah 3D. Namun dalam konteks sekolah dan kurikulum mata pelajaran lukisan kejuruteraan serta pengajian kejuruteraan mekanikal, hanya aplikasi lukisan geometri 2-dimensi sahaja yang didedahkan kepada pelajar di samping aspek kendalian perisian AutoCAD itu sendiri. Sementara aplikasi-aplikasi lain khususnya pemodelan 3D tidak termasuk dalam kurikulum mahupun dalam unit-unit pengajaran di peringkat pendidikan menengah.

Penggunaan pemodelan bongkah 3D dalam kerja-kerja melukis mempunyai beberapa kelebihan antaranya adalah mempercepatkan, memudahkan kerja-kerja melukis dan penyuntingan boleh dilakukan pada bila-bila masa. Penggunaan pemodelan bongkah 3D akan membolehkan seseorang pelukis menyediakan lukisan unjuran ortografik secara automatik tanpa perlu melukis semula lukisan ortografik yang mewakili model bongkah (Batchelor & Wiebe, 1995). Dengan sistem pemodelan bongkah 3D juga memudahkan sebarang lukisan unjuran aksonometri atau perspektif dilukis. Namun begitu, penggunaan pemodelan ini memerlukan kemahiran pengguna memilih unjuran yang sesuai di mana dapat mempersembahkan maklumat bergambar dengan jelas. Pemilihan unjuran-unjuran ini dengan penggunaan pemodelan bongkah 3D akan berdasarkan kepada ciri-ciri geometri sesuatu objek itu dan tidak lagi bergantung kepada konvensi atau kebolehasilannya semata-mata.

Sementara itu, penggunaan pemodelan bongkah 3D dalam P&P mata pelajaran LK akan memberikan pelajar pengalaman visual terhadap sesuatu gambaran objek yang dibina dan seakan-akan menyerupai objek sebenar. Maka, pelajar akan lebih mudah dan cepat menggambarkan imej mental melalui penggunaan pemodelan bongkah 3D (Gorska, 2005). Dalam ertikata lain, penggunaan pemodelan bongkah 3D dalam pengajaran dipercayai mampu membantu para pelajar diperibagai peringkat pendidikan untuk menguasai kemahiran visualisasi.

Kajian perbandingan dua kaedah pengajaran kemahiran visualisasi yang dijalankan oleh Braukmann & Pedras (1993) terhadap pelajar kolej mendapati pengajaran dengan kaedah pemodelan komputer tidak banyak membantu meningkatkan kemahiran visualisasi dan kebolehan melukis para pelajar. Sementara itu, kajian Devon *et. al.* (1994) telah menguji kesan perisian pemodelan bongkah ke atas kemahiran visualisasi 3D. Kajian berkenaan melibatkan pengujian ke atas 13 seksyen kelas pengenalan grafik kejuruteraan dalam menentukan sama ada penggunaan perisian pemodelan bongkah *Silver Screen* akan menghasilkan skor visualisasi yang tinggi berbanding pemodelan CAD 2D dan kerangka dawai. Ujian MRT telah digunakan bagi mengukur kemahiran visualisasi subjek dalam kajian tersebut. Hasil kajian mendapati pencapaian visualisasi pelajar-pelajar dari enam seksyen kelas pengenalan grafik kejuruteraan telah meningkat secara signifikannya. Oleh itu, penyelidik-penyelidik menyimpulkan bahawa penggunaan pemodelan bongkah boleh membantu meningkatkan kemahiran visualisasi pelajar-pelajar melebihi dari penggunaan pemodelan CAD 2D.

Gillespie (1995) menjalankan penyelidikan dalam menilai keberkesanan tutorial-tutorial pemodelan bongkah ke atas perkembangan kemahiran visualisasi 3D pelajar. Kajian berbentuk eksperimental tersebut antara lain menentukan sama ada terdapat perbezaan yang signifikan dalam kemahiran visualisasi antara kumpulan pelajar yang mengikuti pengajaran pemodelan bongkah 3D dan kumpulan mengikuti teknik tradisional 2D. Selain itu, kajian berkenaan juga cuba menentukan sama ada terdapat perbezaan signifikan antara keputusan ujian pra dan ujian pasca bagi kumpulan pelajar yang menerima rawatan berupa tutorial-tutorial pemodelan bongkah tanpa memperdulikan tempoh masa dedahan. Hasil kajian Gillespie, menunjukkan bahawa anggapan yang menyatakan kemahiran visualisasi tidak boleh dipertingkatkan dengan menggunakan tutorial-tutorial pemodelan bongkah adalah tidak tepat. Sebaliknya, kajian tersebut mendapati kemahiran visualisasi pelajar boleh dipertingkatkan melalui kaedah atau teknik pengajaran yang bersesuaian dan jika pemodelan bongkah menjadi satu cara berfikir, pelajar-pelajar akan lebih cekap dalam visualisasi spatial. Kajian juga mendapati kesemua kumpulan yang menerima rawatan menggunakan tutorial pemodelan bongkah telah meningkat kemahiran visualisasi mereka walaupun begitu tempoh masa rawatan bukanlah faktor penyumbang. Justeru itu, Gillespie mencadangkan agar guru-guru atau pendidik-pendidik haruslah mencari jalan yang paling efisien untuk meningkatkan kemahiran visualisasi pelajar mereka.

Kajian yang hampir sama juga telah dilakukan oleh Godfrey (1999) dalam membanding dan menilai keberkesanan antara pengalaman pembelajaran menggunakan pemodelan bongkah 3D dan lukisan ortografik 2D atau piktorial ke atas pelajar kejuruteraan dan teknologi kejuruteraan dalam kognitif visualisasi. Kajian berbentuk kuasi-eksperimental ini melibatkan dua kumpulan iaitu kumpulan kawalan dan kumpulan rawatan yang diuji sebelum dan selepas rawatan. Kumpulan kawalan dalam kajian tersebut menggunakan kaedah tradisional CAD untuk melukis lukisan mekanikal

2D dalam proses pembelajaran kemahiran visualisasi spatial. Mana kala kumpulan eksperimental menggunakan kaedah pemodelan berbantu komputer untuk melukis lukisan mekanikal 2D dan membina model bongkah dalam proses pembelajaran kemahiran visualisasi spatial. Selanjutnya, pelajar-pelajar dari kedua-dua kumpulan diuji melalui ujian pra dan ujian pasca kemahiran visualisasi. *Purdue Spatial Visualization Tests for Rotation* (PSVT:R) merupakan instrumen yang digunakan sebagai ujian visualisasi bagi maksud kajian tersebut. Hasil analisis data kajian Godfrey mendapati tidak terdapat sebarang perbezaan yang signifikan antara kaedah 3D dan dua-dimenasi dalam mempelajari kemahiran kognitif visualisasi spatial. Namun, menurut beliau hasil dari kajian tersebut mungkin menggalakkan penggunaan teknik visualisasi spatial 3D yang seharusnya selari dengan penerimaan dunia perniagaan dan industri hari ini terhadap pemodelan bongkah 3D. Justeru itu beliau mencadangkan agar kaedah pengajaran mata pelajaran grafik kejuruteraan dan lukisan teknikal menggunakan kedua-dua kaedah 2D dan 3D. Pendekatan terbaik adalah menggunakannya untuk mengajar konsep-konsep 3D dan 2D disemua peringkat pengajaran. Hal ini kerana, kemajuan asas dari kaedah pengajaran konkrit ke abstrak adalah penting untuk pelajar mencapai tahap pembelajaran tertinggi. Menurut beliau, pendekatan ini akan lebih sempurna jika pengajaran 3D disampaikan terlebih dahulu dan sebelum pengajaran 2D dilaksanakan.

Sementara itu Sorby (1999a) telah menjalankan satu penyelidikan tentang hubungan kebolehan spatial dan pengajaran reka bentuk berbantu komputer di Universiti Teknologi Michigan (MTU). Hasil kajian tersebut menunjukkan penggunaan pemodelan komputer 3D semata-mata dalam persekitaran pemodelan bongkah tidak memperkembangkan kemahiran visualisasi sebagaimana teknik tradisional seperti lakaran. Dalam kajian berkenaan, pelajar-pelajar dari pelbagai kursus di MTU menduduki ujian spatial sebelum dan selepas kaedah pengajaran tertentu diikuti mereka. Ujian berkenaan termasuklah ujian putaran visualisasi spatial Purdue (PSVT:R), ujian pemotongan secara mental (MCT) dan ujian putaran secara mental (MRT). Dua kursus dalam kajian berkenaan pada dasarnya adalah kursus reka bentuk berbantu komputer yang memberi penekanan terhadap pemodelan 3D menggunakan perisian I-DEAS. Sementara baki dua kursus iaitu lakaran dan lukisan tangan memberikan penekanan terhadap kerja-kursus di mana salah satunya berfokus kepada grafik kejuruteraan dan yang lainnya melibatkan campuran geometri deskriptif dan grafik kejuruteraan. Secara signifikannya, lebih dari 50 peratus kerja kursus dijalankan dalam persekitaran pemodelan 3D. Walau pun hasil kajian menunjukkan penggunaan perisian pemodelan 3D tidak meningkatkan kemahiran spatial seseorang, namun kemahiran spatial seseorang yang diukur dengan ujian MCT adalah satu faktor yang signifikan dalam kebolehannya berinteraksi dengan komputer dalam persekitaran pemodelan 3D. Di samping itu juga, hasil kajian tersebut mendapati penggunaan perisian melukis lukisan 2D secara efektif berupaya membantu seseorang mencapai kejayaan dalam kemahiran spatial.

Mohammad Mehdi (1993) telah menjalankan kajian terhadap keberkesanan grafik dan animasi berkomputer dalam perkembangan kemahiran visualisasi spatial pelajar-pelajar kejuruteraan dalam kursus reka bentuk kejuruteraan bergrafik. Grafik dan animasi berkomputer ini merupakan alat yang digunakan sebagai rangsangan luaran yang membantu pelajar-pelajar memperkembangkan proses mental untuk memvisual sesuatu objek. Kajian berbentuk kuasi-eksperimental ini membandingkan pencapaian antara kumpulan pelajar yang menerima rawatan statik dan rawatan animasi. Bagi mengukur pencapaian kumpulan-kumpulan pelajar berkenaan, instrumen seperti kuiz,

tugasan dan ujian MRT digunakan sebagai ujian pra dan ujian pasca. Kumpulan rawatan statik menerima pengajaran melalui grafik-grafik statik, manakala pelajar-pelajar dalam kumpulan rawatan animasi menerima pengajaran melalui grafik-grafik dinamik atau beranimasi. Topik pembelajaran grafik kejuruteraan yang diikuti oleh kedua-dua kumpulan adalah unjuran ortografik dan keratan. Penyelidik berkenaan percaya bahawa kedua-dua topik pengenalan dalam reka bentuk kejuruteraan bergrafik ini memerlukan tahap kemahiran visualisasi spatial yang tinggi. Hasil kajian mendapati pelajar-pelajar yang diajar melalui grafik dinamik atau beranimasi telah meningkat tinggi secara signifikannya dalam ujian MRT berbanding kumpulan statik dan kumpulan menerima pengajaran secara tradisional. Kumpulan pelajar yang melalui pengajaran grafik dinamik juga telah memperoleh skor yang lebih tinggi berbanding kumpulan statik dalam tugas-tugas unjuran ortografik dan keratan. Justeru itu, Mohammad Mehdi mengandaikan animasi berkomputer yang digunakan dalam persembahan objek-objek spatial membantu pelajar-pelajar memperkembangkan skema mental untuk mengkod maklumat visual terutamanya melibatkan putaran objek secara mental.

Abdul Hadi *et. al.* (2005) pula telah mengkaji kesan animasi 3D digital sebagai alatan kognitif bagi meningkatkan prestasi visualisasi mental ke atas 318 pelajar Tingkatan Empat daripada tiga buah sekolah menengah teknik di Negeri Perak. Kajian berbentuk kuasi-eksperimental tersebut melibatkan dua kumpulan pelajar yang didedahkan dengan mod persembahan berbeza. Pelajar-pelajar dalam kumpulan kawalan didedahkan dengan mod persembahan Visual Animasi 3D kerangka dawai. Manakala pelajar-pelajar dalam kumpulan eksperimental pula didedahkan dengan mod persembahan Visual Animasi 3D bongkah. Mod persembahan Visual Animasi 3D kerangka dawai mengandungi paparan grafik animasi 3D dalam bentuk kerangka dawai pada tahap realistik sederhana. Sebaliknya mod persembahan Visual Animasi 3D bongkah mengandungi paparan grafik animasi 3D dalam bentuk bongkah pada tahap realistik tinggi. Prestasi visualisasi mental ditentukan berdasar kepada skor min pencapaian lukisan ortografik. Keputusan kajian penyelidik-penyelidik berkenaan mendapati skor min pencapaian bagi pelajar yang didedahkan dengan mod Visual Animasi 3D kerangka dawai adalah lebih tinggi berbanding pelajar yang didedahkan dengan mod Visual Animasi 3D bongkah. Dapatan kajian ini menunjukkan mod Visual Animasi 3D kerangka dawai lebih berkesan berbanding mod Visual Animasi 3D bongkah dalam meningkatkan kemahiran visualisasi pelajar-pelajar sekolah menengah teknik.

Di Poland, satu kajian jangka panjang dalam visualisasi berbentuk siri-masa ujian pra dan pasca telah dijalankan dari tahun 1994 hingga 2004 ke atas pelajar-pelajar di universiti Cracow (Gorska, 2005). Kajian berkenaan bertujuan menentukan tahap kebolehan spatial pelajar kejuruteraan di universiti Cracow yang mengikuti kursus geometri deskriptif. Salah satu kumpulan pelajar kejuruteraan di universiti berkenaan mengikuti kursus geometri deskriptif secara berkomputer manakala kumpulan yang lain secara tradisional. Kandungan kursus geometri deskriptif yang menggunakan komputer meliputi topik pembinaan objek 2D dan pemodelan 3D menggunakan perisian AutoCAD. Dalam topik pembinaan objek 2D, pelajar mempelajari membina dan mengawal entiti lukisan, mengubah-suai lukisan sama ada dengan atau tanpa mengubah objek, memutar dan mencerminkan binaan objek 2D. Manakala dalam topik pemodelan 3D, pelajar mempelajari membina objek 3D dengan kaedah pemodelan permukaan dan bongkah di samping lepaan dengan pencahayaan binaan objek pemodelan 3D berkenaan. Hasil kajian Gorska mendapati skor pencapaian dalam ujian putaran secara mental bagi kumpulan pelajar yang mengikuti kursus geometri deskriptif secara konvensional adalah lebih tinggi berbanding kumpulan yang mengikuti kursus tersebut.

dengan penggunaan perisian AutoCAD. Mana kala skor pencapaian dalam ujian pemotongan secara mental bagi kedua-dua kumpulan adalah hampir sama. Berdasarkan hasil kajian tersebut menunjukkan bahawa penggunaan komputer sepenuhnya dalam pengajaran kursus-kursus seperti geometri deskriptif dan lukisan kejuruteraan tidak menjamin kepada peningkatan kemahiran pelajar dalam memvisualkan putaran dan pemotongan sesuatu objek.

3.0 Penyataan Masalah

Kemahiran visualisasi telah dikaji secara meluas dalam kebanyakan disiplin sains dan teknologi khususnya bidang kejuruteraan diperingkat pendidikan pengajian tinggi seperti di universiti, institusi latihan dan politeknik. Kajian-kajian berkaitan kaedah mempertingkatkan kemahiran visualisasi pelajar-pelajar dalam bidang kejuruteraan didapati wujud dalam pelbagai cara dan antaranya adalah penggunaan perisian-perisian grafik berkomputer. Namun demikian, keberkesanan cara atau kaedah yang diperkenalkan didapati tidak konsisten merentas kaedah, teknik dan latar belakang pelajar. Justeru itu, timbul persoalan sejauh manakah penggunaan pemodelan bongkah 3D dalam pengajaran LK memberi kesan ke atas perkembangan kemahiran visualisasi pelajar-pelajar aliran teknikal di peringkat pendidikan menengah? Oleh yang demikian, kajian ini bertujuan untuk mengkaji keberkesanan penggunaan pemodelan bongkah 3D dalam pengajaran LK ke atas perkembangan kemahiran visualisasi pelajar-pelajar aliran teknikal di sekolah-sekolah menengah teknik.

4.0 Persoalan Kajian

Secara spesifiknya, kajian ini akan menjawab persoalan-persoalan seperti berikut;

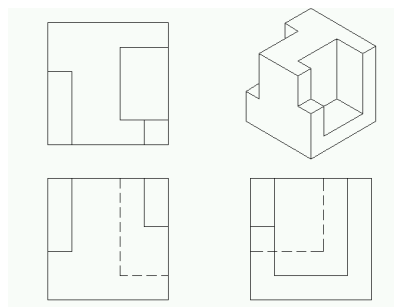
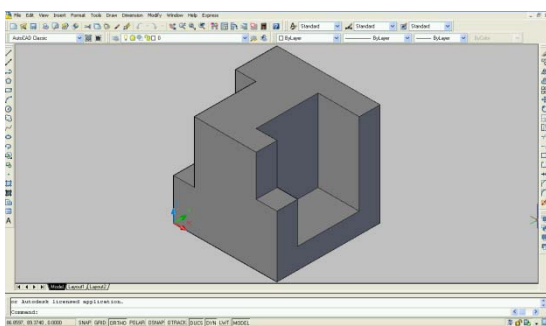
- a) Apakah tahap kemahiran memutar dan mentransformasi secara mental pelajar-pelajar sekolah menengah teknik sebelum didedahkan sama ada dengan pemodelan bongkah 3D atau tanpa pendedahan pemodelan bongkah 3D?
- b) Adakah terdapat peningkatan kemahiran memutar dan mentransformasi secara mental bagi kumpulan pelajar yang telah didedahkan dengan penggunaan pemodelan bongkah 3-dimensi dalam pengajaran LK?
- c) Adakah terdapat peningkatan kemahiran memutar dan mentransformasi secara mental bagi kumpulan pelajar yang tidak didedahkan dengan pemodelan bongkah 3D?
- d) Adakah terdapat perbezaan kemahiran memutar dan mentransformasi secara mental antara pelajar-pelajar lelaki dan perempuan sebelum didedahkan dengan salah satu kaedah?
- e) Adakah terdapat perbezaan peningkatan kemahiran memutar dan mentransformasi secara mental antara pelajar lelaki dan perempuan yang didedahkan dengan pemodelan bongkah 3D?

- f) Adakah terdapat perbezaan peningkatan kemahiran memutar dan mentransformasi secara mental antara pelajar lelaki dan perempuan yang tidak didedahkan

5.0 Metodologi Kajian

Kajian berbentuk eksperimen-kuasi ini telah melibatkan seramai 108 orang pelajar pengajian kejuruteraan awam dan mekanikal dari dua buah sekolah Menengah Teknik di negeri Johor. Pelajar-pelajar tersebut telah dipilih sebagai sampel kajian dengan kaedah persampelan bertujuan. Mereka dibahagikan kepada dua bahagian iaitu kumpulan eksperimen dan kumpulan bandingan. Setiap kumpulan mengandungi 54 orang pelajar di mana pelajar dalam kumpulan eksperimen diberikan rawatan berbentuk aplikasi pemodelan bongkah 3D dalam pengajaran LK bagi topic unjuran ortografik sebagaimana ditunjukkan dalam rajah 1. Sementara itu, pelajar dalam kumpulan bandingan tidak diberikan rawatan aplikasi pemodelan bongkah tersebut.

Setiap kumpulan diuji dengan dua jenis ujian kemahiran visualisasi sebelum dan selepas rawatan. Ujian kemahiran visualisasi yang digunakan adalah *Purdue Spatial Visualization Test For Rotation* (PSVT:R) dan Ujian Transformasi Mental 3D kepada 2D (UT3D2D). Ujian PSVT:R digunakan untuk menguji kemahiran memutar secara mental dan ujian UT3D2D digunakan untuk menguji kemahiran mentransformasi secara mental seseorang.



Rajah 1 Aplikasi pemodelan bongkah 3D dalam topik unjuran ortografik

Data yang dikumpulkan dianalisis dengan statistik deskriptif dan inferens bagi menjawab persoalan-persoalan kajian yang telah dikemukakan. Seterusnya tafsiran data tersebut dilakukan berdasar kepada tafsiran aras skor kebolehan ruang oleh Mohd Safarin & Muhammad Sukri (2007) seperti dalam Jadual 1. Aras skor kebolehan ruang berkenaan pada asasnya mengandungi tiga peringkat iaitu 'atas skor purata', 'sedikit di bawah skor purata' dan 'bawah skor purata'. Namun dalam konteks kajian awal ini, tahap 'atas skor purata' ditafsirkan kepada tahap kemahiran visualisasi yang 'Tinggi' untuk markah antara 61 hingga 100 dan 'Sederhana' untuk markah di antara 41 hingga

60. Sementara itu, peringkat 'bawah skor purata' ditafsirkan sebagai tahap kemahiran visualisasi yang 'Rendah'.

Jadual 1 Tafsiran Tahap Kemahiran Visualisasi berdasarkan Skor Markah Kebolehan Ruang

Skor Markah (peratus)	Tahap Kemahiran Visualisasi
81 – 100	Tinggi
61 – 80	
41 – 60	Sederhana
0 – 40	Rendah

6.0 Dapatan Kajian

Kajian mendapati pelajar-pelajar pengkhususan pengajian kejuruteraan awam dan mekanikal dalam kumpulan eksperimen dan bandingan mempunyai tahap kemahiran memutar dan mentransformasi yang tinggi sebelum menerima pendedahan aplikasi pemodelan bongkah 3D. Berdasarkan jadual 2, skor purata dalam ujian PSVT:R bagi pelajar kumpulan eksperimen ($M=61.56$, $SP = 18.928$) dan kumpulan bandingan ($M=61.39$, $SP= 21.222$) adalah hampir setara. Oleh kerana skor purata pelajar dari kedua-dua kumpulan tersebut berada di atas skor purata, maka tahap kemahiran memutar secara mental pelajar-pelajar dari kedua-dua kumpulan adalah tinggi. Sementara itu, skor purata dalam ujian T3D2D bagi pelajar dari kumpulan eksperimen ($M=70.87$, $SP=17.539$) adalah lebih tinggi dari kumpulan bandingan ($M=65.69$, $SP=20.221$), tetapi masih berada di atas skor purata. Ini bermakna, pelajar-pelajar dari kedua-dua kumpulan juga mempunyai tahap kemahiran yang tinggi dalam mentransformasi 3D ke 2D secara mental.

Jadual 2 Skor purata Pra/Pasca-ujian kemahiran visualisasi dan peningkatan pencapaian mengikut kumpulan

Kumpulan Pelajar	PSVT:R			UT3D2D		
	Pra-ujian	Pasca-ujian	Peningkatan	Pra-ujian	Pasca-ujian	Peningkatan
Eksperimen	61.56	69.61	8.056 ($p < .001$)	70.87	78.28	7.415 ($p < .001$)
Bandingan	61.39	62.20	0.815 ($p > .05$)	65.69	66.20	-.519 ($p > .05$)

Hasil kajian juga mendapati wujud peningkatan signifikan kemahiran memutar dan mentransformasi 3D ke 2D secara mental di kalangan pelajar-pelajar yang telah

didedahkan dengan aplikasi pemodelan bongkah 3-dimensi. Skor purata kumpulan eksperimen dalam pasca-ujian PSVT:R ($M=69.61$, $SP=17.595$) adalah lebih tinggi berbanding pra-ujian ($M=61.56$, $SP=18.928$). Hasil dari ujian sampel berpasangan mendapati terdapat peningkatan skor PSVT:R ($M=8.056$, $SP= 10.594$) di kalangan responden dalam kumpulan eksperimen setelah mereka didedahkan dengan aplikasi pemodelan bongkah 3D. Peningkatan tersebut adalah signifikan pada nilai $t(53) = -5.587$, $p < .001$. Begitu juga skor purata pelajar-pelajar dari kumpulan eksperimen dalam pasca-ujian T3D2D ($M=78.28$, $SP=15.365$) adalah lebih tinggi berbanding pra-ujian ($M=70.87$, $SP=17.539$). Hasil dari ujian sampel berpasangan menunjukkan terdapat peningkatan skor T3D2D ($M=7.415$, $SP= 7.417$) di kalangan responden dalam kumpulan eksperimen setelah mereka di dedahkan dengan aplikasi pemodelan bongkah 3D. Peningkatan tersebut adalah signifikan pada nilai $t(52) = -7.278$, $p < .001$.

Sementara itu, kajian mendapati bahawa tidak terdapat peningkatan signifikan kemahiran memutar dan mentransformasi 3D ke 2D secara mental di kalangan pelajar-pelajar yang tidak didedahkan dengan aplikasi pemodelan bongkah 3D. Skor purata kumpulan bandingan dalam pasca-ujian PSVT:R ($M=62.20$, $SP=23.022$) adalah hampir sama dengan skor purata pra-ujian ($M=61.39$, $SP=21.222$). Hasil dari ujian sampel berpasangan menunjukkan terdapat sedikit peningkatan skor PSVT:R ($M=.815$, $SP= 7.981$) di kalangan responden dalam kumpulan bandingan yang tidak diberikan pendedahan aplikasi pemodelan bongkah 3D. Walau bagaimana pun peningkatan kecil tersebut adalah tidak signifikan pada nilai $t(53) = -.750$, $p > .05$. Skor purata kumpulan bandingan dalam pasca-ujian T3D2D ($M=66.20$, $SP=20.685$) adalah tinggi sedikit berbanding skor purata dalam pra-ujian ($M=65.69$, $SP=20.221$). Hasil dari ujian sampel berpasangan menunjukkan terdapat sedikit peningkatan skor T3D2D ($M=0.519$, $SP= 6.164$) di kalangan responden dalam kumpulan bandingan walaupun mereka tidak didedahkan dengan aplikasi pemodelan bongkah 3D. Namun demikian peningkatan tersebut adalah tidak signifikan pada nilai $t(53) = -.618$, $p > .05$.

Hasil dapatan kajian ini menunjukkan pelajar lelaki mempunyai kemahiran memutar dan mentransformasi secara mental yang lebih tinggi berbanding pelajar perempuan sebelum menerima pendedahan aplikasi pemodelan bongkah 3D. Berdasarkan jadual 3, skor purata pelajar lelaki ($M=70.64$, $SP = 16.694$) dalam ujian PSVT:R adalah lebih tinggi berbanding skor purata pelajar perempuan ($M=50.84$, $SP = 18.321$). Hasil ujian sampel tak bersandar mendapati nilai t dengan andaian varian sama adalah 5.874 dengan darjah kebebasan df 106 dan $p < .001$ (2-hujung). Begitu juga dengan skor purata pelajar lelaki dalam ujian transformasi secara mental yang didapati lebih lebih tinggi ($M=75.57$, $SP=14.648$) berbanding perempuan ($M=59.59$, $SP=20.091$). Hasil ujian sampel tak-bersandar mendapati nilai t tanpa andaian varian sama adalah 4.624 dengan darjah kebebasan df 89.159 dan $p < .001$ (2-hujung). Ini bermakna pelajar lelaki dan perempuan mempunyai tahap pencapaian yang berbeza dalam ujian memutar dan mentransformasi secara mental sebelum didedahkan dengan aplikasi pemodelan bongkah 3D.

Jadual 3 Skor purata kemahiran visualisasi pelajar mengikut jantina dan perbezaan skor sebelum didedahkan dengan aplikasi pemodelan bongkah 3D

Pra-ujian	Skor purata		Perbezaan Skor Purata
	Lelaki	Perempuan	

PSVT:R	70.64	50.84	19.798 (p < .001)
UT3D2D	75.57	59.59	15.977 (p < .001)

n=108

Berdasarkan jadual 4, didapati bahawa tidak terdapat perbezaan yang signifikan skor peningkatan dalam ujian memutar dan mentransformasi secara mental antara pelajar lelaki dan perempuan yang telah didedahkan dengan aplikasi pemodelan bongkah 3D. Hasil dapatan kajian ini menunjukkan pengajaran dengan menggunakan pemodelan bongkah 3D bukan sahaja membantu meningkatkan kemahiran memutar dan memotong secara mental di kalangan pelajar keseluruhannya, tetapi juga telah berjaya merapatkan jurang perbezaan tahap kemahiran visualisasi antara pelajar lelaki dan perempuan.

Jadual 4 Skor purata peningkatan pencapaian ujian kemahiran visualisasi mengikut kumpulan dan jantina pelajar

Kumpulan Pelajar	Jantina	Skor purata peningkatan			
		PSVT:R		UT3D2D	
Eksperimen	Lelaki	5.60	p > .05	6.84	p > .05
	Perempuan	10.17		7.93	
Bandingan	Lelaki	2.18	p > .05	-1.39	p < .01
	Perempuan	-1.33		3.52	

Namun begitu, kajian ini mendapati terdapat perbezaan yang signifikan skor peningkatan dalam ujian mentransformasi secara mental antara pelajar lelaki dan perempuan dari kumpulan bandingan. Pencapaian pelajar perempuan dalam kemahiran mentransformasi secara mental telah meningkat secara signifikan berbanding pelajar lelaki tanpa didedahkan dengan aplikasi pemodelan bongkah 3D. Sebaliknya, pencapaian pelajar lelaki dalam kemahiran mentransformasi secara mental mengalami penurunan.

7.0 Kesimpulan

Hasil kajian ini menunjukkan bahawa pencapaian pelajar dalam kemahiran visualisasi boleh dipertingkatkan ketahap lebih tinggi dengan menggunakan pemodelan bongkah 3D dalam pengajaran LK. Pemodelan bongkah 3D membantu perkembangan mental pelajar melalui persembahan 3D yang kelihatan seakan-akan objek sebenar. Melalui persembahan sedemikian, pelajar bukan sahaja memperoleh pengalaman visual berupa secara terus dalam P&P LK, tetapi juga dapat mengurangkan berlakunya kesilapan membayangkan semasa mempelajari konsep-konsep abstrak seperti lukisan unjuran ortografik. Melalui cara sebegini, pelajar juga mendapat pengalaman manipulasi ruang seperti memutar dan mentransformasi sesuatu model bongkah semasa mengendalikan perisian pemodelan bongkah 3D.

Perbezaan kemahiran visualisasi antara pelajar lelaki dan perempuan wujud secara signifikan sebelum pelajar-pelajar didedahkan dengan aplikasi pemodelan

bongkah 3D. Pelajar lelaki merupakan kumpulan pelajar yang mendominasi kemahiran mental sebegini pada peringkat pra-ujian. Namun, selepas menerima pendedahan aplikasi pemodelan bongkah 3D, perbezaan peningkatan kemahiran visualisasi antara pelajar lelaki telah dapat dikurangkan. Justeru itu, pemodelan bongkah 3D sangat membantu meningkatkan kemahiran visualisasi pelajar perempuan.

RUJUKAN

- Abdul Hadi, M. D., Chong, T. S., & Fook, F. S. (2005). *Animasi 3D Digital: Alatan Kognitif bagi Meningkatkan Prestasi Visualisasi Mental dalam Pendidikan untuk Pembangunan Lestari*. Paper presented at the Seminar Pendidikan 2005: Pendidikan untuk Pembangunan Lestari, Hotel Shangri-La Pulau Pinang
- Alias, M., Black, T. R., & Gray, D. E. (2002). Effect of Instruction on Spatial Visualisation Ability in Civil Engineering Students. *International Education Journal*, 3(1), 1-12.
- Bertoline, G. R. (1998). Visual Science: An Emerging Discipline. *Journal for Geometry and Graphics*, 2(2), 181-187.
- Bertoline, G. R., & Wiebe, E. N. (2003). *Technical Graphics Communication* (3rd ed.). New York McGraw-Hill.
- Devon, R. F., Renata, S., Foster, R. J., Sathianathan, D., & Turner, G. (1994). The Effect of Solid Modeling Software on 3-D Visualization Skills. *The Engineering Design Graphics Journal*, 58(2), 4-11.
- Ferguson, E. S. (1992). *Engineering and the mind's eye*. London: The MIT Press.
- Frey, G., & Baird, D. (2000). Does Rapid Prototyping improve student visualization skills. *Journal of Industrial Technology*, 16(4), 1-6.
- Gerson, H. B. P., Sorby, S. A., Wysocki, A., & Baartmans, B. J. (2001). The development and assessment of multimedia software for improving 3-D spatial visualization skills. *Computer Applications in Engineering Education*, 9(2), 105-113.
- Gillespie, W. H. (1995). *Using Solid Modeling Tutorials to Enhance Visualization Skills*. Unpublished Dissertation, University of Idaho, Idaho.
- Godfrey, G. S. (1999). *Three-dimensional Visualization Using Solid-Model Methods: A Comparative Study of Engineering and Technology Students*. Unpublished Doctoral Dissertation, Northern Illinois University, Dekalb, Illinois.
- Isham, D. (1997). Developing a Computerized Interactive Visualization Assessment. *Journal JCAEDE*, 3(1), 1-15.
- Koch, D. S. (2006). *The Effects of Solid Modeling and Visualization On Technical Problem Solving*. Unpublished Dissertation, Virginia State University Blacksburg, Virginia.
- Leach, J. A., & Matthews, R. A. (1992). Utilization of Solid Modeling in Engineering Graphics Course. *Engineering Design Graphics Journal*, 56(2), 5-10.
- Leopold, C., Gorska, R. A., & Sorby, S. A. (2001). International Experiences in Developing the Spatial Visualization Abilities of Engineering Students. *Journal for Geometry and Graphics*, 5(1), 81-91.
- Mathur, D. (2001). *Adapting CAD and Visualization Skills Learned Through AutoCAD to an Industrial Apparel Design System*. Unpublished Master Thesis, University of Manitoba, Winnipeg, Manitoba.
- Mohd Safarin Nordin, & Muhammad Sukri Saud. (2006). *Kemahiran Visualisasi: Kemahiran Kognitif Tahap Tinggi Dalam Pendidikan Teknik Dan Vokasional*. Paper presented at the Seminar Kebangsaan Pendidikan Teknik Dan Vokasional 2006, Senai, Johor
- Mohd Safarin Nordin, & Muhammad Sukri Saud. (2007). *Kajian Awal Terhadap Kebolehan Ruang Pelajar-pelajar Pengajian Kejuruteraan Di Sekolah-sekolah*

- Menengah Teknik*. Paper presented at the 1st International Malaysian Educational Technology Convention, Senai, Johor Bahru.
- Mona Masood, Wan Ahmad Jaafar Wan Yahya, & Maizurah Omar. (2001). *Potensi Visual 2-Dimensi dan 3-Dimensi dalam memperkaya Pengajaran dan Pembelajaran Melalui Multimedia*. Paper presented at the Konvensyen Teknologi Pendidikan Kali Ke-14, Hotel Goldcourse, Kelang.
- Newcomer, J. L., Raudebaugh, R. A., McKell, E. K., & Kelly, D. S. (1999, November 10-12). *Visualization, Freehand Drawing, Solid Modeling, and Design in Introductory Engineering Graphics*. Paper presented at the 29th ASEE/IEEE Frontiers in Education Conference, San Juan, Puerto Rico.
- Raudebaugh, R. A. (1985). *A Comparison of Two Methods of Teaching Freehand Drawing and Visualization Skills to Engineering Students*. Unpublished Doctoral dissertation, Arizona State University.
- Sorby, S. A. (1999a). *Spatial Abilities and their Relationship to Computer Aided Design Instruction*. Paper presented at the 1999 ASEE Annual Conference Proceedings, Charlotte, NC.
- Sorby, S. A. (1999b). Developing 3-D Spatial Visualization Skills. *Engineering Design Graphics Journal*, 63(2), 21-32.
- Vasquez de Velasco, G., Davidson, R., & Angulo, A. (2001). *Design Visualization in the Teaching of Cognitive Visualization Skills: The Third Eye Method*. Paper presented at the 19th ECADDE - Education for Computer Aided Architectural Design in Europe, Helsinki, Finland.