

KEMAHIRAN VISUALISASI: KEMAHIRAN KOGNITIF TAHAP TINGGI DALAM PENDIDIKAN TEKNIK DAN VOKASIONAL

Mohd Safarin Nordin

&

Dr Muhammad Sukri Saud

Fakulti Pendidikan

Universiti Teknologi Malaysia

ABSTRAK

Jurutera-jurutera berkomunikasi antara satu sama lain menggunakan bahasa grafik. Kebolehan berkomunikasi melalui cara tersebut boleh diperolehi melalui pendidikan dan latihan khusus dalam pendidikan teknik dan vokasional. Oleh yang demikian, pendidikan teknik dan vokasional harus terus berusaha melahirkan bakal jurutera dan seterusnya menjana insan berkualiti melalui pendidikan yang berkualiti. Penggunaan bahasa grafik untuk berkomunikasi dalam bidang kejuruteraan memerlukan seseorang jurutera menguasai kebolehan menvisual iaitu menterjemahkan imej-imej mental dalam bentuk lisan ataupun grafik. Justeru, adalah sangat penting kemahiran visualisasi pelajar-pelajar kejuruteraan dibangunkan melalui pendidikan berkualiti. Hal ini kerana kemahiran tersebut merupakan antara komponen utama yang menjadi matlamat mana-mana kursus grafik kejuruteraan dan bidang kejuruteraan hari ini. Namun demikian, isu berkaitan kemahiran ini kurang menjadi isu perbincangan dalam sistem pendidikan teknik dan vokasional buat masa ini. Maka, fokus kertas kerja ini adalah membincangkan konsep kemahiran visualisasi dalam pendidikan teknik dan vokasional khususnya dalam kursus-kursus berkaitan geometri deskriptif. Konsep-konsep yang diutarakan seterusnya diharap dapat membantu meningkatkan kefahaman semua pendidik tentang peri pentingnya kemahiran visualisasi dikuasai oleh pelajar-pelajar teknik dan vokasional untuk menjadi jurutera berpengetahuan, berkemahiran dan juga berkualiti. Perbincangan dimulakan dengan isu utama iaitu konsep kemahiran visualisasi dalam pelbagai cabang kejuruteraan serta kaitannya dengan psikologi kognitif. Seterusnya perbincangan mengenai kepentingan kemahiran visualisasi dan contoh aplikasinya dalam bidang kejuruteraan diutarakan. Akhir sekali, kertas kerja ini akan menghuraikan beberapa instrumen yang boleh diguna pakai bagi mengakses dan menilai tahap kemahiran visualisasi pelajar kejuruteraan.

Kata kunci: Kemahiran kognitif, spatial, visualisasi, bahasa grafik.

Pengenalan

Sejak akhir-akhir ini fokus Malaysia dalam aspek pembangunan negara menuju dan mencapai wawasan 2020 telah melihat pembangunan modal insan sebagai suatu keutamaan. Dalam segala aspek pembangunan, penekanan terhadap perkara ini sering menjadi isu utama yang perlu diberikan perhatian oleh semua pihak. Oleh yang demikian, bidang pendidikan khususnya Pendidikan Teknik dan Vokasional juga tidak terkecuali dalam menzahirkan kehendak dan keperluan negara terhadap insan berkualiti dan bertaraf dunia. Bagi menjanakan insan berkualiti, penekanan terhadap kemahiran berkomunikasi di samping kemahiran khusus dalam Pendidikan Teknik dan Vokasional juga harus diberikan pertimbangan sewajarnya. Hal ini kerana, sebarang bentuk pekerjaan yang melibatkan kumpulan manusia memerlukan mereka berkomunikasi dalam menyampaikan maklumat, idea dan pendapat antara satu sama lain. Bagi bidang kejuruteraan, jurutera-jurutera lazimnya lebih banyak berkomunikasi antara satu sama lain menggunakan bahasa grafik berbanding lisan.

Bahasa grafik merupakan suatu bentuk persembahan visual dan komunikasi yang mengandungi dua komponen utama dalam bidang psikologi iaitu komponen pengamatan dan kognitif (Wiebe, 1998). Komponen pengamatan melibatkan 'intuitive' atau pentafsiran secara automatik sesuatu grafik, iaitu mempersembahkan elemen-elemen seperti analogi kepada pengalaman-pengalaman dari dunia nyata. Manakala komponen kognitif adalah sesuatu yang dipelajari dan merupakan komponen khusus dalam disiplin tertentu yang memerlukan pemahaman tinggi terhadap simbol-simbol atau grafik. Berdasarkan komponen kedua iaitu komponen kognitif, kebolehan berkomunikasi menggunakan bahasa grafik boleh diperolehi melalui pendidikan dan latihan khusus yang tertentu. Menurut Ferguson (1992), kursus-kursus seperti lukisan kejuruteraan, geometri, teknikal dan grafik kejuruteraan adalah bertujuan untuk memberi latihan dan ilmu pengetahuan kepada pelajar kejuruteraan agar berkebolehan membaca, mentafsir dan menghasilkan sesuatu lukisan. Dalam erti kata lain, penggunaan bahasa grafik untuk berkomunikasi memerlukan seseorang jurutera menguasai kemahiran visualisasi iaitu menterjemahkan imej-imej mental dalam bentuk lisan ataupun grafik.

Apa itu kemahiran visualisasi?

Istilah visualisasi kerap digunakan dalam banyak cara berbeza, oleh itu adalah sukar untuk memahaminya atau mentafsirkan maksud yang paling tepat. Maka bagi memahami maksud visualisasi dalam konteks pendidikan teknik dan vokasional, konsep fungsi hemisfera-hemisfera otak manusia dan pembentukan imej mental perlu difahami. Kajian-kajian dalam bidang neurosains mendapati masalah-masalah spatial adalah merujuk kepada aktiviti atau proses yang berlaku dalam hemisfera otak kanan manusia. Proses yang sama juga berlaku bagi tindakan berupa gerakhati, kreativiti dan visualisasi (Field, 2002). Manakala hemisfera kiri otak bertindak memproses maklumat-maklumat verbal, logik dan matematikal yang diterima oleh deria-deria tertentu manusia. Penekanan

terhadap penggunaan dan penguasaan kemahiran otak kiri merupakan suatu amalan dalam sistem pendidikan peringkat sekolah rendah dan menengah sejak dahulu hingga kini. Sedangkan kebanyakan aktiviti-aktiviti otak kanan hanya dibangunkan ke atas kanak-kanak yang mempunyai minat bidang kemahiran seperti terdapat pada pendidikan dan latihan vokasional.

Pemrosesan maklumat visual yang berlaku dalam hemisfera otak kanan akan membentuk imej mental dalam bahagian otak tersebut. Menurut Medin, Ross dan Markman (2005) imej mental adalah satu bentuk gambaran yang muncul dan disimpan dalam otak tentang hubungan spatial di antara objek-objek yang dilihat bagi memudahkan pemerhati mengetahui kedudukan relatif setiap objek meskipun semasa berada dalam keadaan bergerak. Keadaan ini boleh berlaku sama ada semasa seseorang itu dalam keadaan sedar ataupun tidak sedar seperti mimpi dan berimajinasi. Dalam ertikata lain, hanya mereka yang berimajinasi sahaja memahami imej-imej mental yang terbentuk dalam minda mereka.

Visualisasi merupakan sebahagian daripada elemen kognisi spatial iaitu salah satu kategori utama dalam disiplin sains visual yang diutarakan oleh Bertoline (1998). Beliau telah mentakrifkan visualisasi sebagai kebolehan seseorang untuk membina, memanipulasi dan mentafsirkan imej-imej dalam minda. Berdasarkan takrifan tersebut, seseorang yang sedang membayangkan sesuatu bentuk, corak atau objek tertentu walaupun belum pernah melihatnya secara fizikal dikatakan mempunyai sebahagian kebolehan visualisasi. Begitu juga bagi seseorang yang mampu membayangkan sesuatu bentuk, corak dan objek dengan menyesuaikan dipersekitaran dan masa berbeza dari tempat dan masa asal juga mempunyai sebahagian daripada kebolehan visualisasi. Namun seseorang yang menguasai visualisasi sepenuhnya berkebolehan membayangkan dan kemudian menterjemahkan sesuatu bentuk, corak atau objek mengikut persekitaran dan keadaan tertentu. Umpamanya menterjemahkan bulatan sebagai bola atau bulan, corak gabungan mutli-hexagon sebagai 'honey-comb' atau objek berbentuk kubus sebagai kekotak. Visualisasi dari sudut pandangan Bertoline adalah sesuatu yang berlaku dalam minda seseorang.

Istilah visualisasi spatial dan visualisasi sering digunakan bersilih ganti dalam bidang kejuruteraan dan psikologi. Kedua-duanya memberikan maksud yang sama. McGee (1979) dan Koch (2006), mendefinisikan visualisasi spatial sebagai kebolehan memanipulasi, memutar atau memulas secara mental atau pun menterbalikkan secara bergambar sesuatu rangsangan visual yang diperlihatkan. Di samping itu, menurut Koch, visualisasi spatial melibatkan juga kebolehan mengecam, mengekalkan dan mengingat kembali rangsangan tersebut. Kebolehan memanipulasi secara mental yang lebih spesifik diberikan penekanan dalam definisi tersebut tetapi memerlukan seseorang itu didedahkan dengan pengalaman visual atau konkrit sebagai rangsangan. Sebagai contoh, satu gambar foto pandangan hadapan sebuah bangunan dibayangkan diputar pada paksi tegak sebanyak 180° akan menggambarkan seseorang seakan-akan bergerak secara fizikal kebelakang bangunan tersebut dan melihat rupa bentuk bahagian belakang bangunan. Selain itu, satu ilustrasi 3-dimensi pemadam getah dibayangkan dipulas pada arah putaran berbeza dikedua-dua hujungnya. Maka akan tergambar dalam fikiran rupa bentuk herotan

dibahagian tengah pemadam getah tersebut. Gambaran-gambaran yang sama juga akan muncul di dalam minda jika rangsangan yang sama diberikan dilain waktu dan tempat walaupun tanpa kehadiran rangsangan visual berkenaan.

Kebolehan spatial juga antara perkataan yang sinonim dalam kajian-kajian berkaitan dengan visualisasi, di mana dari segi istilah maknanya berbeza dengan kemahiran spatial dan kemahiran visualisasi. Menurut Sorby (1999), dalam penyelidikan psikologi pendidikan, kebolehan spatial ditakrifkan sebagai kebolehan menggambar sesuatu yang sedia ada pada diri seseorang individu sejak dilahirkan dan berlaku sebelum sebarang latihan formal dilaluinya. Sementara kemahiran visualisasi merupakan kebolehan menggambar yang diperolehi melalui latihan atau amalan khusus. Perbezaan takrifan kedua-dua istilah ini memberi maksud bahawa setiap manusia mempunyai kebolehan membayangkan sesuatu dalam minda, tetapi tidak semua mereka mahir menggambarkan sesuatu dalam minda tanpa mendapat pendidikan khusus.

Pengertian kemahiran visualisasi juga mempunyai hubung kait dengan teori perkembangan kognitif dan pembangunan intelek Jean Piaget. Umpamanya Tartre (1990) mentakrifkan kemahiran visualisasi spatial dalam pengertian umum menandakan satu cara tertentu dalam menyusun pemikiran di mana maklumat baru dikaitkan dengan struktur pengetahuan lepas untuk membantu seseorang memahami sesuatu benda yang baru. Pengertian tersebut diperjelaskan sebagai satu proses asimilasi dalam teori perkembangan kognitif.

Pengertian-pengertian yang diperjelaskan di atas lebih sesuai bagi menggambarkan kebolehan atau kemahiran seseorang berimajinasi. Hal ini kerana, pembentukan imej visual seseorang berlaku di dalam mindanya sahaja dan keadaan tersebut bertepatan dengan konsep persembahan dalaman (Shepard, 1978). Maka apakah makna atau takrifan yang lebih tepat untuk kemahiran visualisasi? Menurut Isham (1997), kemahiran visualisasi adalah kebolehan-kebolehan seseorang mencipta, memanipulasi dan kemudiannya berkomunikasi secara lisan atau grafik sesuatu imej mental yang ada dalam pemikirannya. Oleh itu, kemahiran visualisasi bukan sahaja terikat kepada proses pembentukan imej dalam minda seseorang, tetapi juga boleh dilihat melalui proses penyampaian maklumat sama ada berbentuk bahasa percakapan mahupun berbentuk visual.

Dalam bidang kejuruteraan terutamanya yang berkaitan dengan lukisan kejuruteraan dan lukisan teknikal, kebolehan-kebolehan seseorang memutar (Sorby et al., 2005; Mack, 1994), mentransformasi, melipat atau membentang, dan memotong sesuatu objek secara mental (Field, 1999) adalah sebahagian daripada kemahiran visualisasi. Untuk menguasai kebolehan-kebolehan berkenaan bukanlah sesuatu yang mudah terutama apabila melibatkan pemikiran terhadap sesuatu yang belum pernah dilihat dan dirasa. Justeru, Godfrey (1999) mendakwa bahawa kemahiran visualisasi kelihatan sebagai suatu kemahiran kognitif peringkat tinggi yang memerlukan ketajaman mata minda iaitu penggunaan hemisfera kanan otak manusia dalam berfikir masalah spatial.

Mengapa kemahiran visualisasi penting?

Kebanyakan produk-produk teknologi yang muncul disekeliling manusia pada hari ini bukan kerana geometri, matematik atau fizik, tetapi ianya bermula dari gambaran-gambaran dalam minda seseorang yang memvisualkannya (Ferguson, 1992). Oleh yang demikian, dalam konteks pendidikan, guru-guru digalakkan seberapa boleh untuk mengaitkan sebarang konsep yang diajar dan difikirkan sukar difahami oleh murid dengan benda sebenar ataupun produk-produk teknologi. Sebagaimana dicadangkan oleh Bertoline (1998) agar visualisasi seharusnya menjadi matlamat berterusan untuk semua bentuk pendidikan grafik disetiap peringkat pembelajaran visual.

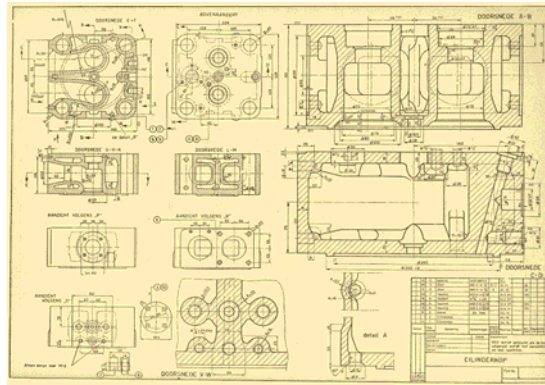
Kajian-kajian terdahulu mendapati kemahiran visualisasi mempunyai hubungan yang rapat dengan domain teknikal, vokasional, matematik, dan pekerjaan berbanding kebolehan lisan (Koch, 2006; Bertoline & Wiebe, 2003; Gillespie, 1995; McGee, 1979). Hal ini kerana domain seperti teknikal, vokasional dan kejuruteraan terlibat secara langsung dengan komunikasi grafik melalui aktiviti-aktiviti reka bentuk, lukisan kejuruteraan, teknikal atau geometri. Aktiviti-aktiviti tersebut memerlukan seseorang jurutera bukan sahaja boleh menyelesaikan masalah objek abstrak, bahkan memahami lukisan-lukisan atau penyelesaian jurutera lain. Sementara kemahiran visualisasi juga sering dikaitkan dengan kejayaan dan pencapaian dalam matematik (McGee, 1979), kerana domain ini banyak melibatkan penggunaan simbol dan graf dalam menyelesaikan masalah berbentuk rumus dan ramalan. Manakala dalam bidang pekerjaan, terdapat banyak tugas yang melibatkan aktiviti penyelesaian masalah seperti mereka bentuk produk, merancang kerja, susunatur logi dan aliran kerja. Tugas-tugas tersebut memerlukan beberapa tindakan memanipulasi berasaskan aktiviti terhadap masalah ruang (Jonassen, 2000; dalam Koch, 2006).

Kemahiran visualisasi juga dikenalpasti sebagai salah satu kemahiran yang paling penting dalam bidang berkaitan grafik kejuruteraan dan teknikal (Gillespie, 1995) kerana hubungannya kepada komunikasi bergrafik wujud melalui aktiviti-aktiviti reka bentuk. Jurutera, pembantu teknik dan juruteknik dalam bidang kejuruteraan berkomunikasi antara satu sama lain lebih banyak menggunakan bahasa grafik seperti lukisan kerja berbanding lisan. Hal ini kerana bahasa lisan sukar menyampaikan konsep-konsep abstrak seperti saiz, bentuk, tekstur, poin, garis lurus dan lokasi sesuatu objek ruang. Oleh yang demikian, jurutera-jurutera mestilah boleh menyelesaikan masalah-masalah yang melibatkan objek-objek abstrak. Disamping itu mereka juga perlu mempunyai kebolehan menyampaikan penyelesaian masalah tersebut kepada orang lain dan sebaliknya (Mack, 1994). Lanjutan daripada itu, bagi membolehkan seseorang memahami lukisan-lukisan kejuruteraan yang dilukis oleh orang lain. Ferguson (1992) mencadangkan agar individu tersebut mestilah terlebih dahulu cukup terlatih dalam lukisan kejuruteraan.

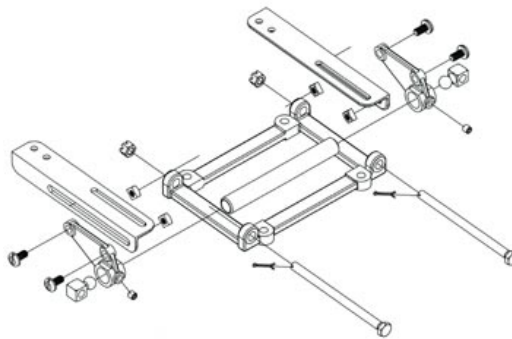
Dalam bidang kejuruteraan idea-idea pereka bentuk atau jurutera dikomunikasikan melalui bahasa grafik yang lazimnya dalam bentuk lukisan kejuruteraan (Olkun, 2003). Secara umumnya terdapat dua jenis lukisan yang sering digunakan dalam bidang kejuruteraan iaitu lukisan kerja dan lukisan piktorial. Kedua-duanya berfungsi untuk menyalurkan idea dan maklumat tertentu dari seorang jurutera kepada jurutera

9-10 Disember, 2006, Sofitel Palm Resort Senai, Johor

yang lain. Lukisan kerja atau lukisan mekanikal lazimnya digunakan oleh pereka bentuk atau jurutera teknikal untuk pembuat atau jurutera pembuatan. Lukisan yang diklasifikasikan sebagai lukisan kerja adalah seperti pandangan ortografik, pandangan keratan dan pengorakan. Manakala lukisan piktorial sering digunakan bagi mempersembahkan produk yang akan dihasilkan pembuat atau syarikat untuk pengguna atau pelanggan-pelanggannya. Lukisan seperti lukisan perspektif, isometrik, oblik dan lukisan pemasangan diklasifikasikan sebagai lukisan piktorial. Tugas menyediakan kedua-dua jenis lukisan berkenaan memerlukan seseorang jurutera mempunyai kemahiran visualisasi terutama apabila sesuatu produk atau struktur yang diilhamkan adalah rekaan baru dan belum wujud secara fizikal. Contoh lukisan kerja dan piktorial seperti dalam Gambar rajah 1 (a) dan (b).



(a) Lukisan Kerja



(b) Lukisan Piktorial

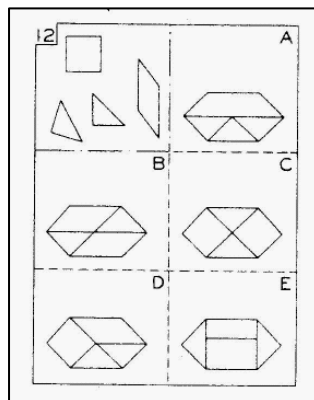
Gambar rajah 1

Bagi menyediakan bakal jurutera dengan pengetahuan dan kemahiran tertentu, mata pelajaran atau kursus-kursus asas kejuruteraan seperti lukisan kejuruteraan, grafik kejuruteraan, lukisan teknikal atau lukisan geometri diperkenalkan. Menurut Olkun, kursus-kursus ini mengandungi beberapa peraturan-peraturan teknikal atau konvention-konvention lukisan dan kemahiran-kemahiran visual. Jelaslah bahawa visualisasi merupakan antara kemahiran yang juga penting bukan sahaja dalam pekerjaan, tetapi juga diperingkat sekolah, kolej dan universiti yang menawarkan bidang kejuruteraan.

Bagaimana mengukur dan menilai kemahiran visualisasi seseorang?

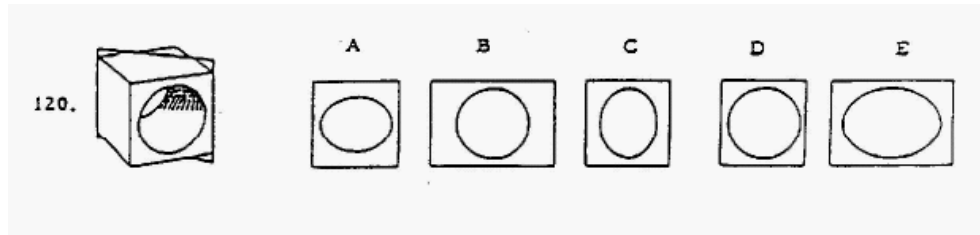
Terdapat pelbagai banyak ujian-ujian visualisasi telah dibangunkan untuk menilai tahap kemahiran seseorang dalam membentuk imej mental bagi objek-objek atau bentuk-bentuk spatial. Menurut Sorby (1999) ujian-ujian tersebut hanya dapat mentaksir dan menilai kemahiran dalam dua peringkat pertama perkembangan pengkonsepan ruang seseorang iaitu peringkat kemahiran topologikal spatial dan kemahiran projekatif. Penilaian kemahiran topologikal spatial seperti *Minnesota Paper Form Board Test* dan *Paper Folding and Surface Development Test* berbentuk ujian pengecaman objek dua-dimensi. Manakala pengecaman objek-objek tiga-dimensi digunakan untuk menilai kemahiran projekatif seseorang seperti ujian *Mental Cutting Test*, *Purdue Spatial Visualization Test*, *Purdue Spatial Visualization Test for Rotation*, *Mental Rotation Test* dan *Differential Aptitude Test for Space Relation*. Namun begitu, kebanyakan penyelidikan pendidikan berkaitan visualisasi telah menggunakan instrumen-instrumen ujian kemahiran projekatif berbanding ujian kemahiran topologikal kerana kecenderungan kursus-kursus grafik kejuruteraan masa kini memberi penekanan terhadap pemodelan tiga-dimensi.

Instrumen ujian *Minnesota Paper Form Board Test* (MPFBT) telah dibangunkan oleh Likert dan Quasha pada tahun 1941. Ujian MPFBT mengandungi 64 item di mana setiap item soalan mengandungi paparan berbentuk objek geometri dua-dimensi yang dipisahkan kepada beberapa bahagian. Setiap item soalan diikuti dengan lima pilihan jawapan berbentuk hasil cantuman bahagian-bahagian objek dua-dimensi tersebut dan calon dikehendaki memilih hanya satu jawapan yang tepat. Contoh item soalan dari ujian MPFBT seperti dalam Gambar rajah 2. Sementara itu, instrumen ujian *Paper Folding and Surface Development Test* (PFSDT) telah dibangunkan oleh Ekstrom, French dan Harman dalam tahun 1976 mengandungi dua bahagian iaitu ujian lipatan kertas dan ujian pengorakan permukaan. Ujian lipatan kertas menguji kebolehan seseorang memvisualkan rupa bentuk bentangan kertas selepas ianya dilipat beberapa kali secara mental dan dilubangkan bahagian tengah hasil lipatan (Contero, Naya, Company, Saorin dan Conesa, 2005). Mana kala ujian pengorakan permukaan menguji kebolehan seseorang memvisualkan rupa bentuk objek tiga-dimensi yang terhasil dari lipatan bentangan kertas dengan potongan tertentu.



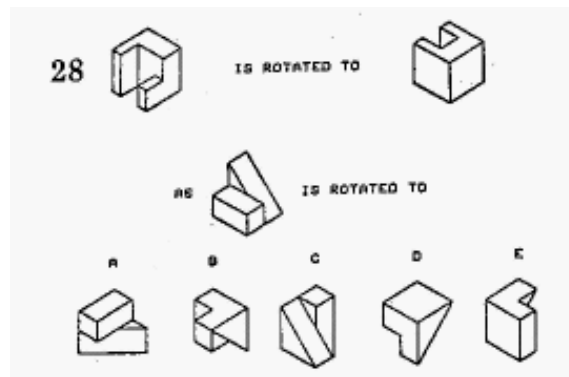
Gambar rajah 2

Instrumen ujian *Mental Cutting Test* (MCT) dibangunkan oleh Majlis Peperiksaan Kemasukan Kolej Amerika Syarikat pada tahun 1939 bertujuan sebagai satu peperiksaan kelayakan kemasukan ke universiti-universiti di Amerika Syarikat (Sorby, 1999). Ujian MCT mengandungi sebanyak 25 item soalan dan setiap item bermula dengan gambarajah objek tiga-dimensi dan dianggap dikerat pada satah tertentu. Calon dikehendaki mengenal pasti salah satu pandangan keratan daripada lima pilihan jawapan yang menggambarkan hasil keratan objek tersebut selepas dikerat kepada dua bahagian. Contoh item soalan dari ujian MCT adalah seperti dalam Gambar rajah 3.



Gambar rajah 3

Instrumen ujian *Purdue Spatial Visualization Test* (PSVT) telah dibangunkan oleh Roland Guay iaitu seorang Professor dari Universiti Purdue Amerika Syarikat pada tahun 1977. Ujian PSVT mengandungi tiga bahagian ujian iaitu ujian pengorakan, putaran dan pandangan. Ujian pengorakan dalam PSVT menguji kebolehan seseorang mengenalpasti bentuk pengorakan yang terhasil daripada gambarajah objek tiga-dimensi yang diberi. Sementara ujian putaran PSVT yang mengandungi 30 item soalan menguji kebolehan seseorang mengenalpasti bentuk objek tiga-dimensi yang telah diputar. Setiap item dalam ujian ini dimulakan dengan paparan objek kriteria dan diikuti dengan paparan objek yang sama tetapi dalam keadaan selepas diputar pada arah dan sudut putaran tertentu. Contoh item soalan dari ujian putaran PSVT adalah seperti dalam Gambar rajah 4

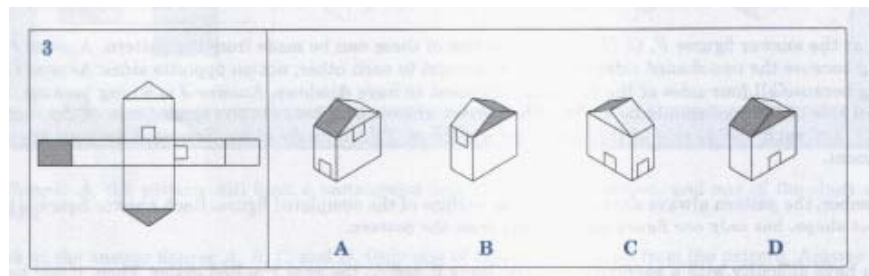


Gambar rajah 4

Mental Rotation Test (MRT) adalah salah satu instrumen ujian visualisasi yang sering digunakan dalam kajian-kajian grafik kejuruteraan. Instrumen ini telah dibangunkan oleh Vandenberg dan Kuse dalam tahun 1978 dan digunakan untuk menguji kebolehan seseorang dalam memutar secara mental sesuatu objek tiga-dimensi. Ujian ini

mengandungi 20 item soalan di mana setiap item dimulakan dengan gambar rajah kriteria dan diikuti dengan empat pilihan jawapan. Calon perlu mengenalpasti dua jawapan yang menggambarkan imej terputar bagi gambar rajah kriteria tersebut.

Differential Aptitudu Test for Space Relation (DAT:SR) juga merupakan salah satu ujian visualisasi yang sering digunakan bagi meramal kejayaan dalam kursus-kursus grafik kejuruteraan. Instrumen ujian DAT:SR telah dibangunkan pada tahun 1947 oleh Bennet, Seasharo dan Wesman bagi menguji kebolehan seseorang membayangkan bentuk objek tiga-dimensi yang terbentuk hasil dari lipatan kepingan kertas atau bentangan objek dua-dimensi. Ujian ini mengandungi 50 item dan setiap item soalan bermula dengan paparan bentangan objek dua-dimensi serta diikuti dengan empat objek tiga-dimensi sebagai pilihan jawapan. Calon hanya perlu mengenalpasti salah satu sahaja jawapan yang betul. Contoh item soalan dari ujian DAT:SR adalah seperti dalam Gambar rajah 5.



Gambar rajah 5

Hampir kesemua instrumen-instrumen ujian visualisasi di atas banyak digunakan dalam kajian-kajian visualisasi khususnya bagi bidang grafik kejuruteraan. Namun begitu terdapat juga beberapa instrumen ujian visualisasi lain yang boleh digunakan untuk tujuan menguji kebolehan seseorang dalam menggambarkan sesuatu objek dalam keadaan tertentu. Instrumen tersebut adalah seperti ujian *Picture Rotation Test (PRT)*, *Visualization Assessment (VA)*, *TVZ2002*, *Spatial Imagination Test* dan *Plan Interpretation Test*.

Ujian PRT telah dibangunkan oleh Hinze dan Quaiser-Pohl bertujuan untuk menguji kebolehan memutar secara mental sesuatu rangsangan visual kepada kanak-kanak pra-sekolah di Jerman. Menurut Quaiser-Pohl (2003), ujian PRT boleh digunakan untuk menilai perkembangan dan menguji kepintaran dalam kebolehan spatial. Di samping itu, PRT juga boleh digunakan sebagai ujian saringan awal bagi kanak-kanak yang lemah matematik atau yang mengalami disleksia.

Sementara itu ujian VA boleh digunakan untuk menentukan kebolehan visualisasi pelajar (Isham, 1997). Ujian VA telah dibangunkan oleh Isham pada tahun 1995 merupakan satu bentuk penilaian visualisasi berkomputer yang interaktif dan dilengkapi dengan animasi. Ujian ini mengandungi dua bahagian yang setiap satunya mempunyai sembilan item soalan. Bahagian pertama ujian VA menguji kebolehan seseorang menggambarkan rupa bentuk objek tiga-dimensi dari tiga pandangan utama ortografik yang diberikan. Manakala bahagian kedua ujian VA menguji kebolehan seseorang

mengenalpasti salah satu pandangan objek dua-dimensi yang tidak mewakili objek tiga-dimensi yang diberikan.

Instrumen ujian TVZ2002 diperkenalkan oleh Andanez dan Velasco (2004) boleh digunakan untuk menentukan kebolehan visualisasi seseorang. Ujian ini mengandungi 20 item soalan yang dipilih dari Bank item soalan visualisasi dan dibina berdasarkan teori kognitif. Ujian ini pernah digunakan ke atas 159 orang pelajar tahun pertama di beberapa universiti Brazil.

Gorska dan Juscakova (2003), telah membina dan menguji satu instrumen baru dalam menilai kebolehan spatial pelajar kejuruteraan awam di Poland dan Republik Slovak menerusi satu projek VEGA. Instrumen ujian tersebut dikenali sebagai *Spatial Imagination Test* (SIT). Secara spesifik, tujuan instrumen tersebut untuk menguji kebolehan seseorang pelajar kejuruteraan menggambarkan objek bergambar dalam ruang tiga-dimensi.

Instrumen ujian *Plan Interpretation Test* (PIT) dibangunkan oleh Abe dan Yoshida (1999) untuk menilai kebolehan visualisasi ruang seni binaan. Ujian PIT mengandungi 30 item soalan objektif dengan empat pilihan jawapan dan terdiri daripada 3 gambar foto bagi setiap 10 jenis bangunan kediaman persendirian. Ujian PIT digunakan untuk menguji kebolehan seseorang mengenali poin dan arah cahaya foto dalam pelan lantai bangunan yang diberikan.

Kesimpulan

Kemahiran visualisasi mempunyai pengertian yang pelbagai dalam bidang kejuruteraan. Namun asasnya adalah bersandarkan kepada pembentukan imej mental yang kemudiannya dikomunikasikan melalui cara tertentu. Kemahiran visualisasi sangat penting kepada pelajar-pelajar bidang kejuruteraan, khususnya pelajar bidang pendidikan teknik dan vokasional kerana mereka terlibat secara langsung dalam kursus-kursus berbentuk grafik kejuruteraan. Bagi menjadikan mereka jurutera masa hadapan yang berpengetahuan, berpengalaman dan berkualiti, maka kemahiran kognitif tahap tinggi ini haruslah dikembangkan sejak dibangku sekolah lagi. Manakala bagi tujuan menilai dan mentaksir tahap kemahiran visualisasi pelajar-pelajar pendidikan teknik dan vokasional, terdapat pelbagai instrumen ujian visualisasi yang boleh digunakan.

Rujukan

- Abe, H., & Yoshida, K. (1999). Measurement of Visualization Ability of Architectural Space. *Journal for Geometry and Graphics*, 3(2), 193-200.
- Adanez, G. P., & Velasco, A. D. (2004). Training Visualization Ability by Technical Drawing *Journal for Geometry and Graphics*, 8(1), 107-115.
- 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* (3 ed.). New York: McGraw-Hill.
- Contero, M., Naya, F., Company, P., Saorin, J. L., & Conesa, J. (2005). Improving Visualization Skills in Engineering Education. *IEEE Computer Graphics in Education*, 25(5), 24-31.
- Ferguson, E. S. (1992). *Engineering and the mind's eye*. London: The MIT Press.
- Field, B. W. (1999). A Course in Spatial Visualization. *Journal for Geometry and Graphics*, 3(2), 201-209.
- Gillespie, W. H. (1995). *Using Solid Modeling Tutorials to Enhance Visualization Skills.*, 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.
- Gorska, R. A., & Juscakova, Z. (2003). A Pilot Study of a New Testing Method for Spatial Abilities Evaluation *Journal for Geometry and Graphics*, 7(2), 237-246.
- 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 Dissert, Virginia Polytechnic Institute and State University, Blacksburg.
- Mack, W. E. (1994). The Effect of Training in Computer-Aided Design on the Spatial Visualization Ability of Selected Gifted Adolescents. *Journal of Industrial Teacher Education*, 31(2), 28-43.

- McGee, M. G. (1979). Human Spatial Abilities: Psychometric Studies and Environmental, Genetic, Hormon, and Neurological Influences. *Psychological Bulletin*, 86(5), 889-918.
- Medin, D. L., Ross, B. H., & Markman, A. B. (2005). *Cognitive Psychology* (4 ed.). New Jersey: John Wiley & Sons, Inc.
- Olkun, S. (2003). Making Connections: Improving Spatial Abilities with Engineering Drawings Activities. *International Journal of Mathematics Teaching and Learning*, 1-10.
- Quaiser-Pohl, C. (2003). The Mental Cutting Test "Schnitte" and the Picture Rotation Test-Two New Measures to Assess Spatial Ability. *International Journal of Testing*, 3(3), 219-231.
- Shepard, R. N. (1978). The Mental Image. *American Psychologist*, 33(2), 125-137.
- Sorby, S. A. (1999). Developing 3-D Spatial Visualization Skills. *Engineering Design and Graphics Journal*, 63(2), 21-32.
- Sorby, S. A., Drummer, T., Hungwe, K., & Charlesworth, P. (2005, June 12-15). *Developing 3-D Spatial Visualization Skills for Non-Engineering Students*. Paper presented at the 2005 American Society for Engineering Education Annual Conference & Exposition, Portland Oregon.
- Tarte, L. A. (1990). Spatial Skills, Gender, and Mathematics. In E. H. Fennema & G. C. Leder (Eds.), *Matematics and Gender* (pp. 27-59). New York: Teacher College Press.
- Wiebe, E. N. (1998). The Taxonomy of Geometry and Graphics. *Journal for Geometry and Graphics*, 2(2), 189-195.