

Formulasi Faktor Kualiti bagi Permarkahan Lukisan Kejuruteraan

Yuwaldi Away, Zarina Shukur, Mohd Juzaidin Abdul Aziz
dan Mohammad Asmady Dawari

ABSTRAK

Kertas kerja ini menerangkan reka bentuk dan implementasi satu alat permarkahan bagi Lukisan Kejuruteraan (LK) Mekanikal yang dilakukan secara automatik melalui penggunaan komputer. Satu prototaip Sistem Permarkahan Berbantuan Komputer Bagi Lukisan Kejuruteraan (SPBKLLK) dapat menggantikan proses permarkahan LK secara manual yang diamalkan sekarang. SPBKLLK dirangka bermula daripada pemodelan objek yang dijanakan daripada lukisan AutoCAD 2000 pengajar dan pelajar kepada bentuk fail DXF. Data geometri dicapai dan dibuat analisis perbandingan dengan cara membandingkan data geometri dari aspek persamaan dan perbezaan yang wujud daripada lukisan pengajar dan pelajar secara automatik dan separa automatik. Bagi proses secara automatik data empirikal dibandingkan bagi keperluan SPBKLLK menentukan permarkahan automatik berdasarkan kriteria-kriteria entiti objek lukisan, entiti objek tepat dan ukuran tepat. Manakala proses separa automatik menggabungkan manusia dalam menentukan permarkahan bagi ketepatan rupa bentuk berdasarkan kriteria maklumat visual. Hasil dapatan menunjukkan bahawa formulasi dan prototaip SPBKLLK dapat mengurangkan kadar kesilapan berbanding dengan permarkahan LK berkomputer yang diamalkan sekarang. Terbitan rumus-rumus yang memproses permarkahan secara kuantitatif didapati berhasil membantu sistem dalam pemberian markah yang lebih konsisten dan relevan adalah (1) formulasi markah bagi bilangan entiti objek, (2) formulasi markah bagi bilangan entiti objek tepat, (3) formulasi markah bagi bilangan entiti berukuran tepat, dan (4) formulasi markah rupa-bentuk tepat.

Katakunci: Lukisan Kejuruteraan, Sistem Permarkahan Berbantuan Komputer.

ABSTRACT

This work describes the design and implementation of an instrument for assessment that would enable Mechanical Engineering Drawing (MED) to be evaluated automatically by using the computer. A prototype of the Computer-Aided Marking System For Engineering Drawing System (CAMSEDS) could replace the existing manual marking process. The CAMSEDS framework begins from the display of objects that are generated from the lecturers' and learners' AutoCAD 2000 drawings that have been changed into the DXF files. The geometrical data are extracted and analyzed by comparing geometrical data from the lecturer's and the learner's drawing automatically or a semi-automatically for similarities and differences between them. In CAMSEDS, the empirical data is compared in order for the system to automatically evaluate

based on the following criteria: drawing entity, the entity of object accuracy and the accuracy of measurement. The semi-automatic analysis also involves manual assessment to evaluate the accuracy of a design based on visual information. The outcome show that CAMSEDS prototype would help in reducing marking errors, in comparison to the present manual assessment via computerized MED. The formulas for quantitative assessment that have been proven effective in making CAMSEDS assessment more relevant and consistent are (1) formulation of assessment for drawing entity (2) formulation of assessment for the entity of object accuracy. (3) formulation of assessment for the accuracy of measurement, and (4) formulation of assessment for visualization.

Keywords: *Mechanical Engineering Drawing, Computer-Aided Marking System*

PENGENALAN

Pembangunan sistem pemarkahan automatik diperlukan kerana ianya dapat menjimatkan masa dan menjadikan kerja-kerja pemarkahan lebih sistematik (Dalziel, 2000). Ianya juga dapat memperbaiki kelemahan yang didapati daripada pemarkahan manual kerana pemarkahan yang dilakukan oleh seorang pemeriksa itu mungkin bercorak sangat subjektif dan juga berbeza daripada seorang pemeriksa kepada pemeriksa yang lain. Unsur-unsur nasib dan prasangka boleh didapati dalam kaedah ini (Norhayati 1999). Bull (1999) mengulaskan pandangannya terhadap kepentingan pemarkahan automatik dengan menyatakan bahawa "*computer assisted assessment can be used to enhance the student learning experience, expand assessment processes and potentially provide efficiency gains for academic and support staff*".

Penyelidikan terhadap pemarkahan secara automatik telah lama berkembang bermula dari pemarkahan berangka (Berry 1966), perakaunan dan statistik (Temperly 1967), ujian berbentuk objektif (Groves 1967), pengaturcaraan (Benford et al. 1992; Foxley et al. 1996; Redish et al. 1986, 1987; Marth, 1994), teks dan esei (Batten 1994; Foxley et al. 1994; Holmes, 1986-1998) dan grafik (Tsintsifas 2002). Keperluan untuk pemarkahan automatik dalam pengaturcaraan lebih meluas jika dibandingkan dengan bidang lain, terutamanya untuk kursus pengaturcaraan. Kay et al. (1994) mewakili kebanyakan pendapat pendidik menyatakan bahawa telah tiba masanya untuk menyalurkan tenaga dan sumber untuk pembinaan alatan yang lebih mantap, fleksibel, mudah didapati untuk program prestasi automatik. Hakikatnya menilai kerja latihan pelajar dengan betul dan dipercayai melalui kaedah manual adalah sangat sukar.

Sebagaimana bidang lain, bidang pengajaran kejuruteraan tidak ketinggalan memerlukan alat bantuan pemarkahan. Lukisan kejuruteraan sebagai salah satu komponen asas dalam pengajian kejuruteraan, secara tabienya, boleh dimarkahkan secara automatik. Ini kerana pada masa kini, tabie pengajian lukisan kejuruteraan menyediakan persekitaran yang bersesuaian dalam pembinaan alat pemarkahan iaitu lukisan boleh disimpan dalam bentuk digital, guru menyediakan skema dan guru bersandarkan kepada ciri-ciri boleh ukur dalam menilai lukisan tersebut. Kertas ini membincangkan berkenaan reka bentuk, formulasi dan pembangunan Sistem Pemarkahan Berbantuan Komputer bagi Lukisan Kejuruteraan.

PEMARKAHAN LUKISAN KEJURUTERAAN

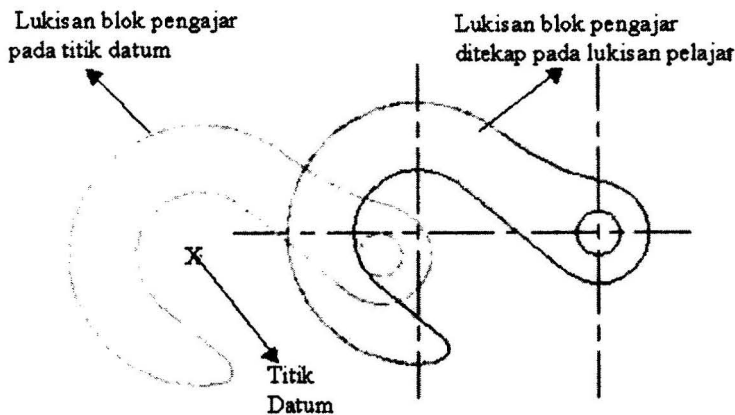
Lukisan kejuruteraan yang disediakan dengan pensil dan kertas, menurut Ishanuddin (2000) dinilai berdasarkan kepada: (1) Ketepatan (*accuracy*) iaitu menentukan sama ada lukisan yang dihasilkan menepati saiz ukuran dimensi yang telah ditetapkan pada soalan, (2) Kaedah (*method*) iaitu menentukan sama ada lukisan yang dihasilkan itu menggunakan kaedah yang betul dalam menghasilkan penyelesaian terhadap sesuatu lukisan. Contohnya penggunaan jangka-lukis, (3) Konsep lukisan iaitu menentukan sama ada lukisan yang dihasilkan menepati kepiawaian lukisan kejuruteraan, dan (4) Penggambaran (*visualization*) iaitu menentukan persembahan lukisan sama ada dalam bentuk dua dimensi, tiga dimensi, lukisan dari pandangan sudut ataupun keratan rentas bagi objek. Selain daripada itu, penekanan dalam melukis adalah berdasarkan kepada perkara-perkara berikut: (1) Kecepatan iaitu menentukan penggunaan masa yang betul semasa melukis, meneliti perkara-perkara yang penting dan menganggarkan had masa yang diperlukan untuk menyiapkan sesuatu soalan. Kebiasaannya masa yang diperlukan adalah 3 jam, (2) Kebersihan/kekemasan iaitu memastikan lukisan sentiasa kemas, bersih dan teratur untuk memudahkan pemeriksa memahami lukisan yang dihasilkan. Penggunaan alat yang betul, kedudukan lukisan yang sesuai dan kerja-kerja yang teratur adalah faktor utama yang menentukan kebersihan dan kekemasan sesuatu lukisan kejuruteraan.

Lukisan kejuruteraan yang menggunakan Reka bentuk Berbantu Komputer (RBK) adalah menyediakan lukisan kejuruteraan menggunakan perisian RBK. *AutoCAD 2000* adalah salah satu contoh perisian RBK. Terdapat pelbagai kaedah yang digunakan bagi menentukan pemarkahan lukisan kejuruteraan yang disediakan dengan menggunakan AutoCAD dan hampir semua kaedah yang digunakan mengambilkira ciri ketepatan lukisan sebagai asas utama dalam membuat penilaian. Ini berlaku kerana lukisan kejuruteraan berkomputer terhasil dalam dua bentuk media yang berbeza iaitu lukisan yang dihasilkan secara cetakan (kertas) dan secara digital (cakera liut). Bagi pemarkahan lukisan kejuruteraan yang dilakukan melalui hasil cetakan, pengajar hanya dapat membuat penilaian berdasarkan pengukuran pada hasil lukisan yang dicetak. Selain daripada itu, kaedah tepak juga digunakan bagi mempercepatkan proses penyemakan dengan membandingkan lukisan pengajar dengan lukisan pelajar pada kertas lutsinar bagi tujuan pemarkahan. Kaedah ini agak terbatas, pengajar tidak dapat menguji penguasaan pelajar dalam mengendalikan aplikasi RBK kerana ianya tidak dapat mengesan kesilapan yang berlaku pada lukisan seperti titik persilangan sama ada bersambung atau tidak, penyemakan terhadap entiti objek lukisan yang bertindihan dan juga penggunaan lapisan lukisan yang betul. Oleh itu, bagi pemarkahan lukisan kejuruteraan yang dilukis menggunakan RBK, lukisan yang dihasilkan dalam bentuk digital lebih efisien kerana berbagai-bagai entiti boleh dikesan dan pemarkahan juga boleh diuji berdasarkan kepada kemahiran pelajar melukis dan mengendalikan aplikasi RBK. Melalui kaedah penilaian berasaskan maklumat digital, lebih banyak entiti yang dapat dikesan seperti memberikan markah berdasarkan kepada senarai sejarah, iaitu sejarah pelakaran lukisan pelajar, pemarkahan terhadap objek-objek yang berada pada lapisan yang betul, penyemakan titik persilangan serta penyemakan terhadap entiti objek yang bertindihan. Kaedah tepak juga

dapat turut dilakukan dengan membuat blok pada lukisan piawai kemudian blok tersebut ditekap pada lukisan pelajar secara berkomputer dan pemarkahan diberi daripada pemerhatian secara manual oleh pengajar.

Rajah 1 menunjukkan contoh pemarkahan lukisan kejuruteraan berkomputer yang dipraktikkan oleh pengajar di Malaysia France Institute (MFI). Proses pemarkahan dijalankan dengan cara mengumpul hasil lukisan yang telah disimpan dalam disket. Kemudian pengajar membuat penyemakan dengan membuka setiap satu hasil kerja pelajar kemudian dibuat perbandingan dengan lukisan pengajar yang telah disimpan dalam komputer dalam bentuk blok kemudian proses tindanan atau tekap dilakukan. Hasil proses tekap ini, pemarkahan diberikan berdasarkan kepada titik datum lukisan, ketepatan lukisan dan penggambaran lukisan. Kesemua pemarkahan ini dilakukan berdasarkan pandangan mata dan menggunakan konsep anggaran.

Berdasarkan Rajah 1, didapati lukisan pelajar jauh tersasar dari titik datum secara mendatar oleh itu pelajar ini tidak memperolehi markah bagi titik datum. Sementara itu markah ketepatan objek lukisan dianggarkan oleh pengajar ialah 9 daripada 10, manakala markah penuh diberikan terhadap penggambaran objek lukisan.



RAJAH 1. Pemarkahan Lukisan Kejuruteraan Digital (RBK)

FAKTOR KUALITI BAGI LUKISAN KEJURUTERAAN

Bagi menjayakan satu sistem pemarkahan automatik, faktor kualiti bagi subjek tersebut perlu boleh diukur secara numerik. Perbincangan dalam bahagian 2, menunjukkan bahawa faktor yang dipertimbangkan dalam menilai kualiti lukisan kejuruteraan adalah: (1) ketepatan, (2) kaedah, (3) konsep lukisan, (4) penggambaran, dan (5) penekunan, (6) kecepatan dan kebersihan/kekemasan.

Kehadiran RBK menyebabkan faktor penekunan yang kedua iaitu kekemasan, faktor kaedah dan faktor konsep lukisan boleh diabaikan. Faktor kaedah melibatkan penggunaan alat, manakala faktor konsep lukisan pula melibatkan simbol-simbol yang piawai yang sudah sememangnya disediakan oleh RBK. Manakala faktor penekunan yang pertama iaitu kecepatan sudah pasti lebih mudah dinilai dengan adanya kemudahan komputer. Faktor penggambaran pula sesuatu yang boleh diukur tetapi melibatkan kekompleksan dalam formulasinya. Manakala faktor ketepatan adalah faktor yang penting dan lebih praktikal untuk diukur.

Dengan wujudnya RBK, ini memudahkan lagi proses penilaian iaitu dengan menggunakan konsep kaedah tekap. Asas kepada kaedah ini ialah perbandingan antara jawapan pelajar terhadap model jawapan guru. Sehubungan itu, kajian ini mempertimbangkan formulasi bagi faktor boleh ukur dalam menilai lukisan kejuruteraan. Faktor tersebut ialah faktor ketepatan dan penggambaran. Unsur ketepatan yang terdapat pada lukisan kejuruteraan berkomputer adalah: (1) perbandingan bilangan bagi setiap entiti objek pelajar terhadap bilangan bagi setiap entiti objek model jawapan, (2) perbandingan bilangan bagi setiap entiti objek yang mempunyai atribut yang sama dengan model jawapan terhadap bilangan bagi setiap entiti objek model jawapan, (3) perbandingan bilangan bagi setiap entiti objek yang mempunyai kedudukan yang sama dengan entiti objek, (4) ukuran akan digunakan sebagai pemarkahan kepada penilaian awal, sementara unsur penggambaran iaitu objek visual sebagai sokongan dalam membuat keputusan kepada ketepatan rupabentuk bagi pemarkahan penilaian akhir. Formulasi faktor ini digunakan sebagai proses utama dalam senibina Sistem Pemarkahan Berbantuan Komputer bagi Lukisan Kejuruteraan.

FORMULASI PEMARKAHAN DAN PENGUJIAN MODEL

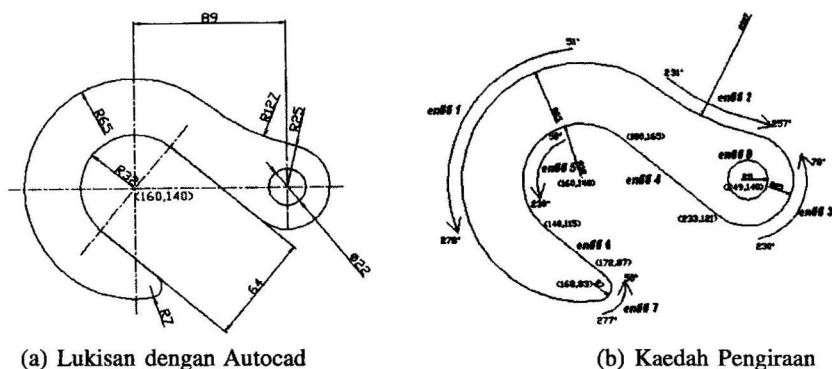
Dari penyelidikan yang dilaksanakan didapati beberapa hasil penting diantaranya adalah formulasi markah entiti objek, pemarkahan entiti objek tepat, markah ukuran tepat, markah rupabentuk tepat, contoh pengiraan, proses pengujian model cangkuk dan hasil pengekrakan dan pemarkahan model cangkuk. Berikut dibincangkan perkara-perkara tersebut.

FORMULASI MARKAH BAGI BILANGAN ENTITI OBJEK

Formulasi markah entiti objek merupakan kriteria pemberat yang diberikan terhadap entiti objek akan dipecahkan mengikut jenis entiti objek. Pemberat ini ditentukan dengan cara seperti yang dinyatakan dalam rumus (1). Ini bertujuan memberi keseimbangan kepada pemarkahan bagi jenis entiti objek sekiranya didapati nilai bilangan jenis entiti objek bagi objek lukisan pelajar melebihi daripada pengajar seperti yang dinyatakan dalam rumus (2), kes seumpama ini disebabkan wujudnya entiti asing ataupun entiti yang bertindih yang perlu didenda, proses denda hanya melibatkan jenis entiti objek tersebut tanpa melibatkan jenis entiti objek yang lain, misalnya denda terhadap jenis entiti objek garisan sahaja, ianya tidak akan melibatkan jenis entiti bulatan ataupun lengkungan. Tahap maksimum proses denda yang dikenakan sehingga mencecah nilai sifar. Jika nilai bilangan jenis entiti objek pelajar kurang berbanding dengan entiti objek pengajar maka rumus (3) digunakan. Berikut adalah rumus-rumus yang berkaitan sehingga kepada terbitnya markah entiti objek seperti yang dinyatakan dalam rumus (4).

- a. Penentuan pecahan pemberat berdasarkan jenis entiti objek terhadap pemberat yang diberikan bagi entiti objek.

$$P_e = \frac{N_t}{\sum N_t} \times P_1 \quad (1)$$



RAJAH 2. Proses Formulasi SPBKLK untuk objek cangkuk

dengan P_e = Pemberat jenis entiti objek, P_i = Pemberat yang diberikan bagi entiti objek, dan N_i = Bilangan jenis entiti objek pengajar,

Contohnya bagi kes objek cangkuk (Rajah 2) yang mempunyai nisbah garisan, lengkungan dan bulatan ialah 2:5:1 bagi entiti objek lukisan pengajar, sementara 3:4:1 bagi entiti objek pelajar. Contoh, andaikan model jawapan guru dan jawapan pelajar terdapat 3 jenis entiti objek yang wujud dalam lukisan model jawapan iaitu garis, bulatan dan lengkungan. Andaikan pemberat bagi masing-masing entiti-entiti tersebut adalah masing-masing 10. Lukisan tersebut mengandungi 2 entiti garis, 5 entiti lengkungan dan 1 entiti bulatan. Maka pecahan pemberat adalah seperti berikut:

$$P_{\text{garis}} = \frac{2}{2+5+1} \times 10 = 2.5 \quad P_{\text{lengkungan}} = \frac{5}{2+5+1} \times 10 = 6.25,$$

$$P_{\text{bulatan}} = \frac{1}{2+5+1} \times 10 = 1.25.$$

1. Penentuan markah bagi setiap jenis entiti objek berdasarkan bilangan jenis entiti bagi pelajar berbanding dengan model jawapan.

$$\text{Jika } N_s > N_t \text{ maka } M_e = \frac{N_i - (N_s - N_t)}{N_i} \times P_e. \quad (2)$$

$$\text{Jika sebaliknya, } M_e = \frac{N_s}{N_i} \times P_e, \quad (3)$$

dengan M_e = Markah bagi setiap jenis entiti objek, N_s = Bilangan jenis entiti objek pelajar, N_i = Bilangan jenis entiti objek pengajar, dan P_e = Pemberat jenis entiti objek.

Contoh, bersambung daripada contoh sebelum ini, andaikan pula jawapan pelajar adalah bilangan objek garis pelajar lebih banyak daripada objek garis pengajar ($N_s > N_i$) maka gunakan formula (2) sebaliknya formula (3). Ini bermakna lukisan pelajar tersebut mengandungi 3 entiti garis, 4 entiti lengkungan dan 1 entiti bulatan. Maka markah bagi setiap entiti objek adalah seperti berikut:

$N_s > N_t$ untuk objek garis

$$M_{\text{garis}} = \frac{2-(3-2)}{2} \times 2.5 = 1.25,$$

dan $N_s < N_t$ untuk objek lengkungan dan bulatan

$$M_{\text{lengkungan}} = \frac{4}{5} \times 6.25 = 5 \quad M_{\text{bulatan}} = \frac{1}{1} \times 1.25 = 1.25.$$

- b. Penentuan markah bagi entiti objek adalah jumlah kepada jenis entiti objek. Oleh itu,

$$\text{Markah Entiti Objek } (M_o) \quad M_o = \sum M_e. \quad (4)$$

Contoh, bersambung daripada contoh sebelum ini, maka markah yang didapati oleh pelajar tersebut bagi bilangan entiti objek adalah 7.5 daripada 10.

FORMULASI MARKAH BAGI BILANGAN ENTITI OBJEK TEPAT

Pemarkahan bagi bilangan entiti objek tepat adalah kesinambungan daripada pemarkahan bilangan entiti objek. Jika dalam pemarkahan bilangan entiti objek, fokus adalah kepada bilangan entiti pelajar terhadap model jawapan. Penentuan markah bagi bilangan entiti objek yang tepat ini pula berasaskan kepada bilangan entiti objek pelajar yang mempunyai nilai atribut kedudukan yang sama dengan model jawapan.

$$\text{Markah Entiti Objek Tepat, } M_{ao} = \frac{N_{ao}}{N_t} \times P_2, \quad (5)$$

dengan P_2 = Pemberat yang diberikan bagi entiti objek tepat, N_{ao} = Bilangan nilai entiti objek yang sama di antara pengajar dan pelajar, dan N_t = Bilangan keseluruhan jenis entiti objek pengajar

Contoh: Masih lagi kita merujuk contoh yang sama, andaikan pemberat bagi entiti objek tepat (P_2) ialah 10. Dengan membandingkan jawapan pengajar dan pelajar, jika entiti objek jawapan pelajar yang sama kedudukan dengan model jawapan pengajar (N_{ao}) adalah 3 misalnya entiti bulatan daripada 8 bilangan keseluruhan jenis entiti objek pengajar (N_t). Manakala yang lain semuanya tidak sama.

$$M_{ao} = \frac{N_{ao}}{N_t} \times P_2 = \frac{3}{8} \times 10 = 3.75.$$

Maka perjumlahan markah bagi bilangan entiti objek tepat ialah 3.75 daripada 10.

FORMULASI MARKAH BAGI BILANGAN ENTITI BERUKURAN TEPAT

Markah bagi ketepatan entiti objek ini dirujuk kepada kedudukan objek lukisan yang dihasilkan oleh pelajar berbanding dengan pengajar. Tetapi

markah ketepatan ukuran tidak mengambil kira kedudukan objek, ianya lebih anjal dan bebas kerana ukuran bagi setiap entiti objek akan sama walau di mana kedudukannya dalam objek lukisan. Penentuan markah ketepatan ukuran berasaskan kepada bilangan ukuran bagi entiti yang tepat di antara jawapan pelajar dan model jawapan.

$$\text{Markah Ketepatan Ukuran, } M_{am} = \frac{N_{am}}{N_t} \times P_3, \quad (6)$$

dengan P_3 = Pemberat yang diberikan bagi ketepatan ukuran, N_{am} = Bilangan nilai entiti objek yang sama di antara pengajar dan pelajar, dan N_t = Bilangan jenis entiti objek pengajar

Contoh: Andaikan pemberat untuk entiti berukuran tepat (P_3) ialah 10. Dengan menggunakan contoh yang sama kita boleh kira markah bagi entiti jawapan pelajar yang berukuran tepat dengan model jawapan. Jika terdapat enam entiti yang berukuran tepat (N_{am}) daripada 8 bilangan jenis entiti objek pengajar (N_t), maka markah ketepatan ukuran:

$$M_{am} = \frac{N_{am}}{N_t} \times P_3 = \frac{6}{8} \times 10 = 7.5$$

Maka markah keseluruhan bagi entiti berukuran tepat ialah 7.5 daripada 10.

MARKAH RUPA BENTUK TEPAT

Sehingga ini, tiga formula telah dibina bagi mewakili nilai ketepatan lukisan kejuruteraan. Dengan menggunakan contoh yang diberikan, maka markah keseluruhan pelajar bagi faktor ketepatan lukisan tersebut ialah 18.75 daripada 30 iaitu 62.5%. Kita namakan ini sebagai markah teknikal. Namun, markah ini bukanlah yang terakhir. Faktor ketepatan lukisan yang terakhir diberikan hanya setelah ia dipersetujui oleh pengajar. Faktor ini dinamakan pemarkahan rupa bentuk tepat. Ketepatan rupa bentuk merupakan pemarkahan yang dilakukan secara separa automatik kerana ianya melibatkan pengguna dalam membuat pilihan bagi menentukan keputusan dalam pemarkahan ini. Pilihan dibuat berdasarkan kepada ketepatan ukur-lilit dan objek visual yang dipaparkan. Penentuan markah ketepatan rupa bentuk berasaskan kepada formula umum berikut dengan pemberat P_4 adalah berdasarkan empat pilihan yang dinyatakan.

$$M_{teknikal} = \frac{M_o + M_{ao} + M_{am}}{\sum P_e + P_2 + P_3} \times 100\%, \quad (7)$$

$$M_{akhir} = M_{teknikal} \times P_4. \quad (8)$$

Penentuan markah ketepatan rupabentuk berasaskan dengan pemberat P_4 berikut :

1. Objek sama: $P_4 = 100\%$; Penentuan bagi objek sama dipilih apabila nilai beza ukur lilit = 0 dan objek visual sama.

2. Objek hampir sama: P_4 disetkan oleh pengajar; Penentuan bagi objek hampir sama dipilih apabila nilai beza ukur lilit memberi bacaan pada kadar peratusan kurang daripada 10 % dan objek visual sama.
3. Objek hampir tidak sama: P_4 disetkan oleh pengajar; Penentuan bagi objek hampir tidak sama dipilih apabila nilai beza ukur lilit memberi bacaan pada kadar peratusan lebih daripada 10 % dan objek visual sama.
4. Objek tidak sama: $P_4 = 0$ %; Penentuan bagi objek tidak sama dipilih apabila nilai beza ukur lilit = 0 atau memberi bacaan tetapi objek visual tidak sama.

Contoh: Bagi contoh yang sama, pengajar akan dipaparkan kedua-dua secara bersebelahan dengan jawapan pelajar. Selain itu, nilai peratusan bagi perbezaan ukur lilit akan diberikan. Pengajar akan membuat keputusan sama ada jawapan pelajar berada dalam kategori objek sama, objek hampir sama, objek hampir tidak sama atau objek tidak sama. Andaikan pertimbangan pengajar bagi visualisasi tersebut adalah objek hampir tidak sama dan P_4 adalah 33%. Maka jawapan terakhir yang didapati oleh pelajar tersebut ialah:

$$\text{Markah} = 62.5 \times 33\% = 20.625 \%$$

Bagi melaksanakan pemarkahan entiti objek, pemarkahan diberi mengikut jenis entiti objek yang wujud pada sesebuah lukisan. Ini bermakna pembahagian markah mengikut nisbah bilangan entiti objek yang wujud bagi setiap garisan, lengkungan dan bulatan. Contohnya bagi kes objek cangkuk yang mempunyai nisbah garisan, lengkungan dan bulatan ialah 2:5:1 bagi entiti objek lukisan pengajar sementara 3:4:1 maklumat dan markah bagi entiti objek lukisan pelajar ditunjukkan secara lengkap pada Jadual 1. Seperti yang dinyatakan di peringkat awal, kesemua pemberat boleh diubah suai mengikut kekuatan kriteria yang hendak diuji.

Pada modul ini, pelaksanaannya dibuat dengan menggunakan kesemua maklumat yang telah dianalisa bagi mengeluarkan markah. Setiap pemarkahan yang dinyatakan telah pun mengambil kira keperluan asas yang berkaitan dengan pemarkahan bagi LK. Pemarkahan boleh ditentukan mengikut kehendak pengguna dengan membenarkan pengguna menentukan pemberatan terhadap kriteria yang hendak diuji. Bagi kriteria ketepatan rupa bentuk hanya objek hampir sama dan objek hampir tidak sama saja diambil kira, ini kerana bagi objek sama sistem menganggapkan markah yang layak dinilai adalah 100 % dan begitu juga objek yang tidak sama ditetapkan kepada 0 %. Seperti yang dinyatakan sebelum ini pemarkahan bagi ketepatan rupa bentuk akan dinilai berdasarkan kepada maklumat beza peratusan ukur lilit dan visual objek lukisan sebagai proses muktamad dalam menentukan pemarkahan LK. Dalam sistem ini, nilai pemberat dibangunkan sebagai nilai pemboleh ubah. Berikut adalah kriteria-kriteria yang dicadangkan dan peratusan pemberat yang dibuat oleh pengkaji bagi kes ini dinyatakan dalam Jadual 2.

IMPLEMENTASI FORMULA

Formula pengukuran ketepatan bagi lukisan kejuruteraan yang dibincangkan di atas telah diimplementasi dalam Sistem Permarkahan Berbantuan Komputer bagi Lukisan Kejuruteraan (SPBKLLK). Rajah 3 menunjukkan secara

JADUAL 1. Jadual Menerbitkan Markah

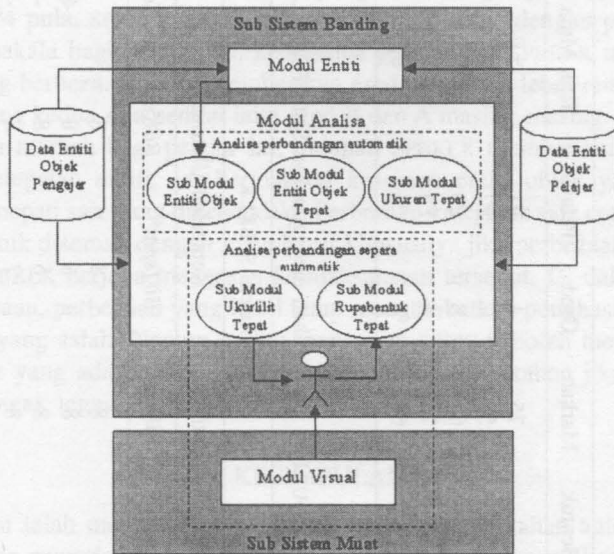
Objek Lukisan	Pengajar			Pelajar		
Pembolehubah Entiti objek	N_t			N_s		
Bilangan Entiti Objek	Garisan	Lengkungan	Bulatan	Garisan	Lengkungan	Bulatan
	2	5	1	3	4	1
$\sum N_t$	8			8		
P_1	10 %					
$P_e = \frac{N_t}{\sum N_t} \times P_1$	2.5 %	6.25 %	1.25 %			
$M_e = \frac{N_s - (N_s - N_t)}{N_t}$	(Jika $N_s > N_t$)			1.25 %		
$M_e = \frac{N_s}{N_t} \times P_e$	(Jika sebaliknya)				5 %	1.25 %
$\sum M_e$ (Markah Entiti)				7.5 %		
$M_{ao} = \frac{N_{ao}}{N_t} \times P_2$				3.75%		
$M_{am} = \frac{N_{am}}{N_t} \times P_3$				7.5 %		
$M_{teknikal} = \frac{M_o + M_{ao} + M_{om}}{\sum P_e + P_2 + P_3} \times 100\%$				62.5%.		
$M_{akhir} = M_{teknikal} \times P_4$				Jika $P_4 = 33\%$, maka 20.625 %		

JADUAL 2. Jadual penentuan pemberat terhadap kriteria yang hendak diuji

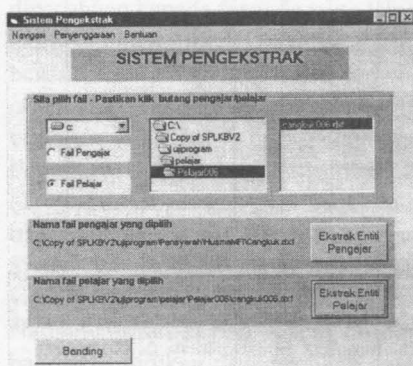
Bil	Pemberat	Nilai
1	Entiti Objek	10 %
2	Entiti Objek Tepat	20 %
3	Ukuran Tepat	70 %
4	Objek Hampir Sama	90 %
5	Objek Hampir Tidak Sama	50 %

umum senibina SPBKLLK. Input kepada sistem ini ialah: (1) Jawapan pelajar, (2) Model Jawapan; disediakan oleh guru, (3) Pemberat; kriteria yang mahu dipertimbangkan dan ditentukan oleh guru. Manakala outputnya ialah satu nilai numerik yang mewakili markah bagi penilaian yang telah dilakukan. Rajah 4 pula menunjukkan antara muka sistem yang telah siap dibina.

SPBKLLK terdiri daripada lima modul iaitu modul ekstrak, modul visual, modul entiti, modul analisa dan modul markah (Rajah 3). Lukisan pelajar dan lukisan model jawapan yang berformat DXF perlu diekstrak terlebih dahulu bagi mendapatkan entiti-entiti berkaitan. Kemudian entiti ini akan dibanding dan dianalisa menggunakan formula yang telah dijelaskan sebelum ini. Berdasarkan perbandingan dan penganalisaan ini, markah teknikal akan dihasilkan. Pengguna menetapkan secara bebas apakah kriteria yang hendak diuji dalam pemarkahannya. Markah akhir dihasilkan dengan melibatkan peranan pengajar iaitu dengan memaparkan kedua-dua gambar bagi mendapatkan markah rupa bentuk tepat.



RAJAH 3. Senibina SPBKLLK



(a) Ekstrak Fail Pengajar dan Pelajar



(b) Hasil Pemarkahan

RAJAH 4. Implementasi Sistem Pemarkahan

JADUAL 3. Pemarkahan secara manual

Penilai 1						Penilai 2					
Pelajar	Titik Mula	Ketepatan	Bentuk	Markah	Gred	Pelajar	Titik Mula	Ketepatan	Bentuk	Markah	Gred
P1	5	10	0	75	A	P1	5	10	4	95	A
P2	0	10	1	55	C	P2	0	8	1	45	D
P3	0	10	3	65	B	P3	0	10	4	70	B
P4	0	10	5	75	A	P4	0	9	4	65	B
P5	0	10	3	65	B	P5	0	10	5	75	A

JADUAL 4. Pemarkahan menggunakan Sistem SPBKLK

Sistem SPBKLK										
Pelajar	Jumlah Entiti		Ketepatan Entiti		Ketepatan Ukuran		Ketepatan Bentuk		Markah	Gred
	BilPeng	BilPelj	BilTepat	BilKes	BilTepat	BilKes	Keliling	Bentuk		
P1	8	8	6	8	8	8	0	objek sama	98	A
P2	8	11	0	8	6	8	-89.41	objek hampir sama	61	C
P3	8	8	0	8	6	8	-5.42	objek hampir sama	68	B
P4	8	8	0	8	7	8	-0.01	objek hampir sama	74	B
P5	8	8	0	8	3	8	-0.2	objek hampir sama	47	D

PENGUJIAN SISTEM

Pengujian sistem peringkat pengguna dilakukan untuk melihat ketrampilan pemarkahan yang dilakukan oleh SPBKLLK berbanding pemarkahan yang dibuat secara manual (oleh guru sebenar). Dalam pengujian ini, lukisan objek cangkuk telah dihasilkan oleh 5 orang pelajar dari Malaysia France Institute. Kelima-lima lukisan tersebut dimarkahkan secara manual oleh dua orang penilai dan juga oleh SPBKLLK. Pemarkahan oleh kedua-dua penilai mengambikira titik mula pelukisan (5 markah), ketepatan (10 markah) dan bentuk objek (5 markah) secara manual. Jumlah keseluruhan markah kemudiannya diskalakan kepada 100. Selepas itu, gred dihasilkan. Markah yang telah diberikan oleh kedua-dua penilai tersebut adalah seperti yang ditunjukkan pada Jadual 3. Manakala hasil penilaian dengan menggunakan sistem SPBKLLK pula adalah seperti yang ditunjukkan pada Jadual 4.

Daripada Jadual 3 dan Jadual 4, kedua-dua penilai dan SPBKLLK memberikan gred yang sama untuk pelajar P1 dan P3. Manakala untuk pelajar P2, SPBKLLK memberikan gred yang sama dengan penilai 1 dan untuk pelajar P4 pula, SPBKLLK memberikan gred yang sama dengan penilai 2.

Manakala bagi pelajar P5, kedua-dua penilai dan SPBKLLK memberikan gred yang berbeza. SPBKLLK memberikan gred yang jauh lebih rendah iaitu D berbanding kedua-dua penilai iaitu gred B dan A masing-masing. Jika dilihat perincian markah bagi pelajar ini, didapati SPBKLLK memberikan markah 0 untuk ketepatan entiti. Ini bermaksud kesemua entiti objek yang dilukis tidak menepati saiz yang dikehendaki. Perbezaan ketepatan saiz entiti memang sukar untuk disemak dengan mata kasar khususnya jika perbezaan itu terlalu kecil. SPBKLLK berjaya mengesan ketidaksaan tersebut. Di dalam lukisan kejuruteraan, perbezaan yang kecil tetap mengakibatkan penghasilan produk sebenar yang salah. Namun begitu, pengguna SPBKLLK boleh mengubahsuai pemberat yang ada bagi mana-mana komponen pemarkahan jika dirasakan SPBKLLK agak tegas.

KESIMPULAN

Kertas ini telah menjelaskan keperluan kepada pemarkahan automatik dan bagaimana pemarkahan lukisan kejuruteraan boleh diautomasikan. Beberapa faktor pemarkahan dikenal pasti dan faktor ketepatan dipilih untuk diformulasikan kerana ianya lebih praktikal. Formulasi tersebut telah dipecahkan kepada formula yang lebih kecil adalah (1) Formulasi pemarkahan dan pengujian model terdiri daripada (a) Penentuan pecahan pemberat berdasarkan jenis entiti objek terhadap pemberat yang diberikan bagi entiti objek, (b) Penentuan markah bagi setiap jenis entiti objek berdasarkan bilangan jenis entiti bagi pelajar berbanding dengan model jawapan, (c) Penentuan markah bagi entiti objek adalah jumlah kepada jenis entiti objek. (2) Formulasi markah bagi bilangan entiti objek tepat. (3) Formulasi markah bagi bilangan entiti berukuran tepat. dan (4) markah rupa bentuk tepat. Sistem yang dibangunkan ini masih terhad kepada objek-objek 2 dimensi yang berasaskan objek primitif seperti garisan, bulatan dan lengkungan. Namun formulasi dan sistem ini dapat dijadikan sebagai asas yang kukuh bagi penyelidikan di masa akan datang untuk pemarkahan objek 2 dimensi yang kompleks atau objek 3 dimensi.

RUJUKAN

- Batten, E. 1994. New Computer Grading Of Student Prose, Using Modern Concept And Software. *Journal Of Experimental Education*, 62 (2): 127-142
- Benford, S., Burke, E. dan Foxley, E. 1992. Courseware To Support The Teaching Of Programming, Proceedings Of The Conference On Developments In The Teaching Of Computer Science, University of Kent :158-166
- Berry, R.E. 1966. Grader Programs. *The Computer Journal* 9 (3) : 252-256.
- Bull, J. 1999. Update On The National TLTP3 Project : The Implementation And Evaluation Of Computer Assisted Assessment, Keynote. Proceedings Of The 3rd Annual Computer Assessment Conference, Loughborough, UK.
- Dalziel, J. 2000. Integrating computer assisted assessment with text books and questions banks. Department of Psychology, University of Sydney, Australia and WebMCQ, Pty. Ltd. Presentation for 4th CAA Conference, University of Loughborough.
- Foxley, E. dan Lou B. 1994. A Simple Text Automatic Marking System, AI And Simulation Of Behaviour, Conference Computational Linguistics For Speech And Handwriting Recognition, Leeds University, UK
- Foxley, E., Higgin, C. dan Gibbon, C. 1996. The Ceilidh System. A General Overview, Learning Technology Report, Computer Science Department, University of Nottingham, UK
- Groves, P.D. 1967. Marking and Evaluating Class Tests and Examinations by Computer. *The Computer Journal* 10 : 365-367
- Holmes, M. (1986-1998). Markin32 Version 1.4.2 Pada : <http://www.netshopper.co.uk/creative/education/languages/martin/markin.htm> , 22 Julai 2001
- Ishanuddin Husin. 2000. Kursus Peningkatan Ilmu Dalam P&P, Lukisan Kejuruteraan SPM (Pembinaan Item) Anjuran Panitia SMT di SMT Kelang. April 2000.
- Kay, D., Scott, T., Isaacson, P. dan Reek K. 1994. Automated Grading Assistance For Student Programs, Selected Papers Of The 25th Annual SIGCSE Symposium On Computer Science Education, Phoenix, AR USA : 381-382
- Marth, U.V. 1994. *Kassandra, the automatic grading system*. Institute of Advance Computer study, University of Maryland, College Park, Switzerland.
- Norhayati Mat Kassim. 1999. Sistem Pemarkahan Tugas Berkomputer. Tesis Sarjana FTSM, UKM.
- Redish, K.A. dan Smyth, W.F 1986. Program Style Analysis: A Natural By-Product Of Program Compilation. *Communications Of The ACM* 29 (2) : 126-133
- Redish, K.A. dan Smyth, W.F 1987. Evaluating Measures Of Program Quality. *The Computer Journal* 30(3) : 228-232
- Temperly, J.F. dan Smith, B.W. 1967. A Grading Procedure for PL/1 Student Exercises. *The Computer Journal* 10 : 368-373.
- Tsintsifas A. 2002. Diagram Base - Computer Base Assessment. Ph. D. Thesis, Computer Science Department, The University of Nottingham, UK.