

KONSTRUK REKABENTUK BERBANTU KOMPUTER DALAM PENJANAAN IDEA INOVASI

Anwar Hamid Pa, Aede Hatib Musta'amal, Mohd Khatta Jabor

ABSTRAK

Asas kepada pembinaan instrumen iaitu Jadual Spesifikasi Konstruk (JSK) Rekabentuk Berbantu Komputer (RBK) dan hubungannya dengan penjanaaan idea inovasi dalam rekabentuk produk telah dibina berdasarkan teori-teori penjanaaan idea, definisi operasi dan sumber kajian-kajian terdahulu dari dalam dan luar negara. Kajian awal melalui pemerhatian, kajian literatur, temubual berstruktur telah dijalankan untuk mengenalpasti konstruk-konstruk dalam RBK yang mempunyai hubungan dengan penjanaaan idea inovasi dalam rekabentuk produk diperingkat awal proses rekabentuk produk. Kesahan JSK adalah daripada dua orang pakar bidang RBK dan kemudiannya dianalisis menggunakan kaedah Cohen Kappa. Pekali persetujuan yang diperolehi adalah pada ukuran $k = .786$ (92%, $p < .0005$) iaitu pada tahap baik untuk digunakan sebagai asas kepada instrumen yang akan dibina. Kajian rintis secara kualitatif dengan kaedah '*think aloud protocol*' kemudiannya telah dijalankan terhadap empat pelajar kejuruteraan mekanikal di salah sebuah Kolej Komuniti KPM yang menggunakan RBK dalam proses rekabentuk produk bagi menentukan konstruk dan sub konstruk serta hubungannya dengan penjanaaan idea inovasi. Konstruk-konstruk dalam RBK yang dikenalpasti adalah terdiri dari empat rangka konstruk utama iaitu *pembinaan model pepejal*, *simulasi model*, *manipulasi model* dan *visualisasi model*. Dapatan kajian mendapati empat konstruk

tersebut kerap digunakan dalam RBK yang terbukti berpotensi dapat menjana idea-idea inovasi dalam rekabentuk produk.

(Kata kunci: Penjanaaan Idea, Rekabentuk Berbantu Komputer – *RBK*, Produk Inovasi, Jadual Spesifikasi Konstruk-*JSK*)

PENGENALAN

Keupayaan RBK untuk digunakan diperingkat awal proses rekabentuk selain daripada kaedah lakaran tradisional untuk menjana idea sering diperdebatkan sejak akhir-akhir ini. Sejak bermulanya penggunaan RBK dalam rekabentuk produk bagi menggantikan kaedah konvensional(kertas dan papan lukisan), RBK dikatakan tidak sesuai sebagai medium penjanaaan idea diperingkat awal proses rekabentuk produk(Bilda & Demirkan, 2003). Hal ini adalah kerana fasilitinya hanya sesuai untuk kegunaan diperingkat akhir proses rekabentuk iaitu untuk perincian dan dokumentasi produk(Veisz, Namouz, Joshi, & Summers, 2012).

Medium terbaik untuk menjana idea-idea inovasi diperingkat awal proses rekabentuk adalah dengan menggunakan kaedah tradisional iaitu dengan lakaran tangan(Van Elsas & Vergeest, 1998). Namun begitu, terdapat beberapa kelemahan menggunakan lakaran tangan dalam menjana idea inovasi iaitu dari segi persembahan idea yang terlalu ringkas dan tidak berstruktur di mana lakaran tidak dapat menunjukkan fungsi sesuatu produk dan tahap kualiti imej produk yang direkabentuk terutama bagi produk yang berasaskan mekanikal(Kudrowitz, Te, & Wallace, 2012; Oman, Tumer, Wood, & Seepersad, 2012).

Sehubungan dengan itu, peranan penjanaaan idea dengan menggunakan kaedah RBK dilihat lebih sesuai kerana keupayaan RBK yang dapat mensimulasikan produk diperingkat konsep dan menunjukkan fungsi produk sebelum ianya diputuskan diperingkat

akhir rekabentuk (Ismail, Mahmud, & Hassan, 2012; Musta'amal & Fairus, 2012; Séquin, 2005). Selain daripada itu, menggunakan RBK diperingkat awal proses rekabentuk dapat meningkatkan visualisasi dan komunikasi kerana RBK mempunyai fasiliti yang berupaya menterjemahkan idea perekabentuk secara maya melalui paparan grafik seakan produk sebenar sebelum ianya dihasilkan diperingkat akhir rekabentuk (Hodgson, 2008; Brett F. Robertson, Walther, & Radcliffe, 2007). Berdasarkan kelebihan RBK diperingkat rekabentuk konsep, penyelidik cuba mengkaji serta meneroka bagaimana jika RBK digunakan sebagai medium penjanaan idea untuk merekabentuk produk inovasi diperingkat awal proses rekabentuk produk selain daripada menggunakan kaedah lakaran tangan. Secara ringkasnya objektif utama dalam kajian ini adalah untuk menentukan konstruk dan sub konstruk yang terdapat dalam RBK yang berpotensi dapat menjana idea inovasi dalam rekabentuk produk melalui pemerhatian secara dekat dengan kaedah 'think aloud protocol'.

METODOLOGI KAJIAN

Rekabentuk Kajian

Asas dari pembinaan JSK ini adalah melalui dapatan kajian awal iaitu kajian-kajian literatur, pemerhatian secara dekat, temubual pakar, semakan dokumen pertandingan produk inovasi, dokumen pertandingan kemahiran RBK mekanikal dan adaptasi dari kajian-kajian lepas untuk mengenalpasti konstruk-konstruk yang terdapat dalam RBK yang berpotensi dalam penjanaan idea inovasi. Bagi mengesahkan setiap item-item dalam JSK ini, penyelidik telah menggunakan kesahan persetujuan dalaman kaedah Cohen Kappa iaitu kesahan yang memerlukan dua penilai pakar bidang RBK yang telah berpengalaman lebih daripada 10 tahun dalam

pengajaran subjek rekabentuk di Institusi Pengajian Tinggi (Ahmed, 2007)

Jadual 1: Skala persetujuan Cohen Kappa

Kappa (K)	Interpretasi
K<0.00	Sangat Lemah
0.00<k<0.20	Lemah
0.21<k<0.40	Sederhana Lemah
0.41<k<0.60	Sederhana
0.61<k<0.80	Baik
0.81<k<1.0	Sangat Baik

Penyelidik menggunakan perisian SPSS versi 19 untuk mendapatkan nilai pekali k. Berdasarkan Jadual 2, pekali k Cohen Kappa yang diperolehi adalah $k = .786(92\%, p<.0005)$. Merujuk Jadual 1 oleh Rust & Cooil, (1994) konstruk-construct yang terdapat dalam JSK yang dibina tergolong pada tahap kebolehpercayaan yang baik.

Jadual 2: Keputusan nilai kappa (k) persetujuan konstruk dalam RBK

	Value	Asymp. Std. Error ^a	Approx. T ^b	Approx. Sig.
Measure of Kappa Agreement	.786	.206	4.895	.000
N of Valid Cases	37			

Berdasarkan keputusan, terdapat dua item daripada konstruk yang dibina digugurkan menjadikan hanya 35 konstruk dikekalkan dalam JSK tersebut.

Kajian Rintis

Kajian rintis dijalankan untuk mengenalpasti konstruk dan sub konstruk dalam RBK yang dapat mempengaruhi penjanaan idea

inovasi berdasarkan JSK yang telah dibina. Patton, (1990) berpendapat bahawa penggunaan kaedah kualitatif akan memberikan pemahaman terperinci mengenai keadaan sebenar yang berlaku dalam sesebuah kajian pendidikan yang bercorak eksplorasi.

Seramai empat orang pelajar kejuruteraan mekanikal di salah sebuah Kolej Komuniti di zon utara telah dipilih sebagai peserta kajian. Pelajar terlibat telah mengambil subjek Rekabentuk Berbantu Komputer 3D pada semester tersebut. Pelajar ini dipilih berdasarkan pencapaian mereka yang baik berdasarkan kemahiran menggunakan RBK di dalam kelas menurut pandangan pensyarah dan bukti-bukti penilaian terhadap subjek rekabentuk yang disemak oleh penyelidik. Bagi tujuan rujukan, peserta kajian kemudiannya diberikan kod pengenalan seperti berikut iaitu P01, P02, P03 dan P04.

Kajian secara pemerhatian secara mendalam dengan menggunakan kaedah 'think aloud protokol' digunakan untuk mengenalpasti elemen-elemen penjana idea apabila pelajar menggunakan RBK dalam rekabentuk produk. Kaedah ini paling sesuai digunakan untuk mengkaji bagaimana peserta berfikir dan melakukan kerja-kerja sintesis untuk menyelesaikan masalah rekabentuk (Nigel Cross, 1989). Satu instrumen lembaran kerja berasaskan masalah rekabentuk telah dibina oleh penyelidik berdasarkan soalan-soalan pertandingan rekabentuk inovasi telah diberikan kepada pelajar dalam kajian rintis ini. Perisian RBK yang digunakan peserta dalam kajian ini adalah *Autodesk Inventor 2013* yang dilesenkan. Selain daripada itu, melalui pemerhatian secara dekat dengan kaedah 'think aloud protokol', penyelidik dapat mengenalpasti konstruk-konstruk dalam RBK yang kerap digunakan oleh peserta untuk menjana idea semasa merekabentuk produk.

KEPUTUSAN DAN PERBINCANGAN

Berdasarkan pemerhatian dan transkrip verbal melalui kaedah 'think aloud protocol' mendapati bahawa P01, P02, P03 dan P04 menggunakan empat konstruk yang terdapat dalam RBK untuk menjana idea semasa merekabentuk produk diperingkat awal proses rekabentuk. Jadual 3 menunjukkan kekerapan sub konstruk yang dicerap semasa pemerhatian secara mendalam dijalankan.

a) Rangka pembinaan model pepejal

Jadual 3: Kekerapan penggunaan konstruk dikalangan partisipan.

Sub Konstruk RBK	P01	P03	P02	P04	Jumlah
'extrude'	/	/	/	/	4
'revolve'	/	/	/	/	4
'Sweep'	/	/			2
'loft'				/	1
'primitive object'				/	1
'coil'		/	/		2
'general dimension'	/	/	/	/	4
Jumlah	4	5	4	5	

Dari dapatan di atas dapat dirumuskan bahawa arahan 'extrude', 'revolve' dan 'general dimension' merupakan sub konstruk yang paling kerap digunakan dalam pembinaan model pepejal menggunakan RBK. Cetusan idea inovasi bermula dari pembinaan model yang tidak dijangka dan bersifat unik serta kreatif (Shah et al., 2000; Shah, Vargas-hernandez, Smith, & Gerken, 2003).

b) Rangka simulasi model

Jadual 4: Kekerapan penggunaan konstruk simulasi dalam RBK

Sub Konstruk RBK	P01	P03	P02	P04	Jumlah
'animation'	/	/	/	/	4
'assembly'	/	/	/	/	4
Jumlah	2	2	2	2	

Arahan simulasi terhadap produk kerap digunakan untuk menggambarkan kebolehfungsian produk. Simulasi pemasangan produk juga digunakan untuk menunjukkan bahagian-bahagian produk yang direkabentuk. Antara ciri-ciri berkesan dalam penjaanaan idea inovasi adalah keupayaan produk konsep untuk menunjukkan fungsi kerja(Kudrowitz et al., 2012).

c) Rangka manipulasi/ubahsuai model

Jadual 5: Kekerapan penggunaan konstruk manipulasi dalam RBK

Sub Konstruk RBK	P01	P03	P02	P04	Jumlah
'general dimension'	/	/	/	/	4
'fillet'	/	/	/	/	4
'chamfer'				/	1
'hole features'	/	/			2
'cut features'			/	/	2
'shell features'				/	1
'work features'		/	/		2
'function tree'	/	/	/	/	4
Jumlah	4	5	5	6	

Arahan 'fillet', 'general dimension', dan function tree' merupakan sub konstruk yang paling kerap digunakan untuk mengubahsuai model yang direkabentuk dalam RBK. Konstruk ini digunakan untuk mengubahsuai produk yang dibina supaya dapat memenuhi kehendak rekabentuk iaitu salah satu ciri-ciri idea inovasi(Yilmaz, Seifert, & Gonzalez, 2010).

d) Rangka visualisasi model

Jadual 6: Kekerapan penggunaan konstruk visualisasi dalam RBK

Sub Konstruk RBK	P01	P03	P02	P04	Jumlah
'zoom in/out'	/	/	/	/	4
'color/texture'	/	/	/	/	4

'3D orbit'	/	/	/	/	4
'rotate'	/	/	/	/	4
'orthographic'	/	/	/	/	4
'isometric'	/	/	/	/	4
'view cube'		/	/		2
'rendering'					0
Jumlah	6	7	7	6	

Sub konstruk visualisasi dalam rajah di atas menunjukkan kekerapan yang tinggi digunakan oleh peserta semasa membina model rekabentuk. Hal ini menunjukkan bahawa idea inovasi dinilai secara berterusan melalui paparan grafik yang baik untuk melihat keseluruhan produk yang direkabentuk (B.F. Robertson & Radcliffe, 2009).

KESIMPULAN

Penggunaan RBK diperingkat awal proses rekabentuk didapati berpotensi untuk mempengaruhi penjanaaan idea perekabentuk untuk menghasilkan produk inovasi. Terdapat empat konstruk dalam RBK yang dilihat dapat menjana idea-idea inovasi perekabentuk antaranya pembinaan model, manipulasi, simulasi dan visualisasi. Namun begitu, penilaian terhadap rekabentuk produk akhir oleh pakar sahaja yang dapat mengesahkan bahawa RBK dapat menjana idea-idea inovasi berbanding kaedah lakaran diperingkat awal proses rekabentuk. Kajian seterusnya adalah untuk mengkaji dan membuat perbandingan kelebihan kaedah lakaran tangan dan kaedah RBK terhadap rekabentuk produk inovasi berdasarkan JSK yang dibina.

RUJUKAN

Ahmed, S. (2007). An Industrial Case Study: Identification of Competencies of Design Engineers. *Journal of Mechanical Design*, 129(7), 709. doi:10.1115/1.2723807

- Bilda, Z., & Demirkan, H. (2003). An insight on designers' sketching activities in traditional versus digital media. *Design Studies*, 24(1), 27–50. doi:10.1016/S0142-694X(02)00032-7
- Company, P., Contero, M., Varley, P., Aleixos, N., & Naya, F. (2009). Computer-aided sketching as a tool to promote innovation in the new product development process. *Computers in Industry*, 60(8), 592–603. doi:10.1016/j.compind.2009.05.018
- Hodgson, T. (2008). Digital Design - the potential of Computer Aided Designing in design learning environments Digital Design - the potential of Computer Aided Designing. *Design and Technology Education: An International Journal*, 11(1).
- Ismail, M. A., Mahmud, R., & Hassan, I. S. (2012). Digital Studio vs. Conventional in Teaching Architectural Design Process. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 64, 18–25. doi:10.1016/j.sbspro.2012.11.003
- John W. Creswell. (2012). *Educational Research, Planning, Conducting, and Evaluating Quantitative and Qualitative Research*. Pearson.
- Kudrowitz, B., Te, P., & Wallace, D. (2012). The influence of sketch quality on perception of product-idea creativity. *Artificial Intelligence for Engineering Design, Analysis and Manufacturing*, 26(03), 267–279. doi:10.1017/S0890060412000145
- Musta'amal, A., & Fairus, A. (2012). Computer Aided Design: Cad dan Peranannya Dalam Rekabentuk. *Prosiding Seminar Kebangsaan Majlis Dekan 2012*.
- Nigel Cross. (1989). *Engineering Design Method* (1st ed., p. 159). John Wiley & Sons.

- Oman, S. K., Tumer, I. Y., Wood, K., & Seepersad, C. (2012). A comparison of creativity and innovation metrics and sample validation through in-class design projects. *Research in Engineering Design*. doi:10.1007/s00163-012-0138-9
- Patton, M. . (1990). *Qualitative Evaluation and Research Methods*. London: SAGE Publications.
- Robertson, B.F., & Radcliffe, D. F. (2009). Impact of CAD tools on creative problem solving in engineering design. *Computer-Aided Design*, 41(3), 136–146. doi:10.1016/j.cad.2008.06.007
- Robertson, Brett F., Walther, J., & Radcliffe, D. F. (2007). Creativity and the Use of CAD Tools: Lessons for Engineering Design Education From Industry. *Journal of Mechanical Design*, 129(7), 753. doi:10.1115/1.2722329
- Rust, R., & Cooil, B. (1994). Reliability Measures for Qualitative Data: Theory and Implications. *Journal of Marketing Research*, 31(1)(1-14).
- Séquin, C. H. (2005). CAD tools for aesthetic engineering. *Computer-Aided Design*, 37(7), 737–750. doi:10.1016/j.cad.2004.08.011
- Shah, J. J., Kulkarni, S. V., & Vargas-hernandez, N. (2000). Evaluation of Idea Generation Methods for Conceptual Design : Effectiveness Metrics and Design of Experiments. *Journal of Mechanical Design*, 122(December), 377–384.
- Shah, J. J., Vargas-hernandez, N., Smith, S. M., & Gerken, D. R. (2003). Empirical Studies of Design Ideation: Alignment of Design Experiments With Lab Experiments. *Proceedings of DETC 2003: ASME 2003 International Conference on Design Theory and Methodology*.
- Van Elsas, P. a., & Vergeest, J. S. M. (1998). New functionality for

computer-aided conceptual design: the displacement feature. *Design Studies*, 19(1), 81–102. doi:10.1016/S0142-694X(97)00016-1

Veisz, D., Namouz, E. Z., Joshi, S., & Summers, J. D. (2012). Computer-aided design versus sketching: An exploratory case study. *Artificial Intelligence for Engineering Design, Analysis and Manufacturing*, 26(03), 317–335. doi:10.1017/S0890060412000170

Wieggers, T. (2008). TERMINOLOGY USED FOR SHAPE IDEATION. *International Design Conference-Design 2008* (pp. 721–728).

Yilmaz, S., Seifert, C. M., & Gonzalez, R. (2010). Cognitive heuristics in design: Instructional strategies to increase creativity in idea generation. *Artificial Intelligence for Engineering Design, Analysis and Manufacturing*, 24(03), 335–355. doi:10.1017/S0890060410000235