

PENJANAAN REKA BENTUK PRODUK DENGAN NAHU BENTUK

ANG MEI CHOO
KOK WENG NG
RIZA SULAIMAN
AZLINA AHMAD
HALIMAH BADIOZE ZAMAN

ABSTRAK

Nahu bentuk adalah kaedah formal yang berkenaan dengan bentuk. Unsur dalam nahu bentuk adalah bentuk, label dan peraturan. Nahu bentuk selalu diguna untuk menganalisis dan menjana reka bentuk dalam pelbagai bidang termasuk seni lukis, seni bina, kejuruteraan dan produk konsumer bagi mengekal gaya dan struktur tertentu. Nahu bentuk yang mengguna konsep ruang, bentuk yang boleh berurai dan ketaksaan aplikasi peraturan bentuk dapat menghasil reka bentuk yang muncul secara tidak terjangka. Artikel ini memperkenalkan nahu bentuk dengan mengguna nahu bentuk kekisi sinar-ais dan dua contoh nahu bentuk daripada sorotan susastera bagi menunjukkan konsep kemunculan dan ketaksaan. Artikel ini diakhiri dengan kajian kes penjanaaan reka bentuk meja mudah alih berkerusi dengan mengguna satu nahu bentuk mudah.

Kata kunci: Nahu bentuk, Reka bentuk produk

ABSTRACT

A shape grammar is a formal method related to shapes. The elements in shape grammars consist of shapes, labels and rules. Shape grammars are often applied to analyse and generate design in various fields including art, architecture and engineering and consumer products to retain a certain style and structure. The spatial concepts in shape grammars, the decomposition of shapes and the ambiguity of shape rules application can produce design beyond the expectations of designers. This paper introduces shape grammars using the ice-ray lattice grammar and two examples of shape grammars from literatures to demonstrate the concept of emergence and ambiguity. This paper ends with a mobile table design generation case study using a simple shape grammar.

Keywords: Shape grammar, Product design.

PENGENALAN


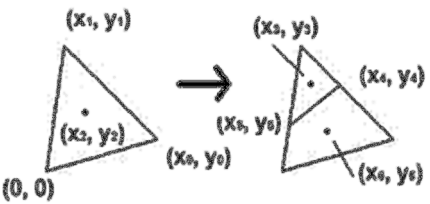
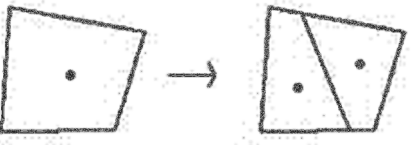
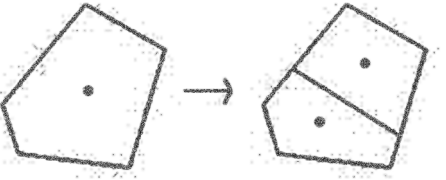
Nahu bentuk selalu diguna untuk penjanaaan reka bentuk. Terdapat pelbagai bidang aplikasi nahu bentuk dan di antaranya ialah lukisan (Stiny et al. 1972), seni hiasan (Knight 1980), seni bina (Stiny et al. 1978), resonator dalam litar elektrik (Agarwal et al. 2000), dan produk konsumer (McCormack et al. 2004). Sorotan susastera membuktikan nahu bentuk selalu diguna untuk menganalisis reka bentuk yang tersedia ada dan menjana reka bentuk yang baharu yang mempunyai gaya dan struktur seperti reka bentuk yang sedia ada. Justeru, nahu bentuk sesuai bagi menghasil bentuk seni mengikut gaya seseorang seniman, arkitek atau sesuatu jenama khas. Contoh aplikasi nahu bentuk yang tercatat dalam sorotan susastera yang mengekal identiti dan gaya tersendiri dalam sesuatu produk konsumer termasuk pembuat kopi (Agarwal et al. 1998), motosikal berjenama Harley-Davidson (Pugliese et al. 2002), kereta berjenama Buick (McCormack et al. 2004) dan Mini (Ang et al. 2011).

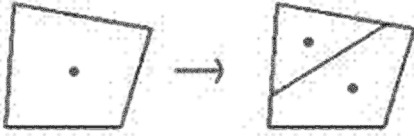
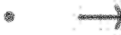
PENGENALAN KEPADA NAHU BENTUK

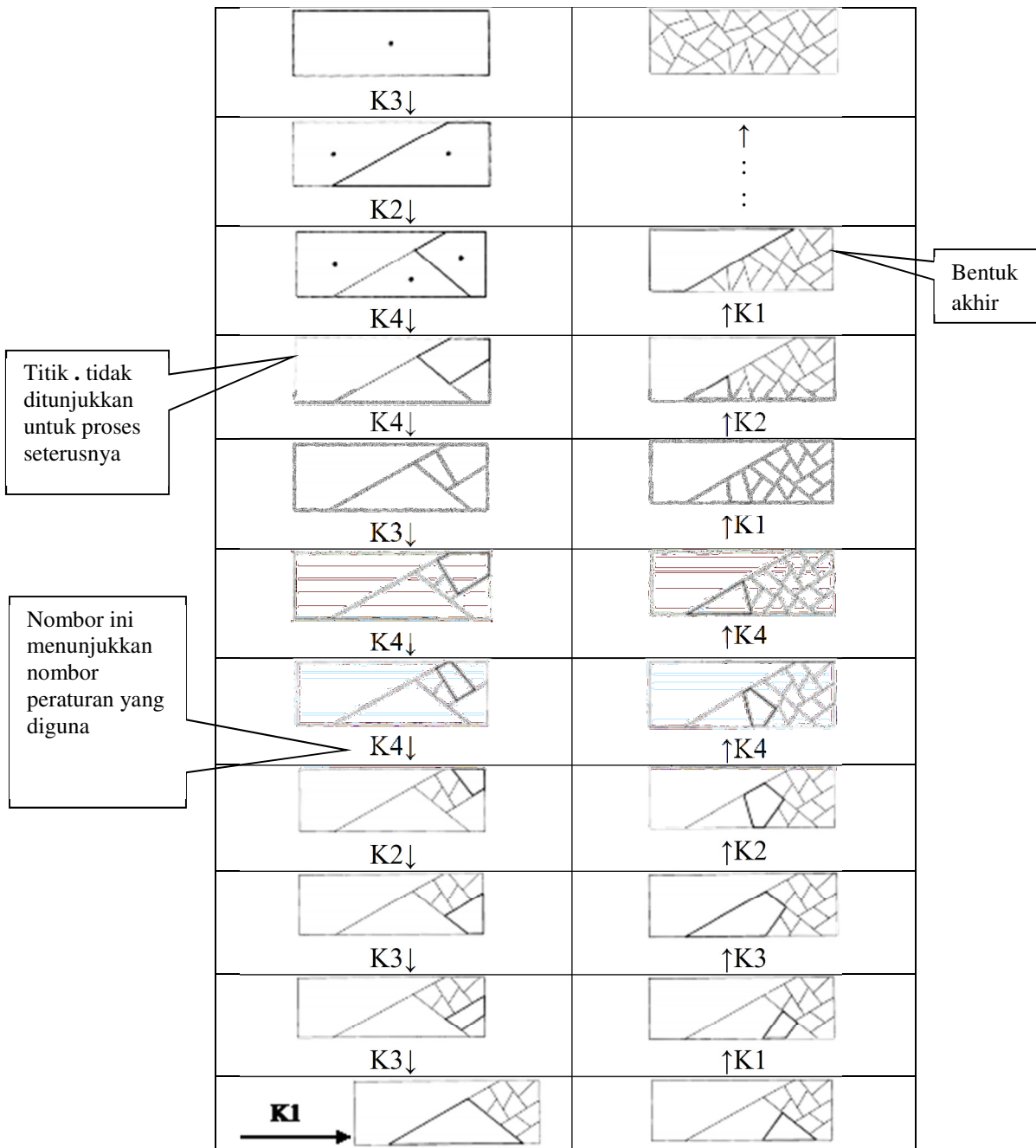
Nahu bentuk adalah kaedah formal yang berkenaan dengan bentuk. Nahu bentuk adalah seperti nahu bahasa, mempunyai cara pembentukan perkataan dan susunan kata dalam ayat. Bagaimanapun nahu bentuk mengolah bentuk dan bukan perkataan. Nahu bentuk mengandungi set bentuk, label dan peraturan. Bentuk boleh wujud sebagai titik, garisan, permukaan rata atau bentuk tiga dimensi atau kombinasi daripadanya. Label dalam nahu bentuk diguna untuk mengawal aplikasi peraturan dan memandu proses penghitungan bentuk. Biasanya terdapat lebih daripada satu peraturan yang diguna dalam nahu bentuk. Dalam satu proses penghitungan bentuk, peraturan bentuk diikuti langkah demi langkah untuk menghasil satu reka bentuk akhir (Stiny 1980). Satu contoh aplikasi nahu bentuk, iaitu kekisi sinar-ais Cina (Stiny 1977) yang merupakan corak pada tettingkap ditunjukkan dalam Jadual 1.

Peraturan nahu bentuk adalah fungsi yang berbentuk $A \rightarrow B$, dengan A dan B adalah unsur dalam set bentuk. Operasi penghitungan dalam nahu bentuk bermula daripada bentuk awal yang khas. Semasa penghitungan bentuk berlaku, bentuk awal mengalami transformasi mengguna peraturan bentuk tertentu sebelum menghasil bentuk yang akhir. Semua bentuk bermula dengan bentuk awal dan diakhiri dengan peraturan terminal yang menghalang peraturan lain diguna selepasnya (Stiny 1980). Nahu bentuk berparameter dalam Jadual 1 terdiri daripada satu bentuk awal yang ringkas dan lima peraturan. Bentuk awal reka bentuk ini ialah satu bentuk geometri bersisi empat dengan satu titik sebagai label. Satu contoh bentuk akhir kekisi sinar-ais yang boleh dihasil ditunjukkan dalam Rajah 1.

JADUAL 1. Pembentukan nahu bentuk kekisi sinar-ais Cina (Stiny, 1977)

	Penerangan	Gambarajah
Bentuk awal	Bentuk awal menunjukkan satu segi empat tepat dengan satu titik di tengahnya sebagai label	
Peraturan K1	Peraturan pertama membahagi segitiga dengan satu garisan untuk menghasil satu segitiga dan satu bentuk segi empat. Koordinat menunjukkan aplikasi parametrik yang diguna	
Peraturan K2	Peraturan kedua membahagi satu bentuk segi empat dengan satu garisan untuk membentuk dua bentuk segi empat	
Peraturan K3	Peraturan ketiga pula membahagi satu pentagon untuk menghasil satu bentuk segi empat dan satu bentuk pentagon	

Peraturan K4	Peraturan keempat membagi satu bentuk segi empat untuk membentuk satu segitiga dan satu bentuk pentagon.	
Peraturan K5	Peraturan kelima menyingkir label titik. Sekiranya peraturan ini dilaksana, label disingkir dan peraturan lain tidak boleh dilakukan selepas ini	



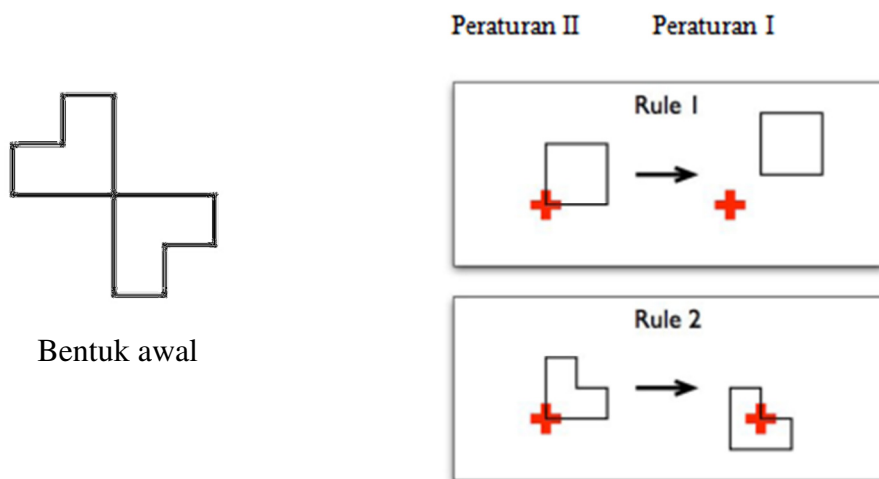
RAJAH 1. Contoh penghitungan bentuk dengan nahu bentuk kekisi sinar-ais untuk corak tetingkap

Nahu bentuk mengguna hubungan dalam ruang dan memanipulasi bentuk yang bukan setakat simbol. Nahu bentuk juga menganggap bentuk sebagai entiti yang bukan atom, yang bermaksud ia boleh diurai dan digabung semula mengikut kesesuaian. Kebebasan ini membenarkan kemunculan bentuk yang baharu. Kemunculan ialah kemampuan penghasilan bentuk yang tidak disangka semasa proses penghitungan bentuk. Nahu bentuk juga bersifat ketaksamaan (*non-deterministic*), yang bermakna pengguna nahu bentuk berkemungkinan mempunyai banyak pilihan peraturan dan cara untuk menggunakannya. Gabungan semua peraturan bentuk, label, bentuk awal dan set bentuk yang boleh dihasil dengan peraturan nahu bentuk menghasilkan satu nahu bentuk yang mewakili satu bahasa reka bentuk (Stiny 1980).

SIFAT KEMUNCULAN DAN SIFAT KETAKSAAN

Seperti yang dibincang dalam bahagian pengenalan, nahu bentuk terdiri daripada tiga ciri iaitu bersifat ruang, kemunculan dan ketaksamaan. Nahu bentuk bersifat ruang bermaksud nahu bentuk mengguna hubungan dalam ruang berbanding dengan hanya mengguna teks dan simbol. Komponen daripada nahu bentuk adalah dalam bentuk seperti titik, garisan, permukaan satah dan bentuk tiga dimensi. Peraturan dalam nahu bentuk merupakan operasi yang boleh dilakukan pada bentuk seperti penambahan dan penolakan serta perubahan dalam ruang seperti translasi, putaran dan pantulan (Knight 2000).

Nahu bentuk menganggap bentuk adalah sesuatu unsur yang bukan atom yang bermaksud boleh diurai dan disusun semula mengikut kehendak pengguna. Untuk menerangkan konsep kemunculan dan ketaksamaan ini, satu nahu bentuk daripada Knight (2000) dalam Rajah 2 diguna, yang mana nahu bentuk ini terdiri daripada satu bentuk awal dan dua peraturan bentuk yang ditakrif untuk mereka bentuk. Peraturan 1 menunjukkan bagaimana satu bentuk segiempat sama dianjak untuk menjauhi label + mengikut arah pepenjuru segiempat sama. Jarak anjakan adalah separuh daripada saiz panjang segiempat sama. Peraturan 2 pula menunjukkan bagaimana bentuk-L dianjak mendekati ke label + yang juga mengikut arah pepenjuru bentuk tersebut. Anjakan ini boleh dibayangkan seperti memindah label + kepada pepenjuru bahagian dalam bentuk-L yang bertentangan.



RAJAH 2. Nahu bentuk dengan dua peraturan (Knight, 2000)

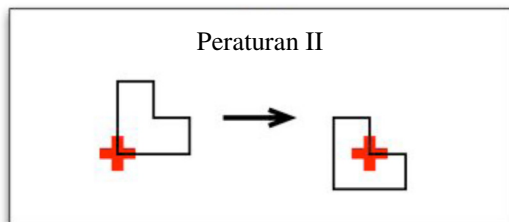
Nahu bentuk ini boleh menghasilkan bentuk kemunculan dan bentuk ketaksamaan dan ini dapat ditunjukkan menerusi dua contoh: satu contoh bentuk kemunculan ditunjukkan dalam Rajah 8 dan satu contoh bentuk ketaksamaan ditunjukkan dalam Rajah 14 (Knight 2000). Operasi penghitungan bentuk yang dilakukan ditunjukkan dalam Rajah 3 hingga Rajah 7 dan

Rajah 9 hingga Rajah 13. Dua contoh ini menunjukkan bahawa walaupun hanya mengguna dua peraturan dalam nahu bentuk yang ringkas, pelbagai bentuk yang tidak disangka boleh dijana.

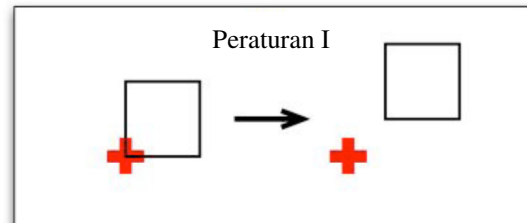
SIFAT KEMUNCULAN

Berpandukan kepada maklumat nahu bentuk seperti dalam Rajah 2, peraturan bentuk dan langkah yang diperlu untuk menjana bentuk kemunculan dalam Rajah 8 ditunjukkan bermula daripada Rajah 3 hingga Rajah 7 (Knight 2000). Setiap rajah ini menunjukkan peraturan yang diguna dan aplikasi yang berlaku. Untuk memudah pemahaman, bentuk yang dicam sebelum aplikasi dan kedudukan baharu bentuk tersebut selepas aplikasi ditebalkan dengan warna hitam.

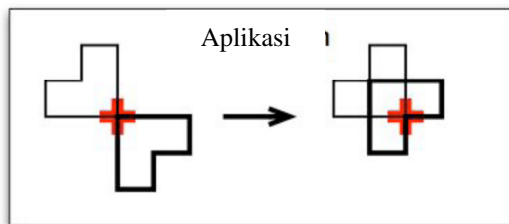
Bagi tujuan penerangan, ambil Rajah 3 sebagai contoh, peraturan yang diaplikasi adalah peraturan 2. Justeru, satu pengecaman bentuk perlu dilakukan supaya mendapat bentuk yang serupa dengan bentuk pada sebelah kiri anak panah peraturan 2. Bentuk yang dicam (yang ditebalkan) mengalami transformasi dengan mengguna peraturan 2. Setelah peraturan 2 diaplikasi, bentuk yang ditebalkan itu digerak seperti yang dikehendaki dan hasilnya boleh dilihat pada sebelah kanan anak panah aplikasi.



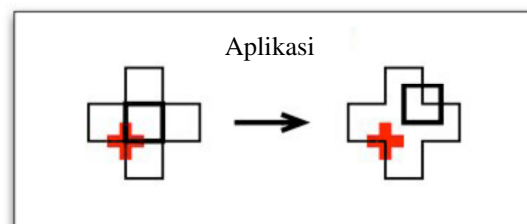
RAJAH 3. Langkah 1 bentuk kemunculan



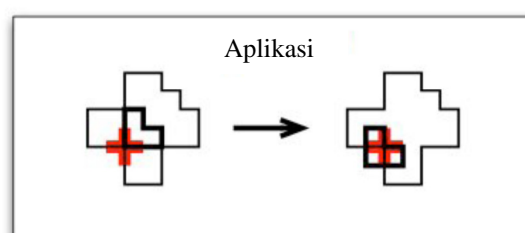
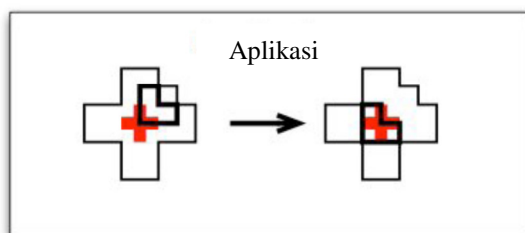
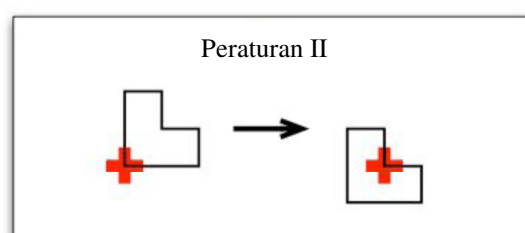
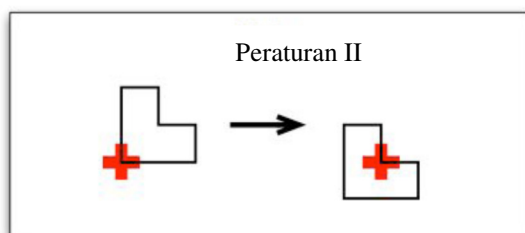
RAJAH 4. Langkah 2 bentuk kemunculan

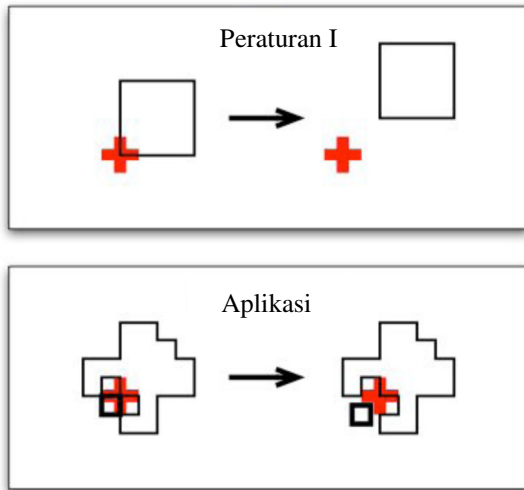


RAJAH 5. Langkah 3 bentuk kemunculan

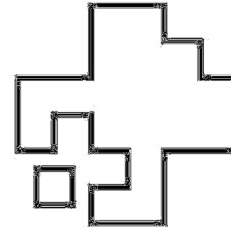


RAJAH 6. Langkah 4 bentuk kemunculan





RAJAH 7. Langkah 5 bentuk kemunculan



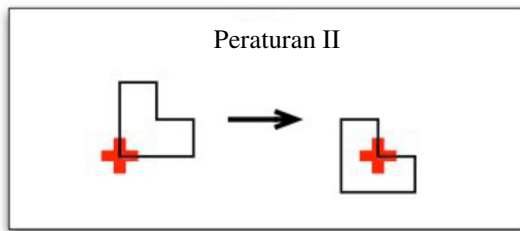
RAJAH 8. Bentuk kemunculan hasil daripada langkah 1 sehingga langkah 5 (Knight, 2000)

Daripada aplikasi peraturan seperti yang ditunjukkan, hasil bentuk dalam Rajah 8 adalah unik dengan tidak ada bentuk yang serupa dengannya sebelumnya. Bentuk ini dinamai bentuk kemunculan. Justeru, nahu bentuk dikatakan bersifat kemunculan.

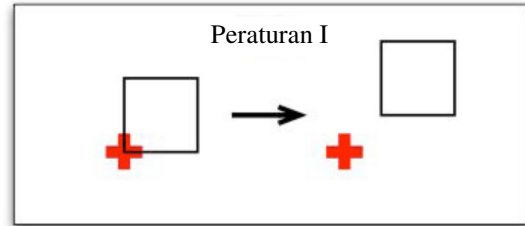
SIFAT KETAKSAAN

Penerangan untuk ketaksaan ini juga berpandu kepada maklumat nahu bentuk seperti dalam Rajah 2. Rajah 9 hingga Rajah 13 menunjukkan turutan aplikasi peraturan yang diguna dan Rajah 14 menunjukkan bentuk akhir yang bersifat ketaksaan yang dihasil. Kebebasan peraturan bentuk, dan bentuk perantaraan yang boleh diurai dan disesuaikan untuk aplikasi peraturan, menjadikan nahu bentuk bersifat ketaksaan (Knight, 2000).

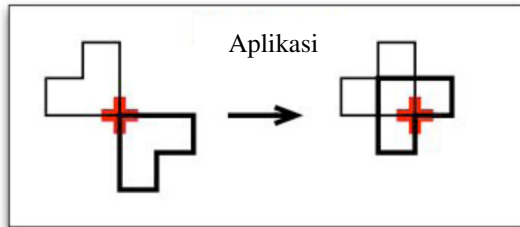
Bagi tujuan pemahaman, Rajah 12 diambil sebagai contoh untuk menerang dengan lanjut mengenai penjanaan bentuk ketaksaan. Peraturan yang hendak diaplikasi ialah peraturan 1. Maka, pengecaman bentuk perlu dilakukan supaya mendapat bentuk yang serupa dengan bentuk pada sebelah kiri anak panah peraturan 1. Ada dua bentuk yang berbentuk segiempat sama dicam tetapi hanya satu sahaja yang boleh dipilih. Bentuk yang dipilih (bentuk segiempat sama seperti yang ditebalkan) mengalami transformasi dengan mengguna peraturan 1. Melalui peraturan 1, bentuk yang ditebalkan itu diurai daripada bentuk asal dan digerak seperti yang dikehendaki. Hasilnya boleh dilihat pada sebelah kanan anak panah aplikasi.



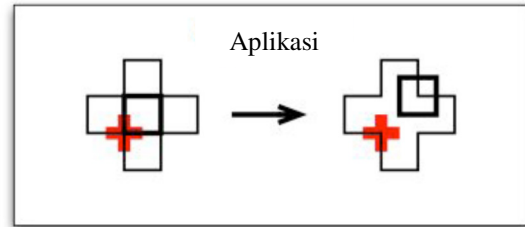
RAJAH 9. Langkah 1 ketaksaan



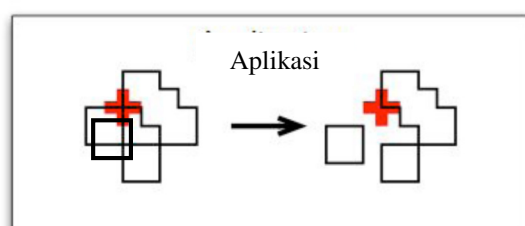
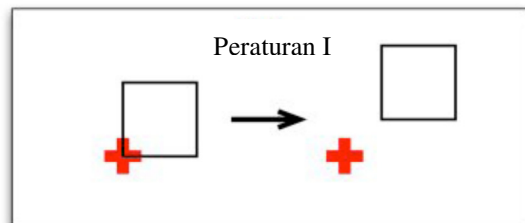
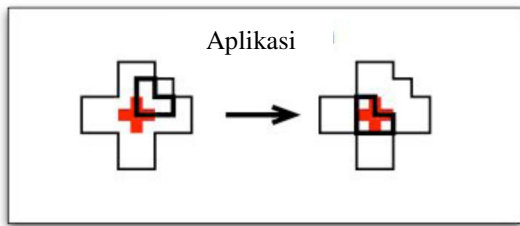
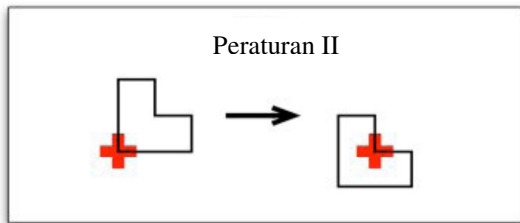
RAJAH 10. Langkah 2 ketaksaan



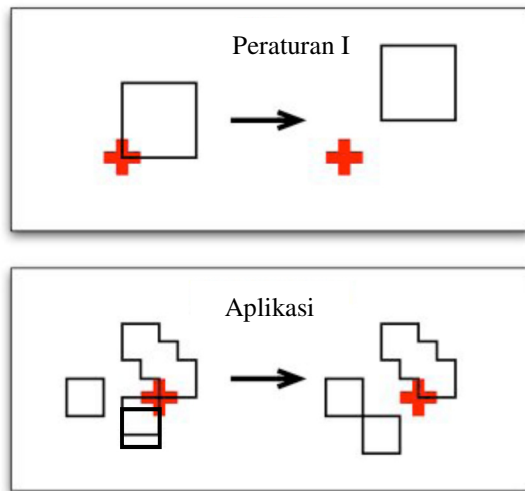
RAJAH 11. Langkah 3 ketaksaan



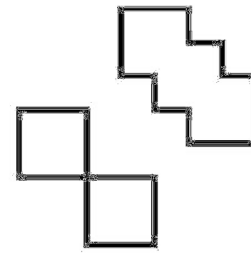
RAJAH 12. Langkah 4 ketaksaan



Sebenarnya tiga langkah pertama (Rajah 9, Rajah 10, Rajah 11) untuk contoh ketaksaan ini adalah sama dengan tiga langkah pertama untuk bentuk kemunculan (Rajah 3, Rajah 4 dan Rajah 5). Peraturan yang berbeza diguna bagi mendapat bentuk yang seterusnya. Ini menunjukkan pengguna nahu bentuk bebas memilih peraturan yang berlainan dan penguraian bentuk yang dikehendaki dan mendapat hasil yang dikehendaki. Daripada aplikasi peraturan seperti yang ditunjukkan, bentuk dalam Rajah 14 adalah hasil unik daripada kebebasan pemilihan bentuk dan peraturan dalam proses penghitungan. Oleh itu, nahu bentuk ini dikatakan bersifat ketaksaan.



RAJAH 13. Langkah 5 ketaksaan



RAJAH 14. Bentuk akhir yang bersifat ketaksaan (Knight 2000)

Sifat kemunculan dan ketaksaan ini sesuai diguna untuk pembentukan corak dan produk kesenian. Contoh lain penggunaan sifat kemunculan dan ketaksaan ini sebenarnya jarang dilapor dalam reka bentuk produk konsumer. Ini kerana produk konsumer biasanya melibatkan komponen khas yang mengikut struktur tertentu dan tidak dapat diurai. Komponen yang terlibat juga mempunyai fungsi tertentu dan tidak dibenar dipasang sembarangan.

Dua nahu bentuk (Jadual 1 dan Rajah 2) yang diterangkan di atas merupakan nahu bentuk yang terkenal dalam sorotan susastera nahu bentuk dan sering diguna sebagai sumber penerangan konsep asas nahu bentuk. Satu kajian kes untuk menjana reka bentuk meja mudah alih berkerusi dengan mengguna nahu bentuk dilaksana dan hasilnya ditunjukkan dalam bahagian 4.

KAJIAN KES NAHU BENTUK PRODUK KONSUMER

Setakat ini, nahu bentuk menunjukkan kebolehannya menjana corak kesenian dan bentuk yang bercirikan kemunculan dan ketaksaan. Kebolehan nahu bentuk ini sesuai diguna untuk produk kesenian dan seni bina tertentu. Untuk kajian kes ini pula, produk yang dikaji adalah meja mudah alih berkerusi yang dibina untuk memenuhi kehendak pengguna. Justeru, komponen yang diperlu dalam reka bentuk ini perlu dikenal pasti dan struktur pembinaan perlu dirancang untuk memenuhi kehendak pengguna. Bagi memudah pembinaan meja mudah alih berkerusi dengan mengguna nahu bentuk, komponen disusun dalam satu pelan 2-dimensi sahaja.

Selepas mengkaji produk meja mudah alih dalam pasaran dan paten yang berkaitan, satu pelan untuk menghasil meja mudah alih dihasil. Meja ini mengandungi komponen utama yang terdiri daripada meja, kerusi, kaki-I, kaki-U, kaki-Y dan sokongan antara meja dan kerusi. Fungsi setiap komponen reka bentuk adalah seperti dalam Jadual 2. Berdasarkan penerangan fungsi setiap komponen, Jadual 3 dibina untuk menerangkan satu nahu bentuk dengan bentuk awalnya dan 11 peraturan yang diguna untuk menjana reka bentuk meja mudah alih berkerusi ini. Jadual 4 menerangkan simbol yang mewakili setiap komponen dalam meja mudah alih berkerusi ini.

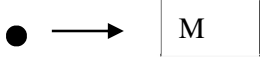
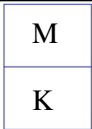
JADUAL 2. Senarai komponen yang dikenal pasti dan fungsi komponen

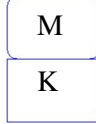
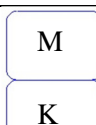
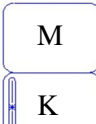
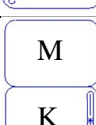
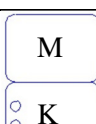
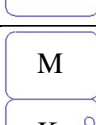
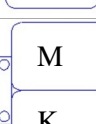
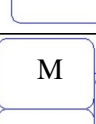







Keperluan reka bentuk	Komponen yang dikenal pasti	Fungsi	Struktur pembinaan
Meja	<i>Meja</i>	Meja boleh muat sebuah komputer	Pada hadapan kerusi
Kerusi	<i>Kerusi</i>	Kerusi boleh muat seorang dewasa	Pada belakang meja
Kaki kerusi	<i>Kaki-I, kaki-U</i>	Kaki diletak pada sebelah kiri dan kanan kerusi dan mempunyai bentuk yang boleh dilipat dibawah kerusi.	Pada sebelah kiri dan kanan kerusi
Kaki meja	<i>Kaki-Y</i>	Bentuk yang boleh dilaras-mengikut ketinggian meja	Pada sebelah meja yang bertentangan dengan kerusi
Sokongan antara meja dan kerusi	<i>Sokongan</i>	Sekurang-kurangnya ada satu sokongan antara meja dan kerusi	Pada antara meja dan kerusi

Merujuk kepada Jadual 3, operasi reka bentuk bermula dengan satu titik. Bentuk pertama yang diguna adalah sebuah segi empat tepat yang merupakan komponen meja. Peraturan 1 menunjukkan penambahan kerusi pada sebelah meja. Peraturan 2 dan 3 masing-masing mengubah bentuk bucu pada meja dan kerusi kepada bentuk lengkung. Kumpulan peraturan 41 dan 42, kumpulan peraturan 51 dan 52 serta kumpulan peraturan 61 dan 62 masing-masing menempatkan kedudukan *kaki-I*, *kaki-U* dan *sokongan* pada sisi kiri atau kanan kerusi. Manakala, peraturan 7 menempatkan kedudukan *kaki-Y* yang di tengah-tengah sisi hujung meja. Nombor 0, 1, 2, 3, 41, 42, 51, 52, 61, 62 dan 7 diguna sebagai simbol untuk melabel peraturan sahaja.


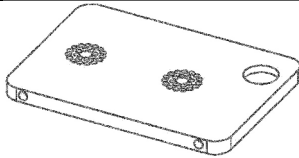
Penyusunan *kaki-I*, *kaki-U* dan *sokongan* hanya dibenarkan pada sebelah kiri atau kanan sahaja sebab ini adalah penyusunan yang paling baik untuk menyokong komponen kerusi. *Kaki-Y* pula hanya diletakkan pada satu kedudukan sahaja iaitu di sebelah yang bertentangan dengan kerusi dan bahagian tengah hujung meja. Ini kerana *kaki-Y* adalah kaki khas untuk menyokong komponen meja yang boleh dilaras mengikut ketinggian meja.


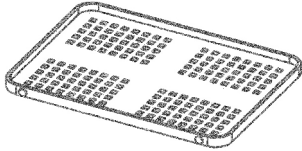

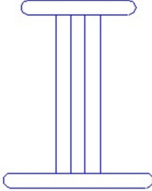

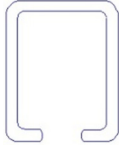

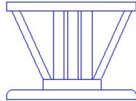
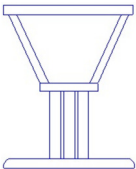


JADUAL 3. Penghasilan reka bentuk meja mudah alih berkerusi mengguna nahu bentuk

Bil	Penerangan	Peraturan	Gambarajah
1	Bentuk awal adalah satu titik dan sebuah segi empat tepat diguna untuk mewakili bahagian meja	0	
2	Peraturan ini menambah satu segi empat tepat yang merupakan kerusi	1	

3	Peraturan ini menukar keempat-empat bucu meja kepada bentuk lengkung	2	 
4	Peraturan ini menukar keempat-empat bucu kerusi kepada bentuk lengkung	3	 
5	Kedudukan <i>kaki-I</i> terletak di sebelah kiri kerusi	41	 
6	Kedudukan <i>kaki-I</i> di sebelah kanan kerusi	42	 
7	Bentuk <i>kaki-U</i> di sebelah kiri kerusi	51	 
8	Bentuk <i>kaki-U</i> di sebelah kanan kerusi	52	 
9	Kedudukan <i>sokongan</i> di sebelah kiri antara meja dan kerusi.	61	 
10	Kedudukan <i>sokongan</i> di sebelah kanan antara meja dan kerusi	62	
11	Kedudukan <i>kaki-Y</i> terletak di tengah-tengah hujung meja	7	

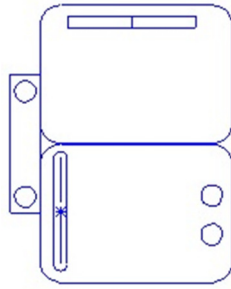
JADUAL 4. Simbol bagi setiap komponen

Bil	Nama	Simbol	Komponen
1	<i>Meja</i>		

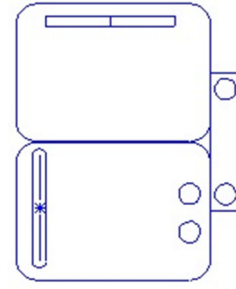
2	<i>Kerusi</i>		
3	<i>Kaki-I</i>		
4	<i>Kaki-U</i>		
5	<i>Kaki-Y</i>		<div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;"> <p>Sebelum dilaras</p>  </div> <div style="text-align: center;"> <p>Selepas dilaras</p>  </div> </div>
6	<i>Sokongan</i>		

Melalui kaedah nahu bentuk ini, didapati terdapat empat reka bentuk yang boleh dijana. Reka bentuk ini hanya berbeza dari segi posisi beberapa bahagian kaki meja dan kerusi. Rajah 15, Rajah 16, Rajah 17 dan Rajah 18 menunjukkan semua reka bentuk yang terjana. Berdasarkan kepada empat reka bentuk yang dijana oleh nahu bentuk, reka bentuk pertama dan reka bentuk ketiga dipilih berdasarkan majoriti pengguna mengguna tangan kanan untuk bekerja. Kedua-dua reka bentuk ini menunjukkan *sokongan* berada di sebelah kiri supaya tidak mengganggu pergerakan tangan kanan. Reka bentuk kedua dan keempat sesuai untuk pengguna yang bekerja mengguna tangan kiri. Rajah 19 menunjukkan reka bentuk pertama sebenarnya dalam bentuk 3-dimensi. Untuk catatan, reka bentuk ini adalah reka bentuk yang masih dalam ujikaji dan diguna untuk ilustrasi sahaja.

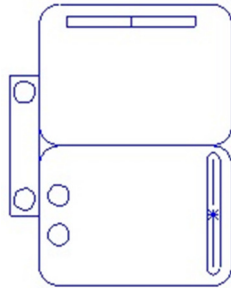
Untuk kajian kes ini, kedua-dua komponen meja dan kerusi direka bentuk supaya mempunyai bentuk yang ditetapkan. Seandainya tidak ada syarat ini dan bentuk meja dan kerusi masing-masing boleh mengguna bentuk yang lain, misalnya bentuk bulat, bentuk segi enam dan sebagainya, maka nahu bentuk dengan peraturan baharu boleh dibina dan kebebasan ini membenarkan banyak reka bentuk dijana.



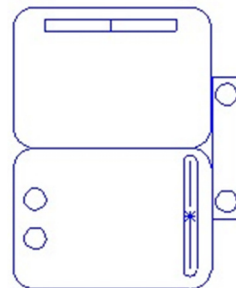
RAJAH 15. Reka bentuk pertama



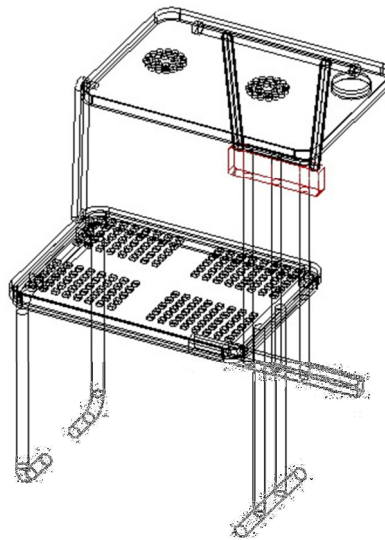
RAJAH 16. Reka bentuk kedua



RAJAH 17. Reka bentuk ketiga



RAJAH 18. Reka bentuk keempat



RAJAH 19. Pandangan isometrik mengikut pelan reka bentuk dalam Rajah 15

KESIMPULAN

Kertas ini menunjukkan konsep asas dalam nahu bentuk dengan mengguna beberapa contoh daripada sorotan susastera. Artikel ini juga menunjukkan kebolehan nahu bentuk untuk menjana bentuk dan corak yang sesuai untuk produk kesenian. Nahu bentuk juga ditunjukkan melalui satu kajian kes reka bentuk meja mudah alih berkerusi untuk menghasil empat reka bentuk yang berlainan. Nahu bentuk ini sesuai diguna oleh pereka bentuk untuk menjana reka bentuk secara sistematik dan menyemak kemungkinan reka bentuk yang lain. Melalui kaedah ini, pereka boleh membuat pemilihan terhadap reka bentuk yang paling menepati kehendak pengguna.

PENGHARGAAN

Penulis merakamkan setinggi-tinggi penghargaan kepada Farah Hanani Megat Ghazali atas bantuan menyiapkan bahagian kajian kes meja mudah alih berkerusi menggunakan nahu bentuk. Terima kasih juga ditujukan kepada Universiti Kebangsaan Malaysia atas bantuan dan sokongan bagi menjaya projek penyelidikan ini melalui UKM-GGPM-ICT-102-2010.

RUJUKAN

- Agarwal, M. & Cagan, J. 1998. A blend of different tastes: the language of coffeemakers. *Environment and Planning B: Planning and Design*, 25(2): 205-226.
- Agarwal, M., Cagan, J. and Stiny, G. 2000. A micro language: generating MEMS resonators by using a coupled form-function shape grammar. *Environment and Planning B: Planning and Design*, 27(4): 615-626.
- Ang, M. C., Chong, H. Y., McKay, A. and Ng, K. W. 2011. *Capturing Mini Brand Using a Parametric Shape Grammar*. Badioze Zaman, H., Robinson, P., Petrou, M., Olivier, P., Shih, T. K., Velastin, S. and Nyström, I. 2nd International Visual Informatics Conference (IVIC 2011), Lecture Notes in Computer Science. Springer: Berlin Heidelberg.
- Knight, T. 2000. *Shape Grammars in Education and Practice: History and Prospects*. <http://www.mit.edu/~tknight/IJDC/> [14 Mac 2013].
- Knight, T. W. 1980. The generation of Hepplewhite-style chair-back designs. *Environment and Planning B: Planning and Design*, 7(2): 227-238.
- McCormack, J. P., Cagan, J. and Vogel, C. M. 2004. Speaking the Buick language: capturing, understanding, and exploring brand identity with a shape grammar. *Design studies*, 25(1): 1-29.
- Pugliese, M. J. and Cagan, J. 2002. Capturing a rebel: modeling the Harley-Davidson brand through a motorcycle shape grammar. *Research in Engineering Design-Theory Applications and Concurrent Engineering*, 13(3): 139-156.
- Stiny, G. 1977. Ice-ray: a note on the generation of Chinese lattice designs. *Environment and Planning B: Planning and Design*, 4: 89-98.
- Stiny, G. 1980. Introduction to shape and shape grammar. *Environment and Planning B: Planning and Design*, 7: 399-408.
- Stiny, G. & Gips, J. 1972. *Shape grammars and the generative specification of painting and sculpture*. Freiman, C. Proceedings of IFIP Congress, Amsterdam, North Holland.
- Stiny, G. & Mitchell, W. J. 1978. The Palladian grammar. *Environment and Planning B: Planning and Design*, 5: 5-18.

Dr. Ang Mei Choo
Institut Informatik Visual
Universiti Kebangsaan Malaysia
43600 Bangi, Selangor, Malaysia
amc@ukm.my

Dr. Ng Kok Weng
Seksyen Kejuruteraan Rekabentuk
Pusat Rekabentuk Industri
SIRIM Berhad, Bukit Jalil, Malaysia.
kwng@sirim.my

Prof. Madya Dr. Riza Sulaiman,
Prof. Madya Dr. Azlina Ahmad,
Prof Dato' Dr. Halimah Badioze Zaman
Institut Informatik Visual
Universiti Kebangsaan Malaysia
43600 Bangi, Selangor, Malaysia.
riza@ivi.ukm.my, azlina@ivi.ukm.my, hali@ivi.ukm.my