



UNIVERSITI PUTRA MALAYSIA

***PEMIKIRAN REKA BENTUK KREATIF DALAM PROSES REKA
BENTUK PERABOT DI MALAYSIA BERDASARKAN PENDEKATAN
BIOMIMIKRI***

WAN NOOR FAAIZAH BINTI WAN OMAR

FRSB 2017 15



**PEMIKIRAN REKA BENTUK KREATIF DALAM PROSES REKA
BENTUK PERABOT DI MALAYSIA BERDASARKAN PENDEKATAN
BIOMIMIKRI**

Oleh

WAN NOOR FAAIZAH BINTI WAN OMAR

**Tesis ini dikemukakan kepada Sekolah Pengajian Siswazah, Universiti Putra
Malaysia sebagai memenuhi keperluan untuk Ijazah Doktor Falsafah**

Ogos 2017

HAK CIPTA

Semua bahan yang terkandung dalam tesis ini, termasuk teks tanpa had, logo, iklan, gambar dan semua karya seni lain, adalah bahan hak cipta Universiti Putra Malaysia kecuali dinyatakan sebaliknya, Penggunaan mana-mana bahan yang terkandung dalam tesis ini dibenarkan untuk tujuan bukan komersil daripada pemegang hak cipta. Penggunaan komersil bahan hanya boleh dibuat dengan kebenaran bertulis terdahulu yang nyata daripada Universiti Putra Malaysia,

Hak cipta © Universiti Putra Malaysia



Abstrak tesis yang dikemukakan kepada Senat Universiti Putra Malaysia sebagai memenuhi keperluan untuk Ijazah Doktor Falsafah

PEMIKIRAN REKA BENTUK KREATIF DALAM PROSES REKA BENTUK PERABOT DI MALAYSIA BERDASARKAN PENDEKATAN BIOMIMIKRI

Oleh

WAN NOOR FAAIZAH BINTI WAN OMAR

Ogos 2017

Pengerusi : Profesor Hj. Khairul Aidil Azlin bin Abd Rahman, PhD
Fakulti : Rekabentuk dan Senibina

Penciptaan idea baharu adalah penting dalam banyak aspek pemikiran. Peningkatan dalam kaedah berfikir hari ini telah menghasilkan pelbagai proses reka bentuk baharu yang bermanfaat kepada perkembangan bidang pengetahuan. Kekuatan sesuatu reka bentuk adalah tertakluk kepada langkah-langkah yang diambil bagi menyelesaikan masalah dan menghasilkan sesuatu inovasi. Terdapat pelbagai pendekatan yang telah diterokai oleh pereka bentuk bagi tujuan melahirkan inovasi yang lebih berkesan. Penyelidik mengambil biomimikri sebagai pendekatan untuk fahami, iaitu dengan melihat beberapa faktor yang penting dan menjadi keperluan kepada pengurusan rekabentuk pada masa akan datang. Kepentingan penyelidikan ini adalah, memberi kefahaman secara sistematik dalam memahami penghasilan reka bentuk berdasarkan pendekatan biomimikri dengan menjadikan pemikiran pereka bentuk sebagai subjek. Kajian ini juga mengambil pereka perindustrian dan reka bentuk perabot sebagai bahan uji kaji, iaitu untuk memperolehi proses reka bentuk yang lebih sistematik. Untuk memahami tajuk dan kehendak kajian, penyelidik meneliti isu kefahaman pereka berkaitan biomimikri. Selain daripada itu penyelidik juga melihat isu-isu berkaitan permasalahan pelajar dalam mengadaptasi rekaan yang menjadikan alam semulajadi sebagai panduan dalam rekaan mereka. Namun begitu, kajian ini juga melihat isu-isu berkenaan keperluan kemahiran berfikir yang sentiasa menuntut pembaharuan dari masa ke semasa. Tiga aspek penting ini dilihat sebagai isu-isu yang penting dan perlu untuk diselesaikan dan juga diberi penambahbaikan. Keseluruhan isu-isu yang diketengahkan disokong dengan melihat kombinasi teori-teori dari keperluan semasa dan kehendak sosial. Manakala, pemikiran reka bentuk adalah pemikiran universal yang diguna pakai dalam pelbagai bidang ilmu pada masa kini. Pemikiran reka bentuk juga adalah satu cabang proses epistemologi bagi memahami cara pereka bentuk berfikir. Walaubagaimanapun, pemikiran reka bentuk pada kebiasaannya adalah dipengaruhi oleh kerja-kerja reka bentuk yang pratikal. Fokus penyelidikan ini

adalah untuk memperkembangkan ilmu pengetahuan dan pengalaman berkaitan proses reka bentuk yang menggunakan pendekatan biomimikri. Penyelidikan ini menggunakan beberapa kaedah dalam pengumpulan data dan analisa, antaranya adalah penggunaan kaedah KJ dalam menentukan kerangka konsep. Selain daripada itu juga penyelidikan ini memperkenalkan sistem tersendiri dengan menggunakan pendekatan penelitian kajian tindakan. Antara metod penting bagi tujuan analisa kajian, penyelidikan ini menggunakan metod campuran iaitu kuantitatif dan kualitatif sebagai tunjang utama penyelidikan ini. Manakala dari segi responden pula penyelidikan ini menggunakan 10 responden dalam kajian rintis dan 110 responden dalam kajian utama. Dalam proses pengumpulan data setiap aktiviti ada fungsi tersendiri dalam menentukan kaedah pengukuran data. Pengukuran data dalam kajian ini menggunakan beberapa perisian analisa seperti principle component analysis, analisis deskriptif dan analisis kluster dari perisian SPSS, untuk merealisasikan pengukuran data dalam penyelidikan ini. Dapatan kajian menunjukkan 4 domain utama dalam teras proses reka bentuk biomimikri adalah **Penghayatan, Emosi, Transformasi, dan Memaksimakan idea**. Berdasarkan pemahaman konsep dan teori satu model proses reka bentuk baharu biomimikri telah dihasilkan. Namun begitu, penghasilan model proses reka bentuk berasakan biomimikri ini dapat memberi manfaat kepada pengamal reka bentuk seperti, pelajar, pendidik dan juga organisasi.

Kata kunci: Pemikiran reka bentuk, biomimikri, proses reka bentuk

Abstract of thesis presented to the Senate of Universiti Putra Malaysia in fulfillment of the requirement for the Degree of Doctor of Philosophy

CREATIVE DESIGN THINKING IN THE PROCESS OF FURNITURE DESIGN IN MALAYSIA BASED ON BIOMIMICRY APPROACH

By

WAN NOOR FAAIZAH BINTI WAN OMAR

August 2017

Chairman : Professor Hj. Khairul Aidil Azlin bin Abd Rahman, PhD
Faculty : Design and Architecture

The creation or formation of new ideas is very important in many aspects of thinking. This study also takes on industrial designers and furniture design as the experimental materials, in order to obtain a more systematic design process. The improvement in today's thinking method has resulted in various new design processes which are beneficial to the development of the knowledge fields. The power of a design is subjected to steps taken to solve problems and produce innovation. There are various approaches that have been explored by designers for the purpose of creating more effective innovation. The researchers take biomimicry as an approach to understand, that is, by looking at some of the important factors and will be a necessity towards managing designs in the future. The importance of this research is to provide systematic understanding in understanding the production of design based on biomimicry approaches by using the designer's thinking as a subject. To understand the subject and the needs of the study, the researcher examines the understanding of designers with regards to biomimicry-related issues. In addition, researchers also look at issues related to students in adapting designs that are using nature as a guide to their design. However, this study also discusses issues regarding the needs of thinking skills that requires for improvement from time to time. These three important aspects are seen as important issues and need to be resolved and also enhanced. The overall issues highlighted are supported by looking at the combination of theories of current needs and social needs. Meanwhile, design thinking is a universal way of thinking that can be applied in various fields of knowledge today. Design thinking is also a branch of the epistemological processes to understand the way designers think. However, design thinking is usually influenced by the practical design work. The focus of this research is to develop knowledge and experience related to design processes through biomimicry approaches. This research uses several methods in its data collection and analysis, among which is the use of the KJ method in determining the conceptual framework. Apart from that, this research also introduces a separate system using the approach of action research. Among the key

methods for the purpose of this study analysis, the research uses a mixed method of quantitative and qualitative as the main support of this research. In terms of respondents, the research uses 10 respondents in the pilot study and 110 respondents for the main study. In the data collection processes each activity has its own function to determine the method of data measurement. The measurement of data in this study uses some analysis software such as principle component analysis, descriptive analysis and cluster analysis from SPSS software, to realize the measurement of data in this research. The findings show that the 4 main domains in the core of the biomimicry design process are Appreciation, Emotion, Transformation, and Maximizing ideas. Based on the understanding of the concept and theory a new biomimicry design process model has been produced. However, the production of design process model based on the biomimicry design process can benefit design practitioners such as students, educators and organizations.

Keywords: Design thinking, biomimicry, design process

PENGHARGAAN

Syukur Alhamdulillah kepada Allah S.W.T dengan izin dan rahmatNya dapat saya menyiapkan tesis ini dengan jayanya. Selawat dan salam kepada junjungan besar nabi Muhammad S.A.W dan serta sahabat baginda dan para tabiin.

Penghargaan ini juga saya tujukan kepada ibu tersayang Hajah Selasih bt Hashim iaitu orang yang paling istimewa dalam saya mengecapi kejayaan ini. Ibu adalah orang yang menjadi pemangkin segala semangat saya dalam kejayaan ini. Terima kasih ibu atas doa-doa untuk keberkatan saya sepanjang pengajian. Penghargaan ini juga tidak lupa kepada lapan adik beradik saya yang sentiasa memahami dan memberi sokongan yang terus menerus dalam kejayaan ini.

Paling utama ucapan penghargaan ini adalah kepada penyelia utama saya Profesor Dr. Hj. Khairul Aidil Azlin bin Abd Rahman atas bimbingan dan tunjuk ajar sepanjang menyiapkan tesis ini. InsyaAllah segala ilmu yang dicurah akan dijadikan segala kebaikan untuk dunia dan akhirat. Tidak dilupai ucapan penghargaan ini kepada penyelia kedua dan ketiga iaitu Prof. Madya LAr. Dr. Suhardi Maulan dan Dr. Mohd Shahrizal Dolah kerana menjadi pelengkap kepada idea-idea yang bernas dan memudah segala urusan saya sepanjang pengajian.

Saya juga ingin mendedikasikan ucapan penghargaan ini kepada sahabat-sahabat yang sentiasa berkongsi susah senang dalam merealisasikan perjuangan ini. Terima kasih atas perkongsian ilmu serta menjadi pencetus idea-idea dalam proses menyiapkan tesis ini iaitu kepada Dr. Haszlin Shahrudin, Dr. Mohammad Azroll Ahmad, Puan Hema Zulaika Hashim, Valerie Michael dan Fathiyah Ahmad@ Ahmad Jali. Syukur kerana dikurniakan sahabat-sahabat yang baik sepanjang perjuangan ini.

Akhir kata, saya ingin menyampaikan sekalung terima kasih kepada mereka yang terlibat secara langsung dan tidak langsung dalam pembikinan tesis ini. Kesudian anda semua sangat saya hargai.

Saya mengesahkan bahawa satu Jawatankuasa Peperiksaan Tesis telah berjumpa pada 26 Mei 2017 untuk menjalankan peperiksaan akhir bagi Wan Noor Faaizah binti Wan Omar bagi menilai tesis beliau yang bertajuk “Pemikiran Reka Bentuk Kreatif dalam Proses Reka Bentuk Perabot di Malaysia Berdasarkan Pendekatan Biomimikri” mengikut Akta Universiti dan Kolej Universiti 1971 dan Perlembagaan Universiti Putra Malaysia [P.U.(A) 106] 15 Mac 1998. Jawatankuasa tersebut telah memperakukan bahawa calon ini layak dianugerahi ijazah Doktor Falsafah.

Ahli Jawatankuasa Peperiksaan Tesis adalah seperti berikut:

Osman bin Mohd Tahir, PhD

Profesor Madya Lar.
Fakulti Rekabentuk dan Senibina
Universiti Putra Malaysia
(Pengerusi)

Nangkula Utaberta, PhD

Profesor Madya Ir.
Fakulti Rekabentuk dan Senibina
Universiti Putra Malaysia
(Pemeriksa Dalam)

Ahmad Rizal bin Abd Rahman, PhD

Pensyarah Kanan
Fakulti Rekabentuk dan Senibina
Universiti Putra Malaysia
(Pemeriksa Dalam)

Bambang Setia Budi, PhD

Pensyarah Kanan, Eng.
Institut Teknologi Bandung
Indonesia
(Pemeriksa Luar)



NOR AINI AB. SHUKOR, PhD

Profesor dan Timbalan Dekan
Sekolah Pengajian Siswazah
Universiti Putra Malaysia

Tarikh: 28 September 2017

Tesis ini telah dikemukakan kepada Senat Universiti Putra Malaysia dan telah diterima sebagai memenuhi syarat keperluan untuk Ijazah Doktor Falsafah. Ahli - ahli Jawatankuasa Penyeliaan adalah seperti berikut:

Hj. Khairul Aidil Azlin bin Abd Rahman, PhD

Profesor
Fakulti Rekabentuk dan Senibina
Universiti Putra Malaysia
(Pengerusi)

Suhardi Maulan, PhD

Profesor Madya, LAr.
Fakulti Rekabentuk dan Senibina
Universiti Putra Malaysia
(Ahli)

Mohd Shahrizal Dolah, PhD

Pensyarah Kanan
Fakulti Rekabentuk dan Senibina
Universiti Putra Malaysia
(Ahli)

ROBIAH BINTI YUNUS, PhD

Profesor dan Dekan
Sekolah Pengajian Siswazah
Universiti Putra Malaysia

Tarikh:

Perakuan pelajar siswazah

Saya memperakui bahawa:

- tesis ini adalah hasil kerja saya yang asli;
- setiap petikan, kutipan dan ilustrasi telah dinyatakan sumbernya dengan jelas;
- tesis ini tidak pernah dimajukan sebelum ini, dan tidak dimajukan serentak dengan ini, untuk ijazah lain sama ada di Universiti Putra Malaysia atau institusi lain;
- hak milik intelek dan hakcipta tesis ini adalah hak milik mutlak universiti Putra Malaysia, mengikut Kaedah-kaedah Universiti Putra Malaysia (Penyelidikan) 2012;
- kebenaran bertulis daripada penyelia dan Pejabat Timbalan Naib Canselor (Penyelidikan dan Inovasi) hendaklah diperoleh sebelum tesis ini diterbitkan (dalam bentuk bertulis, cetakan atau elektronik) termasuk buku, jurnal, modul, prosiding, tulisan popular, kertas seminar, manuskrip, poster, laporan, nota kuliah, model pembelajaran atau material lain seperti yang dinyatakan dalam Kaedah-kaedah Universiti Putra Malaysia (Penyelidikan) 2012;
- tiada plagiat atau pemalsuan/fakrikasi data dalam tesis ini, dan intergriti ilmiah telah dipatuhi mengikut Kaedah-kaedah Universiti Putra Malaysia (Pengajian Siswazah) 2003 (Semakan2012-2013) dan Kaedah-kaedah Universiti Putra Malaysia (Penyelidikan) 2012. Tesis telah dihantar diimbaskan dengan perisian pengesanan plagiat.

Tandatangan : _____ Tarikh: _____

Nama dan No. Matrik : Wan Noor Faaizah Binti Wan Omar , GS44608

Perakuan Ahli Jawatankuasa Penyeliaan

Dengan ini, diperakukan bahawa:

- penyelidikan dan penulisan tesis ini adalah di bawah seliaan kami;
- tanggungjawab penyeliaan sebagaimana yang dinyatakan dalam Universiti Putra Malaysia (Pengajian Siswazah) 2003 (Semakan 2012-2013) telah dipenuhi.

Tandatangan : _____
Nama Pengerusi
Jawatankuasa
Penyeliaan : Profesor Dr. Hj. Khairul Aidil Azlin bin Abd Rahman

Tandatangan : _____
Nama Ahli
Jawatankuasa
Penyeliaan : Profesor Madya LAr. Dr. Suhardi Maulan

Tandatangan : _____
Nama Ahli
Jawatankuasa
Penyeliaan : Dr. Mohd Shahrizal Dolah

ISI KANDUNGAN

	Page
ABSTRAK	i
ABSTRACT	iii
PENGHARGAAN	v
PENGESAHAN	vi
PERAKUAN	viii
SENARAI JADUAL	xv
SENARAI RAJAH	xvi
SENARAI ILUSTRASI	xix

BAB

1	Pengenalan Kepada Penyelidikan	1
1.1	Pengenalan	1
1.2	Latar belakang kajian	2
1.3	Isu-isu berkaitan penyelidikan	3
1.4	Rumusan berkaitan isu kajian	9
1.5	Permasalahan kajian	10
1.6	Persoalan kajian	10
1.7	Objektif kajian	10
1.8	Skop kajian	10
1.9	Signifikan kajian	11
1.10	Kesimpulan	11
2	SOROTAN KAJIAN LEPAS	12
2.1	Pengenalan	12
2.2	Kemahiran berfikir	12
2.2.1	Kemahiran berfikir kreatif	14
2.2.2	Kemahiran berfikir analitikal	15
2.3	Pemikiran reka bentuk	16
2.4	Model pemikiran reka bentuk	18
2.4.1	Model pemikiran reka bentuk Tim brown dan Jocelyn Wyatt (2010)	18
2.4.2	Model pemikiran reka bentuk Grant Young (2010)	18
2.4.3	Model pemikiran reka bentuk Riverdale Country School dan IDEO (2011)	20
2.4.4	Model pemikiran reka bentuk menurut Steven J.Bell (2008)	21
2.4.5	Model pemikiran reka bentuk menurut Niger Cross (2011)	22
2.4.6	Model pemikiran reka bentuk menurut Idris Mootee (2013)	23
2.4.7	Model pemikiran reka bentuk menurut Filipus Priyo (2014)	25
2.5	Inspirasi produk daripada alam semulajadi	27
2.6	Reka bentuk alam semulajadi berdasarkan Islam	29

2.7	Apakah Biomimikri?	31
2.8	Senario biomimikri di luar negara dan di Malaysia	35
2.8.1	Penyelidikan reka bentuk seni bina	36
2.8.2	Penyelidikan kejuruteraan air	36
2.8.3	Penyelidikan ruang dan pengudaraan	36
2.8.4	Penyelidikan Robotik	37
2.8.5	Penyelidikan biomimikri optik	37
2.8.6	Penyelidikan bangunan berteknologi hijau	38
2.8.7	Penyelidikan memelihara alam sekitar di sekolah pengajian seni di Malaysia.	38
2.9	Kesimpulan terhadap senario biomimikri di Malaysia dan di Luar negara.	39
2.10	Biomimikri dan pembangunan lestari	39
2.11	Biomimikri dalam reka bentuk perindustrian	41
2.12	Pengurusan pengetahuan melalui proses reka bentuk	44
2.13	Proses reka bentuk dan perkembangan produk baharu	46
2.14	Atribut-atribut penting penyelidikan	50
2.15	Proses pemahaman dalam reka bentuk	50
2.16	Menentukan proses reka bentuk	51
2.17	Memahami prinsip	51
2.18	Fungsi gerak saran	52
2.19	Interaksi dalam reka bentuk	53
2.20	Menjana imaginasi dalam pembentukan idea	54
2.21	Peniruan reka bentuk alam semulajadi	55
2.22	Faedah intuisi terhadap pereka bentuk	55
2.23	Elemen-elemen kreativiti	56
2.24	Pemikiran empati	57
2.25	Perkongsian pengalaman	58
2.26	Faktor persekitaran dalam menghasilkan idea	59
2.27	Perkembangan idea	60
2.28	Pembentukan konsep	61
2.29	Ujian-ujian dalam perkembangan idea	62
2.30	Pembangunan kerangka teori untuk kaedah KJ	63
2.31	Kesimpulan	65
3	METODOLOGI KAJIAN	67
3.1	Pengenalan	67
3.2	Reka bentuk penyelidikan	68
3.3	Fasa pertama: Kajian literatur	70
3.4	Fasa Kedua: Pembentukan kerangka konsep melalui Kaedah KJ	70
3.4.1	Fasa pertama	72
3.4.2	Fasa kedua	74
3.4.3	Fasa ketiga	74
3.4.4	Proses mengekstrak kata kunci	76
3.4.5	Penentuan kerangka konsep	79
3.5	Fasa ketiga: Pengumpulan data	84
3.5.1	Kajian rintis	84
3.6	Fasa Keempat: Perlaksanaan pengumpulan data utama	91

3.7	Kajian tindakan	99
3.8	Perbincangan terhadap kaedah KJ dan persampelan kajian	101
3.9	Kesimpulan	102
4	ANALISA DAPATAN KAJIAN	103
4.1	Pengenalan	103
4.2	Pengumpulan Data	104
4.3	Nilai kebolehpercayaan data kajian rintis	105
4.4	Dapatan ujian lakaran kajian rintis	107
4.5	Keputusan dapatan kaji selidik penyelidikan	108
4.6	Analisa data min terhadap atribut dalam pendekatan biomimikri	108
4.7	Analisa domain-domain data kajian utama	109
4.7.1	Pemahaman	109
4.7.2	Menentukan	110
4.7.3	Prinsip	111
4.7.4	Gerak Saran	112
4.7.5	Interaksi	113
4.7.6	Imaginasi	114
4.7.7	Peniruan	115
4.7.8	Intuisi	116
4.7.9	Kreativiti	117
4.7.10	Empati	118
4.7.11	Persekitaran	119
4.7.12	Pengalaman	120
4.7.13	Perkembangan	121
4.7.14	Konseptual	122
4.7.15	Ujian	123
4.8	Analisa statistik deskriptif	124
4.9	Validasi penyelidikan	133
4.10	Analisa Ujian Lakaran	134
4.10.1	Rumusan Terhadap Validasi Ujian Lakaran	138
4.11	Analisa kajian temubual	138
4.11.1	Data Temubual	139
4.11.2	Rumusan terhadap data temubual	182
4.12	Kesimpulan	183
5	PERBINCANGAN	184
5.1	Pengenalan	184
5.2	Proses Reka Bentuk	184
5.3	Proses Reka Bentuk Penghayatan	185
5.4	Proses Reka Bentuk Emosi	186
5.5	Proses Reka Bentuk Transformasi	186
5.6	Proses Reka Bentuk Memaksimumkan Idea	188
5.7	Model Reka Bentuk Biomimikri	188
5.8	Fungsi Model Kumpulan Pertama	190
5.8.1	Gabungan antara ‘pemahaman’ dan ‘penghayatan’ berfungsi sebagai ‘makna’	191
5.8.2	Gabungan antara ‘pemahaman’ dan ‘emosi’	192

	berfungsi sebagai ‘komunikasi’	
5.8.3	Gabungan antara ‘pemahaman’ dan ‘transformasi’ berfungsi sebagai ‘cetusan’	193
5.8.4	Gabungan antara ‘pemahaman’ dan ‘memaksimakan idea’ berfungsi sebagai ‘implementasi’	194
5.9	Fungsi Model Kumpulan Kedua	195
5.9.1	Gabungan antara ‘gerak saran’ dan ‘penghayatan’ berfungsi sebagai ‘kemungkinan’	195
5.9.2	Gabungan antara ‘gerak saran’ dan ‘emosi’ berfungsi sebagai ‘dimensi’	196
5.9.3	Gabungan antara ‘gerak saran’ dan ‘transformasi’ berfungsi sebagai ‘posisi’	197
5.9.4	Gabungan antara ‘gerak saran’ dan ‘memaksimakan idea’ berfungsi sebagai ‘berukuran’	197
5.10	Fungsi Model Kumpulan Ketiga	198
5.10.1	Gabungan antara ‘peniruan’ dan ‘penghayatan’ berfungsi sebagai ‘pemerhatian’	198
5.10.2	Gabungan antara ‘peniruan’ dan ‘emosi’ berfungsi sebagai ‘fungsi’	199
5.10.3	Gabungan antara ‘peniruan’ dan ‘transformasi’ berfungsi sebagai ‘evolusi’	200
5.10.4	Gabungan antara ‘peniruan’ dan ‘memaksimakan idea’ berfungsi sebagai ‘bentuk’	200
5.11	Fungsi Model Kumpulan Keempat	201
5.11.1	Gabungan antara ‘empati’ dan ‘penghayatan’ berfungsi sebagai ‘perseptif’	201
5.11.2	Gabungan antara ‘empati’ dan ‘emosi’ berfungsi sebagai ‘kombinasi’	202
5.11.3	Gabungan antara ‘empati’ dan ‘transformasi’ berfungsi sebagai ‘analisa’	203
5.11.4	Gabungan antara ‘empati’ dan ‘memaksimakan idea’ berfungsi sebagai ‘harmoni’	204
5.12	Fungsi Model Kumpulan Kelima	204
5.12.1	Gabungan antara ‘pekembangan’ dan ‘penghayatan’ berfungsi sebagai ‘Proses’	205
5.12.2	Gabungan antara ‘perkembangan’ dan ‘emosi’ berfungsi sebagai ‘perancangan’	206
5.12.3	Gabungan antara ‘perkembangan’ dan ‘transformasi’ berfungsi sebagai ‘estetika’	206
5.12.4	Gabungan antara ‘perkembangan’ dan ‘memaksimakan idea’ berfungsi sebagai ‘inovasi’	207
5.13	Pembangunan Kerangka Model Reka Betuk Biomimikri	208
5.14	Kesimpulan	208
5.15	Perbincangan model reka bentuk biomimikri	209
6	PENUTUP	213
6.1	Pengenalan	213
6.2	Huraian Terhadap Jawapan Persoalan Kajian	213
6.3	Sumbangan Ilmu Baharu	215

6.4	Cadangan Penyelidikan Masa Hadapan	216
6.5	Limitasi Kajian	217
6.6	Kesimpulan	217

RUJUKAN	218
LAMPIRAN	233
BIODATA PELAJAR	265
SENARAI PENERBITAN	266



SENARAI JADUAL

Jadual		Page
2.1	Mutjabar et al. (2015) Cerita Kekuasaan Allah SWT	30
3.1	Contoh hasil ekstrak kata kunci yang diguguskan dalam domain-domain takrifan dan pemahaman	77
3.2	Kata kunci utama kajian	78
3.3	Pembahagian kata kunci utama kepada fungsi domain	79
3.4	Fungsi kerangka konsep untuk kajian tidakan	82
3.5	Skor dan Pemingkatan Skala Likert	85
3.6	Aturan dan masa dalam pelaksanaan ujian rintis	91
3.7	Atucara aktiviti dan masa dalam pengumpulan data	96
4.1	Purata perolehan kajian rintis	105
4.2	Kajian rintis bagi ujian lakaran	107
4.3	Keputusan nilai kebolehpercayaan statistik “Cronbach's Alpha”	124
4.4	Descriptive Statistics	125
4.5	Rotated Component Matrix	128
5.1	Model Proses Reka Bentuk Biomimikri	189
5.2	Fungsi Model Kumpulan Pertama	190
5.3	Fungsi Model Kumpulan Kedua	195
5.4	Fungsi Model Kumpulan Ketiga	198
5.5	Fungsi Model Kumpulan Keempat	201
5.6	Fungsi Model Kumpulan Kelima	204

SENARAI RAJAH

Rajah	Page	
1.1	Cetusan idea penyelidikan	2
1.2	Responden kajian	3
1.3	Pemahaman biomimikri	4
1.4	Pengalaman reka bentuk	5
1.5	Peniruan alam semulajadi	5
1.6	Proses memulakan idea	6
1.7	Responden kajian	7
2.1	Ciri-ciri pemikiran kreatif menurut Sulaiman (2011)	15
2.2	Model pemikiran reka bentuk Brown dan Wyatt (2010)	18
2.3	Model pemikiran reka bentuk Young (2010)	19
2.4	Model pemikiran reka Riverdale Country School dan IDEO (2011)	20
2.5	Model pemikiran reka bentuk Steven J.Bell (2008)	21
2.6	Model pemikiran reka bentuk menurut Niger Cross (2011)	22
2.7	Model pemikiran reka bentuk Idris Mootee (2013)	23
2.8	Model pemikiran reka bentuk Filipus Priyo (2014)	26
2.9	Teras utama dalam pemahaman <i>biomimicry</i> Benyus (1998)	33
2.10	Teras utama dalam pemahaman <i>biomimicry</i> Hoyos (2010)	34
2.11	Teras utama dalam pemahaman pembangunan mampan	40
2.12	Kerangka konsep pengurusan pengetahuan menurut teori Edwards 2009.	45
2.13	Proses reka bentuk Ulrich dan Eppinger (2005)	47
2.14	Proses perkembangan produk baharu Ibrahim (2013)	47

2.15	Proses reka bentuk Elivio Bonillo (2010)	48
2.16	Proses reka bentuk Rodgers dan Milton (2011)	49
2.17	Fasa kreatif menurut Weisberg (2006)	57
2.18	Interpretasi KJ method menurut Scupin dan Omar	63
2.19	Kerangka Teori kaedah KJ	64
3.1	Reka bentuk penyelidikan	69
3.2	Kerangka konsep disumberkan oleh Rahman KAA (2003)	71
4.1	Graf pemahaman	109
4.2	Graf menentukan	110
4.3	Graf prinsip	111
4.4	Graf gerak saran	112
4.5	Graf interaksi	113
4.6	Graf imaginasi	114
4.7	Graf peniruan	115
4.8	Graf intuisi	116
4.9	Graf kreativiti	117
4.10	Graf empati	118
4.11	Graf persekitaran	119
4.12	Graf Pengalaman	120
4.13	Graf perkembangan	121
4.14	Graf konseptual	122
4.15	Graf ujian	123
4.16	Dendrogram using ward linkage	130
4.17	Plot putaran Varimax	132
4.18	Aturan pelaksanaan dalam ujian lakaran	134

4.19	Plot perbezaan skala sementik	135
5.1	Proses reka bentuk biomimikri	185
5.2	Bacaan Terperinci Model Proses Reka Bentuk	190
5.3	Model Reka Bentuk Biomimikri	208
5.4	Fasa-fasa pembangunan model reka bentuk biomimikri	209
6.1	Proses reka bentuk biomimikri	214



SENARAI ILUSTRASI

Ilustrasi	Page
1.1	Pengalaman sebagai tenaga pengajar dalam proses perundinga 8
1.2	Gambar dirakam penyelidik pada acara “ <i>industrial design world</i> ” 2013, Publika, Mont Kiara. 8
2.1	Kereta konsep yang dikenali sebagai <i>box fish</i> 42
2.2	Reka bentuk perabot yang dikenali sebagai <i>bone chair</i> 43
2.3	Botol air rekaan Carlos Rego 43
3.1	Permulaan sumbang saran 72
3.2	Contoh sumbang saran yang dijalankan secara berterusan 73
3.3	Contoh sumbang saran yang disusun dengan menggunakan perisian computer 73
3.4	Penyusunan kata kunci dalam kajian kepustakaan 74
3.5	Kumpulan pertama 75
3.6	Kumpulan kedua 75
3.7	Kumpulan ketiga 75
3.8	Antara contoh sesi perbincangan dalam menentukan kerangka konsep 78
3.9	Kerangka Konsep Kajian 80
3.10	Penyelidik memberi penerangan kepada responden dalam aktiviti kajian rintis. 85
3.11	Bunga raya (flora) 87
3.12	Labah-labah (fauna) 87
3.13	Tulang bahagian tangan manusia (manusia) 88
3.14	Sarang lebah (habitat) 88
3.15	Percikan air (atmosfera) 89

3.16	Aktiviti gerak saran 1	90
3.17	Aktiviti gerak saran 2	90
3.17	Contoh aktiviti gerak saran oleh kumpulan pelajar dalam kajian utama	93
3.18	Contoh aktiviti gerak saran oleh kumpulan pelajar dalam kajian utama	94
3.19	Aktiviti temu bual kumpulan pelajar	95
3.20	Kedudukan susunan didalam makmal formgiving	97
3.21	Situasi ujian lakaran	97
3.22	Situasi aktiviti sumbang saran	98
3.23	Situasi aktiviti gerak saran	98
3.24	Sesi penerangan oleh penyelidik	99
3.25	Sesi temu bual	99

BAB 1

Pengenalan Kepada Penyelidikan

1.1 Pengenalan

Ideologi pemikiran reka bentuk secara meluasnya digunakan dalam pelbagai bentuk lapangan kerjaya dan industri seperti perniagaan, pendidikan, kejuruteraan dan banyak lagi. Kebanyakan dari bidang ini menerapkan cara pemikiran reka bentuk melalui pendekatan yang berbeza. Menurut Hardt (2006), reka bentuk adalah proses kreatif yang mana ianya menggabungkan kualiti produk disamping mempertimbangkan nilai estetika. Reka bentuk juga diketahui sebagai proses yang melibatkan penyatuan antara teknologi, pemasaran, jualan, kitar semula dan pelupusan untuk mencipta keseimbangan diantara nilai-nilai komersial dan nilai-nilai estetika pada rekaan produk. Manakala proses pemikiran adalah satu proses minda yang terdapat di dalam diri seseorang. Hubungan antara reka bentuk dan pemikiran adalah gaya berfikir pereka yang mampu mengubah cara pendekatan apabila imaginasi untuk mereka cipta wujud yang membawa penyelesaian baharu untuk masa hadapan.

Sehubungan dengan itu penyelidikan ini mensasarkan biomimikri sebagai pendekatan dalam proses reka bentuk. Kajian biomimikri telah menjadi suatu isu yang diperkatakan apabila banyak penyelidikan telah berjaya menemui jalan penyelesaian dalam pelbagai bidang kerja. Fenomena ini telah mengalakkan corak pemikiran pereka bentuk yang berbeza-bebeza dalam mewujudkan penyelesaian yang bersesuaian dari semasa ke semasa.

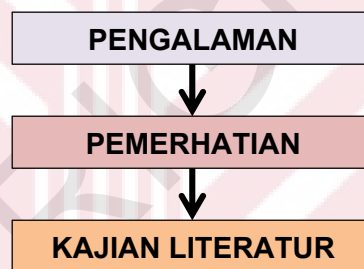
Dalam penyelidikan ini, memahami proses pemikiran reka bentuk dalam pelaksanaan biomimikri adalah amat diperlukan. Selain itu, memahami konsep dan prinsip kaedah biomimikri juga bakal mencetus kepelbagaian idea dalam bidang rekaan di Malaysia khususnya. Menurut Kim et al., (2010), cara pemahaman ini akan membantu menghasilkan kreativiti dan kesan emosi untuk penyelesaian masalah melalui reka bentuk. Kepentingan memahami topik dan prinsip adalah asas permulaan cetusan berfikir bagi setiap pelaksanaan yang ingin dilaksanakan.

Dalam bidang rekaan terdapat pelbagai pecahan, antaranya bidang reka bentuk perindustrian, reka bentuk grafik dan digital media, seni logam, dan lain lain lagi. Namun begitu, dalam setiap bidang rekaan terdapat proses untuk merealisasikan sesuatu reka bentuk.

1.2 Latar belakang kajian

Pemikiran reka bentuk adalah epistemologi proses untuk memahami gaya fikir pereka bentuk. Pengetahuan gaya fikir reka bentuk akan membantu perkembangan sistem pengajaran dan pembelajaran dalam kursus reka bentuk. Selain itu, kemahiran tersebut berupaya meningkatkan kualiti, pengalaman, dan kemampuan dalam pendidikan khususnya reka bentuk. Penyelidikan ini adalah untuk mencari kaedah pemikiran baharu di dalam pendekatan biomimikri. Antara pencetus penyelidikan ini adalah motivasi berdasarkan pengalaman apabila terlibat dalam process pengajaran dan pembelajaran. Selain itu juga penglibatan dalam arena reka bentuk sebagai pereka mendorong penyelidik mengupas beberapa isu yang penting untuk kajian ini dan ianya menjadi motivasi untuk menjalankan penyelidikan ini.

Di peringkat awal kajian, penyelidik menggunakan inisiatif dengan melihat permasalahan melalui pengalaman lepas sebagai tenaga pengajar iaitu dalam proses perundingan dan proses reka bentuk sehinggalah proses prototaip dan penghasilan model. Penyelidikan ini dibentuk dengan tiga proses utama iaitu melalui pengalaman, pemerhatian dan kajian literatur.



Rajah 1.1 : Cetusan idea penyelidikan

Biomimikri adalah satu kaedah yang menginspirasi alam semulajadi sebagai garis panduan berdasarkan perkembangan teknologi mampan. Menurut Quinn (2011), paradigma baharu reka bentuk yang mampan telah membawa kepada peningkatan yang lebih luas, dimana ianya menggunakan bahan-bahan organik dan proses semulajadi. Usaha untuk mewujudkan semula sifat tidak secara semulajadi telah memberi inspirasi kepada pereka untuk mendalami ilmu biomimikri. Namun begitu, pereka bentuk harus bekerjasama dengan para ilmunan yang lain untuk mencipta produk yang berfungsi hibrid yang mengetengahkan pemikiran dari pelbagai bidang dan bidang reka bentuk.

Cetusan yang penting di dalam penyelidikan ini adalah bagaimana pemikiran reka bentuk berlandaskan biomimikri ini boleh difahami oleh pereka-pereka bentuk dan juga pengamalinya terutama sekali berkaitan pendekatan dan fungsi-fungsinya.

Penyelidikan ini bertujuan mencari ciri-ciri khusus proses reka bentuk dengan menerapkan unsur biomimikri sebagai pendekatan. Kajian ini menggunakan pemahaman dari teori-teori yang sedia ada dan baharu untuk mengembangkan ciri-ciri khusus yang sesuai untuk diaplikasikan bagi penyelidikan ini. Hasil daripada pemahaman tersebut ianya akan menstrukturkan fungsi kaedah kajian untuk penyelidikan ini.

Penyelidikan ini mengetengahkan pembangunan kerangka konsep sebagai fungsi penyelidikan. Selain daripada itu juga kajian ini memberi tumpuan kepada pencarian pengkhususan ilmu baharu dalam bidang reka bentuk iaitu dengan mengkaji pemikiran pereka bentuk dari bidang reka bentuk industri. Perihal kajian ini juga dilihat dari aspek isu-isu yang berkaitan pemahaman pereka secara umum terhadap biomimikri, pelaksanaan dan cara berfikir pereka bentuk dalam merealisasikan reka bentuk inspirasi alam semulajadi.

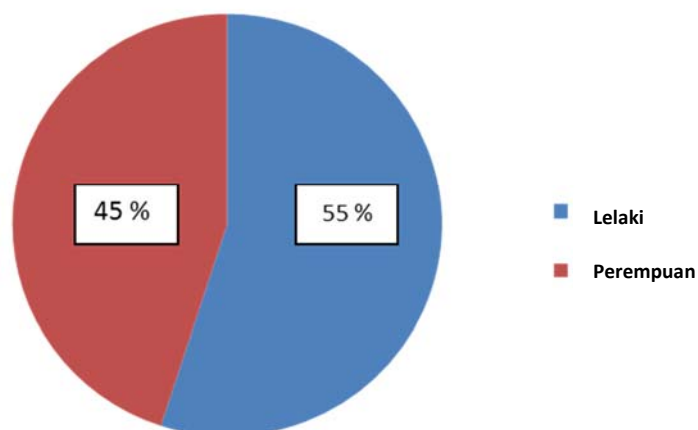
1.3 Isu-isu berkaitan penyelidikan

Isu yang diketengahkan dalam perihal pertama penyelidikan ini adalah pemahaman biomimikri secara umum oleh pereka bentuk industri. Sebanyak 50 orang responden dari latar belakang reka bentuk dipilih bagi menjawab lima soalan yang penting bagi isu-isu pemahaman biomimikri.

Isu dan analisa ini telah dibentangkan pada kolokium siri kedua di Universiti Malaysia Sarawak pada 9 Julai 2014. Antara isu-isu yang dibangkitkan ialah:

a)

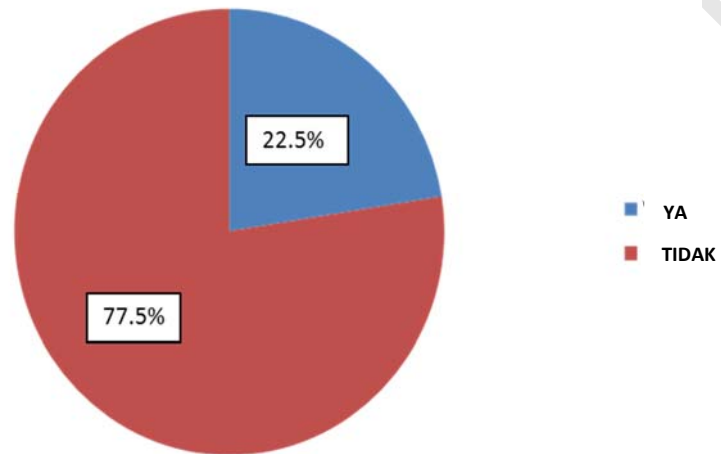
JANTINA



Rajah 1.2 : Responden kajian

Daripada 50 responden 23 adalah terdiri daripada perempuan dan 27 adalah lelaki. Masing-masing responden adalah terdiri daripada pereka bentuk perindustrian iaitu pelajar dan profesional. Justifikasi daripada pemilihan responden ini adalah kerana penyelidikan ini bakal mengetengahkan pemikiran pereka bentuk perindustrian sebagai bahan kajian.

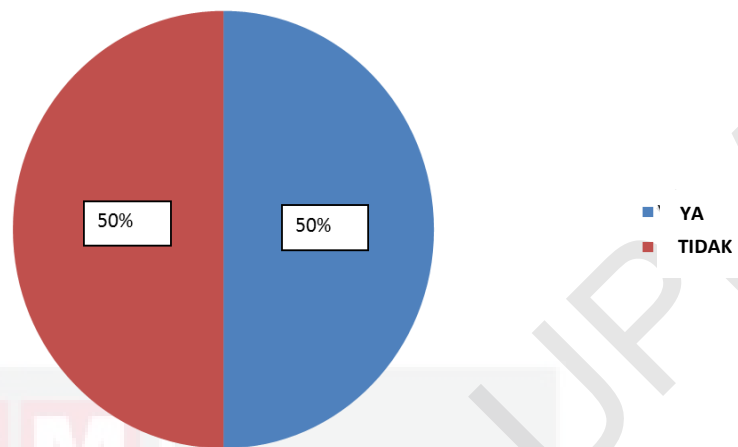
b) **Anda tahu apa itu Biomimikri?**



Rajah 1.3 : Pemahaman biomimikri

Soalan penting dalam isu pertama dalam penyelidikan ini ialah pemahaman berkaitan pemahaman tentang terminologi biomimikri itu sendiri, sebanyak 77.5% tidak memahami istilah biomimikri dan 22.5% daripada responden memahami istilah biomimikri. Justifikasi berkaitan soalan ini ialah untuk memahami pendekatan biomimikri dalam pemikiran reka bentuk. Perkara asas adalah memahami istilah dan fungsi berkaitan perkara yang ingin menjadi subjek kajian.

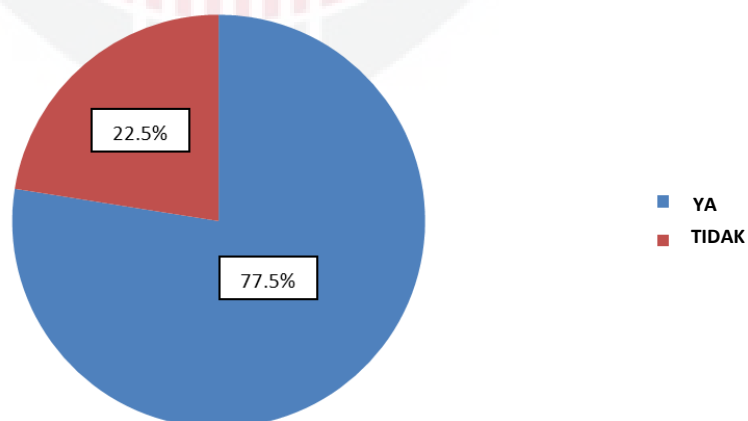
- c) **Adakah anda mempunyai pengalaman menjalani reka bentuk inspirasi dari alam semulajadi?**



Rajah 1.4 : Pengalaman reka bentuk

Sebanyak 50% daripada responden pernah menjadikan inspirasi alam semulajadi sebagai bahan kajian dalam penyelesaian masalah reka bentuk. 50% lagi tidak pernah menjadikan alam semulajadi sebagai pendekatan dalam pemikiran reka bentuk. Justifikasi soalan ini berkaitan isu yang diketengahkan adalah, menurut Pauw et al., (2012), dalam praktis reka bentuk strategik, reka bentuk diinspirasi daripada alam semulajadi, prosesnya boleh digunakan apabila membangunkan produk berasaskan lestari. Namun begitu pengetahuan tentang perihal tersebut sebenarnya masih kurang untuk membantu pereka bentuk.

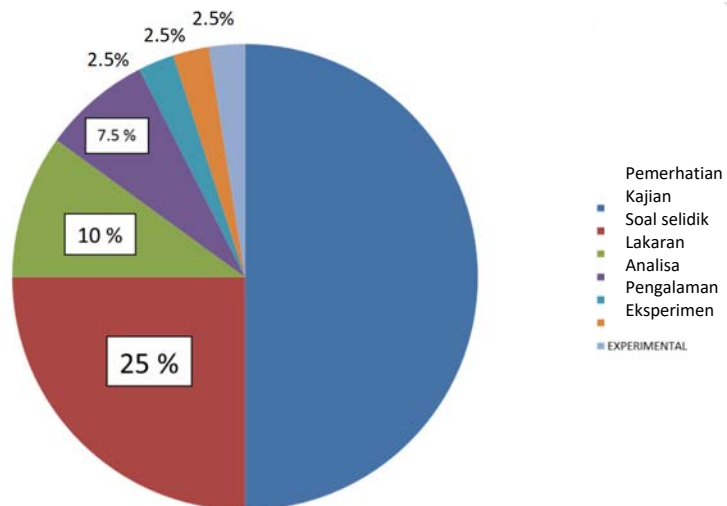
- d) **Pada pendapat anda, adakah peniruan dari alam semulajadi dalam rekaan akan menyelesaikan masalah reka bentuk?**



Rajah 1.5 : Peniruan alam semulajadi

Susulan daripada persoalan berkaitan pengalaman dan kefahaman isu yang diketengahkan dalam penyelidikan ini adalah berkaitan pendekatan reka bentuk dalam peniruan dari alam semulajadi dalam penyelesaian masalah. Keputusan yang diperolehi tanpa memahami apa itu biomimikri seramai 77.5% responden bersetuju unsur-unsur alam semulajadi dapat menyelesaikan masalah dalam reka bentuk. Manakala 22.5% menyatakan tidak pada isu yang berkaitan.

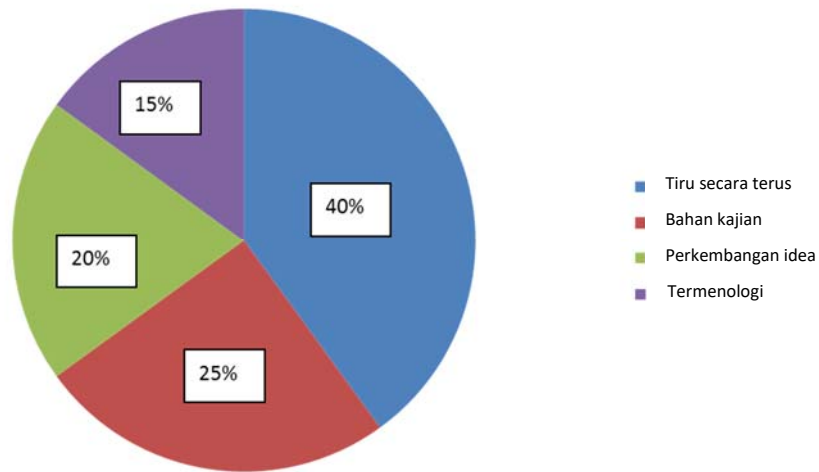
e) **Bagaimanakah cara anda memulakan proses reka bentuk?**



Rajah 1.6 : Proses memulakan idea

Isu yang dibangkitkan dalam tinjauan ini seterusnya adalah, persoalan berkaitan dengan bagaimana pereka bentuk memulakan sesuatu idea dalam proses reka bentuk. 50% daripada responden telah menyatakan proses reka bentuk dimulakan dengan kaedah pencerapan. Manakala 25% menyatakan hasil daripada kajian, 10% daripada soal selidik, 7.5% bermula daripada lakaran, dan 2.5% dari analisis, pengalaman dan eksperimen.

f) **Apakah masalah yang dihadapi dalam mereka bentuk inspirasi alam semulajadi?**



Rajah 1.7 : Responden kajian

Seterusnya penyelidikan ini telah mempersoalkan isu berkaitan masalah yang dihadapi oleh pereka bentuk terutamanya pelajar dalam proses reka bentuk yang mengambil inspirasi dari alam semulajadi. Antara isu dan masalah yang dihadapi oleh pereka bentuk ialah mereka mentafsirkan reka bentuk dalam peniruan secara terus menerus. Tinjauan yang diperolehi sebanyak 40% daripada pereka iaitu menurut soal selidik ini menghadapi masalah tersebut. Manakala perkara yang berbangkit lain adalah permasalahan terhadap bahan kajian iaitu 25%. Perkara seterusnya ialah dalam permasalahan perkembangan idea sebanyak 20% dan selebihnya ialah masalah pemahaman dari sudut istilah atau maksud disebalik bahan yang ingin dikaji.

Berdasarkan soal selidik yang dilihat dari aspek pemahaman dari segi istilah itu sendiri kebanyakan pereka perlu merujuk berkaitan maknanya dan perlaksanaannya. Manakala menurut Mohd Nawi (2016), Secara jelas, biomimikri adalah pendekatan inovasi penyelesaian lestari kepada cabaran manusia dengan mencontohi corak, rupa bentuk dan strategi alam semulajadi. Secara lebih tepat, landskap taman dibina berinspirasi alam semulajadi. Walaubagaimanapun menurut beliau lagi secara umumnya konsep ini begitu asing dan jarang kedengaran dan hanya golongan tertentu seperti pakar landskap atau ahli akademik yang arif mengenainya.

Situasi peratusan paling tinggi dalam soal selidik ini diperkuatkan dengan 2 faktor iaitu berdasarkan pengalaman sebagai tenaga pengajar dan pemerhatian di pameran seni berkaitan perabot.



Ilustrasi 1.1 : Pengalaman sebagai tenaga pengajar dalam proses perundingan
(sumber: projek bersama pelajar untuk Pameran “Waste to Wealth furniture 2007” dianjurkan oleh Uitm)



Ilustrasi 1.2 : Gambar dirakam penyelidik pada acara “*industrial design world*” 2013, Publika, Mont Kiara

Permasalahan kajian dilihat dari sudut aspek pemerhatian dan pengalaman penyelidik sendiri dalam bidang rekaan dan sebagai tenaga pengajar dalam pelaksanaan projek yang bertajuk inspirasi alam semulajadi. Apa yang boleh diperkatakan oleh kebanyakan pereka, terutamanya pereka yang masih belum berpengalaman, kecenderungan meniru secara terus menerus objek yang dipilih sebagai subjek dalam reka bentuk. Perihal ini dibuktikan dari hasil tinjauan penyelidik ke satu pameran seni iaitu “Industrial Design World” pada tahun 2013. Juga hasil pengalaman sebagai tenaga pengajar yang menjadi perunding untuk beberapa projek yang berkaitan inspirasi alam semulajadi. Antaranya yang memberi impak dan cetusan dalam menjalani kajian ini ialah Pameran “Waste to Wealth Furniture 2007” yang dianjurkan oleh Universiti Teknologi MARA. Isu yang timbul

ketika menjalani projek ini ialah proses pemahaman terhadap perkembangan idea dan pembinaan struktur kerangka. Projek ini mendominasi labah-labah sebagai subjek reka kepada reka bentuk, permasalahan yang dihadapi pada ketika itu ialah pemahaman berkaitan aplikasi rupa bentuk labah-labah dan struktur ke dalam reka bentuk bersama material yang bakal digunakan. Pada pendapat saya sebagai pereka bersama dan orang yang bertanggungjawab dalam merealisasikan projek ini permasalahan yang dihadapi ialah proses mengadaptasi rupa bentuk dan fungsi labah-labah terhadap reka bentuk perabot tersebut.

Selain daripada itu kajian ini melihat kepada implementasi kemahiran berfikir aras tinggi di Malaysia. Kemahiran berfikir aras tinggi ini perlu diperluaskan dalam pelbagai bentuk pemikiran terutamanya pemikiran hibrid. Pengenalan kepada kemahiran berfikir aras tinggi (KBAT) oleh kerajaan Malaysia dalam sistem pembelajaran masa kini, adalah cetusan bagi penyelidikan ini untuk mengupas isu pemikiran reka bentuk berasaskan pendekatan biomimikri. Menurut Nagappan (2001), kemahiran berfikir aras tinggi telah diperkenalkan sejak tahun 1990 dalam sistem pembelajaran Malaysia. Namun begitu pelbagai kajian dijalankan dari semasa ke semasa untuk mempertingkatkan cara berfikir dengan lebih berkesan dan sistematik, antaranya model pemikiran yang melibatkan kolaborasi antara pelbagai disiplin. Secara rasionalnya kemahiran berfikir perlu dicetuskan dengan kolaborasi pelbagai bidang pada masa kini. Menurut Othman (2014), kerajaan secara khususnya mengusahakan rancangan atau program yang dikenali sebagai "Modal Insan Inovatif". Dimana ianya berkaitan dengan proses pendidikan yang melibatkan keusahawanan, inovasi, dan kolaborasi. Isu ini juga dilihat dari sudut Bidang Ekonomi Utama Negara (NKEA), dimana dalam EPP 9 penekanan terhadap isu berkaitan kerjasama interdisiplin dikalangan penyelidik, industri dan pelabur di dalam sistem pendidikan negara masih lagi berkurangan. Namun begitu penyelidikan ini adalah melihat kolaborasi sains dan seni dalam satu masa dan model pemikiran biomimikri ini akan mengukur dan menganalisa pemikiran pereka untuk keberhasilan yang berkesan dan bermanfaat dalam bidang rekaan yang menggunakan persekitaran serta alam semulajadi Malaysia.

1.4 Rumusan berkaitan isu kajian

Terdapat tiga justifikasi dalam isu kajian ini, pertama pemahaman biomimikri dikalangan pereka yang dicetus melalui soal selidik pada permulaan kajian. Berdasarkan pelaksanaan analisa, penyelidik berpendapat untuk memberi pemahaman dalam penyelidikan ini perkara yang perlu difahami adalah pendekatan yang sesuai bagi biomimikri menurut kajian ini dalam mereka bentuk.

Manakala justifikasi kedua dalam isu kajian ini ialah kecenderungan pereka meniru secara terus menerus tanpa analisa yang sistematik berkaitan pendekatan biomimikri. Oleh itu kajian ini akan menentukan proses pemikiran biomimikri berdasarkan persampelan yang dipilih. Pada peringkat seterusnya berdasarkan keperluan proses pemikiran yang perlu dipertingkat dari semasa ke semasa kajian ini akan mengkaji

apakah keberhasilan yang sesuai selaras dengan dapatan kajian yang bakal diperolehi.

1.5 Permasalahan kajian

Dalam kajian ini penyelidik menentukan permasalahan kajian dengan melihat tiga permasalahan utama iaitu:

1. **Pemmasalahan pertama:** Kefahaman pendekatan biomimikri yang kurang jelas terhadap penghasilan produk dalam proses reka bentuk.
2. **Permasalahan kedua:** Proses reka bentuk biomimikri yang tidak jelas dalam menghasilkan reka bentuk produk daripada idea ke realiti.
3. **permasalahan ketiga:** Masih kurang model pemikiran pereka bentuk berasaskan biomimikri.

1.6 Persoalan kajian

1. Kenapa pendekatan biomimikri yang sesuai perlu diamalkan oleh pereka bentuk dalam menghasilkan produk baharu?
2. Bagaimanakah cara mendapatkan proses reka bentuk biomimikri untuk menghasilkan produk dari idea ke realiti?
3. Apakah model proses reka bentuk biomimikri secara khusus untuk menghasilkan produk?

1.7 Objektif kajian

1. Untuk mengenalpasti pendekatan biomimikri yang perlu diamalkan oleh pereka bentuk dalam menghasilkan produk baharu.
2. Untuk menganalisa dapatan kajian bagi memperolehi proses reka bentuk biomimikri dalam menghasilkan idea kepada realiti.
3. Untuk mengesahkan model proses reka bentuk biomimikri dalam menghasilkan produk.

1.8 Skop kajian

Penyelidikan memberi fokus kepada pereka bentuk yang berlatar belakangkan reka bentuk perindustrian dengan menggunakan rekaan perabot sebagai subjek ujikaji dalam persampelan. Para pereka atau responden dalam penyelidikan ini tergolong daripada warga negara malaysia dan diambil dari pereka berpengalaman dan pelajar reka bentuk.

Manakala dari segi lokasi kajian penyelidikan pula, penyelidik memilih beberapa universiti tempatan seperti Universiti Teknologi MARA, Universiti Putra Malaysia, dan Universiti Malaysia Sarawak. Pemilihan lokasi adalah berdasarkan universiti

yang menawarkan kursus reka bentuk khususnya dalam reka bentuk perindustrian dan beberapa kursus yang berkaitan.

Justifikasi pemilihan reka bentuk perabot sebagai pendekatan adalah disebabkan ianya adalah rupa bentuk yang mudah difahami dan mudah direka bentuk oleh mana-mana pereka dalam tugas yang bakal dijalankan kelak. Untuk kajian ini penyelidik memilih produk kerusi sebagai subjek untuk ujikaji.

1.9 Signifikan kajian

Penyelidikan ini akan memberi tumpuan kepada pembangunan proses reka bentuk baharu yang menggunakan biomimikri sebagai pendekatan. Dalam masa yang sama, ianya juga mengalakkan pereka bentuk memahami terminologi dan prinsip-prinsip dalam pelbagai skop dalam kajian yang menginspirasi alam semulajadi sebagai panduan. Namun begitu, biomimikri dan pemikiran secara reka bentuknya dalam konteks penyelidikan ini dikaji untuk mewujudkan kaedah proses reka bentuk dan teknik-teknik baharu dalam penambahbaikan pembelajaran dan pengajaran dalam bidang rekaan.

1.10 Kesimpulan

Pada dasarnya terdapat pelbagai kaedah dalam memahami bidang sains dan alam semulajadi. Biomimikri dilihat sebagai satu bidang yang boleh disatukan dengan pelbagai corak pemikiran.

Untuk mempertingkatkan pengetahuan berkaitan dengannya, para ahli fikir haruslah membina idea-idea baharu supaya ianya lebih difahami dan digunakan sebagai landasan untuk memperkembangkan ilmu baharu.

Perihal ini dilihat daripada pengalaman penyelidik sendiri sebagai tenaga pengajar, dan ianya mendorong penyelidik untuk meneroka pendekatan biomimikri sebagai salah satu kaedah yang baharu untuk diterokai dan diimplementasikan dalam bidang reka bentuk terutamanya dalam bidang reka bentuk perindustrian. Ini kerana pada awalnya pemahaman penyelidik tentang sesuatu projek yang menjadikan alam semulajadi hanyalah sekadar digunakan sebagai pengaruh terhadap sesuatu proses reka bentuk. Namun begitu, hasil daripada penerokaan yang mendalam berkaitan ilmu alam semulajadi ini terdapat banyak terminologi dan prinsip-prinsip yang telah dicipta sebagai garis panduan oleh ilmuan-ilmuan yang sedia ada antaranya 'biomophic', 'biophilip', 'bioneer' dan lain-lain lagi. Penemuan terminologi-terminologi ini memberi cetusan kepada penyelidik untuk mengkaji dengan lebih mendalam supaya ianya menjadi satu bidang ilmu baharu untuk diterokai dan dikongsikan kelak.

RUJUKAN

Buku

- Abdullah, A. R. (2001). *Falsafah dan kaedah pemikiran*: Utusan Publications & Distributors. Kuala Lumpur.
- Abidin, D. Z. (2007). *Quran saintifik: meneroka kecemerlangan Quran daripada teropong sains*. PTS Litera Utama. Kuala Lumpur
- Ahmad,.Z. (2012) Tafsir Surah An-‘Ankabut Dari Perspektif Sains Dan Sejarah. Aras Mega (M) Sdn. Bhd. Selangor. Malaysia
- Ahmad,.Z. (2012) Tafsir Surah An-Naml Dari Perspektif Sains Dan Sejarah. Aras Mega (M) Sdn. Bhd. Selangor. Malaysia
- Al-Quran Al-‘Ankabut 19-20
- Al-Quran Al-Baqarah 2: 164
- Anastasi, A. (1982). *Psychological testing*. Macmillan Publishing Co., Inc. New York.
- Babbie, E. R. (2013). *The practice of social research*. Wadsworth Cengage Learning. USA
- Badi, J et al. (2006). *Creative Thinking An Islamic Perspective*. Kuala Lumpur: Ampang Press Sdn. Bhd. Kuala Lumpur
- Bonollo, E. (2010). *Product Design: a course in first principles*. Dr. E. Bonollo. Kainos Print Pty Ltd. Australia
- Brower et al. (2005). *Experiment Eco Design*. Switzerland: Rotovision,
- Brower,C, Mallory.R, Ohlman.Z (2005). *Experimental Eco Design*. Publish RotoVision, Switzerland
- Brown,T (2009). *How Design Thinking Transforms Organization And Inspired Innovation Change By Design*. Publish Harper Collins, New York.
- Collins, H. (2010). *Creative research: the theory and practice of research for the creative industries*. Ava Publishing. Chicago
- Creswell, J. W. (2013). *Research design: Qualitative, quantitative, and mixed methods approaches*. Sage publications.
- Creswell, J. W., & Clark, V. L. P. (2007). *Designing and conducting mixed methods research*. SAGE Publication. Chicago.

- Crider, A. B. (1983). *Psychology*. Scott, Foresman and Company. United States of America.
- Cross, N Et Al. (1996) *Anaysing Design Activity*, John Wiley & Sons Ltd, England
- Cross, N. (2006). *Designerly ways of knowing* (pp. 1-13). Springer London. Chicago
- Cross, N. (2011). *Design thinking: Understanding how designers think and work*. Berg.
- Cross,N (2014). *Design thinking*. Publish Bloomsbury,New York.
- Crul, M., Diehl, J. C., & Ryan, C. (2009). *Design for sustainability-A step-by-step approach*. *UNEP, Paris*.
- Dohr, J. H., & Portillo, M. (2011). *Design thinking for interiors: Inquiry, experience, impact*. John Wiley & Sons.
- Hambug, M. (2008) *Kesedaran Pembangunan Lestari Di Peringkat Awal Kanak-Kanak*, Thesis, Fakulti Teknologi Awam, Universiti Teknologi Malaysia
- Hegeman, J. (2008). *The thinking behind design. The School of Design, Carnegie Mellon University. Master of Design in Interaction Design*.
- Hjort af Ornäs, V. (2010). *The significance of things: Affective user-artefact relations*. Chalmers University of Technology.
- Horowitz, M. J. (1998). *Cognitive psychodynamics: From conflict to character*. John Wiley & Sons Inc. Canada
- Houle, C. O. (1996). *The Design of Education. Jossey-Bass Higher and Adult Education Series*. Jossey-Bass Inc., Publishers, 350 Sansome Street, San Francisco, CA 94104.
- Ibrahim, M. (2013). *Reka Bentuk Produk*. Dewan Bahasa Dan Pustaka. Kuala Lumpur.
- Jenine, M (2002) *Biomimicry Innovation Inspired By Nature*. Publish Harper Collins, New York.
- Kothari, C. R. (2004). *Research methodology: Methods and techniques*. New Age International.
- Lange-Küttner, C., & Vinter, A. (Eds.). (2008). *Drawing and the non-verbal mind: a life-span perspective*. Cambridge, UK: Cambridge University Press.
- Lefteri,C (2006). *Materials For Inspiration Design*. Publish Page One, Singapore

- MAA Hamid (2004). *Permainan Kreatif Untuk Guru Dan Jurulatih*. PTS Publications & Distributors Sdn. Bhd. Betong. Malaysia.
- MAA Hamid (2006). Siri kemahiran berfikir, cipta idea baru, teknik praktikal menghasilkan idea kreatif dan inovatif. PTS Publications & Distributors Sdn. Bhd. Betong. Malaysia.
- Markman, A. B., & Wood, K. L. (Eds.). (2009). *Tools for innovation: The science behind the practical methods that drive new ideas*. Oxford University Press.
- Martin, B and Hanington, B (2012) *Universal Methods of Design: 100 Ways To Research Complex Problems, Develop Innovative Idea, and Design Effective Solutions*, Rockport Publisher, Beverly, USA
- Martin, R. (2009). *The design of business*. Harvard Business School Publishing, Massachusetts.
- Milton, A., & Rodgers, P. (2013). *Research methods for product design*. Laurence King Publishing.
- Mohd, A. & Hassan, A (1996). *Seni Berfikir Kreatif, Benarkah Ada Perbezaan Antara Kreativiti Minda Barat Dan Minda Jepun*. Utusan Publications & Distribution Sdn. Bhd. Kuala Lumpur
- Mohd, A., & Hassan, A. (1999). *Kursus berfikir untuk kolej dan universiti*. Utusan Publications & Distribution Sdn. Bhd. Kuala Lumpur
- Montana-Hoyos, CA (2010) *Bio-ID4S: Biomimicry In Industrial Design For Sustainability: An Integrated Teaching-and-Learning Method*, VDM Verlag Dr, Muller, USA
- Muttajabar, S. & Hashim, H. (2015). *Cerita Kekuasaan Allah SWT*. Darul Mughni Trading. Selangor. Malaysia
- Nilsson, M. (1998). *Component design: A theoretical study of form synthesis, materials selection and process selection*. Division of Machine Design, Department of Machine Design, Department of Mechanical Engineering, Linköping University. Sweden
- Nonaka, I. (2008). *The knowledge-creating company*. Harvard Business Review Press. USA
- Pallant, J., & Manual, S. S. (2011). *A step by step guide to data analysis using SPSS*. Allen & Unwin. Australia
- Patton, M. Q. (1990). *Qualitative evaluation and research methods*. SAGE Publications, inc.

- Peter,S (2011). *Material Revolution Sustainable And Multi-Purpose Material For Design And Architecture*. Publish Birkhauser , Switzerland.
- Pilloton, E. (2009). *Design revolution: 100 products that are changing people's lives*. Thames & Hudson.
- Quinn,B (2011). *Design Futures*. Merrell, London.New york
- Rahman, KAA. (2003) *Knowledge Conversation Design Management Practices: Cross Comparison Studies Between Malaysia Industrial Cluster and Japan Companies*, PhD Thesis, Chiba University, Japan
- Reis, H. T., & Judd, C. M. (2000). *Handbook of research methods in social and personality psychology*. Cambridge University Press.
- Ringstad, P. (1996). *Early Component Design: Theory and a Procedure*. Division of Machine Design, Department of Mechanical Engineering, Linköping University.
- Robson, C. (1993). *Real World Research: A Resource For Social Scientists And Practitioners-Researchers*. *Massachusetts: Blackwell Pushers*. Oxford UK & Cambridge USA.
- Rodgers, P., & Milton, A. (2011). *Product design*. Laurence King Publishing. London
- Salkind, N. J. N. J. (2000). *Exploring Research*. Prentice-hall, Inc. New Jersey
- Shamsuri, S. (2009). *Research Methods for the Social Sciences: Made Simple*. DSS Publication Enterprise. Selangor. Malaysia
- Shamsuri,S (2004). *Research Methods for the Social Sciences Made Simple*. Publish DSS, Malaysia
- Shedroff, N. (2009). *Design is the problem: the future of design must be sustainable*. Rosenfeld Media.
- Sulaiman, R. (2011). *Kemahiran Berfikir*. Penerbitan Multimedia Sdn. Bhd. Selangor, Malaysia
- Ulrich, K. T. (2003). *Product design and development*. Tata McGraw-Hill Education.
- Warell, A. (1999). *Industrial Design Elements: a Theoretical Foundation For Industrial Design Based On a Design Science Perspective*. Division of Machine Design, Department of Mechanical Engineering, Linköping University.
- Warell, A. (2001). *Design Syntactics: A functional approach to visual product form Theory, Models, and Methods*. Chalmers University of Technology,.

- Watts, S., & Stenner, P. (2012). *Doing Q methodological research: Theory, method & interpretation*. Sage.
- Weisberg, R. W. (2006). *Creativity: Understanding innovation in problem solving, science, invention, and the arts*. John Wiley & Sons.
- Whitford, F (2000). *Bauhaus*, Thames & Hudson. London
- Wilhelms, S. (2005). Constraint-based conceptual design using principle solution elements. Division of Machine Design, Department of Mechanical Engineering, Linköping University.
- Yahya, H. (2003). *Tell me About The Creation, Scientific Evidence Demonstrates That All living Things Have Been Created By God*. Goodword Book Pvt. Ltd. New Delhi. India
- Yahya. H (2006). *Bagi Golongan Berpemikiran*. Percetakan Advanco Sdn. Bhd, Kuala Lumpur, Malaysia
- Yahya. H (2006). *Jangan Beralasan Anda Jahil*. Saba Islamic Media, Kuala Lumpur, Malaysia
- Yahya. H (2008). *Rekabentuk Alam Semualajadi*. Saba Islamic Media, Kuala Lumpur, Malaysia
- Yunos, N et al. (2012). *Siri Motivasi Dan Kecemerlangan Utusan Menjana Pemikiran Kreatif Dan Kritis*. Utusan Publications & Distribution Sdn. Bhd. Kuala Lumpur

Jurnal dan Artikel

- Ajala, E. M. (2012, June). The influence of workplace environment on workers' welfare, performance and productivity. In *The African Symposium*(Vol. 12, No. 1, pp. 141-149).
- Ali, A. S., & Au-Yong, C. P. (2013). The designer in refurbishment projects: implications to the compatibility of design. *Structural Survey*, 31(3), 202-213.
- Altrichter, H., Kemmis, S., McTaggart, R., & Zuber-Skerritt, O. (2002). The concept of action research. *The learning organization*, 9(3), 125-131.
- Ann, E., & Director, K. I. (2006). INTERACTION DESIGN: Industrial Design in the Information Age. *Journal of the American Chemical Society*.
- Ariffin, M., Aziah, N., & Gad, S. A. (2015). *Biomimicry principles in green building index Malaysia*.
- Arnarson, P. O. (2011). *Biomimicry*. *Reykjavík University*, 3. Articles.
- Baba, S. (2006). *Berfikir analitikal*. Artikel. Utusan Melau (M) Bhd.

- Battarbee, K., Suri, J. F., & Howard, S. G. (2014). Empathy on the Edge: Scaling and sustaining a human-centered approach in the evolving practice of design. IDEO.
- Beaney, M. (2005). *Imagination and creativity*. Milton Keynes: Open University.
- Bell, S. J. (2008). Design thinking. *American Libraries*, 39(1/2), 44-49. Chicago.
- Bhandar, M. (2010). A framework for knowledge integration and social capital in collaborative projects. *Electronic Journal of Knowledge Management*, 8(3), 267-280.
- Bhat, V. N. (1993). Green marketing begins with green design. *Journal of Business & Industrial Marketing*, 8(4), 26-31.
- Bouchard, C. C., Blanchy, K., Omhover, J. F., Fox, C., & Yaffi, L. TOUCHSTORMING and BODYSTORMING, A generative approach for the elaboration of a gesture database in interaction design.
- Brown, M.P & Henriksen, J (2014). The role of inspiration and imagination in design. JOURNAL OF CREATION 28(2) 2014
- Buchenau, M., & Suri, J. F. (2000, August). Experience prototyping. In Proceedings of the 3rd conference on Designing interactive systems: processes, practices, methods, and techniques (pp. 424-433).
- Buntat, Y., & Nasir, N. S. M. (2011). Faktor-faktor yang mendorong kreativiti di kalangan pelajar, Universiti Teknologi Malaysia. *Journal of Educational Psychology and Counseling*, 2, 175-208.
- Buxton, B. (2005). Experience design vs. interface design. *Rotman Magazine*, 47-49.
- Chimi, C. J., & Russell, D. L. (2009). The Likert Scale: A proposal for improvement using Quasi-continuous variables. In *Information Systems Education Conference, Washington, DC*.
- De Pauw, I. C., Karana, E., & Kandachar, P. V. (2012). Nature-Inspired Design Strategies In Sustainable Product Development: A Case-Study Of Student Projects. In *DS 70: Proceedings of DESIGN 2012, the 12th International Design Conference, Dubrovnik, Croatia*.
- De Pauw, I., Kandachar, P., Karana, E., Peck, D., & Wever, R. (2010, October). Nature inspired design: Strategies towards sustainability. In Knowledge Collaboration & Learning for Sustainable Innovation: 14th European Roundtable on Sustainable Consumption and Production (ERSCP) conference and the 6th Environmental Management for Sustainable Universities (EMSU) conference, Delft, The Netherlands, October 25-29, 2010. Delft University of Technology; The Hague University of Applied Sciences; TNO.

- Diah, S. Z. M., Karman, S. B., & Gebeshuber, I. C. (2014). Nanostructural colouration in Malaysian plants: lessons for biomimetics and biomaterials. *Journal of Nanomaterials*, 2014, 5.
- Dorst, K. (2003). The problem of design problems. *Expertise in design*, 135-147.
- Dorst, K., & Cross, N. (2001). Creativity in the design process: co-evolution of problem–solution. *Design studies*, 22(5), 425-437.
- Dorst, K., & Cross, N. (2001). Creativity in the design process: co-evolution of problem–solution. *Design studies*, 22(5), 425-437.
- Driver, A., Peralta, C., & Moultrie, J. (2011). Exploring how industrial designers can contribute to scientific research. *International Journal of Design*, 5(1).
- Edwards, J. (2010). A Process View of Knowledge Management: It Ain't What you do, it's the way That you do it. *Electronic Journal of Knowledge Management*, 8(3), 297-330.
- Eilouti, B. H. (2011). Environmental Knowledge in Engineering Design Processing. In *The 5th International Conference on Knowledge Generation, Communication and Management: KGCM* (pp. 370-375).
- El Ahmar, S., Fioravanti, A., & Hanafi, M. (2013, September). A Methodology for Computational Architectural Design Based on Biological Principles. In *eCAADe 2013: Computation and Performance–Proceedings of the 31st International Conference on Education and research in Computer Aided Architectural Design in Europe, Delft, The Netherlands, September 18-20, 2013*. Faculty of Architecture, Delft University of Technology; eCAADe (Education and research in Computer Aided Architectural Design in Europe).
- Erlich, H. S. (2003). Experience-What is it?. *The International Journal of Psychoanalysis*, 84(5), 1125-1147.
- Ermine, J. L. (2010). Methods and tools for Knowledge Management in research centres. *EJKM: Electronic journal of knowledge management*, 8(3), 293-306.
- Fleischmann, K., Visini, G., & Daniel, R. (2012) "'We want to add to their lives, not take away...'. p107-133.
- Folkmann, M. N. (2010). Enabling creativity. Imagination in design processes. In *DS 66-2: Proceedings of the 1st International Conference on Design Creativity (ICDC 2010)*.
- Folorunso, O., & Ogunde, A. O. (2005). Data mining as a technique for knowledge management in business process redesign. *Information Management & Computer Security*, 13(4), 274-280.

- Fragkou, D., & Stevenson, E. V. (2012). Study of Beehive and its potential" biomimicry" application on Capsule hotels in Tokyo, Japan. Proceeding of 2nd conference: "people and building". London Metropolitan University. London U.K.
- Franke, N., & Schreier, M. (2008). Product uniqueness as a driver of customer utility in mass customization. *Marketing Letters*, 19(2), 93-107.
- Friedman, K. (2000). Creating design knowledge: from research into practice. IDATER 2000 Conference, Loughborough: Loughborough University
- Fu Qiu, Y., Ping Chui, Y., & Helander, M. G. (2008). Cognitive understanding of knowledge processing and modeling in design. *Journal of Knowledge Management*, 12(2), 156-168.
- Gagnon, B., Leduc, R., & Savard, L. (2012). From a conventional to a sustainable engineering design process: different shades of sustainability. *Journal of Engineering Design*, 23(1), 49-74.
- Gasparini, A. A. The Value of Empathy in Design Thinking. Copyright is held by NordiCHI'14 workshop Innovation in HCI: What can we Learn from Design Thinking? October 27, 2014, Helsinki, Finland.
- Gero, J. S., & Tang, H. H. (2001). The differences between retrospective and concurrent protocols in revealing the process-oriented aspects of the design process. *Design Studies*, 22(3), 283-295.
- Ghahremani, Y. (2012). The World's Best Mind in R & D: Biomimicry is no longer just a curiosity more businesses are embracing lesson that the natural world has perfected. *Coprate knight magazine (summer)* . (pp 30-33).
- Goodman, E., Stolterman, E., & Wakkary, R. (2011, May). Understanding interaction design practices. In *Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems* (pp. 1061-1070). ACM.
- Gordon, R. (1985). Imagination as mediator between inner and outer reality. *The Arts in Psychotherapy*, 12(1), 11-15.
- Hargroves, K., & Smith, M. (2006). Innovation inspired by nature: biomimicry. *Ecos*, 2006(129), 27-29.
- Haron, S. N., & Hamid, M. Y. (2011). Exploration of usability issues in Malaysia public hospital spatial design: pilot study. *Int J Appl*, 1, 127-34.
- Harteis, C., & Billett, S. (2013). Intuitive expertise: Theories and empirical evidence. *Educational Research Review*, 9, 145-157.

- Härtwig, J., & Böhm, K. (2006). A Process Framework for an Interoperable Semantic Enterprise Environment. *Electronic Journal of Knowledge Management*, 4(2), 39-48.
- Hashim, H. H., & Denan, Z. (2015). Importance of Preserving the Natural Environment in the Design Schools in Malaysia. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 170, 177-186.
- Herring, S. R., Jones, B. R., & Bailey, B. P. (2009, January). Idea generation techniques among creative professionals. In *System Sciences, 2009. HICSS'09. 42nd Hawaii International Conference on* (pp. 1-10). IEEE.
- Howard, T. J., Culley, S. J., & Dekoninck, E. (2008). Idea generation in conceptual design. In *DS 48: Proceedings DESIGN 2008, the 10th International Design Conference, Dubrovnik, Croatia*.
- Hua, A. K., (2016). Mengenai penyelidikan dan kajian kes: Satu tinjauan literatur. *GEOGRAFIA Online Malaysian Journal of Society and Space* 12 issue 10 (49 - 55) 49.
- Iacucci, G., Iacucci, C., & Kuutti, K. (2002, October). Imagining and experiencing in design, the role of performances. In *Proceedings of the second Nordic conference on Human-computer interaction* (pp. 167-176). ACM.
- IDEO and Riverdale Country School Review (2011) : Design Thinking for Educators, New York, USA
- Ismail, I. (2010). Teknologi Biomimetik. *Majalah dewan kosmik*. Artikel
- Jabareen, Y. (2009). Building a conceptual framework: philosophy, definitions, and procedure. *International Journal of Qualitative Methods*, 8(4), 49-62.
- Jensen, D. D., Crider, K., Wood, K. L., & Wood, J. J. (2011). Body-Storming, Super Heroes and Sci-Tech Publications: Techniques to Enhance the Ideation Process. In *American Society for Engineering Education*. American Society for Engineering Education.
- Johansson, U., & Woodilla, J. (2009, April). Towards an epistemological merger of design thinking, strategy and innovation. In *8th European Academy of Design Conference* (pp. 1-5).
- Johnson, R. B., Onwuegbuzie, A. J., & Turner, L. A. (2007). Toward a definition of mixed methods research. *Journal of mixed methods research*, 1(2), 112-133.
- Kaasinen, E., Väättäjä, H., Karvonen, H., & Lu, Y. (2014, October). The fuzzy front end of experience design. In *Proceedings of the 8th Nordic Conference on Human-Computer Interaction: Fun, Fast, Foundational* (pp. 797-800). ACM.

- Karen, K. (2011). Design Thinking for educators. Manual for guide student thinking process. Articles.
- Kavakli, M., & Gero, J. S. (2001). Sketching as mental imagery processing. *Design Studies*, 22(4), 347-364.
- Kavakli, M., & Gero, J. S. (2001). Sketching as mental imagery processing. *Design Studies*, 22(4), 347-364.
- Kim, J., Bouchard, C., Bianchi-Berthouze, N., & Aoussat, A. (2011). Measuring semantic and emotional responses to bio-inspired design. In *Design Creativity 2010* (pp. 131-138). Springer London.
- Koh, J. H. L., Chai, C. S., Wong, B., & Hong, H. Y. (2015). Design Thinking and Education. In *Design Thinking for Education* (pp. 1-15). Springer Singapore.
- Kokogawa, T., Maeda, Y., Ajiki, T., Itou, J., & Munemori, J. (2012, February). The effect to quality of creativity with sampling partial data from a large number of idea cards. In *Proceedings of the ACM 2012 conference on Computer Supported Cooperative Work Companion* (pp. 147-150). ACM.
- Köppen, E., & Meinel, C. (2015). Empathy via design thinking: Creation of sense and knowledge. In *Design thinking research* (pp. 15-28). Springer International Publishing.
- Kouprie, M., & Visser, F. S. (2009). A framework for empathy in design: stepping into and out of the user's life. *Journal of Engineering Design*, 20(5), 437-448.
- Lee, J., Sponberg, S. N., Loh, O. Y., Lamperski, A. G., Full, R. J., & Cowan,
- Levy, Y., & Ellis, T. J. (2006). A systems approach to conduct an effective literature review in support of information systems research. *Informing Science: International Journal of an Emerging Transdiscipline*, 9(1), 181- 212.
- Livieratos, A. (2008). Designing a strategy formulation process for new, technology-based firms: A knowledge-based approach. In *Proceedings of the 5th International Conference on Intellectual Capital, Knowledge Management and Organisational Learning: ICICKM* (p. 279). Academic Conferences Limited.
- Lloyd, P., Lawson, B., & Scott, P. (1995). Can concurrent verbalization reveal design cognition?. *Design Studies*, 16(2), 237-259.
- Luka, I. (2014). Design Thinking in Pedagogy. *The Journal of Education, Culture, and Society*, (2), 63-74.
- Luo, B., & Tang, X. (2010, August). Visualized clustering of ideas for group argumentation. In *Web Intelligence and Intelligent Agent Technology (WI-*

IAT), 2010 IEEE/WIC/ACM International Conference on (Vol. 3, pp. 136-141). IEEE.

Lurie-Luke, E. (2014). Product and technology innovation: what can biomimicry inspire?. *Biotechnology advances*, 32(8), 1494-1505.

Macmillan, S., Steele, J., Austin, S., Kirby, P., & Spence, R. (2001). Development and verification of a generic framework for conceptual design. *Design studies*, 22(2), 169-191.

Mager, B and Sung, T (2011). Special Issues Editor: Designing For Services. Koln International School Of Design, Germany, Department Of Industrial And Commercial Design, National Taiwan University Of Science And Tecnology, Taipei, Taiwan.

Mathews, F. (2011). Towards a deeper philosophy of biomimicry. *Organization & Environment*, 1086026611425689. SAGE journals.

McKay, J., & Marshall, P. (2001). The dual imperatives of action research. *Information Technology & People*, 14(1), 46-59.

Meehan, J., Touboulis, A., & Walker, H. (2016). Time to get real: The case for critical action research in purchasing and supply management. *Journal of Purchasing and Supply Management*, 22(4), 255-257.

Mei, H. Y., Md Yunus, J., Othman, W., Hassan, R., & Tze, K. T. (2010). Penggunaan kemahiran berfikir aras tinggi marzano dalam penjanaaan idea. Faculty of Technical Education. Department of Professional Education.

Molina-Azorín, J. F. (2010). The use and added value of mixed methods in management research. *Journal of Mixed methods research*, 1558689810384490.

Moore, G., & Lottridge, D. (2010, April). Interaction design in the university: designing disciplinary interactions. In *CHI'10 Extended Abstracts on Human Factors in Computing Systems* (pp. 2735-2744). ACM.

Moxley, J. H., Ericsson, K. A., Charness, N., & Krampe, R. T. (2012). The role of intuition and deliberative thinking in experts' superior tactical decision-making. *Cognition*, 124(1), 72-78.

Munemori, J., Yagishita, K., & Sudo, M. (1999, December). Evaluation of an idea generation method and its supporting groupware. In *Knowledge-Based Intelligent Information Engineering Systems, 1999. Third International Conference* (pp. 54-57). IEEE.

Munemori, J., Yoshino, T., & Yunokuchi, K. (2000). Development of an Idea Collecting System and the Application to GUNGEN. In *Knowledge-Based*

Intelligent Engineering Systems and Allied Technologies, 2000. Proceedings. Fourth International Conference on (Vol. 1, pp. 237-240). IEEE.

- N. J. (2008). Templates and anchors for antenna-based wall following in cockroaches and robots. *IEEE Transactions on Robotics*, 24(1), 130-143.
- Nagappan, R. (2001). The Teaching of Higher-Order Thinking Skills in Malaysia. *Journal of Southeast Asian Education*, 2(1), 42-65.
- Nishioka, D., Inoue, A., Fujiwara, Y., & Murayama, Y. (2009, June). A study on triggers of informal communication using questionnaires. In *Fuzzy Information Processing Society, 2009. NAFIPS 2009. Annual Meeting of the North American* (pp. 1-6). IEEE.
- Noahika, T et al. (1992) KJ – Editor: An Index – Card Style Tool, Department of Information and Computer Sciences, Toyohashi University of Technology, Japan
- NOW, W. B. (2012). *Biomimicry: Innovation Inspired By Nature*. Articles. (C) 1997 Janine M. Benyus All rights reserved. ISBN: 0-688-13691-5. Articles
- Ohiwa, H (1995) KJ Editor For Creative Work Support and Collaboration, Department of Environment Information, Keio University, Japan
- Ohuchi, A., & Kaji, T. (1992, October). FISM/KJ: an idea processor of the FISM/KJ method. In *Systems, Man and Cybernetics, 1992., IEEE International Conference on* (pp. 1448-1451). IEEE.
- Omar, W., Faaizah, W. N., Rahman, A., Azlin, K. A., & Abdullah, M. F. A. (2015). Analysis of students design activities towards biomimicry conceptual design. *ALAM CIPTA, International Journal on Sustainable Tropical Design Research & Practice*, 8(spec. 2), 8-16.
- Omar, W., Faaizah, W. N., Rahman, A., Azlin, K. A., & Abdullah, M. F. A. (2015). Development Of Conceptual Framework Of Biomimicry Thinking Process. *International Journal Art and Science* (pp. 55-76).IJAS
- Onge, S. H. (1996). Tacit knowledge the key to the strategic alignment of intellectual capital. *Planning Review*, 24(2), 10-16.
- Othman, N., & Mohamad, K. A. (2014). Thinking Skill Education and Transformational Progress in Malaysia. *International Education Studies*, 7(4), 27-32.
- Oulasvirta, A., Kurvinen, E., & Kankainen, T. (2003). Understanding contexts by being there: case studies in bodystorming. *Personal and ubiquitous computing*, 7(2), 125-134.

- Petrig, T. (2013). *Product Innovation Inspired by Nature: How Biomimicry Can Help Business to Innovate* (Doctoral dissertation, Lucerne University of Applied Sciences and Arts-School of Art & Design).
- Pourzolfaghar, Z., & Ibrahim, R. (2015). Impacts of Adding Knowledge Flow to an Activity-Based Framework for Conceptual Design Phase on Performance of Building Projects. *Electronic Journal of Knowledge Management*, 12(3), 166-175.
- Rajasekar, S., Philominathan, P., & Chinnathambi, V. (2006). Research methodology. *arXiv preprint physics/0601009*.
- Randall, R. R. (2012). Inspired to Learn; Nurturing the Naturalistic Learner. In The 9th Ball State University, Greening of the Campus Conference.
- Rimando, M., Brace, A., Namageyo-Funa, A., Parr, T. L., Sealy, D. A., Davis, T. L., ... & Christiana, R. W. (2015). Data Collection Challenges and Recommendations for Early Career Researchers. *The Qualitative Report*, 20(12), 2025.
- Ross, P. R., & Wensveen, S. A. (2010). Designing behavior in interaction: Using aesthetic experience as a mechanism for design. *International Journal of Design*, 4(2).
- Salih, M. (2010). Developing Thinking Skills in Malaysian Science Students Via An Analogical Task. *Journal of Science and Mathematics Education in Southeast Asia 2010, Vol. 33 No. 1, 110-128*
- Schleicher, D., Jones, P., & Kachur, O. (2010). Bodystorming as embodied designing. *Interactions*, 17(6), 47-51.
- Scupin, R. (1997). The KJ method: A technique for analyzing data derived from Japanese ethnology. *Human organization*, 56(2), 233-237.
- Solga, A., Cerman, Z., Striffler, B. F., Spaeth, M., & Barthlott, W. (2007). The dream of staying clean: Lotus and biomimetic surfaces. *Bioinspiration & biomimetics*, 2(4), S126.
- Suprobo, F. Et al., (2014). Aplikasi Teknologi Human-Centered Design bagi Guru Pendidikan Dasar di Kecamatan Genteng, Surabaya. *e-Jurnal Eco-Teknologi UWIKA (eJETU)*. ISSN: 2301-850X. Vol. II, Issue 1, Februari 2014 pp. 01-09
- Tamer Cavusgil, S., Calantone, R. J., & Zhao, Y. (2003). Tacit knowledge transfer and firm innovation capability. *Journal of business & industrial marketing*, 18(1), 6-21.

- Torres-Sanchez, C., & Corney, J. R. (2011). A novel manufacturing strategy for bio-inspired cellular structures. *International Journal of Design Engineering*, 4(1), 5-22.
- Treiblmaier, H., & Filzmoser, P. (2011). Benefits from using continuous rating scales in online survey research.
- Tully, R. (2012). Narrative Imagination: a Design Imperative. *Irish Journal of Academic Practice*, 1(1), 8.
- Ulrich, K. (2003). KJ Diagram. Revision of October. University of Pennsylvania. Articles
- Van der Hoorn, B. (2016). Discussing project status with the project-space model: An action research study. *International Journal of Project Management*, 34(8), 1638-1657.
- Van Teijlingen, E., & Hundley, V. (2002). The importance of pilot studies. *Nursing Standard*, 16(40), 33-36.
- Viechtbauer, W., Smits, L., Kotz, D., Budé, L., Spigt, M., Serroyen, J., & Crutzen, R. (2015). A simple formula for the calculation of sample size in pilot studies. *Journal of clinical epidemiology*, 68(11), 1375-1379.
- Virtanen, I. (2015). In search for a theoretically firmer epistemological foundation for the relationship between tacit and explicit knowledge. *Leading Issues in Knowledge Management, Volume Two*, 2, 95.
- Volstad, N. L., & Boks, C. (2012). On the use of Biomimicry as a Useful Tool for the Industrial Designer. *Sustainable Development*, 20(3), 189-199.
- Yoshino, T., Munemori, J., & Yunokuchi, K. (2001). Development of a PDA based idea collecting system and its application to an idea generation consistent support system. In *Information Networking, 2001. Proceedings. 15th International Conference on* (pp. 737-742). IEEE.
- Young, G. (2010). Design thinking and sustainability. *Zumio Meaningful Innovation*, 61(0), 1-27.
- Yuizono, T., Munemori, J., & Nagasawa, Y. (1998, July). GUNGEN: groupware for a new idea generation consistent support system. In *Computer Human Interaction, 1998. Proceedings. 3rd Asia Pacific* (pp. 357-362). IEEE.
- Zadnik, Z., KARAKASIE, M., Kljajin, M., & Duhovnik, J. (2009). Function and functionality in the conceptual design process. *Strojniški vestnik*, 55(7-8), 455-471.
- Zari, M. P. (2007). Biomimetic approaches to architectural design for increased sustainability. *Auckland, New Zealand*.

Zaza, S., Wright-De Agüero, L. K., Briss, P. A., Truman, B. I., Hopkins, D. P., Hennessy, M. H., ... & Pappaioanou, M. (2000). Data collection instrument and procedure for systematic reviews in the Guide to Community Preventive Services. *American journal of preventive medicine*, 18(1), 44-74.

Zohrabi, M. (2013). Mixed method research: Instruments, validity, reliability and reporting findings. *Theory and Practice in Language Studies*, 3(2), 254.

Internet

13 Examples of Green Growing Furniture. 2012. Available at <http://webecoist.momtastic.com/2012/04/30/plant-integrated-furniture-12-ways-to-bring-greenery-inside/> [Accessed 15 February 2013]

Biophilia, Selling the Love of Nature. 2005. Available at http://www.planterra.com/research/article_biophilia.html [Accessed 05 January 2014]

Furniture with Living Plants. 2012. Available at <http://inhabitat.com/index.php?s=furniture+with+plants> [Accessed 12 February 2014]

Hemsworth M. *30 Spectacular Furniture Planter*. 2013. Available at

<http://www.trendhunter.com/slideshow/planter-furniture> [Accessed 15 December 2014]

http://core77.com/blog/object_culture/getting_spacesaving_furniture_right_resource_furniture_16598.asp [Accessed 17 December 2014]

<http://www.designboom.com/contemporary/biomimicry.html> [Accessed 17 December 2014] <http://www.designboom.com/contemporary/biomimicry.html>

<http://www.biomimicrynews.com/>

<http://www.popsci.com/science/article/2011-03/gallery-six-ways-biomimicry-reshaping-future>

<https://bouncingideas.wordpress.com/2011/11/26/using-biomimicry-to-rethink-the-wall-design-project/#more-518>

<http://www.robertolucci.com/#container>

<http://learn.eartheasy.com/2009/06/biomimicry-why-the-world-is-full-of-intelligent-design/>

(<https://conferodezso.wordpress.com/2012/04/23/bionic-design-joris-laarman/>)

(<http://makezine.com/2014/09/08/sea-creatures-inspire-bottle-design/>)