

MODEL PENGAJARAN BAGI PENYELESAIAN  
MASALAH PENGATURCARAAN  
BERASASKAN TEORI BEBAN  
KOGNITIF

SYAHANIM BINTI MOHD SALLEH

UNIVERSITI KEBANGSAAN MALAYSIA

MODEL PENGAJARAN BAGI PENYELESAIAN MASALAH PENGATURCARAAN  
BERASASKAN TEORI BEBAN KOGNITIF

SYAHANIM MOHD SALLEH

TESIS YANG DIKEMUKAKAN UNTUK MEMPEROLEH IJAZAH DOKTOR  
FALSAFAH

FAKULTI TEKNOLOGI DAN SAINS MAKLUMAT  
UNIVERSITI KEBANGSAAN MALAYSIA  
BANGI

2018

**PENAKUAN**

Saya akui karya ini hasil kerja saya sendiri kecuali nukilan dan ringkasan yang tiap-tiap satunya telah saya jelaskan sumbernya.

30 JUN 2018

SYAHANIM MOHD SALLEH  
P59317

## PENGHARGAAN

Syukur Alhamdulillah kepada Allah S.W.T, kerana akhirnya kajian ini dapat disiapkan. Jutaan terima kasih kepada penyelia Prof. Zarina Shukur atas bantuan, bimbingan, teguran dan nasihat sepanjang kajian ini dilaksanakan. Terima kasih juga kepada semua tenaga pengajar yang terlibat secara langsung dan tidak langsung dalam pengajian ini.

Buat semua ahli keluarga, terutama suami, mak, abah dan adik-beradik yang telah banyak mendorong dan mendoakan supaya tesis ini dapat disempurnakan.

Tidak lupa juga kepada semua rakan-rakan yang banyak membantu, mendorong dan menguatkan lagi semangat untuk terus berusaha menyiapkan kajian ini. Semoga hasil kajian ini memberi manfaat pada diri sendiri dan boleh diguna sama demi kebaikan bersama.

## ABSTRAK

Institusi pendidikan sering bermasalah melengkapinya keperluan industri dalam melahirkan graduan yang mahir dalam pengaturcaraan. Analisis terhadap isu dalam pengajaran dan pembelajaran pengaturcaraan mendapati beban kognitif adalah masalah dasar yang dihadapi pelajar dalam bidang ini. Saranan semasa terhadap masalah ini lebih menumpu kepada aktiviti spesifik dan tidak memfokus kepada membina kemahiran penyelesaian masalah. Manakala bahan pengajaran pula tidak menjurus kepada pembangunan penyelesaian masalah dalam konteks masalah yang diberikan. Sokongan semasa dalam penyelesaian masalah dalam pengaturcaraan pula lebih mengkhusus kepada persekitaran dan bahasa pengaturcaraan yang tertentu. Ini menyebabkan sokongan yang dibina sukar diadaptasi dalam kursus pengaturcaraan lain. Matlamat kajian ini ialah membangunkan model pengajaran yang berasaskan teori beban kognitif bagi penyelesaian masalah dalam pengaturcaraan (PMdP) yang umum. Pembangunan model melibatkan tiga fasa iaitu (1) mengenal pasti isu dan selesaian semasa dalam penyelesaian masalah berasaskan pengaturcaraan, (2) mengenal pasti strategi selesaian melalui kajian terhadap teori pembelajaran dan (3) mereka bentuk model pengajaran bagi penyelesaian masalah berasaskan pengaturcaraan. Model yang dinamakan PEMANCAR ini dibangunkan dengan berpandukan syor strategi selesaian, komponen dan atribut daripada teori beban kognitif. Ia juga dilengkapi dengan atribut spesifik dalam penyelesaian masalah pengaturcaraan dan amalan terbaik pengaturcaraan iaitu pemahaman pengaturcaraan. PEMANCAR menggunakan pendekatan contoh-kerja sebagai sokongan utama bagi PMdP. PEMANCAR membantu pengajar kursus pengaturcaraan menghasilkan tiga output PMdP iaitu pernyataan soalan tugas, contoh-kerja dan pelan pengajaran berasaskan masalah. Kajian ini menggunakan dua topik daripada kursus Struktur Data bagi mengimplimentasi PEMANCAR iaitu Topik Timbunan dan Giliran. Penilaian PEMANCAR melibatkan dua tujuan; untuk mengesahkan kegunaan PEMANCAR dan untuk menguji keberkesanan contoh-kerja PEMANCAR. Bagi mengesahkan kegunaan PEMANCAR, kajian menggunakan kaedah kualitatif secara penilaian pakar yang melibatkan sembilan pengajar daripada IPT sekitar Lembah Kelang. Keputusan menunjukkan pengajar bersetuju PEMANCAR dapat memberikan rujukan penyelesaian masalah yang bermakna, lengkap dan berstruktur dalam membantu mereka merancang dan melaksanakan pengajaran PMdP yang selari dengan masalah yang diberikan. Bagi menilai keberkesanan contoh-kerja PEMANCAR, kaedah eksperimen yang melibatkan 100 orang pelajar FTSM digunakan. Hasil penilaian menunjukkan sokongan contoh-kerja yang bersesuaian berupaya membantu pelajar menyelesaikan masalah pengaturcaraan. Kesimpulannya, kajian ini berjaya menghasilkan model PMdP atau PEMANCAR bagi membantu pembelajaran dan pengajaran penyelesaian masalah dalam pengaturcaraan.

## **TEACHING MODEL FOR PROBLEM SOLVING IN PROGRAMMING BASED ON COGNITIVE LOAD THEORY**

### **ABSTRACT**

Educational institutions often have trouble complying with the industry needs to produce graduates who are skilled in programming. Analysis of the issues in teaching and learning of programming found that cognitive load is the essential problem faced by students in this field. Current recommendations to solve these issues tend to focus on specific activities and not to focus on problem-solving skills. While teaching materials did not focus on developing solution of a given problem. Current support in problem solving is often more specific to a particular programming language and environment that makes it difficult to be adapted in other programming courses. The aim of this study is to develop a teaching model based on cognitive load theory for the common programming problems solution (PPS). The development of the model involve three phases: (1) identifying issues and current solution in programming problem solving, (2) identifying solving strategies through research on learning theory and (3) designing the teaching model for programming-based problem solving. This model named as PEMANCAR was developed based on the recommendations from the solving strategy, components and attributes of cognitive load theory. PEMANCAR added with specific attributes in solving programming problem together with programming best practices such as understanding of programming. PEMANCAR uses worked-example approach as the main scaffolding for the PPS. PEMANCAR help teachers of programming courses to produce three PPS output namely, the statement of assignment questions, worked-examples and problem-based teaching plans. This study uses two topics, which are Stack and Queue, from the Data Structure subject to implement PEMANCAR. Evaluation of PEMANCAR involves two objectives; to verify the usability PEMANCAR and to test the effectiveness of PEMANCAR's worked-example. In order to verify the usability of PEMANCAR, this study employs qualitative research method that is expert review, which involve nine lecturers from universities around Klang Valley. The result shows that all lecturers agreed that PEMANCAR able to provide a meaningful, complete and structured solution in assisting them to plan and implement PPS teaching inline with the given problem. As for the effectiveness of PEMANCAR's worked-examples, experimental method which involve 100 FTSM students, was used. The result shows that proper worked-examples able to help students in solving programming based problems. In conclusion, this study has successfully delivered PPS model or PEMANCAR to assist in teaching and learning of programming based problem solving.

## KANDUNGAN

		Halaman
<b>PENGAKUAN</b>		ii
<b>PENGHARGAAN</b>		iii
<b>ABSTRAK</b>		iv
<b>ABSTRACT</b>		v
<b>KANDUNGAN</b>		vi
<b>SENARAI JADUAL</b>		xi
<b>SENARAI ILUSTRASI</b>		xv
<b>SENARAI CONTOH</b>		vi
<b>SENARAI SINGKATAN</b>		xix
<b>BAB I</b>	<b>PENDAHULUAN</b>	
1.1	Pengenalan	1
1.2	Motivasi Kajian dan Pernyataan Masalah	4
1.3	Matlamat dan Objektif Kajian	7
1.4	Persoalan Kajian	8
1.5	Skop Kajian	8
1.6	Struktur Penulisan Tesis	9
<b>BAB II</b>	<b>KAJIAN LITERATUR</b>	
2.1	Pengenalan	11
2.2	Masalah dan Selesaian Dalam Pembelajaran dan Pengajaran Pengaturcaraan	12
	2.2.1 Dapatan Tinjauan	13
	2.2.2 Kesimpulan Tinjauan	21
2.3	Teori Pembelajaran	23
2.4	Strategi Saranan oleh Teori Beban Kognitif (TBK)	27

2.4.1	Melengkapkan Selesaian Masalah	29
2.4.2	Pembelajaran Berperingkat	29
2.4.3	Contoh-kerja	30
2.4.4	Soalan Bebas Matlamat	31
2.4.5	Perlaksanaan Strategi Selesaian menggunakan Teori Beban Kognitif Dalam Kursus Pengaturcaraan	32
2.5	Atribut dan Sokongan bagi Penyelesaian Masalah dalam Pengaturcaraan	35
2.5.1	Atribut Soalan	36
2.5.2	Sokongan Terhadap Penyelesaian Masalah	38
2.6	Kesimpulan	41
<b>BAB III</b>	<b>METODOLOGI PENYELIDIKAN</b>	
3.1	Pengenalan	42
3.2	Kerangka Penyelidikan	42
3.3	Persekitaran dan Responden Kajian	47
3.3.1	Pelajar	48
3.3.2	Pengajar	48
3.3.3	Pakar	48
3.4	Prosedur Kajian	51
3.4.1	Fasa I: Mengenal Pasti Isu dalam PMdP dan Selesaian Semasa	51
3.4.2	Fasa II: Mengenal Pasti Strategi Selesaian melalui Kajian terhadap Teori Pembelajaran	56
3.4.3	Fasa III: Mereka Bentuk PEMANCAR	65
3.5	Kesimpulan	87
<b>BAB IV</b>	<b>MODEL PENGAJARAN BAGI PENYELESAIAN MASALAH DALAM PENGATURCARAAN (PEMANCAR)</b>	
4.1	Pengenalan	88
4.2	Pengenalan PEMANCAR	88
4.3	Sokongan Bagi Masalah Berorientasi Matlamat	90



4.3.1	Membina Tugas	90
4.3.2	Membina Sokongan	101
4.4	Sokongan Bagi Masalah Bebas Matlamat	111
4.4.1	Membina Tugas	111
4.4.2	Membina Nota Pengajaran	114
4.5	Kesimpulan	117
<b>BAB V</b>	<b>IMPLEMENTASI PEMANCAR DALAM KURSUS STRUKTUR DATA</b>	
5.1	Pengenalan	118
5.2	Perlaksanaan Kursus Struktur Data	118
5.3	Implimentasi Model PMdP Dalam Subjek Struktur Data	120
5.3.1	Topik TIMBUNAN	120
5.3.1	Topik GILIRAN	141
5.4	Kesimpulan	147
<b>BAB VI</b>	<b>PENILAIAN PEMANCAR</b>	
6.1	Pengenalan	148
6.2	Penilaian Kegunaan PEMANCAR	149
6.2.1	Peserta	149
6.2.2	Kaedah Penilaian	151
6.2.3	Tatacara Penilaian	153
6.2.4	Amalan Semasa Dalam Perlaksanaan PMdP	161
6.2.5	Keputusan Penilaian Kegunaan PEMANCAR	165
6.2.6	Penambahbaikan PEMANCAR	175
6.3	Pengujian Keberkesanan Contoh-Kerja PEMANCAR	175
6.4	Kesimpulan	180
<b>BAB VII</b>	<b>KESIMPULAN</b>	
7.1	Ringkasan Kajian	183
7.2	Sumbangan Kajian	185
7.3	Cadangan Kajian Lanjutan	186

7.4	Ringkasan	186
	<b>RUJUKAN</b>	187
	<b>LAMPIRAN</b>	
A	Soal selidik Masalah Pengaturcaraan Di UKM	198
B	Temu bual Bagi Mengesahkan Masalah dalam Pembelajaran dan Pengajaran Pengaturcaraan	204
C1	Soalan Bebas Matlamat Bagi Konsep Pengaturcaraan Timbunan	207
C2	Soalan Berorientasi Matlamat Bagi Konsep Pengaturcaraan Timbunan	208
D	Tugasan untuk Topik Giliran	209
E	Selesaian Algoritma Bagi Tugasan untuk Topik Giliran	210
F	Contoh-Kerja untuk Topik Giliran	211
G	Selesaian Algoritma dan Struktur Asas Atur cara bagi Contoh-Kerja untuk Topik Giliran	212
H	Selesaian Atur cara Lengkap bagi Contoh-Kerja untuk Topik Giliran - <i>ABC Wash Machine</i>	213
I	Sambungan Selesaian Atur cara Lengkap bagi Contoh-Kerja untuk Topik Giliran - <i>ABC Wash Machine</i>	214
J	Konsep Simulasi Perkhidmatan untuk Topik Giliran	215
K	Sokongan Konsep Pengaturcaraan Struktur Giliran	216
L	Soalan Pemahaman Atur cara dan Latihan Pengukuhan untuk Topik Giliran	217
M	Sokongan Pustaka Pengaturcaraan bagi Fungsi <i>rand()</i> untuk Topik Giliran	218
N	Sokongan <i>class clockType</i> Dalam Selesaian Contoh-Kerja untuk Topik Giliran	219

O	Soalan Latihan Pengukuhan Pengaturcaraan terhadap Fungsi <i>rand()</i> dan <i>class clockType()</i>	220
P	Senarai Soalan Temu bual Kumpulan Pakar untuk Bengkel PEMANCAR	221
Q	Kertas Cadangan Bengkel Penilaian PEMANCAR	222
R	Tentatif Bengkel Penilaian PEMANCAR	224
S	Senarai Soalan Pra-Penilaian untuk Bengkel PEMANCAR	225
T	Templat bagi Membina Penyataan Soalan Tugasan	228
U	Templat bagi Membina Contoh-Kerja	232
V	Templat bagi Membina Pelan Pengajaran	238
W	Nota Kerja C	244
X1	Soalan Penilaian <i>MyKad</i>	251
X2	Soalan <i>Chinese Zodiac</i>	253
X3	Soalan <i>Life Stages</i>	255

## SENARAI JADUAL

No. Jadual		Halaman
2.1	Senarai Jurnal dan Prosiding dalam Pendidikan Pengaturcaraan di bawah Pangkalan Data Digital ACM	13
2.2	Perlaksanaan Strategi TBK dalam Pengaturcaraan	34
2.3	Maklumat Rujukan bagi PMdP	35
3.1	Perkaitan antara Prosedur Kajian PEMANCAR dengan Objektif dan Persoalan Kajian	46
3.2	Senarai Rujukan Individu Pakar	49
3.3	Keterlibatan Pakar dalam Fasa Pembangunan	50
3.4	Senarai Jurnal dan Prosiding dalam Pendidikan Pengaturcaraan di bawah Pangkalan Data Digital ACM	52
3.5	Dapatan soal-selidik Pengesahan Masalah Pengaturcaraan Di UKM	54
3.6	Komponen Strategi Contoh-Kerja dan Bebas Matlamat	59
3.7	Komponen Contoh Kerja	61
3.8	Perbezaan Kompleksiti Contoh-Kerja dan Tugas	61
3.9	Perbezaan Tahap dalam Contoh-Kerja dan Tugas	63
3.10	Sumber Rujukan Bagi Pengecaman Awal	69
3.11	Sumber Rujukan Bagi Pengecaman Atribut Komponen	69
3.12	Senarai Atribut Komponen	71
3.13	Atribut PMdP bagi Empat Sumber Rujukan	73
3.14	Atribut Komponen bagi Masalah Berorientasi Matlamat dan Bebas Matlamat dalam Penyelesaian Semasa	74
3.15(a)	Cadangan Atribut Soalan bagi Masalah Berorientasi Matlamat	76

3.15(b)	Cadangan Atribut Selesaian bagi Contoh-Kerja untuk Masalah Berorientasi Matlamat	77
3.16	Cadangan Atribut dan Elemen bagi Komponen Sokongan	78
3.17	Bentuk Soalan bagi Menguji Pemahaman Pengaturcaraan	79
3.18(a)	Senarai Atribut Daripada Masalah Bebas Matlamat	80
3.18(b)	Cadangan Atribut bagi strategi Masalah Bebas Matlamat	81
3.19	Elemen, Atribut dan Komponen bagi Penyelesaian Masalah Dalam Pengaturcaraan	82
3.20	Perlaksanaan Sokongan Contoh-kerja dalam pengajaran.	84
3.21	Kuadran perbezaan Penyataan Masalah Contoh-Kerja dan Tugas	86
4.1	Empat Tahap Kompleksiti bagi Masalah Simulasi	92
4.2	Hubungan Ciri Masalah dan Kuadran Kompleksiti	93
4.3	Senarai Atribut bagi Penyataan Soalan Masalah Berorientasi Matlamat	94
4.4	Hubungkait Contoh-Kerja dalam Pengajaran	104
4.5	Hubungkait Contoh-Kerja dalam Pengajaran bagi Masalah Simulasi	110
4.6	Atribut untuk Penyataan Kes	112
4.7	Sokongan Nota Pengajaran	115
5.1	Hubungan Masalah Tugas dan Contoh-Kerja bagi Topik Timbunan	122
5.2	Ciri bagi Contoh-Kerja dan Tugas bagi Masalah Arithmetik Kalkulator dalam Topik Timbunan	123
5.3	Hubungkait Contoh-Kerja dan Tugas bagi masalah Arithmetik Kalkulator dalam Topik Timbunan	135

5.4	Kompleksiti dan Latar Masalah bagi Tugas dan Contoh-Kerja: Topik Giliran	142
5.5	Hubungkait Contoh-Kerja dan Tugas bagi masalah Simulasi Perkhidmatan bagi Konsep Giliran	145
6.1	Senarai Peserta bagi Penilaian Kegunaan PEMANCAR dan Pengalaman dalam Pengajaran Kursus Pengaturcaraan	150
6.2	Perwakilan Kod Notasi yang Merujuk kepada Tahap Persetujuan Peserta terhadap Soalan Temu bual Fokus	152
6.3	Sesi Penilaian PEMANCAR	153
6.4	Perlaksanaan Penilaian PEMANCAR	154
6.5	Perincian Persoalan berkaitan Amalan Biasa dalam Perlaksanaan PMdP	157
6.6	Maklumat Templat Pelan Pengajaran	160
6.7	Kehadiran Sesi Penilaian Kegunaan PEMANCAR	165
6.8	Rujukan Bahan Penilaian dan Jadual keputusan Penilaian Kegunaan PEMANCAR	166
6.9	Hasil Keperluan Tugas dan Contoh-Kerja daripada Templat Tugas Output Sesi II- Latihan PEMANCAR	168
6.10	Hasil Templat Tugas dan Templat Contoh-kerja daripada Templat Tugas Output Sesi II- Latihan PEMANCAR	169
6.11	Matriks Penilaian Tahap Persetujuan terhadap Empat Persoalan dalam Temu bual Pakar	171
6.12	Maklumat pada Templat Pelan Pengajaran yang dilengkapkan pada sesi II- Latihan PEMANCAR	173
6.13	Tatacara Penilaian Keberkesanan Contoh-Kerja	176
6.14	Sesi Makmal- Hubungan Antara Contoh-Kerja dan Tugas dalam Nota Kerja C	177
6.15	Sesi Penilaian- Hubungan Soalan Penilaian dan Contoh-Kerja bagi Kumpulan 2 dan Kumpulan 3	178

6.16	Keputusan Penilaian Keberkesanan Contoh-Kerja PEMANCAR	179
------	---	-----

## SENARAI ILUSTRASI

No. Rajah		Halaman
2.1	Masalah Dalam Pengaturcaraan Dan Pelajar Novis	21
3.1	Kerangka Penyelidikan PEMANCAR	45
3.2	Perlaksanaan Aktiviti pada Fasa I	52
3.3	Komponen Utama Masalah Dalam P&P Pengaturcaraan	55
3.4	Perlaksanaan Aktiviti pada Fasa II	57
3.5	Perlaksanaan Awal Strategi Contoh-kerja	62
3.6	Perlaksanaan Aktiviti pada Fasa III	66
3.7	Carta Aliran Aktiviti Pengecaman Atribut Komponen	68
3.8	Reka bentuk Sokongan Bagi Penyelesaian Masalah dalam Pengaturcaraan bagi Kategori Masalah Berorientasi Matlamat	85
3.9	Reka bentuk Pengajaran berasaskan Masalah bagi Masalah Berorientasi Matlamat	86
4.1	Model PEMANCAR	89
4.2	Sokongan Perlaksanaan - Masalah <i>Simulasi</i>	110
5.1	Input Ungkapan Aritmatik, Ungkapan posfiks dan Hasil Ungkapan oleh Aritmatik Kalkulator	121
5.2	Masalah Berkaitan Aritmatik Kalkulator dalam Topik Timbunan	122
5.3 (i)	Penyataan Soalan Timbunan: Semakan Keseimbangan Simbol	124
5.3(ii)	Penyataan Soalan Timbunan: Semakan Keseimbangan Simbol	124
5.4	Selesaian Algorithm bagi Tugas Semakan Keseimbangan Simbol	125



5.5(i)	Penyataan Soalan Contoh-Kerja 1: Menilai Ungkapan Posfiks	126
5.5(ii)	Penyataan Soalan Contoh-Kerja 1: Menilai Ungkapan Posfiks	127
5.6	Contoh-Kerja 1 bagi Topik Timbunan: Selesaian Algoritma dan Struktur Asas Atur cara	128
5.7	Contoh-Kerja 1 bagi Topik Timbunan: Selesaian Atur cara	129
5.8(a)	Penyataan Soalan Contoh-Kerja 2: Menukar Ungkapan Infiks kepada Posfiks	130
5.8(b)	Penyataan Soalan Contoh-Kerja 2: Menukar Ungkapan Infiks kepada Posfiks	131
5.9	Contoh-Kerja 2 bagi Topik Timbunan: Selesaian Algoritma dan Struktur Asas Atur cara	132
5.10	Contoh-Kerja 2 bagi Topik Timbunan: Selesaian Atur cara	133
5.11	Hubungkait contoh-kerja berkaitan Aritmatik Kalkulator bagi topik Timbunan	134
5.12(i)	Nota berkaitan Konsep Aritmatik Kalkulator	136
5.12(ii)	Nota berkaitan Konsep Aritmatik Kalkulator (sambungan)	137
5.13	Soalan Pemahaman berkaitan konsep Aritmatik Kalkulator	137
5.14	Sokongan Perlaksanaan Konsep Timbunan	138
5.15	Soalan Kuiz bagi Menguji Pemahaman Konsep Timbunan	139
5.16	Soalan Latihan bagi Pengukuhan Konsep Timbunan	139
5.17	Soalan Tutorial untuk Contoh-Kerja 1: Menilai ungkapan Posfiks	140
5.18	Soalan Tutorial untuk Contoh-Kerja 2: Menukar Ungkapan Infiks kepada Posfiks	140
5.19	Hubungkait contoh-kerja di dalam Konsep Giliran	144
6.1	Perbezaan Prestasi antara Kumpulan dalam Pengujian Keberkesanan Contoh-Kerja PEMANCAR	179

## SENARAI CONTOH

No. Contoh		Halaman
4.1	Masalah Asing - Simulasi	91
4.2	Masalah Biasa – Sifir	92
4.3	Tahap Kompleksiti Contoh-Kerja dan Tugasannya bagi Masalah Simulasi	94
4.4(a)	Penyataan Soalan bagi Masalah Simulasi- <i>ABC Wash Machine</i>	96
4.4(b)	Penyataan Soalan Masalah Senarai - <i>List of Sorted Words</i>	97
4.5	Selesaian algoritma bagi masalah simulasi - <i>ABC Wash Machine</i>	98
4.6	Struktur Asas Atur cara bagi Masalah Simulasi- <i>ABC Wash Machine</i>	99
4.7	Selesaian Atur cara bagi Masalah Simulasi - <i>ABC Wash Machine</i>	100
4.8	Selesaian Atur cara menggunakan Penyataan Atur cara Separa dan Penyataan Atur cara dengan Ruang Kosong	103
4.9	Sokongan Perlaksanaan bagi menerangkan konsep masalah Simulasi.	105
4.10	Soalan Latihan bagi menguji pemahaman konsep Simulasi.	106
4.11	Sokongan Perlaksanaan Konsep Pengaturcaraan Giliran	107
4.12	Sokongan Perlaksanaan Konsep Pengaturcaraan Giliran – Latihan Perlaksanaan.	108
4.13	Sokongan Perlaksanaan bagi Selesaian – Fungsi <i>rand()</i> bagi Masalah Simulasi	108
4.14	Sokongan Perlaksanaan bagi Selesaian – Pemahaman Pengaturcaraan	109
4.15	Penyataan Soalan bagi Latar Masalah Bil Air Syabas	113

4.16	Dua Lampiran bagi Latar Masalah <i>Bil Air Syabas</i>	114
4.17	Nota Pengajaran: Bahagian Info dan Pelaksanaan	116
4.18	Nota Pengajaran: Soalan Pencetus Idea	117

**SENARAI SINGKATAN**

KPM	Kementerian Pendidikan Malaysia
KPT	Kementerian Pengajian Tinggi
KRA	<i>Key Results Area</i>
IPT	Institusi Pengajian Tinggi
TBK	Teori Beban Kognitif
PEMANCAR	Model Pengajaran bagi Penyelesaian Masalah dalam Pengaturcaraan
PMdP	Penyelesaian Masalah dalam Pengaturcaraan

## **BAB I**

### **PENDAHULUAN**

#### **1.1 PENGENALAN**

Dunia telah membuktikan bahawa penguasaan sains, teknologi dan inovasi di kalangan rakyat dalam sesebuah negara adalah menjadi satu tunjang dan tanda aras kepada kemajuan ekonomi negara. Sejarar dengan keperluan ini, perancangan dan pembangunan sosio ekonomi Malaysia beralih kepada ekonomi yang berasaskan pengetahuan pada 1990. Kerajaan mensasarkan usaha ke arah membangunkan kebolehan sumber manusia dalam teknologi strategik yang berasaskan ilmu bagi memenuhi keperluan modal insan negara menjelang 2020. Bagi mencapai cita-cita ini, bidang pendidikan dikenal pasti sebagai tunjang kepada transformasi negara di dalam membangunkan keupayaan dan kebolehan sumber manusia bagi menyokong pembangunan ekonomi perindustrian moden (Hussin dan Zakuan 2009). Keperluan sumber manusia berkepakaran ini selaras dengan era revolusi digital 4IR atau dikenali sebagai Revolusi Industri 4.0 bagi melengkap aktiviti kajian dan penggunaan teknologi negara dalam bidang robotik, kecerdasan buatan, nanoteknologi, pengkomputeran kuantum, bioteknologi, IoT, cetakan 3D dan kenderaan berautonomi (Hamdan et al. 2017).

Bidang pendidikan diberi keutamaan dalam usaha kerajaan memenuhi permintaan revolusi digital 4IR dan ekonomi menuju negara maju menjelang 2020. Kementerian Pendidikan Malaysia (KPM) dan Kementerian Pengajian Tinggi (KPT) adalah dua kementerian yang bertanggungjawab untuk melonjakkan sistem pendidikan bagi melahirkan modal insan yang memenuhi kepeluan ekonomi negara. Kebolehpasaran graduan merupakan agenda utama Bidang Keberhasilan Utama atau *Key Results Area (KRA)* di bawah KPT. Bagi mencapai hasrat ini, Institusi Pengajian Tinggi (IPT) telah memberi tumpuan terhadap melahirkan modal insan berkemahiran

pengaturcaraan melalui penambahbaikan proses pembelajaran dan pengajaran serta mengurangi masalah pelajar dalam penyelesaian masalah.

Selaras dengan perkembangan dalam bidang sains dan teknologi, permintaan terhadap graduan yang berkemahiran pengaturcaraan merupakan keperluan utama negara. Namun, institusi pendidikan sering bermasalah melengkap keperluan industri kerana masalah dalam pembelajaran pengaturcaraan adalah masalah yang dihadapi majoriti pelajar dalam bidang teknologi maklumat. Justeru, banyak kajian dilakukan dalam bidang ini bagi menyelesaikan masalah yang dihadapi. Saranan daripada kajian lepas menumpu kepada menyelesaikan masalah pelajar seperti bantuan sintaks dan menyokong aktiviti mengkod atur cara namun tidak memfokus kepada membangunkan kemahiran penyelesaian masalah (Salleh et al. 2013; Watson & Li 2014). Bahan dan perlaksanaan pengajaran pengaturcaraan dilihat lebih menjurus kepada memberi kefahaman berkaitan konsep pengaturcaraan dengan mengaitkan dengan sintaks pengisytiharan dan contoh atur caramudah bagi membantu dalam menyelesaikan masalah pengaturcaraan.

Hasil tinjauan awal terhadap masalah dalam pendidikan pengaturcaraan mendapati beban kognitif adalah masalah dasar pelajar dalam pendidikan pengaturcaraan (Salleh et al. 2013). Kurangnya pengalaman dan ilmu dalam pengaturcaraan, penyelesaian masalah dan persekitaran masalah mendorong novis menggunakan strategi *mean-ends* yang terbukti meningkatkan beban kognitif dalam pembelajaran. Novis mengikut takrifan *Cambridge Advanced Learner's Dictionary & Thesaurus* adalah individu yang baru atau mula belajar suatu ilmu, pekerjaan atau aktiviti dan mempunyai sedikit atau tiada pengalaman atau kemahiran berkaitannya (Cambridge University Press 2008). Menurut Sweller dan Chandler (1991) dalam penyelesaian secara *means-ends*, novis akan mengenal pasti langkah dan elemen yang terlibat bagi menghubungkan satu keadaan kepada keadaan yang berikutnya dalam penyelesaian masalah. Bagi masalah yang sukar, aktiviti ini melibatkan elemen yang banyak serta proses hubungan yang kompleks. Bebanan maklumat yang banyak ini menyebabkan ingatan kerja novis terbeban yang menjadi punca kepada kegagalan dalam menyelesaikan masalah. Semasa proses pembelajaran dan penyelesaian masalah, maklumat akan diproses oleh ingatan kerja manusia. Menurut Sweller (1988), ingatan kerja manusia mempunyai kapasiti yang terhad dan hanya hanya boleh memegang

maklumat sedikit dalam masa yang singkat. Walaupun wujud kajian yang menggunakan teori beban kognitif (TBK) dalam kursus pengaturcaraan, namun perlaksanaannya adalah dalam lingkungan bahasa, tahap dan persekitaran pengaturcaraan yang khusus (Harms 2013; Vieira et al. 2015). Ini menyukarkan saranan dan selesaian baharu diadaptasi dalam pendidikan pengaturcaraan dalam kursus pengaturcaraan yang berbeza.

Selain pelajar, pengajar juga merupakan individu penting dalam pembelajaran dan pengajaran pengaturcaraan. Pengajar berperanan menyampaikan dan memberi penerangan berkaitan kursus, menyediakan bahan pengajaran, menilai hasil kerja pelajar serta memberi bantuan yang diperlukan oleh pelajar. Walaupun berpengalaman, pengajar mengakui menghadapi cabaran dalam menyediakan bahan pengajaran yang dapat membangunkan kemahiran penyelesaian masalah dan menepati keperluan pelajar yang pelbagai. Bahan pengajaran dalam pembelajaran pengaturcaraan adalah seperti slaid kuliah, nota rujukan pelajar, soalan tutorial dan soalan tugas pengaturcaraan. Berdasarkan soal-selidik yang dilakukan oleh kajian ini terhadap sembilan pengajar pengaturcaraan, mendapati tiada panduan khusus untuk menghasilkan bahan pengajaran pengaturcaraan dan pelan pelaksanaan pengajaran yang berkesan. Rujukan yang diguna bagi menghasilkan soalan pengaturcaraan adalah buku pengaturcaraan, amalan penyataan soalan lepas dan dokumen proforma kursus. Majoriti rujukan ini tidak memberi panduan tentang keperluan dan cara untuk menghasilkan bahan pengajaran yang berkesan. Panduan pengajaran bukan sahaja membantu pengajar menghasilkan bahan pengajaran yang berkesan malah hasilnya dapat dimanfaatkan oleh pelajar untuk pembelajaran dan penyelesaian masalah pengaturcaraan.

Kajian ini bertujuan membangunkan satu model pengajaran bagi penyelesaian masalah dalam pengaturcaraan yang dikenali sebagai PEMANCAR. Model pengajaran ini mempertimbangkan keperluan maklumat dan sokongan yang diperlukan bagi membantu mengurus proses kognitif pelajar dalam menyelesaikan masalah pengaturcaraan. Bagi melengkapinya tujuan ini, PEMANCAR menyediakan panduan dalam menghasilkan bahan pengajaran pengaturcaraan yang terdiri daripada soalan tugas serta sokongan penyelesaian masalah yang bersesuaian secara terperinci dan berstruktur kepada pengajar. Sokongan penyelesaian masalah mengadaptasi strategi selesaian yang membantu mengurus proses kognitif dalam pembelajaran berdasarkan

kajian yang disyor teori beban kognitif. PEMANCAR juga dibangunkan dengan menghubungkan elemen penyelesaian masalah yang terlibat dan mengaitkannya dalam pengajaran, bagi membantu pemahaman dan juga memberi idea membangunkan penyelesaian masalah dalam pengaturcaraan (PMdP).

## **1.2 MOTIVASI KAJIAN DAN PENYATAAN MASALAH**

Topik bagi kursus pengaturcaraan kebiasaannya ditentukan mengikut konsep pengaturcaraan. Bagi mengaitkan konsep pengaturcaraan dalam penyelesaian masalah, tugas pengaturcaraan sering menggunakan masalah daripada kes sebenar menggunakan kategori masalah biasa seperti mengira purata bagi 100 markah ujian makmal dan menentukan gred bagi kursus Statistik di Fakulti Matematik. Penggunaan kategori masalah biasa dalam penyelesaian masalah memudahkan pelajar untuk memahami keperluan masalah dan mereka boleh merangka proses yang terlibat untuk menyelesaikan tugas yang dinyatakan. Terdapat juga beberapa konsep pengaturcaraan yang perlu menggunakan kategori masalah asing bagi menunjukkan kegunaannya. Kategori masalah asing juga digunakan dalam tugas pengaturcaraan bagi menunjukkan aplikasi konsep pengaturcaraan dalam dunia sebenar. Contoh kategori masalah asing adalah masalah pengiraan inflasi dan masalah simulasi di bank bagi menerangkan konsep pengaturcaraan Pilihan dan Giliran. Oleh kerana tidak mempunyai pengetahuan dan pengalaman menyelesaikan masalah asing ini, pelajar seringkali bermasalah untuk melaksanakan tugas yang diberikan.

Komponen utama penyelesaian masalah pengaturcaraan adalah penyataan soalan. Berdasarkan analisis terhadap beberapa sumber soalan pengaturcaraan seperti buku rujukan, soalan pertandingan pengaturcaraan, amalan soalan pengaturcaraan dan buku kes pengajaran komputeran mendapati terdapat pelbagai bentuk soalan penyelesaian masalah pengaturcaraan. Penyataan soalan pengaturcaraan tidak mempunyai format dan struktur tertentu dan ada kalanya tidak memberikan maklumat yang lengkap yang menyukarkan pelajar memahami keperluan untuk menyelesaikan masalah khususnya yang melibatkan kategori masalah asing. Terdapat juga sumber yang memberikan maklumat secara panjang lebar. Lambakan maklumat dalam soalan yang tidak disusun dan dinyatakan selaras dengan tahap kognitif pelajar boleh menyebabkan beban kepada ingatan kerja pelajar (Choi et al. 2014). Analisis terhadap



amalan penyataan soalan tugas bagi kursus yang melibatkan sekumpulan tenaga pengajar pula mendapati format soalan yang berbeza digunakan untuk topik dalam kursus yang sama. Tiada panduan dalam menghasilkan soalan pengaturcaraan menyebabkan pengajar menghasilkan soalan yang tidak lengkap, tidak berstruktur dan soalan yang mengelirukan pelajar. Justeru, perlu kepada satu panduan bagi membantu pengajar membangunkan soalan pengaturcaraan yang lengkap. Mengikut Sun et al. (2006) maklumat dan arahan perlu dinyatakan dalam bentuk yang selaras dengan reka bentuk kognitif pelajar supaya ia diproses dengan baik.

Menurut Eckerdal (2009), pengajaran pengaturcaraan secara konvensional dilakukan secara teori hanya memberi penekanan terhadap konsep pengaturcaraan dan mengaitkannya dengan sintaks pengistiharan dan contoh atur cara. Pelaksanaan pengajaran ini sering kali tidak memberi penerangan berkaitan masalah tugas bagi menyokong pelajar memahami dan menyelesaikan tugas yang diberikan. Di samping itu, bahan pengajaran seperti nota dan slaid kuliah juga tidak mengaitkan penyataan masalah yang digunakan di dalam tugas. Oleh itu pelajar bergantung penuh terhadap pengetahuan terhad yang ada pada dirinya sendiri untuk membina penyelesaian. Menurut Linn dan Clancy (1992), novis gagal menyelesaikan masalah pengaturcaraan kerana mereka sering tidak tahu di mana dan bagaimana untuk memulakan penyelesaian masalah. Kesukaran memahami masalah ini menurut Linn dan Clancy (1992), meningkatnya beban kognitif khususnya kepada penyelesai masalah novis. Pengajaran pengaturcaraan dengan amalan pelaksanaan dan maklum balas yang berkesan penting bagi membimbing dan menyokong hubungan mental yang tepat.

Penyelesaian masalah merupakan proses kognitif yang merujuk kepada proses mental memanipulasi maklumat. Mengikut Sweller (1988), semasa proses penyelesaian masalah, individu akan mengaitkan pengetahuan daripada pengalaman lepas dan maklumat baharu berkaitan domain masalah. Pelajar baharu yang tiada pengalaman dalam penyelesaian masalah pengaturcaraan tidak mempunyai skema yang membantu mereka menyelesaikan masalah pengaturcaraan. Skema ialah maklumat daripada pengetahuan yang lepas yang disimpan dalam ingatan jangka panjang yang perlu dihubung dengan maklumat baharu dalam proses penyelesaian masalah. Keadaan ini menyebabkan novis sukar untuk menghubungkan-kait maklumat yang terlibat semasa menyelesaikan masalah pengaturcaraan. Ahmad Johari (2008) dan Kesim dan

Altınpulluk (2015) menyarankan reka bentuk dan pelaksanaan pengajaran yang berasaskan teori pembelajaran bagi membantu pemahaman pelajar terhadap subjek yang dipelajari dan mengelakkan kegagalan. Teori kognitif mencadangkan tahap pelajar perlu ditentukan supaya arahan dan strategi pengajaran seperti perubahan struktur kursus, kaedah penyampaian dan sokongan pengajaran yang sesuai dengan keupayaan kognitif pelajar dapat disediakan (Sun et al. 2006; Shaffer et al. 2003).

Penyelesaian masalah dalam pembelajaran dan pengajaran pengaturcaraan adalah berkaitan dengan aktiviti kognitif menyelesaikan masalah tugas oleh pelajar. Tugas pengaturcaraan disediakan oleh pengajar menyertakan dua maklumat utama iaitu pernyataan masalah dan tugas yang perlu diselesaikan. Berdasarkan kajian lepas yang dilakukan, tiada sebarang panduan dan dokumen khusus yang dirujuk bagi menghasilkan soalan tugas pengaturcaraan. Pengajar biasanya merujuk kepada beberapa sumber berbeza seperti buku pengaturcaraan dan amalan soalan tugas lepas bagi menghasilkan soalan tugas yang baharu. Selain daripada itu, dokumen keperluan dan kontrak perjanjian pengajaran yang diluluskan oleh pihak pentadbiran seperti dokumen MQA, proforma kursus turut dirujuk bagi memastikan latihan dan tugas seiring dengan keperluan yang telah ditakrifkan. Rujukan ke atas sumber yang berbeza ini menyebabkan bentuk tugas yang dihasilkan juga adalah berbeza. Keterlibatan sekumpulan pengajar yang mengendalikan kursus pengaturcaraan yang sama dengan menyebabkan penghasilan soalan tugas yang berbeza dan tidak selaras dalam konteks kandungan, format dan atribut soalan pengaturcaraan. Ketidakselarasan dalam pernyataan soalan tugas seringkali memberi masalah khususnya maklumat tidak lengkap dan pernyataan soalan yang tidak berstruktur yang memberi masalah kepada pelajar untuk menjejaki dan memproses maklumat untuk membina penyelesaian masalah.

Masalah-masalah yang dihadapi daripada senario semasa dalam persekitaran penyelesaian masalah dalam pengaturcaraan ini menunjukkan perlunya kepada satu model pengajaran bagi membantu pengajar dalam membina pernyataan masalah tugas yang lebih baik dan menyertakan sokongan yang dapat membantu pelajar membina penyelesaian aturcara. Justeru, bagi membantu menyediakan sokongan yang diperlukan oleh pelajar ini, panduan khusus dalam pengaturcaraan juga perlu dipertimbangkan supaya dapat memberi input yang berguna kepada tenaga pengajar membangunkan pernyataan tugas pengaturcaraan lengkap, menyediakan sokongan yang berkesan dan

diaplikasikan dalam pengajaran secara lebih berstruktur dan teratur. Panduan ini perlu meliputi pelbagai tahap pengaturcaraan yang tidak dipengaruhi oleh bahasa atau persekitaran pengaturcaraan supaya ia mudah diaplikasikan oleh mana-mana kursus pengaturcaraan oleh mana-mana institusi pengajian. Kajian ini dilaksanakan bagi membina model pengajaran bagi penyelesaian masalah dalam pengaturcaraan.

### **1.3 MATLAMAT DAN OBJEKTIF KAJIAN**

Matlamat kajian ini adalah bagi membangunkan satu model pengajaran bagi penyelesaian masalah dalam pengaturcaraan yang dikenali sebagai PEMANCAR. PEMANCAR dibina bagi membantu dalam pengajaran dan pembelajaran dalam penyelesaian masalah pengaturcaraan. Bagi memfokus kepada pengurusan proses kognitif pelajar dalam PMdP, PEMANCAR mengaplikasi strategi yang disyor oleh teori beban kognitif. PEMANCAR membantu pengajar menghasilkan dua output penyelesaian masalah iaitu (i) pernyataan soalan tugas yang lebih lengkap dan seragam dan (ii) bahan pengajaran secara lebih berstruktur. Dua output ini seterusnya dapat digunakan sebagai sokongan bagi (i) membantu pengajar bagi mengaitkan tugas dalam pengajaran melalui pengajaran berasaskan masalah dan (ii) menyokong keperluan pelajar dalam menyelesaikan tugas pengaturcaraan.

Bagi mencapai matlamat ini, terdapat tiga objektif kajian (RO) iaitu:

- RO1. Menentukan teori pembelajaran, strategi dan komponen asas yang bersesuaian dalam penyelesaian masalah pengaturcaraan.
- RO2. Menentukan atribut daripada pengaturcaraan dan mereke bentuk PEMANCAR berasaskan teori pembelajaran yang dipilih.
- RO3. Melaksana dan mengesahkan kegunaan PEMANCAR dalam pengajaran pengaturcaraan.

#### 1.4 PERSOALAN KAJIAN

Berdasarkan pernyataan masalah dan objektif kajian di atas, beberapa persoalan kajian (RQ) yang ingin dijawab oleh kajian ini ialah:

- RQ1. Apakah masalah dasar yang dihadapi dalam pembelajaran dan pengajaran penyelesaian masalah dalam pengaturcaraan?
- RQ2. Apakah teori pembelajaran yang sesuai bagi merujuk kepada masalah dalam pembelajaran dan penyelesaian masalah dalam pengaturcaraan?
- RQ3. Apakah strategi, komponen dan atribut daripada teori pembelajaran yang bersesuaian yang dapat diguna bagi mengatasi masalah dalam penyelesaian masalah dalam pengaturcaraan?
- RQ4. Apakah atribut pengaturcaraan yang berkaitan yang menyokong pembangunan model perancah bagi penyelesaian masalah dalam pengaturcaraan?
- RQ5. Bagaimanakah untuk mengesah kegunaan PEMANCAR dan menguji keberkesanannya dalam pengajaran pengaturcaraan?

#### 1.5 SKOP KAJIAN

Pengaturcaraan yang terlibat dalam kajian ini tidak mengkhusus kepada bahasa pengaturcaraan yang tertentu. Tiga tahap pengaturcaraan yang diambil kira semasa membangunkan PEMANCAR adalah Pengenalan Pengaturcaraan, Struktur Data dan Pengaturcaraan Berorientasi Objek. Tugas pengaturcaraan pula merupakan soalan yang mengandungi paling minimum maklumat berkaitan pernyataan masalah dan tugas yang perlu diselesaikan yang mana output bagi tugas adalah atur cara lengkap yang tidak spesifik kepada bahasa pengaturcaraan yang tertentu. Bagi tujuan perlaksanaan PEMANCAR, kajian ini mengambil kira tiga kaedah pengajaran iaitu kuliah, tutorial dan makmal.

Sokongan bagi PMdP yang terlibat meliputi keperluan dalam pembelajaran dan pengajaran bagi membantu pelajar menghasilkan selesaian bagi tugas pengaturcaraan. Pengguna utama bagi model ini ialah tenaga pengajar atau guru yang bertanggungjawab melaksanakan pengajaran pengaturcaraan dengan menghasilkan tiga output PEMANCAR iaitu soalan tugas, sokongan bersesuaian mengikut bentuk

masalah yang diwakili dan pelan pengajaran yang berasaskan masalah. Output PEMANCAR digunakan pengajar bagi membantu pengajaran dan membantu mengurus proses kognitif pelajar dalam menyelesaikan tugas pengaturcaraan.

## 1.6 STRUKTUR PENULISAN TESIS

Penulisan seterusnya melibatkan tujuh bab seperti berikut:

**Bab II:** Bab ini menyediakan keputusan tinjauan analisis dan analisis ke atas kajian lepas yang berkaitan khususnya dalam pembelajaran dan pengajaran pengaturcaraan dan penyelesaian masalah pengaturcaraan. Ia bermula dengan mengenal pasti masalah dan selesaian semasa dalam pembelajaran dan pengajaran pengaturcaraan. Oleh kerana terdapat pelbagai masalah dengan penyelesaian berbeza, masalah yang dikenal pasti kemudiannya dikelaskan bagi mengenal pasti masalah dasar yang dihadapi pelajar. Output analisis awal menentukan arah dan kaitkan teori pembelajaran bersesuaian bagi mengenal pasti strategi selesaian dan komponen umum dan akhirnya membincangkan atribut khusus yang bersesuaian bagi pembinaan PEMANCAR.

**Bab III:** Bab ini memperincikan fasa pelaksanaan kajian ini yang terbahagi kepada tiga fasa iaitu (1) fasa mengenal pasti isu dalam penyelesaian masalah berasaskan pengaturcaraan dan selesaian semasa, (2) fasa mengenal pasti strategi selesaian melalui kajian terhadap teori pembelajaran dan (3) fasa mereka bentuk model perancah bagi penyelesaian masalah berasaskan pengaturcaraan. Setiap fasa ini dijelaskan menggunakan kerangka penyelidikan bagi memberi gambaran kaitan fasa yang terlibat dalam penghasilan model tersebut. Seterusnya, bab ini menyatakan persekitaran kajian dan responden terlibat dalam menguji dan menentusah maklumat berkaitan PEMANCAR.

**Bab IV:** Bab ini memerihalkan perincian berkaitan PEMANCAR bagi dua kategori masalah iaitu masalah berorientasi matlamat dan masalah bebas matlamat. Dua jenis sokongan diguna bagi membantu penyelesaian masalah mengikut kategori masalah. Pembangunan PEMANCAR bermula dengan pembinaan tugas dengan mengenal pasti dua atribut awal iaitu konsep pengaturcaraan dan masalah yang bersesuaian. Seterusnya diikuti dengan pembangunan sokongan. Pembangunan sokongan PEMANCAR dibincangkan secara langkah-demi-langkah bersama maklumat

berkaitan keperluan, format paparan dan contoh menggunakan topik daripada kursus Asas Pengaturcaraan dan Struktur Data.

**Bab V:** Bahagian ini memperihalkan implimentasi PEMANCAR dalam kursus Struktur Data yang ditawarkan di Fakulti Teknologi dan Sains Maklumat, UKM. Peringkat awal dalam bab ini memperihalkan perlaksanaan kursus Struktur Data yang menyokong perlaksanaan PEMANCAR yang melibatkan kaedah pengajaran pengaturcaraan, sesi pengajaran dan kaedah penilaian. Seterusnya bab ini membincangkan implimentasi PEMANCAR menggunakan dua topik Struktur Data iaitu topik Timbunan dan topik Giliran.

**Bab VI:** Bab ini membincangkan tentang penilaian kegunaan PEMANCAR dalam pengajaran. Penilaian kegunaan PEMANCAR dilakukan dalam dua peringkat. Peringkat pertama menilai penerimaan pengajar terhadap tiga output PEMANCAR iaitu membangunkan pernyataan soalan tugas yang lengkap dan berstruktur, menyediakan perancah yang bersesuaian bagi menyelesaikan tugas dan rancangan pelan pengajaran yang berasaskan masalah. Penilaian kegunaan PEMANCAR menggunakan kaedah penilaian pakar sebagai pendekatan mengumpul mklumat penilaian. Peringkat kedua ialan menguji keberkesanan contoh-kerja PEMANCAR. Penilaian ini melibatkan pelajar dan menggunakan kaedah ujian bagi mengumpul maklumat.

**Bab VII:** Bab ini memberi kesimpulan kajian berkaitan PEMANCAR. Ia juga memperihalkan sumbangan, kekurangan dan mengutarakan pandangan serta implikasi bagi kajian seterusnya dalam bidang ini.

## RUJUKAN

Ahmad Johari, S. 2008. Teori Pembelajaran. *Psikologi Pendidikan*, hlm. 1–9.

Cambridge University Press. 2008. Cambridge advanced learners' dictionary.

*Cambridge advanced learners' dictionary*. Retrieved from

[http://findit.dtu.dk/en/catalog?utf8=√&locale=en&search\\_field=all\\_fields&q=cambridge+advanced+learners+dictionary%5Cnhttp://www.cambridge.org/elt/dictionaries/cald.htm](http://findit.dtu.dk/en/catalog?utf8=√&locale=en&search_field=all_fields&q=cambridge+advanced+learners+dictionary%5Cnhttp://www.cambridge.org/elt/dictionaries/cald.htm)

Choi, H.-H., van Merriënboer, J. J. G. & Paas, F. 2014. Effects of the Physical Environment on Cognitive Load and Learning: Towards a New Model of Cognitive Load. *Educational Psychology Review* 26(2): 225–244.

doi:10.1007/s10648-014-9262-6

Eckerdal, A. 2009. *Novice Programming Students' Learning of Concepts and Practise*.

Hamdan, A. R., Noah, S. A. M., Sahak, M. & Yassin, N. M. 2017. Penyelidikan Komputeran Dalam Era Revolusi Industri 4.0, hlm. 220.

Harms, K. J. 2013. Applying cognitive load theory to generate effective programming tutorials. *2013 IEEE Symposium on Visual Languages and Human Centric Computing*, hlm. 179–180. Ieee. doi:10.1109/VLHCC.2013.6645274

Jong, T. de. 2010. Cognitive load theory, educational research, and instructional design: some food for thought. *Instructional Science* 38(2): 105–134.

doi:10.1007/s11251-009-9110-0

Kesim, M. & Altinpulluk, H. 2015. A Theoretical Analysis of Moocs Types from a Perspective of Learning Theories. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, hlm. Vol. 186, 15–19. Elsevier B.V. doi:10.1016/j.sbspro.2015.04.056

Linn, M. C. & Clancy, M. J. 1992. The case for case studies of programming problems. *Communications of the ACM* 35(3): 121–132.

doi:10.1145/131295.131301

- Roel Popping. 2008. Analyzing open-ended questions by means of text analysis procedures. *Optimal Coding of Open-Ended Survey Data*.
- Salleh, S., Shukur, Z. & Mohamad, H. 2013. Analysis of Research in Programming Teaching Tools : An Initial Review 00.
- Shaffer, D., Wendy, D. & Tuovinen, J. 2003. Applying Cognitive Load Theory to Computer Science Education. *Joint Conf. EASE & PPIG*, hlm. 333–346.
- Sun, S. L., Tasir, Z. & Harun, J. 2006. Penghasilan modul pembelajaran berasaskan teori beban kognitif untuk subjek teknologi maklumat dan komunikasi. *International Malaysian Educational Technology Convention*, hlm. 1204–1213.
- Sweller, J. 1988. Cognitive load during problem solving: Effects on learning. *Cognitive Science* 12(2): 257–285. doi:10.1016/0364-0213(88)90023-7
- Sweller, J. & Chandler, P. 1991. Evidence for cognitive load theory. *Cognition and Instruction* 8: 351–362. doi:10.1207/s1532690xci0804\_5
- Vieira, C., Yan, J. & Magana, A. J. 2015. Exploring Design Characteristics of Worked Examples to Support Programming and Algorithm Design. *Journal of Computational Science Education* 6(1): 2–15.
- Watson, C. & Li, F. W. B. 2014. Failure Rates in Introductory Programming Revisited. *Proceeding of the 2014 conference on Innovation technology in computer science education (ITiCSE'14)*, hlm. Vol. 44, 0–6.
- Hussin, S., & Zakuan, N. (2009). *Dasar Modal Insan (60 : 40 dalam Sains dan Teknologi) / Human Capital Policy (60: 40 in Science and Technology) (1st ed.)*. Kuala Lumpur: Tinta Publishers.



## **BAB II**

### **KAJIAN LITERATUR**

#### **2.1 PENGENALAN**

Penerangan rangka kerja literatur dilakukan dalam tiga peringkat iaitu:

- (1) Masalah dan selesaian semasa dalam pembelajaran dan pengajaran pengaturcaraan.
- (2) Strategi Selesaian beban kognitif dalam teori pembelajaran pilihan.
- (3) Atribut khusus bagi penyelesaian masalah dalam pengaturcaraan.

Peringkat awal kajian, literatur dilakukan bagi mendapatkan maklumat berkaitan pemasalahan dalam pembelajaran dan pengajaran pengaturcaraan. Tinjauan literatur mengenal pasti dan merekod maklumat berkaitan masalah pengaturcaraan, metod kajian, kaedah penyelesaian, tahap pengaturcaraan serta teknologi yang terlibat. Seterusnya, analisis kritikal dilakukan terhadap hasil tinjauan bagi mendapatkan masalah dasar yang dihadapi pelajar dalam pembelajaran pengaturcaraan.

Seterusnya kajian terhadap teori pembelajaran dibuat bagi mengenal pasti teori pembelajaran yang berkaitan dengan masalah dalam pembelajaran pengaturcaraan. Pemerihalan teori pembelajaran menggunakan perspektif epistemologi yang melibatkan isu sifat dan persekitaran, komponen terlibat, kaedah pelaksanaan dan skop pengetahuan. Maklumat ini menjadi asas yang menentukan teori pembelajaran yang dirujuk bagi menangani isu dalam penyelesaian masalah pengaturcaraan. Dapatan peringkat ini mendapati pembelajaran pengaturcaraan dan penyelesaian masalah adalah berkaitan teori kognitif. Bagi membantu pembelajaran, teori kognitif mencadangkan

pembangunan persekitaran pembelajaran yang selari keupayaan kognitif pelajar. Pada peringkat ke dua, rujukan ke atas teori beban kognitif dilakukan bagi mengenal pasti strategi saranan yang membantu proses kognitif dalam pembelajaran. Literatur terhadap strategi saranan dilakukan bagi mengumpul maklumat berkaitan strategi penyelesaian seperti topik pembelajaran yang menggunakannya, kaedah penggunaan, skop serta atribut khusus yang terlibat. Seterusnya, analisis kritikal dilakukan bagi menentukan strategi beban kognitif bersesuaian untuk pembelajaran penyelesaian masalah dalam pengaturcaraan (PMdP) dan seterusnya menentukan komponen dan atribut bagi melaksana kajian ini.

Pada peringkat ke tiga, kajian memperincikan strategi pilihan untuk dilaksana dalam PMdP. Beberapa sumber rujukan soalan bagi penyelesaian masalah pengaturcaraan dikenal pasti bagi mengekstrak atribut khusus dalam PMdP. Atribut yang dikenal pasti ini kemudiannya dikelaskan dalam komponen PMdP yang bersesuaian. Selain mengenal pasti atribut khusus, analisa sumber rujukan juga dilakukan bertujuan mengenal pasti format soalan yang menyokong PMdP. Literatur juga dilakukan bagi mengenal pasti atribut tambahan yang membantu pelajar di dalam menyelesaikan masalah pengaturcaraan.

## **2.2 MASALAH DAN SELESAIAN DALAM PEMBELAJARAN DAN PENGAJARAN PENGATURCARAAN**

Kaedah tinjauan merupakan pendekatan terawal yang digunakan bagi mengenal pasti isu semasa yang dihadapi dalam pembelajaran dan pengajaran pengaturcaraan. Pada peringkat ini, pangkalan data digital ACM dipilih sebagai sumber carian kerana mempunyai pautan kepada beberapa penerbitan prosiding dan jurnal yang popular dalam pendidikan pengaturcaraan seperti yang ditunjukkan oleh Jadual 2.1.

Peringkat awal tinjauan, carian dilakukan dengan menggunakan kata-kunci utama iaitu "*programming*" dan "*teaching and learning*". Seterusnya, carian juga dilakukan menggunakan beberapa kata kunci terbitan yang sinonim seperti "*coaching*", "*education*" dan "*data structure*". Tinjauan awal dilakukan pada tahun 2011, memfokus kepada dua penerbitan prosiding dan jurnal yang diterbitkan bagi enam tahun, bermula tahun 2005 sehingga tahun 2011.

JADUAL 2.1: Senarai Jurnal dan Prosiding dalam Pendidikan Pengaturcaraan di bawah Pangkalan Data Digital ACM

Singkatan	Nama Penuh Jurnal dan Prosiding
ICER	International Computing Education Research
SIGCSE,	Special Interest Group on Computer Science Education
ITiCSE,	Annual Conference on Innovation and Technology in Computer Science Education
ACE,	Australasian Computing Education Conference
SIGGRAPH	Special Interest Group on GRAPHics and Interactive Techniques
Koli Calling	Koli Calling Conference on Computing Education Research

Objektif tinjauan awal adalah bagi menjawab tiga persoalan kajian berkaitan pembelajaran dan pengajaran pengaturcaraan iaitu:

- i. Apakah masalah yang dihadapi di dalam pendidikan pengaturcaraan?
- ii. Apakah kaedah penyelesaian semasa yang digunakan dalam pendidikan pengaturcaraan?

### 2.2.1 Dapatan Tinjauan

Hasil tinjauan mengenal pasti 45 kertas penyelidikan yang memenuhi syarat tinjauan berkaitan permasalahan dalam pembelajaran dan pengajaran pengaturcaraan. Berdasarkan jumlah ini, majoriti kajian dalam bidang pendidikan pengaturcaraan adalah melibatkan kepada kajian berunsur kaji selidik, pembangunan sistem dan teknik pembelajaran pengaturcaraan yang baharu. Secara umumnya, masalah dalam P&P pengaturcaraan disebabkan oleh tiga komponen pembelajaran iaitu (i) kursus pengaturcaraan yang sukar, (ii) kaedah pengajaran yang lemah, dan (iii) persekitaran pengaturcaraan kompleks.

#### i. Kesukaran Pengaturcaraan

Kesukaran dalam pembelajaran pengaturcaraan seringkali dikaitkan dengan kesukaran subjek pengaturcaraan itu sendiri. Kajian menunjukkan faktor utama

kesukaran pengaturcaraan adalah disebabkan oleh sifat semulajadi kursus ini yang meliputi topik sukar berkaitan konsep seperti pemboleh ubah, fungsi, struktur pilihan, struktur ulangan dan timbunan (Tafliovich et al. 2013). Kebanyakan topik pengaturcaraan seperti pemboleh ubah, alamat ingatan, rekursif dan penunding sukar difahami kerana tidak dapat dikaitkan dalam pelaksanaan kehidupan seharian manusia. Ini menyebabkan konsep pengaturcaraan yang bersifat abstrak sukar untuk dijelaskan dalam pengajaran kerana sukar untuk menghubungkan dan mewakilkannya dalam gambaran grafik (Barbosa et al. 2008; Pears et al. 2007). Menurut Robins et al. (2003) dan Mohamed Shuhidan et al. (2011), kesukaran memahami maklumat dan mengaitkan dengan gambaran visual sering membawa kepada salah faham pelajar terhadap konsep yang dipelajari. Salah faham dalam pengaturcaraan menyebabkan pelajar menghasilkan arahan pengaturcaraan yang salah seterusnya gagal menyelesaikan masalah pengaturcaraan (Ala-Mutka 2004; Sorva 2013). Penggunaan istilah janggal dan asing bagi merujuk kepada konsep pengaturcaraan seperti penunding, pemboleh ubah dan alamat ingatan menyebabkan kesilapan dalam pembentukan *mental model* dalam penyelesaian masalah (Sheard et al. 2009). *Mental model* ialah idea pemikiran seseorang dalam penyelesaian masalah dalam bentuk rajah.

Pengaturcaraan juga sering dikaitkan dengan pelbagai atribut seperti konsep pengaturcaraan, algoritma, sintaks dan semantik atur cara, ilmu dalam penyelesaian masalah dan proses mengatur cara yang kompleks. Ini menjadikan pengaturcaraan sukar dan diklasifikasi sebagai kursus yang mencabar (Garner 2007; Miliszewska & Tan 2007). Bukan sekadar memahami konsep, pelajar perlu mempunyai kemahiran menganalisis masalah, mereka bentuk penyelesaian dalam logik yang bersesuaian dan menggunakan pengetahuan sintaks dalam bahasa pengaturcaraan untuk menghasilkan kod atur cara bagi menyelesaikan suatu masalah. Pengetahuan dan kemahiran novis yang terhad menyebabkan mereka bermasalah untuk memahami setiap atribut ini dan menghubungkaitkannya dalam penyelesaian masalah (Garner 2002; Paas et al. 2003). Beberapa pendekatan bagi memudahkan penerangan berkaitan atribut pengaturcaraan seperti perisian sokongan (Carlisle et al. 2005; Hamer & Purchase 2010; Salleh et al. 2013), pedagogi dan kaedah pengajaran berkesan (Begosso et al. 2015; Caspersen & Bennedsen 2007; Esteves

et al. 2011; Miliszewska & Tan 2007). Bagi memudahkan pemahaman dan menggalakkan penerokaan terhadap konsep pengaturcaraan, beberapa pendekatan pengajaran disaran pendekatan masalah dan contoh penyelesaian (Leppink et al. 2014; Xiaoxiang Huang 2007), teknik visualiasi (Carlisle et al. 2005; Eckerdal 2009; Smith 2009) dan robot permainan (Williams et al. 2015). Namun menurut Begosso et al. (2016), pelajar baharu tetap bermasalah memahami konsep pengaturcaraan walaupun diberikan sokongan pengajaran yang baik.

Tugasan pengaturcaraan yang bersifat penyelesaian masalah menggunakan pelbagai domain masalah. Domain masalah ini boleh dikategori sebagai masalah mudah atau masalah asing. Masalah sifir dan pengiraan purata dikategori sebagai masalah biasa, di mana pelajar tahu proses yang terlibat dan telah mempunyai pengalaman menyelesaikan masalah ini. Masalah asing pula adalah masalah diluar kebiasaan pelajar, yang mana pelajar tidak mempunyai pengetahuan dan pengalaman terhadap cara dan proses yang terlibat untuk menyelesaikan masalah tersebut (Law et al. 2010; Martins et al. 2010). Dalam pengajaran pengaturcaraan, masalah mudah diguna bagi menerangkan konsep pengaturcaraan di dalam kelas. Contohnya, masalah pengiraan purata markah bagi seratus pelajar digunakan untuk menerangkan konsep ulangan. Tugasan pengaturcaraan pula menggunakan masalah asing untuk mengaitkan konsep pengaturcaraan dalam masalah harian manusia. Keadaan ini memberi kesukaran kepada pelajar dalam mempelajari pengaturcaraan kerana tidak dapat mengait dan menggunakan pemahaman terhadap masalah yang dipelajari dalam kuliah untuk menyelesaikan tugas yang diberikan.

Menurut Jonassen (1997) soalan penyelesaian masalah pengaturcaraan adalah berasaskan matlamat dan dinyatakan dalam bentuk berstruktur penuh (Shaffer et al. 2003) bertujuan melengkapkan pelajar dengan maklumat yang diperlukan bagi menyelesaikan suatu tugas. Proses mengaitkan ilmu berkaitan domain masalah, penyelesaian masalah, menguji dan mengesahkan output atur cara menggunakan persekitaran pengaturcaraan sering membebani ingatan kerja pelajar yang menyebabkan pengaturcaraan diklasifikasikan sebagai kursus yang mencabar (Rahmat et al. 2012). Hmelo-Silver et al. (2007) dan Wang et al. (2013) menyarankan pilihan masalah dan kaedah penerangan yang bersesuaian bagi

membantu pembelajaran pelajar pengaturcaraan dan mengurangkan beban pelajar dalam menghasilkan selesaian khususnya yang melibatkan kategori masalah asing.

## **ii. Kelemahan dalam Pelaksanaan dan Kaedah Pengajaran**

Pengaturcaraan bukan sahaja memberi tekanan kepada pelajar, malah pengajarannya juga dianggap sebagai cabaran kepada tenaga pengajar. Menurut McGettrick et al. (2005) pengajaran pengaturcaraan dikelaskan sebagai salah satu daripada tujuh cabaran besar dalam pendidikan pengkomputeran. Majoriti kajian (Eckerdal 2009) menyatakan pelaksanaan pengajaran pengaturcaraan secara konvensional dilakukan secara teori dan memfokus kepada konsep pengaturcaraan. Penerangan konsep pengaturcaraan sering menggunakan skop masalah yang kecil dan mengaitkan dengan keratan atur cara yang terpisah. Proses penyelesaian masalah dan mengkod atur cara yang lengkap tidak ditunjukkan di dalam kelas. Kaedah pengajaran yang statik dan kurikulum pengajaran yang rumit ini menurut Tavares et al. (2001) menyebabkan pelajar gagal memahami dan mempraktikkan pengaturcaraan. Menurut Huet et al. (2003) kerumitan kurikulum menyebabkan pelajar tidak berminat menghadiri sesi kuliah dan sesi makmal yang menyebabkan pelajar kerciriran dalam kursus ini.

Dalam kaedah konvensional, penyampaian kandungan kursus pengaturcaraan dilakukan melalui kelas formal yang melibatkan sekurang-kurangnya dua sesi iaitu kuliah dan makmal (Ismail et al. 2010; Mohamed Shuhidan et al. 2011). Fokus penyampaian dan pengendali ke duanya adalah berbeza. Kuliah memfokus kepada penerangan konsep manakala sesi makmal adalah ruang pelajar mempraktik atur cara dan melaksanakan tugas yang diberi. Kaedah pengajaran pengaturcaraan secara konvensional yang berpusatkan guru menjejaskan motivasi, keyakinan dan semangat pelajar. Menurut Moura dan Hattum-janssen (2011), bilangan pelajar yang ramai, kekangan masa, kandungan kursus yang besar dan sukar serta hubungan atribut pengaturcaraan yang pelbagai mempengaruhi ruang dan kaedah pengajaran pengaturcaraan, menyekat peluang pelajar untuk berinteraksi bagi mengembangkan kemahiran pembelajaran. Menurut Clark et al. (2006) dengan menukar peranan guru kepada pemudah cara dan menggunakan pengajaran yang berpusatkan pelajar dapat membantu mewujudkan

pembelajaran aktif, memotivasi pelajar mencapai peningkatan pemahaman dan aktiviti pengaturcaraan (Forte & Guzdial 2005; Prince & Felder 2007). Namun pelaksanaan pembelajaran aktif perlukan perancangan dan rujukan yang baik bagi memastikan guru dan pelajar jelas akan peranan masing-masing (P. A. Kirschner et al. 2006).

Pengajaran pengaturcaraan konvensional sering melibatkan masa yang panjang bagi menyampaikan maklumat serta melibatkan bahan pembelajaran yang kompleks). Penerangan konsep menggunakan pendekatan analogi iaitu menggunakan contoh-ilustrasi konsep daripada masalah biasa dalam dunia sebenar dapat memudahkan pemahaman pelajar terhadap konsep yang baharu dipelajari (Eckerdal 2009). Menurut Merriënboer (2013) pendekatan penyelesaian masalah beranalogi membantu seseorang mengaitkan pengetahuan daripada penyelesaian masalah lepas bagi menyelesaikan masalah baharu. Kajian menunjukkan, contoh penyelesaian adalah bentuk analogi untuk pembelajaran penyelesaian masalah. Contoh penyelesaian ini menurut Gog dan Rummel (2010) dan Puntambekar dan Hübscher (2005) boleh merujuk kepada hasil selesaian bagi masalah semasa atau masalah lepas yang melibatkan prosedur khusus, peraturan umum atau bentuk jalan kerja lain untuk diguna semula dalam menyelesaikan masalah yang sama atau menggunakan sebahagian daripada kaedah penyelesaian tersebut.

Penerangan dalam kaedah pengajaran pengaturcaraan secara konvensional memfokus kepada konsep. Penerangan terhadap konsep ini dikaitkan dengan masalah yang umum dan mudah dalam skop yang kecil bagi menunjukkan pelaksanaan kod atur cara bagi segmen yang berkaitan. Menurut Prince dan Felder (2007), dengan menggunakan domain masalah yang sama untuk penerangan di dalam kuliah dan tugas dengan skop berbeza dapat melatih dan menguji keupayaan pengaturcaraan pelajar. Penggunaan domain masalah dan skop tugas yang berbeza untuk penilaian seperti ujian makmal dan peperiksaan memberi tekanan kepada pelajar kerana tidak dapat mengguna pengalaman penyelesaian masalah yang dipelajari dalam kelas untuk menyelesaikan cabaran baharu. Menerangkan konsep menggunakan domain masalah mudah menurut Forte dan Guzdial (2005) dan Prince dan Felder (2007) menyebabkan pelajar cenderung untuk menganggap kursus pengaturcaraan tidak mempunyai kaitan dengan

masalah pada dunia sebenar. Bagi mengatasi isu ini, kajian lepas mencadangkan pemilihan masalah sebenar yang bersesuaian bagi menerangkan aplikasi terhadap konsep pengaturcaraan yang menarik minat pelajar (Gajraj dan Williams 2010; Graaff 2003; Štuikys et al. 2013).

Kaedah pengajaran konvensional tidak menfokus kepada masalah dan cara penyelesaian yang lengkap. Keadaan ini menyebabkan pelajar bergantung penuh terhadap pengetahuan yang ada pada dirinya sendiri untuk membina penyelesaian tugas. Menurut Linn dan Clancy (1992) cara ini meningkatnya beban kognitif kepada pelajar dan seringkali membawa kepada kegagalan kerana pelajar tidak tahu di mana dan bagaimana untuk memulakan penyelesaian masalah. Beberapa kajian mencadangkan untuk menyediakan jalan kerja secara langkah demi langkah bagi menunjukkan model penyelesaian pakar dalam masalah yang berkaitan. (Atkinson et al. 2000). Menyertakan model penyelesaian pakar dalam pembelajaran penyelesaian masalah membantu pelajar untuk belajar memahami logik kaedah selesaian tersebut (Caspersen & Bennedsen 2007; Xiaoxiang Huang 2007). Pendekatan ini membantu pelajar membina model mental sendiri berbanding contoh rangka kerja daripada model mental pakar atau pengajar.

Bahan pengajaran merupakan komponen penting yang membantu menguatkan lagi pemahaman pelajar terhadap topik pengaturcaraan. Pembangunan bahan pengajaran dilakukan berasaskan amalan dan pengajaran lepas, koleksi soalan pengaturcaraan dari sumber yang berbeza, nota kuliah dan buku rujukan yang spesifik dan terbaik mengikut pandangan pengajar. Pembangunannya dipengaruhi oleh pengalaman, kaedah dan konsep pengajaran yang ingin diterapkan atau yang diserap daripada bahan rujukan sedia ada. Kebergantungan kepada bahan pengajaran sedia ada menyebabkan kreativiti pengajar tersekat dalam skop yang diguna pakai oleh pembangun asal rujukan yang digunakan. Ini menyebabkan pengajar hanya berfungsi sebagai perantara, sukar menjelaskan secara tepat dan praktikal penerangan bahan kepada pelajar mengikut kaedah yang mudah difahami, bersifat pengguna dan bukannya pembangun atur cara. Soal selidik yang dilakukan oleh Lahtinen et al. (2005) mendapati pelajar dan guru merasakan bahan yang berguna dalam pengajaran dan pembelajaran pengaturcaraan adalah contoh atur cara berbanding nota kuliah, soalan latihan,



buku rujukan dan visualisasi interaktif. Rujukan lengkap bagi membangunkan bahan pengajaran membantu pengajar menyampaikan maklumat penting secara berstruktur supaya dapat dimanfaatkan dengan baik oleh pelajar.

### iii. Persekitaran Pengaturcaraan Kompleks

Persekitaran pengaturcaraan memainkan peranan penting sebagai alat yang membantu pelajar membangun dan menguji kod atur cara selain mempraktikkan kemahiran logik dan sintaks dalam menyelesaikan masalah. Kemahiran menggunakan persekitaran atur cara juga sama pentingnya dengan kemahiran berkaitan sintaks dan logik. Kebanyakan persekitaran pengaturcaraan yang ada dibina untuk tujuan komersil bagi kegunaan pembangun perisian dan pengaturcara berpengalaman. Persekitaran ini adalah kompleks dan dilengkapi dengan pelbagai fungsi. Oleh kerana persekitaran pengaturcaraan dibina mengikut keperluan pembangun perisian, fungsi dan kemudahan disediakan tidak selaras untuk pembelajaran (Mercedes 2005) serta tidak memfokus kepada pembangunan kognitif novis. Kekangan persekitaran pengaturcaraan menjadi menyebabkan usaha untuk mencari persekitaran dan alatan pengaturcaraan alternatif dengan pendekatan pedagogi sesuai bagi membantu pelajar melibatkan diri dalam pembelajaran pengaturcaraan (Begosso et al. 2016).

Kajian lepas menunjukkan kompleksiti persekitaran pengaturcaraan juga mempengaruhi keupayaan pelajar dalam penyelesaian masalah. Selain persekitaran pengaturcaraan dibangunkan untuk tujuan komersial terdapat juga sebahagian perisian pengaturcaraan lain dibangunkan untuk pembelajaran dengan fokus yang tertentu. Contohnya perisian pengaturcaraan *Greenfoot*, *Gamestar Mechanic* dan *Alice*, masing-masing memfokus kepada pelaksanaan konsep pengaturcaraan, meningkat kemahiran penyelesaian masalah melalui permainan dan persekitaran pengaturcaraan 3D untuk pengaturcaraan berorientasi-objek (Begosso et al. 2016). Justeru, kegunaannya dalam pembelajaran menyebabkan masa yang banyak diperuntuk untuk guru menerangkan dan membimbing pelajar berkaitan tatacara menggunakannya. Pelajar sering membazir masa meneroka, mencuba pelbagai fungsi baharu untuk memahami tindak balas yang diberikan. Mesej ralat yang dijana oleh persekitaran ini kompleks dan mengelirukan disamping proses

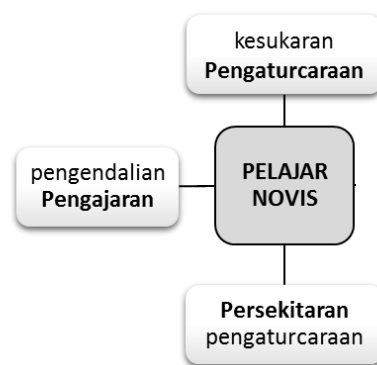
menyahrilat pula memerlukan pemahaman terhadap topik lain (Bryan & Seffah 2005). Walaupun banyak alatan pengaturcaraan di pasaran yang boleh dimuat turun dari Internet dan disokong oleh kebanyakan platform, hanya sebilangan kecil yang sesuai untuk digunakan dalam pengajaran dan pembelajaran pengaturcaraan (Valentine 2004).

Menurut Carlisle et al. (2005) kebanyakan persekitaran pengaturcaraan kormersil adalah berasaskan teks, manakala majoriti pelajar adalah pelajar visual dan pengajar pula cenderung untuk menyampaikan maklumat secara lisan di dalam kelas. Percanggahan ketara sifat bagi tiga komponen utama pengajaran ini menyebabkan pembelajaran dan pengajaran menggunakan persekitaran pengaturcaraan hambar dan sukar diterima pelajar. Justeru Carlisle (2005), Mercedes (2005) dan Trees (2010) menyarankan pilihan kaedah pengajaran, persekitaran pengaturcaraan di samping alatan sokongan pembelajaran yang sesuai bagi membantu pelajar untuk menulis atur cara dan melaksanakan penyelesaian masalah selari dengan kecenderungan dan sifat pelajar. Menurut Benda et al. (2012), pengajar perlu memahami cabaran kognitif pelajar bagi menentukan sokongan dan bahasa pengaturcaraan yang sesuai untuk pembelajaran pengaturcaraan.

Pengajaran pengaturcaraan secara teori berkaitan persekitaran pengaturcaraan tidak menggambarkan proses pengaturcaraan yang sebenar. Bagi mengajar berkaitan perisian dan teknik untuk membangun atur cara, Bennedsen dan Caspersen (2008) menyarankan keperluan untuk guru menunjukkan proses menggunakan persekitaran pengaturcaraan dengan membangunkan penyelesaian secara sistematik iaitu menggunakan teknik pemeringkatan dan bukan secara linear. Proses penyelesaian masalah perlu bermula daripada langkah yang kecil yang diuji setiap satunya, dengan menunjukkan kesilapan sintaks dan semantik juga suatu yang biasa walaupun untuk pengaturcaraan yang berpengalaman. Pembelajaran daripada pengalaman pakar menyelesaikan masalah menjadikan pelajar lebih berani dan bermotivasi untuk menyelesaikan apa juga masalah yang diberikan.

### 2.2.2 Kesimpulan Tinjauan

Rata-rata kertas penyelidikan lepas menunjukkan pengaturcaraan adalah kursus yang sukar sama ada dalam pengajaran mahupun pembelajaran. Tekanan dalam mengaturcara menjadi punca melemahkan semangat pelajar dalam kursus pengaturcaraan dan menghalang mereka mendapat keputusan yang baik. Majoriti kajian mengaitkan masalah dalam pengaturcaraan disebabkan oleh tiga faktor utama iaitu kesukaran pengaturcaraan, kelemahan dalam pengendalian pengajaran dan persekitaran pengaturcaraan yang kompleks yang dialami oleh pelajar baharu atau novis seperti yang ditunjukkan dalam Rajah 2.1.



RAJAH 2.1: Masalah Dalam Pengaturcaraan Dan Pelajar Novis

Pengetahuan dan kemahiran pengaturcaraan novis adalah terbatas. Sifat pengaturcaraan yang rumit, konsep yang bersifat abstrak yang sukar dikaitkan dengan kehidupan sebenar menyebabkan salah faham pelajar terhadap topik yang dipelajari yang menyukarkan mereka menghasilkan kod atur cara yang betul dalam menyelesaikan masalah pengaturcaraan. Menurut Schulte dan Knobelsdorf (2007) kesukaran ini menyebabkan novis sering berpandangan pengaturcaraan adalah suatu kemahiran professional yang sukar dipelajari dan dikuasai. Salah faham dalam pengaturcaraan ditambah dengan penggunaan istilah asing yang sukar difahami juga menyebabkan pelajar gagal membina *mental model* yang betul bagi mewakili idea penyelesaian masalah (Robins et al. 2003; Shaffer et al. 2003; Sheard et al. 2009) yang membawa kepada motivasi yang rendah dan mudah putus asas dalam menyelesaikan masalah yang diberikan.

Kekangan daripada sifat novis juga menyukarkan menghubungkan-kait atribut pengaturcaraan dalam menyelesaikan masalah pengaturcaraan (Miliszewska dan Tan 2007). Menurut Sweller (1988) semasa proses penyelesaian masalah, pelajar cuba mewujudkan perkaitan antara maklumat yang lama dan baharu berkaitan pengaturcaraan dan domain masalah. Pelajar baharu dan tiada pengalaman dalam penyelesaian masalah pengaturcaraan tidak mempunyai skema yang membantu mereka menyelesaikan masalah pengaturcaraan. Skema ialah maklumat daripada pengetahuan yang lepas yang disimpan dalam ingatan jangka panjang yang perlu dihubungkan dengan maklumat baharu dalam proses penyelesaian masalah. Oleh kerana tiada skema, pelajar cenderung untuk menggunakan pendekatan penyelesaian yang kompleks iaitu secara *mean-ends* atau *backward-approach* yang telah dibuktikan oleh kajian terdahulu meningkatkan beban kognitif. Menurut Kirschner et al. (2010), penglibatan secara intensif novis dalam carian maklumat dan menghubungkan maklumat secara *mean-ends* semasa menyelesaikan masalah menyebabkan ingatan-kerja terbeban yang membawa kepada penurunan prestasi dan pembelajaran pelajar (Sweller 1998; Tarmizi dan Sweller 1988). Keadaan ini berbeza dengan penyelesaian pakar, yang mana pengalaman yang luas dalam penyelesaian terdahulu dan ilmu yang kuat dalam suatu bidang menyebabkan pakar mempunyai skema yang berkesan yang membantu dalam menyelesaikan masalah baharu. Justeru, pakar menggunakan pendekatan penyelesaian secara *forward-approach* yang dapat mengurangkan beban kognitif.

Topik atau konsep pengaturcaraan seringkali disampaikan di dalam kuliah secara terasing dengan topik-topik yang lain. Bagi setiap topik ini, penerangan dikaitkan dengan contoh masalah mudah bagi memberi pengalaman pelajar membina kod atur cara yang berkaitan dan membantu pemahaman pelajar. Manakala, bagi tugas penyelesaian masalah pengaturcaraan, pelajar seringkali ditugaskan untuk menyelesaikan masalah asing, yang mana mereka tidak mempunyai pengetahuan dan pengalaman berkaitannya. Oleh kerana penerangan berkaitan tugas tidak dibincangkan dalam pengajaran menyebabkan novis hanya melihat dan menyelesaikan masalah berdasarkan pandangannya dan bukannya mengikut keperluan masalah yang sebenar (Havenga & Breed 2013).

Bahagian seterusnya memperihalkan beberapa teori pembelajaran bagi melihat kaitan teori pembelajaran terhadap masalah dalam penyelesaian masalah

pengaturcaraan. Maklumat ini menjadi asas yang menentukan teori pembelajaran yang sesuai dirujuk dan seterusnya mengenal pasti strategi bagi mengatasi masalah pengaturcaraan.

### 2.3 TEORI PEMBELAJARAN

Teori pembelajaran merupakan prinsip asas yang menggabungkan fakta daripada penemuan kajian berkaitan pembelajaran. Teori dalam psikologi pendidikan menjelaskan bagaimana individu memperoleh, menyusun dan menggunakan kemahiran dan pengetahuan. Reka bentuk dan pelaksanaan pengajaran berasaskan teori pembelajaran dapat membantu pemahaman pelajar terhadap subjek yang dipelajari dengan lebih baik dan mengelakkan kegagalan (Ahmad Johari 2008; Kesim & Altinpulluk 2015). Bagi melihat kaitan teori pembelajaran terhadap masalah dalam penyelesaian masalah pengaturcaraan, bahagian ini memperihalkan teori pembelajaran dalam perspektif epistemologi yang memperihalkan isu sifat dan persekitaran, komponen terlibat, kaedah pelaksanaan dan skop pengetahuan. Maklumat ini menjadi asas yang menentukan teori pembelajaran yang perlu dirujuk bagi mengadaptasi kaedah penyelesaian bersesuaian bagi menangani isu penyelesaian masalah pengaturcaraan.

Oleh kerana isu penyelesaian masalah pengaturcaraan adalah berkaitan pembelajaran, dua teori psikologi pembelajaran utama dibincangkan dalam bahagian ini iaitu teori pembelajaran *behaviorisme* dan teori kognitif.

#### i. Teori *Behaviorisme*

Teori *Behaviorisme* atau teori tingkah laku mula dikaji sejak tahun 1880 oleh B. F. Skinner dan Watson (Dabbagh & Dass 2013). Teori *behaviorisme* memfokus kepada peranan pengalaman dalam mengawal tingkah laku pelajar semasa proses pembelajaran. Teori ini merujuk kepada tingkah laku manusia sebagai output yang boleh dilihat dan diukur yang boleh ditentukan berdasarkan input rangsangan. Tingkah laku nyata ini tidak berkait dengan proses mental yang berlaku di dalam minda manusia. Hubungan antara rangsangan dan tingkah laku ini menurut Novi Irwan Nahar (2016) adalah hukum dan prinsip yang ingin ditentukan oleh teori *behaviorisme* untuk mengawal dan membantu pembelajaran.

Menurut perspektif *behaviorisme*, proses pembelajaran wujud apabila berlakunya tindak balas terhadap rangsangan yang diberi. Faktor persekitaran yang melibatkan rangsangan luar dan tindak balas memberi pengaruh yang besar terhadap perubahan tingkah laku pelajar untuk meningkatkan motivasi *ekstrinsik* secara individu (Ertmer & Newby 2013). Motivasi *ekstrinsik* merujuk kepada prestasi aktiviti dalam usaha untuk mencapai hasil yang ditentukan oleh rangsangan atau kuasa luar (Deci 2005; Linnenbrink & Pintrich 2000; Motivation & Tirole 2003). Menurut Deci (2005), kuasa luar boleh berupa ganjaran atau hukuman. Wang, gred, sorakan dan pujian merupakan bentuk ganjaran manakala konsep panalti adalah bentuk hukuman yang mendorong meningkatkan motivasi ekstrinsik dalam pembelajaran. Secara umumnya, pelaksanaan teori *behaviorisme* memberi ganjaran kepada pelaku pembelajaran iaitu pelajar dan guru. Guru bertanggung jawab mengurus keadaan persekitaran supaya pelajar dapat bertindak balas dengan betul terhadap rangsangan. Perubahan tingkah laku memberi ganjaran positif kepada pelajar seperti perasaan gembira, keinginan untuk lulus dengan baik dalam subjek dan dikagumi oleh guru dan rakan sebaya. Menurut Parkay dan Hass (2000) perubahan tingkah laku ini memenuhi hasrat individu untuk dihargai dan mengelakkan tingkah laku yang tidak baik seperti ketidakpuasan dan membangunkan kelakuan kebiasaan dari yang sering diulang. Menurut Chang et al. (2000) dan Zhou et al. (2014), setiap pelajar boleh mendapat pemahaman yang sama dalam pembelajaran jika pengaruh rangsangan yang tepat dapat dimanipulasi dengan betul. Bagi melaksana teori *behaviorisme*, beberapa komponen pendidikan perlu ditentukan seperti tujuan pembelajaran, material pelajaran, ciri pelajar, alatan, kemudahan pembelajaran, persekitaran dan sokongan (Zhou et al. 2014).

Teknik *behaviorisme* telah lama digunakan dalam pendidikan untuk menggalakkan tingkah laku yang baik dan mengelakkan tingkah laku yang tidak sepatutnya. Beberapa kaedah pembelajaran disaran bagi aplikasi teori ini seperti kontrak, kesan, hukuman dan pengubah suaian tingkah laku. Mengikut Ertmer dan Newby (2013) teori ini membantu pembelajaran yang melibatkan aktiviti jelas seperti mengingati fakta, mentakrifkan dan menggambarkan konsep, dan melakukan prosedur yang khusus. Menurut Ertmer dan Newby, teori *behaviorisme* tidak sesuai untuk pembelajaran yang melibatkan aktiviti pemerolehan pengetahuan

yang melibatkan penyelesaian masalah, menjana kesimpulan dan pemikiran kritikal. Perlaksanaan teori behaviorisme menurut Zhou et al. (2014) dapat mengarahkan pelajar untuk berfikir dan mendorong mereka mencapai target tertentu dan dalam masa yang sama ia mungkin mengekang kebebasan berkerativiti dan berimajinasi pelajar dalam pembelajaran.

ii. Teori Kognitif

Teori kognitif merujuk kepada proses mental berkaitan memanipulasi maklumat daripada bahan pengajaran dan interaksi dengan reka bentuk pengajaran (Merrill et al. 1981). Teori kognitif melihat pembelajaran sebagai proses pembentukan struktur kognitif dan perwakilan minda yang aktif. Mengikut ahli psikologi kognitif Kohler, Bruner, Gauge dan Ausubel proses mental berlaku dalam minda manusia, ia sukar diukur kerana proses ini tidak dapat diperhatikan secara langsung daripada tingkah laku manusia (Ahmad Johari 2008).

Teori kognitif merujuk pembelajaran sebagai apa yang pelajar tahu dan bagaimana mereka memperolehinya (Zhou et al. 2014). Aktiviti kognitif berlaku bila mana maklumat baharu dapat dihubungkan dengan pengetahuan lepas yang memberi makna dalam pembelajaran. Pengetahuan terdahulu dirujuk bagi melihat sempadan untuk mengenal pasti persamaan dan perbezaan dengan maklumat baharu supaya pembelajaran lebih mudah difahami. Mengikut Schunk (2011), perubahan pengetahuan berlaku apabila pelajar dapat mengaitkan dan menggunakan pengetahuan lepas dalam konteks yang berbeza. Aktiviti mental ini menyebabkan pengetahuan baharu dan cara pengetahuan ia diguna juga akan disimpan dalam memori. Menurut Shuell (1986) penekanan pada struktur mental menyebabkan teori kognitif lebih sesuai menjelaskan bentuk pembelajaran yang kompleks, khususnya yang melibatkan penakulan, penyelesaian masalah dan pemprosesan maklumat. Jalani dan Sern (2012a) menggunakan pembelajaran berasaskan masalah sebagai pendekatan kognitif bagi merangsang minda yang aktif, menjadikan pelajar lebih analitikal, berfikiran kritis dan kreatif dalam pembelajaran.

Bagi membantu proses manipulasi maklumat, teori kognitif menyarankan komponen persekitaran seperti arahan, demonstrasi, contoh ilustrasi dan contoh

masalah bertujuan membantu pembelajaran. Teori kognitif juga memfokus kepada peranan amalan dan maklum balas pembedahan sebagai pengetahuan tentang hasil untuk membimbing dan menyokong hubungan mental yang tepat (Thompson, Simonson, & Hargrave, 1992). Guru berperanan sebagai perantara dan pemudah cara yang membantu pelajar memahami dan menghubungkan maklumat baharu dengan pengetahuan sedia ada dalam ingatan.

Semasa proses pembelajaran dan penyelesaian masalah, maklumat baharu diproses oleh ingatan kerja manusia. Menurut Sweller (1988), ingatan kerja manusia mempunyai kapasiti yang terhad dan hanya boleh memegang maklumat sedikit dalam masa yang singkat. Justeru, maklumat baharu ini akan dihubungkan dengan skema iaitu maklumat daripada pengetahuan lepas daripada ingatan jangka panjang bagi membentuk maklumat yang bermakna. Pelajar sering bermasalah dalam mempelajari subjek baharu kerana mereka baharu tiada skema yang jelas yang dapat menyokong proses pembelajaran. Bagi melaksanakan teori kognitif, tahap pelajar perlu ditentukan supaya arahan yang selaras dengan reka bentuk kognitif pelajar dapat disediakan dan diproses dengan baik oleh ingatan kerja mereka (Sun et al. 2006). Teori beban kognitif menyarankan strategi dan kaedah yang membantu mengurangkan beban kognitif seperti perubahan struktur kursus, kaedah penyampaian yang berkesan dan sokongan pengajaran yang sesuai dengan keupayaan kognitif pelajar (Shaffer et al. 2003).

Kesimpulan daripada kajian terhadap dua teori psikologi pembelajaran mendapati penyelesaian masalah pengaturcaraan merupakan proses mental dan berkait dengan teori kognitif. Proses penyelesaian masalah melibatkan aktiviti memanipulasi maklumat bagi menghasilkan output yang tertentu. Proses penyelesaian masalah berlaku di dalam minda turut bergantung kepada pengetahuan dan pengalaman pelajar yang berbeza (Štuikys et al. 2013) yang menyebabkan proses kognitif ini tidak dapat diamati dan diukur (Ebbinghaus 1900). Pembelajaran pengaturcaraan melibatkan proses penyelesaian masalah dengan domain masalah yang pelbagai memerlukan kepada pemikiran kritikal bagi menghasilkan selesaian atur cara yang kompleks.

Teori kognitif menyarankan komponen persekitaran seperti arahan, demonstrasi, contoh ilustrasi dan contoh masalah bagi membantu proses kognitif



pelajar dan peranan amalan dan maklum balas untuk membantu penyampaian pengajaran berkesan. Saranan ini walau bagaimana pun perlu selaras dengan tahap kognitif pelajar bagi memastikannya pelajar mendapat menafaat dan menggunakannya dengan baik dalam pembelajaran. Mengikut kajian dalam teori beban kognitif, beban kognitif pelajar akan dapat dikurangkan apabila bahan dan persekitaran pengajaran direka bentuk selaras dengan keupayaan kognitif pelajar (Shaffer et al. 2003).

Bahagian seterusnya memperihal strategi yang boleh diguna bagi membantu pembelajaran dan penyelesaian masalah pengaturcaraan berdasarkan kajian terhadap teori beban kognitif.

#### **2.4 SARANAN STRATEGI TEORI BEBAN KOGNITIF (TBK)**

Kajian berkaitan teori beban kognitif dimulakan oleh Sweller (1988) di akhir 1980an berdasarkan kajian dalam penyelesaian masalah. Teori ini adalah berdasarkan andaian ingatan kerja manusia hanya boleh memproses beberapa maklumat dalam satu masa. Ingatan kerja tidak dapat menyediakan ruang ingatan atau sumber kognitif yang mencukupi menjadi tepu jika terdapat banyak maklumat yang perlu diproses. Menurut Jalani dan Sern (2012a) mempelajari kemahiran kognitif seperti penyelesaian masalah sering dibatasi oleh kapasiti ingatan kerja yang terhad yang menyebabkan pembelajaran terhalang (Jong 2010). Justeru, bagi membantu pembelajaran, TBK menyarankan perubahan dan garis panduan terhadap reka bentuk pengajaran supaya beban kognitif pelajar dapat dikurangkan khususnya dalam pelaksanaan latihan dan penyelesaian masalah (Sweller 1988; Sweller & Chandler 1991).

Mengikut Sweller (1988), terdapat tiga beban kognitif yang berbeza semasa pembelajaran iaitu *intrinsik*, *ekstraneous* dan *germane*. Beban kognitif *intrinsik* merujuk kepada permintaan terhadap kapasiti ingatan kerja yang disebabkan oleh ciri-ciri dalaman dan kesukaran kursus atau suatu topik. Manakala, beban kognitif *ekstraneous* pula disebabkan oleh format arahan dan cara pengajaran bagi menyampaikan pembelajaran. Beban kognitif *ekstraneous* tidak mendatangkan faedah kerana ia tiada kaitan dengan pembelajaran dan mengganggu pemerolehan skema. Skema penting bagi membolehkan individu menerima, memikir dan menyelesaikan masalah dan menyumbang pengetahuan baru individu. Sama seperti beban kognitif *ekstaneous*, beban kognitif *germane* juga disebabkan oleh format arahan dan cara

pengajaran. Beban kognitif *germane* memberi kebaikan dalam pembelajaran kerana ia memudahkan pemerolehan skema dan pengetahuan baru. Ke tiga-tiga beban kognitif *intrinsik*, *ekstraneous* dan *germane* perlu diurus bagi memastikan ia melebihi kapasiti ingatan kerja bagi membantu pembelajaran yang baik (Jalani & Sern 2012b; Minhat & Hashim 2012).

Tiga garis panduan yang disaran TBK adalah (i) menghalang beban beban kognitif yang berlebihan, (ii) mengurangkan beban kognitif *ekstraneous* yang tidak berkaitan dan (iii) meningkatkan beban kognitif *germane* yang membantu pemerolehan skema atau pengetahuan baru (Paas et al. 2003). Menurut Kalyuga (2009) strategi reka bentuk dan aktiviti-aktiviti pengajaran yang dibina berasaskan teori kognitif seperti pemecahan maklumat kepada beberapa segmen kecil dan menggunakan masalah bebas matlamat dapat meningkatkan keupayaan pelajar memahami konsep dan teori dalam penyelesaian masalah. Kajian dalam TBK menyarankan pengurangan beban kognitif pelajar dengan memanipulasi beban kognitif luaran seperti perubahan struktur kursus, menggunakan kaedah penyampaian yang mudah dan mengguna pakai sokongan pelaksanaan pengajaran yang selari dengan penerimaan dan keupayaan kognitif pelajar (Shaffer et al. 2003).

Beberapa strategi disaran oleh TBK bagi membantu pembelajaran seperti pembelajaran serentak konsep dan praktikal, pembelajaran tidak berulang, penyampaian contoh dan amalan yang berulang, contoh separa-lengkap, pengurangan sokongan secara beransur-ansur (teknik perancah), pembelajaran berperingkat, soalan bebas matlamat dan pembelajaran menggabungkan teks dan grafik, pembelajaran menggabungkan visual dan audio (Shaffer et al. 2003). Namun menurut Shaffer et al. (2003), Merriënboer (2013), Cazzola dan Olivares (2016) strategi berikut memfokus untuk pembelajaran penyelesaian masalah dan telah digunakan dalam pembelajaran pengaturcaraan iaitu (i) melengkapkan selesaian masalah (*completion problems*), (ii) penyelesaian masalah berperingkat (*structured problem-solving*), (iii) pendekatan contoh-kerja (*worked-example*) dan (iv) soalan bebas matlamat (*goal-free question*). Bahagian seterusnya memperihai empat strategi ini dan melibatkan isu kaedah pelaksanaan, elemen bagi melaksanakan strategi dan kesan pelaksanaan strategi.

### **2.4.1 Melengkapkan Selesaian Masalah**

Strategi ini melibatkan penyataan masalah yang dinyatakan matlamat yang ingin di capai, dengan sebahagian daripada masalah diselesaikan. Pelajar perlu menyelesaikan sebahagian masalah lagi supaya dapat mencapai matlamat (van Merriënboer et al. 2002). Strategi melengkapkan selesaian masalah ini adalah paradigma pembelajaran yang berasaskan masalah dan contoh, yang mana pelajar akan terlibat dengan aktiviti mengisi, melengkapkan ruangan kosong (Gegg-Harrison 1991), mengubah suai atau menambah kod baru dalam atur cara (Chang et al. 2000; van Merriënboer et al. 2002). Mengikut Salden et al. (2010), pelaksanaan strategi ini bertindak sebagai tutor yang menyokong pembelajaran pelajar apabila ia dilaksanakan secara berperingkat, iaitu proses melengkapkan selesaian dikurangkan secara beransur-ansur.

Menurut Van Merriënboer dan Ayres (2005) dan Gerjets et al. (2006) strategi melengkapkan selesaian masalah dapat mengurangkan beban kognitif *ekstaneous* melalui pengecilan saiz masalah, memandangkan sebahagian atau masalah asas telah diberi. Ini membolehkan pelajar dapat memberikan tumpuan untuk menghasilkan selesaian yang berkaitan sahaja. Berdasarkan pengalaman Garner (2000), pelaksanaan strategi ini dalam tugas pengaturcaraan dengan sokongan perisian khusus membantu pelajar menyelesaikan masalah pengaturcaraan dalam masa yang singkat. Pendekatan ini diguna oleh Gegg-Harrison (1991) bagi pembelajaran pengaturcaraan BASIC dengan fokus meningkatkan kemahiran pengaturcaraan menunjukkan hasil yang memuaskan, terutamanya dalam mengaplikasi penyataan pengetahuan dan merancang selesaian. Strategi ini menurut Chang et al. (2000) membantu fokus pelajar penyelesaian masalah dan secara tak langsung pelajar memahami dan tahu cara untuk menggunakan konsep dalam penyelesaian masalah.

### **2.4.2 Pembelajaran Berperingkat**

Menurut Paas et al. (2003) dan Sweller (2010), strategi pembelajaran berperingkat membantu meminimum beban kognitif intrinsik iaitu kesukaran yang disebabkan oleh sifat kursus. Pemecahan masalah secara berperingkat dilakukan bermula daripada masalah yang mudah kepada masalah yang lebih kompleks. Pelaksanaan pemeringkatan tugas secara berstruktur, mengikut Fund (2007) dapat membimbing kemahiran kognitif novis sehingga memberi kesan positif kepada pola kognitif dan

tugasan mereka. Masalah yang dipecahkan kepada unit lebih kecil lebih dan diberi secara berperingkat mudah disampai dan difahami maknanya dan dipelajari (Gerjets et al. 2006).

Menurut Minhat dan Hashim (2012), aktiviti amali yang menggunakan pendekatan pembelajaran berperingkat dapat meningkatkan kemahiran secara berkesan. Ia juga dapat memperteguh pembelajaran teori dari peringkat asas ke peringkat yang lebih kompleks. Cazzola dan Olivares (2016) telah menggunakan pendekatan pembelajaran berperingkat untuk pengajaran kursus pengaturcaraan menggunakan Javascript mendapati kaedah ini memberi kesan positif kepada pemahaman pelajar.

### **2.4.3 Contoh-kerja**

Menurut (Clark et al. 2012) contoh-kerja adalah masalah yang diberi dengan menyatakan jalan penyelesaian, yang mana setiap langkah dinyatakan sepenuhnya dan ditunjukkan secara jelas. Contoh-kerja diguna dalam pengajaran, yang mana guru menyediakan jalan kerja kepada masalah untuk dipelajari oleh pelajar. Menurut Schworm dan Renkl (2006) dan Renkl et al. (1998) contoh-kerja mengandungi pernyataan masalah dan langkah penyelesaian yang lengkap bersama hasil selesaian akhir. Selain itu, menurut Jalani dan Sern (2012a), bimbingan boleh diberi bagi menyediakan pelajar dengan contoh-kerja dalam penyelesaian masalah dengan maklumat yang disepadukan. Integrasi elemen yang berkaitan dapat mengurangkan proses carian, sekali gus membantu pelajar mempelajari proses kognitif yang terlibat dan mengurangkan beban pada ingatan kerja.

Dalam kajiannya, Karin E. Lange et al. (2014) mendapati penggunaan contoh-kerja dalam pembelajaran Algebra membantu pelajar belajar dengan lebih baik berbanding latihan penyelesaian masalah menggunakan domain masalah yang sama. Menurut Ward dan Sweller (1990), menggunakan contoh-kerja dalam pembelajaran dan penyelesaian masalah dan latihan dapat meningkatkan keupayaan pelajar dalam penyelesaian masalah berikutnya. Contoh-kerja juga memberi kesan yang positif dalam pembelajaran matematik (Gerjets et al. 2006), sains dan pengaturcaraan (Rahman & Benedict du Boulay 2010; Siti Soraya Abdul Rahman 2011; Yeh & Chen 2011). Kajian Vieira et al. (2015) menggunakan contoh-kerja dalam pembelajaran pengaturcaraan

menggabungkan pelbagai perwakilan penyelesaian seperti perwakilan teks, grafik, pengiraan. Contoh-kerja dengan menggunakan ayat mudah bagi membantu menjelaskan maksud jalan kerja dan memahami kod atur cara dalam pembelajaran penyelesaian masalah pengaturcaraan.

Pendekatan contoh-kerja diinspirasi daripada pendekatan penyelesaian masalah yang digunakan oleh individu pakar. Pakar menyelesaikan masalah dengan menghubungkan maklumat baharu daripada ingatan kerja dan pengetahuan lepas daripada ingatan jangka panjang. Pengetahuan daripada pengalaman lepas merupakan contoh-kerja yang membantu pakar menghasilkan penyelesaian yang baik. Berbeza dengan penyelesaian masalah pakar, novis bergantung penuh kepada maklumat baharu daripada pernyataan masalah yang terhad daripada ingatan kerja mereka. Maklumat baharu yang terbatas menyukarkan novis menghasilkan penyelesaian yang betul. Penggunaan strategi contoh-kerja dalam pembelajaran seolah-olah memberi pengalaman kepada novis mengadaptasi cara kerja pakar dalam penyelesaian masalah yang baharu. Kaedah ini secara tak langsung dapat mengelakkan pelajar novis daripada menggunakan kaedah penyelesaian sukar secara *mean-ends* selain membantu pelajar memfokus kepada keadaan masalah dan cara penyelesaian (van Merriënboer & Ayres 2005). Kajian oleh Renkl dan Atkinson (2003) mendapati pelajar memilih untuk belajar melalui contoh-kerja dalam pemerolehan awal kemahiran kognitif kerana ia membantu merapatkan jurang antara pengetahuan yang diketahui dan tidak diketahui dan seterusnya membantu pelajar menyelesaikan tugas yang diberi.

#### **2.4.4 Soalan Bebas Matlamat**

Salah satu alternatif kepada penyelesaian masalah secara konvensional adalah menggunakan pendekatan soalan bebas matlamat. Dalam kaedah ini, pernyataan masalah tidak menyatakan objektif atau tugas yang perlu dicapai secara spesifik. Dengan menggunakan soalan bebas matlamat dapat mengelakkan individu atau pelajar untuk mencari perbezaan antara keadaan masalah semasa dan keadaan matlamat kerana matlamatnya masalah tidak dinyatakan. Dalam proses penyelesaian soalan bebas matlamat, pelajar diberi kebebasan untuk mempertimbangkan sebarang keadaan masalah dan mengenal pasti langkah penyelesaian yang boleh digunakan. Keadaan ini

seterusnya akan mengarah kepada suatu keadaan atau masalah baharu, yang mana pelajar perlu membangun langkah penyelesaian bagi peringkat seterusnya.

Penggunaan strategi soalan bebas matlamat dalam pembelajaran membantu pelajar memfokus kepada keadaan dan langkah penyelesaian semasa, yang menyebabkan pengurangan terhadap beban ingatan kerja pelajar. Strategi bebas matlamat dapat mengelakkan beban kognitif novis meningkat oleh kerana perlaksanaannya dapat mengelakkan pelajar daripada menggunakan kaedah selesaian *means-ends* (Owen & Sweller 1985). Mengikut Owen, apabila pelajar tidak memberi tumpuan kepada hasil yang diinginkan, pelajar boleh memberi tumpuan kepada keadaan awal. Oleh kerana banyak soalan pengaturcaraan komputer adalah berorientasikan matlamat, pendekatan pembelajaran menggunakan soalan yang bebas matlamat akan kelihatan sukar untuk dilaksanakan, namun ia mempunyai nilai yang signifikan dan boleh dilaksanakan pada peringkat perantaraan pembelajaran (Shaffer et al. 2003).

#### **2.4.5 Pelaksanaan Strategi Selesaian menggunakan Teori Beban Kognitif Dalam Kursus Pengaturcaraan**

Terdapat kajian terdahulu yang menggunakan saranan daripada strategi TBK untuk menanggapi masalah pelajar dalam pembelajaran pengaturcaraan. Pelaksanaan strategi TBK dalam pengaturcaraan bersifat khusus untuk pembelajaran pengaturcaraan yang melibatkan penggunaan bahasa dan persekitaran pengaturcaraan, tahap dan sokongan perisian yang tertentu seperti yang ditunjukkan dalam Jadual 2.2. Pembangunan yang mengikut keperluan setempat menyebabkan majoriti strategi TBK bersifat khusus dibangunkan untuk tujuan latihan dan tugas pengaturcaraan bagi persekitaran tertentu sahaja. Pelaksanaan strategi hanya melibatkan sesi latihan dan tidak dijelas hubungannya dalam pengajaran pengaturcaraan.

Walaupun terdapat bukti yang menunjukkan strategi TBK lepas memberi impak yang baik dalam pembelajaran pengaturcaraan, namun idea ini sukar untuk diguna dalam pembelajaran pengaturcaraan yang lain. Khususnya apabila melibatkan perbezaan bahasa pengaturcaraan, alatan atau perisian pengaturcaraan, tahap pengaturcaraan, objektif pengajaran dan tahap pelajar. Perbezaan ini menyebabkan idea strategi TBK yang ada tidak dapat digunakan secara terus dan memerlukan kepada perubahan bagi menyesuaikan dengan persekitaran pembelajaran baharu. Bagi

melaksana perubahan ini memerlukan kepada analisis dan kajian terperinci yang biasanya mengambil masa yang lama sebelum ia dapat diguna semua oleh persekitaran pembelajaran yang lain.

Bagi mengatasi masalah ini, pembangunan strategi TBK yang bersifat umum perlu bagi berkongsi idea memangkin proses guna sama dan berkongsi manfaat dalam proses pembelajaran dan pengajaran pengaturcaraan. Bahagian seterusnya adalah menyelidik amalan baik dan komponen yang diperlukan bagi menyokong pelaksanaan strategi TBK dalam penyelesaian masalah dalam pengaturcaraan. Aktiviti ini adalah bertujuan mengenal pasti atribut untuk menyokong pembelajaran dalam PMdP, hubungan dan kaitannya bagi membantu membangunkan model pengajaran yang bagi penyelesaian masalah pengaturcaraan.

Jadual 2.2: Pelaksanaan Strategi TBK dalam Pengaturcaraan

Pengkaji & Tahun Kajian	Strategi TBK				Bahasa Pengaturcaraan	Tahap Pengaturcaraan			Alatan Pengaturcaraan
	LS	PB	CK	BM		Pengenalan	Pengaturcaraan berasaskan objek	Pelbagai tahap	
Garner (2000)	X				Visual BASIC	X			Perisian CORT (Code Restructuring Tool)
Gerjets et al. (2006)		X	X			X			Persekitaran penyelesaian masalah HYPERCOMB
Chang et al. (2000)	X				Pengaturcaraan BASIC	X			Alatan Pembangunan CLIPS, dibangunkan pada persekitaran MS-Windows.
Soraya A. Rahman dan Du Boulay (2014)	X	X	X		Tidak dinyatakan	X			Perisian LECSES
Vieira et al. (2015)			X		C#	X			Visual Studio
Harms (2013)	X				Tidak dinyatakan	X			Perisian Looking Glass
Caspersen dan Bennedsen (2007)			X		Tidak dinyatakan		X		Tiada alatan
Feiler dan Medina-Mora (1981)	X				Lisp	X			IPE (Persekitaran pengaturcaraan berperingkat)
Cazzola dan Olivares (2016)		X			Sebarang Bahasa pengaturcaraan.			X	Tidak melibatkan alatan/perisian
Mason dan Cooper (2013)		X				X			Lego Mindstorms robots
Kyle James Harms et al. (2016)	X				<i>Parsons problems</i>	X			Looking Glass - Persekitaran pengaturcaraan novis berasaskan blok

**Petunjuk Strategi TBK:**

**LS:** Melengkapkan Selesaian **PB:** Pembelajaran Berperingkat **CK:** Contoh-Kerja **BM:** Soalan Bebas Matlamat



## 2.5 ATRIBUT DAN SOKONGAN BAGI PENYELESAIAN MASALAH DALAM PENGATURCARAAN.

Berdasarkan output daripada kajian literatur, dua komponen utama yang terlibat bagi pelaksanaan strategi TBK dalam penyelesaian masalah adalah (1) soalan dan (2) sokongan bagi penyelesaian masalah dalam pengaturcaraan (PMdP). Soalan merupakan bahagian yang memperihail maklumat berkaitan masalah dan tugas yang perlu dilaksanakan. Manakala, sokongan disediakan bagi memberi panduan kepada pelajar dalam membangunkan selesaian masalah.

Bahagian ini mengenal pasti senarai atribut bagi dua komponen ini bagi mengurungi beban kognitif dalam PMdP. Atribut PMdP dikenal pasti berdasarkan analisis yang dilakukan terhadap beberapa sumber antaranya buku pengaturcaraan, senarai pernyataan soalan PMdP, soalan pertandingan pengaturcaraan dan buku kes pengajaran. Bagi mengenal pasti atribut umum dalam PMdP, analisis dilakukan terhadap beberapa sumber rujukan yang menggunakan bahasa pengaturcaraan dan tahap pengaturcaraan yang berbeza. Senarai sumber rujukan yang diguna pada peringkat ini dinyatakan dalam Jadual 2.3.

JADUAL 2.3: Maklumat Rujukan bagi PMdP

SUMBER	Nama Bahan Rujukan	Peringkat	Bahasa Pengaturcaraan
<b>Buku Pengaturcaraan</b>	Pengaturcaraan C (Marini et al 2003)	Asas Pengaturcaraan	C
	Data Structures Using C++ (Malik, D. S. 2010)	Struktur Data	C++
	Introduction to Java Programming (Daniel, Y. L. 2011)	Pengaturcaraan Berorientasikan Objek	Java
<b>Soalan Pertandingan Pengaturcaraan</b>	Pertandingan Pengaturcaraan ACM-ICPC	Asas, Struktur Data,	Lebih fokus kepada C, C++, Java dan beberapa bahasa lain
	Pertandingan Pengaturcaraan CODECHEF	Pengaturcaraan Berorientasikan Objek, Lanjutan	
<b>Amalan pernyataan soalan pengaturcaraan</b>	Struktur Data	Struktur Data	C++
	Pengaturcaraan 1	Pengaturcaraan Berorientasikan Objek	Java
<b>Buku Kes Pengajaran</b>	Himpunan Kes untuk Pengajaran Komputeran (Muriati 2011) Writing Teaching Cases (Farhoomand 2004)		-

### 2.5.1 Atribut Soalan

Soalan merupakan bahagian yang memperihalkan maklumat berkaitan masalah dan tugas yang perlu dilaksanakan. Perincian soalan berbeza digunakan oleh empat sumber rujukan adalah seperti berikut:

#### i. Buku Pengaturcaraan

Penelitian terhadap buku pengaturcaraan Pengaturcaraan C (Marini et al 2003), *Data Structures Using C++* (Malik, D. S. 2010) dan *Introduction to Java Programming* (Daniel, Y. L. 2011) mendapati soalan penyelesaian masalah diberikan pada bahagian akhir mengikut topik atau konsep pengaturcaraan yang dipelajari. Menurut Mercedes (2005), soalan dapat membantu pelajar menumpukan perhatian terhadap topik yang dipelajari dan membantu penilaian sendiri. Majoriti soalan dari buku rujukan pengaturcaraan tidak menggunakan masalah sebenar, justeru pemerihalnya lebih mudah dan ringkas, dengan tugas yang perlu dilaksanakan dinyatakan secara jelas. Bagi menyokong pelajar mencapai matlamat, kebiasaannya contoh data untuk input dan output, format output serta pengisytiharan beberapa pemboleh ubah utama disertakan di dalam soalan. Jika soalan menggunakan masalah asing yang memerlukan proses yang kompleks, formula berkaitan disertakan. Terdapat sebahagian buku pengaturcaraan menyatakan definisi fungsi dan prototaip fungsi bagi membantu pelajar menyelesaikan masalah yang diberi. Secara umumnya, buku rujukan pengaturcaraan menggunakan pernyataan soalan yang mudah tanpa format yang spesifik bagi pernyataan soalan PMdP.

#### ii. Buku Kes Pengajaran

Berbeza daripada buku pengaturcaraan, kes daripada buku kes pengajaran melibatkan memerihalkan berkaitan isu, cabaran, atau peluang yang dihadapi oleh organisasi daripada kes sebenar (Yue 2016). Justeru latar masalah bagi kes ditulis lebih terperinci berbanding latar masalah bagi sumber lain. Walaupun pernyataan kes ditulis lebih panjang, namun menurut Farhoomand (2004), ia tidak menyatakan tugas secara jelas dan tidak memberikan sebarang analisis bagi mengelakkan pembaca terpengaruh semasa membuat keputusan. Bagi menyokong pembaca dengan maklumat yang diperlukan untuk menyelesaikan masalah, data mentah juga disediakan

dalam lampiran atau *exhibit* yang dikepilkan bersama pernyataan kes. Analisis juga mendapati kes menggunakan ilustrasi rajah bagi menerangkan maklumat berkaitan.

### iii. Amalan Pernyataan Soalan Pengaturcaraan

Soalan tugas PMdP pula menggunakan pernyataan soalan ringkas dan tidak mempunyai format khusus. Bilangan atribut yang terlibat juga adalah terhad iaitu latar masalah dengan menyatakan tugas secara jelas, formula dan contoh data bagi input dan output. Manakala soalan pertandingan pengaturcaraan, mempunyai format soalan yang selaras dan dengan atribut soalan yang lebih lengkap berbanding soalan pengaturcaraan daripada sumber lain. Atribut yang terlibat adalah tajuk soalan dan kategori soalan bagi merujuk tahap kesukaran soalan, latar masalah, formula, menyatakan tugas secara jelas, memberikan contoh data, julat data yang sah bagi input dan output dan format output. Hasil analisis mendapati soalan pertandingan pengaturcaraan tidak menyatakan pengisytiharan pemboleh ubah dan prototaip fungsi.

### iv. Soalan Pertandingan Pengaturcaraan

Soalan pertandingan pengaturcaraan menggunakan format cetakan yang seragam dan melibatkan atribut soalan secara terperinci seperti tajuk soalan, kategori soalan, persekitaran soalan, formula terlibat, interaksi input-output, julat dan format input, dan format output. Senarai atribut ini telah diterima dan diguna pakai dalam pertandingan pengaturcaraan ACM-ICPC dan pertandingan CODECHEF pada peringkat kebangsaan dan antarabangsa.

Kesimpulannya, soalan merupakan komponen penting yang menyatakan maklumat yang perlu untuk menyelesaikan masalah pengaturcaraan. Hasil analisis menunjukkan sekurang-kurangnya soalan PMdP perlu menyatakan latar masalah dan pernyataan tugas. Majoriti sumber rujukan bagi penyelesaian masalah pengaturcaraan menggunakan soalan berorientasi matlamat dan menyatakan tugas yang perlu dilaksanakan dengan jelas. Soalan yang menggunakan bentuk masalah berorientasi matlamat juga menyertakan atribut tambahan seperti senarai input, format output, formula yang terlibat serta ilustrasi rajah. Hanya buku kes pengajaran menggunakan bentuk masalah bebas matlamat dan menyatakan tugas secara umum. Masalah bebas matlamat menggunakan lampiran dan ilustrasi rajah sebagai dokumen sokongan bagi

membekal maklumat kepada pelajar. Di antara empat sumber rujukan, soalan pertandingan pengaturcaraan menggunakan format cetakan yang seragam dan melibatkan atribut terperinci yang melibatkan tajuk soalan, kategori soalan, persekitaran soalan, formula terlibat, interaksi input-output, julat dan format input, dan format output. Senarai atribut ini telah diterima dan diguna pakai dalam pertandingan pengaturcaraan ACM-ICPC dan pertandingan CODECHEF pada peringkat kebangsaan dan antarabangsa. Bagi mengimplimentasi strategi TBK dalam PMdP, soalan penyelesaian masalah bagi kategori masalah berorientasi matlamat disarankan menggunakan atribut dan format yang lengkap dan tersusun seperti yang diguna pakai oleh soalan pertandingan pengaturcaraan. Manakala bagi mengimplimentasi soalan pada masalah bebas matlamat dalam PMdP, panduan dan atribut daripada kes pengajaran boleh digunakan.

#### **2.4.2 Sokongan Terhadap Penyelesaian Masalah**

Sokongan adalah bentuk bimbingan yang bersesuaian bertujuan membantu pelajar menghasilkan selesaian masalah yang betul. Menurut Vygotsky (1978) sokongan yang baik adalah apabila ia dapat diberikan pada kadar yang betul dan pada masa yang betul. Perincian sokongan yang digunakan oleh empat sumber rujukan adalah seperti berikut:

##### **i. Buku Pengaturcaraan**

Majoriti topik dalam buku pengaturcaraan disusun mengikut konsep pengaturcaraan mengikut pilihan bahasa pengaturcaraan tertentu. Kebiasaannya buku menyampaikan maklumat berkaitan konsep pengaturcaraan sebelum menyertakan latihan berbentuk penyelesaian masalah. Menurut McGill dan Volet (1997) dan Robins et al. (2003), kebanyakan buku teks pengaturcaraan menyampaikan pengetahuan yang menjawab dua persoalan berkaitan topik iaitu:

- *apa*: Kaedah penerangan digunakan bagi menjelaskan konsep pengaturcaraan. Penjelasan juga mengandungi sintaks umum pelaksanaan konsep pengaturcaraan. Pendekatan penyampaian yang terasing mengikut topik oleh kebanyakan buku pengaturcaraan menyebabkan pelajar lebih memahami konsep pengaturcaraan secara individu dan bermasalah dalam menggabungkan maklumat yang ada bagi menghasilkan aturcara yang lengkap dalam PMdP (McGill dan Volet 1997).

- *bagaimana*: persoalan ini bagi menunjukkan bagaimana konsep pengaturcaraan diimplimentasi dalam penyelesaian masalah. Bagi melaksanakan tujuan ini, contoh selesaian aturcara bagi masalah mudah dinyatakan dengan menunjukkan output yang terhasil. Terdapat dua bentuk contoh selesaian aturcara digunakan iaitu penyataan selesaian atur cara secara sebahagian dan juga selesaian atur cara lengkap. Bagi membantu menerangkan jalan kerja selesaian, penerangan diberi menggunakan algoritma dan komen pada baris atur cara. Menurut Syed Aljunid (2009), penerangan yang merujuk contoh selesaian atur cara menggunakan komen dapat memberi pemahaman terhadap atur cara dan membantu pelajar mengencam kod atur cara bagi tujuan penyelenggaraan, peralihan, perubahan, dokumentasi dan guna semula kod dalam menyelesaikan masalah yang setara. Selain daripada itu, pelan pemahaman atur cara lain boleh digunakan seperti yang disaran Syed Aljunid (2009) seperti penyelesaian generik, pengecaman blok penyelesaian dan pengecaman pemboleh ubah utama dan sokongan. Perwakilan selesaian menggunakan metafora grafik menggunakan algoritma dan pelan pemahaman atur cara dapat membantu pelajar mengingat dan menunjukkan jalan kerja yang diberikan dengan lebih jelas, seterusnya mengurangkan beban kognitif dan membantu pembelajaran (Carlisle et al. 2005, Shargabi et al. 2015, Štuikys et al. 2013).

## ii. Buku Kes Pengajaran

Nota pengajaran atau *teaching notes* merupakan dokumen berkembar bagi kes pengajaran. Menurut Hackney et al. (2003) dan Farhoomand (2004), nota pengajaran dihasilkan bagi menyokong penggunaan kes dalam pengajaran. Nota pengajaran mengandungi maklumat berkaitan masalah, disediakan bagi rujukan kepada pengajar berkaitan maklumat umum bagi kandungan kes, objektif dan isu-isu utama (Corey 1998). Nota pengajaran kes juga dilengkapi dengan soalan pencetus idea sebagai ransangan yang membantu pelajar menghasilkan selesaian masalah. Nota pengajaran juga menyertakan maklumat seperti cadangan dan perbincangan bagi melaksana pengajaran kes tersebut.

### iii. Amalan pernyataan soalan pengaturcaraan

Tujuan utama amalan pernyataan pengaturcaraan adalah memperihal maklumat berkaitan masalah. Kebanyakan amalan pernyataan sokongan pengaturcaraan tidak menyediakan maklumat sokongan atau memberi maklumat sokongan yang minimum. Antara maklumat sokongan yang disertakan termasuklah info ringkas berkaitan konsep pengaturcaraan bagi memaklumkan pelajar konsep pengaturcaraan yang terlibat dalam menyelesaikan masalah. Terdapat juga pernyataan soalan yang menyertakan tips atau petua sebagai idea kepada pelajar untuk memulakan proses penyelesaian masalah.

### iv. Soalan Pertandingan Pengaturcaraan

Soalan pertandingan dilengkapi dengan maklumat lengkap yang diperlukan bagi menyelesaikan masalah. Bagi melengkapi pelajar dengan maklumat terperinci yang dapat membantu melaksana tugas, termasuklah pernyataan julat bagi data yang terlibat. Soalan pertandingan pengaturcaraan juga menyertakan sampel input-output yang boleh digunakan oleh pelajar untuk menguji samada kod atur yang dihasil betul atau sebaliknya.

Hasil analisis menunjukkan sokongan yang berbeza digunakan oleh empat sumber rujukan bagi menyelesaikan masalah dalam pengaturcaraan. Sokongan paling banyak diberikan oleh buku pengaturcaraan yang meliputi penerangan dan contoh berkaitan konsep pengaturcaraan, reka bentuk dan contoh selesaian atur cara. Selain itu, sokongan berbentuk penjelasan tugas dan komen untuk menjelaskan jalan kerja aturcara turut diberikan bagi membantu pelajar memahami masalah dan menghasilkan selesaian. Sokongan yang bersesuaian bertindak sebagai sokongan yang dapat memberikan maklumat yang sesuai untuk pelajar belajar (van de Pol & Elbers 2013). Penyediaan maklumat bersepadu dan integrasi elemen sokongan yang berkaitan dapat mengurangkan proses carian disamping mengurangkan beban pada ingatan kerja pelajar dalam penyelesaian masalah.

## 2.5 KESIMPULAN

Beban kognitif menjadi masalah utama pelajar dalam pembelajaran dan penyelesaian masalah pengaturcaraan. Bagi mengelakkan novis menggunakan pendekatan penyelesaian selesai secara *mean-ends* yang meningkatkan beban kognitif dalam penyelesaian masalah, teori beban kognitif menyarakankan strategi selesai contoh-kerja dan soalan bebas matlamat. Walaupun strategi ini telah diguna pakai dalam penyelesaian masalah terdahulu, namun implimentasi dua strategi ini dalam PMdP tidak dibincangkan. Justeru, analisis terhadap empat sumber rujukan pengaturcaraan dilakukan dan mengenal pasti atribut penting yang menyokong soalan dan sokongan bagi PMdP adalah seperti latar masalah, pernyataan tugas, senarai input, format output, formula yang terlibat serta ilustrasi rajah bagi kategori masalah yang berorientasi matlamat. Manakala bagi kategori masalah bebas matlamat, atribut yang terlibat adalah soalan pencetus idea dan perincian berkaitan latar masalah. Analisis juga mengenal pasti atribut sokongan PMdP bagi membantu pelajar memahami masalah dan menghasilkan selesai atur cara meliputi penerangan dan contoh-contoh berkaitan konsep pengaturcaraan, reka bentuk dan contoh selesai atur cara, penjelasan tugas dan komen untuk menjelaskan jalan kerja bagi selesai atur cara.

## Rujukan

- Abdul-Rahman, S. S. & Du Boulay, B. 2014. Learning programming via worked-examples: Relation of learning styles to cognitive load. *Computers in Human Behavior* 30: 286–298. doi:10.1016/j.chb.2013.09.007
- Ahmad Johari, S. 2008. Teori Pembelajaran. *Psikologi Pendidikan*, hlm. 1–9.
- Ala-Mutka, K. 2004. Problems in learning and teaching programming-a literature study for developing visualizations in the Codewitz-Minerva project. *Codewitz Needs Analysis* 1–13.
- Barbosa, E. F., Silva, M. A. G., Corte, C. K. D., Maldonado, J. C., Paulo, S., Usp, I. & Sp, S. C. 2008. Integrated Teaching of Programming Foundations and Software Testing. *38th ASEE/IEEE Frontiers in Education Conference*, hlm. 5–10.
- Begosso, L. C., Begosso, L. R., Begosso, R. H., Paulo, S. & Ribeiro, A. 2015. The use of Learning Objects for teaching Computer Programming. *2015 IEEE Frontiers in Education Conference (FIE)*, hlm. 1–6.
- Begosso, L. R., Begosso, R. H. & Paulo, S. 2016. An approach for the use of Learning Objects in teaching Computer Programming concepts. *IEEE Frontiers in Education Conference (FIE)*, hlm. 1–8.
- Benda, K., Bruckman, A. & Guzdial, M. 2012. When Life and Learning Do Not Fit. *ACM Transactions on Computing Education* 12(4): 1–38. doi:10.1145/2382564.2382567
- Bennedsen, J. & Caspersen, M. E. 2008. Exposing the Programming Process. *Lecture Notes in Computer Science (including subseries Lecture Notes in Artificial Intelligence and Lecture Notes in Bioinformatics)*, hlm. 6–16.
- Bryan, R. & Seffah, A. 2005. Evaluation of integrated software development environments : Challenges and results from three empirical studies. *International J. Human-Computer Studies* 63: 607–627. doi:10.1016/j.ijhcs.2005.05.002
- Carlisle, M. C., Wilson, T. A., Humphries, J. W., Hadfield, S. M., Carlisle, M., Humphries, J. & Hadfield, S. 2005. RAPTOR : A Visual Programming Environment for Teaching Algorithmic Problem Solving. *Proceedings of the Thirty-Sixth SIGCSE Technical Symposium on Computer Science Education, SIGCSE 2005* 176–180.
- Caspersen, M. E. & Bennedsen, J. 2007. Instructional Design of a Programming Course - A Learning Theoretic Approach. *Proceedings of the third international workshop on Computing education research: ICER 2007*, hlm. 111–122.
- Cazzola, W. & Olivares, D. M. 2016. Gradually learning programming supported by a growable programming language. *IEEE Transactions on Emerging Topics in Computing* 4(3): 404–415. doi:10.1109/TETC.2015.2446192
- Chang, K., Chiao, B., Chen, S. & Hsiao, R. 2000. A Programming Learning System for Beginners— A Completion Strategy Approach. *IEEE TRANSACTIONS ON EDUCATION*, hlm. Vol. 43, 211–220.
- Clark, B. R. E., Kirschner, P. A. & Sweller, J. 2012. Putting Students on the Path to Learning The Case for Fully Guided Instruction. *American Educator* 36: 6–11.
- Corey, E. R. 1998. Writing Cases and Teaching Notes. *Harvard Business School*.



- Dabbagh, N. & Dass, S. 2013. Case problems for problem-based pedagogical approaches: A comparative analysis. *Computers & Education* 64: 161–174. doi:10.1016/j.compedu.2012.10.007
- Deci, E. L. 2005. Self-determination theory and work motivation. *Journal of Organizational Behaviour* 26: 331–362.
- Ebbinghaus, L. 1900. CHAPTER 2 : LEARNING THEORIES.
- Eckerdal, A. 2009. *Novice Programming Students ' Learning of Concepts and Practise*.
- Ertmer, P. A. & Newby, T. J. 2013a. Behaviorism, cognitivism, constructivism: Comparing critical features from an instructional design perspective. *Performance Improvement Quarterly* 26(2): 43–71. doi:10.1002/piq
- Ertmer, P. A. & Newby, T. J. 2013b. Behaviorism, cognitivism, constructivism: Comparing critical features from an instructional design perspective. *Performance Improvement Quarterly* 26(2): 43–71. doi:10.1002/piq
- Esteves, M., Fonseca, B., Morgado, L. & Martins, P. 2011. Improving teaching and learning of computer programming through the use of the Second Life virtual world. *British Journal of Educational Technology* 42(4): 624–637. doi:10.1111/j.1467-8535.2010.01056.x
- Farhoomand, A. 2004. WRITING TEACHING CASES : A QUICK REFERENCE GUIDE  
WRITING TEACHING CASES : A QUICK REFERENCE GUIDE 13(February): 1–10.
- Feiler, P. H. & Medina-Mora, R. 1981. An Incremental Programming Environment. *Proceedings of the 5th International Conference on Software Engineering*, hlm. 44–53. doi:10.1109/TSE.1981.231109
- Forte, A. & Guzdial, M. 2005. Motivation and nonmajors in computer science: Identifying discrete audiences for introductory courses. *IEEE Transactions on Education* 48(2): 248–253. doi:10.1109/TE.2004.842924
- Fund, Z. 2007. The effects of scaffolded computerized science problem-solving on achievement outcomes: A comparative study of support programs: Original article. *Journal of Computer Assisted Learning* 23(5): 410–424. doi:10.1111/j.1365-2729.2007.00226.x
- Gajraj, R. & Williams, M. 2010. A COMPUTER-BASED PROGRAMMING PEDAGOGY : stepwise instructed implementation of explained example code.
- Garner, S. 2000. *LEARNING TO PROGRAM USING PART-COMPLETE SOLUTIONS*.
- Garner, S. 2002. Reducing the Cognitive Load on Novice Programmers. *Proceedings of EdMedia: World Conference on Educational Media and Technology 2002*, hlm. 578–583.
- Garner, S. 2007. A program design tool to help novices learn programming. *Proceedings ascilite Singapore 2007*, hlm. 321–324.
- Gegg-Harrison, T. S. 1991. Learning Prolog in a schema-based environment. *Instructional Science* 20(2): 173–192. doi:10.1007/BF00120881
- Gerjets, P., Scheiter, K. & Catrambone, R. 2006. Can learning from molar and modular worked examples be enhanced by providing instructional explanations and prompting

- self-explanations? *Learning and Instruction*, hlm. Vol. 16, 104–121.  
doi:10.1016/j.learninstruc.2006.02.007
- Gog, T. & Rummel, N. 2010. Example-Based Learning: Integrating Cognitive and Social-Cognitive Research Perspectives. *Educational Psychology Review* 22(2): 155–174.  
doi:10.1007/s10648-010-9134-7
- Graaff, E. D. E. 2003. Characteristics of Problem-Based Learning \* 19(5).
- Hackney, R., McMaster, T. & Harris, A. 2003. Using Cases As A Teaching Tool In IS Education. *Journal of Information Systems Education* 14(3): 229–234.
- Hamer, J. & Purchase, H. 2010. Tools for Contributing Student Learning Categories. *Proceedings of the 2010 ITiCSE working group reports on Working group reports - ITiCSE-WGR '10*, hlm. 1.
- Hamer, J., Purchase, H. C. & Luxton-reilly, A. 2010. Tools for “ Contributing Student Learning ” 1–14.
- Harms, K. J. 2013. Applying cognitive load theory to generate effective programming tutorials. *2013 IEEE Symposium on Visual Languages and Human Centric Computing*, hlm. 179–180. Ieee. doi:10.1109/VLHCC.2013.6645274
- Harms, K. J., Chen, J. & Kelleher, C. L. 2016. Distractors in Parsons Problems Decrease Learning Efficiency for Young Novice Programmers. *Proceedings of the 2016 ACM Conference on International Computing Education Research - ICER '16*, hlm. 241–250.  
doi:10.1145/2960310.2960314
- Havenga, M. & Breed, B. 2013. Metacognitive and Problem-Solving Skills to Promote Self-Directed Learning in Computer Programming : Teachers ’ Experiences. *SA-eDUC JOURNAL* 10(2): 1–14.
- Hmelo-Silver, C. E., Duncan, R. G. & Chinn, C. a. 2007. Scaffolding and Achievement in Problem-Based and Inquiry Learning: A Response to Kirschner, Sweller, and Clark (2006). *Educational Psychologist* 42(2): 99–107. doi:10.1080/00461520701263368
- Ismail, M. N., Ngah, N. A. & Umar, I. N. 2010. INSTRUCTIONAL STRATEGY IN THE TEACHING OF COMPUTER PROGRAMMING : A NEED ASSESSMENT ANALYSES. *Turkish Online Journal of Educational Technology* 9(2): 125–131.
- Jalani, N. H. & Sern, L. C. 2012a. Beban Kognitif Dalam Pembelajaran Berasaskan Masalah. *Proceeding of 2012 World Congress*, hlm. 26–36.
- Jalani, N. H. & Sern, L. C. 2012b. Penyelesaian Masalah dan Gandingan Contoh-Penyelesaian Masalah Terhadap Pencapaian Pelajar Dalam Domain Teknologi. *Prosiding Seminar Pendidikan Pasca Ijazah dalam PTV Kali Ke-2, 2012*, hlm. 129–148.
- Jonassen, D. H. 1997. Instructional Design Models for Well-Structured and Ill-Structured Problem-Solving Learning Outcomes. *Educational Technology Research and Development* 45(1): 65–90.
- Jong, T. de. 2010. Cognitive load theory, educational research, and instructional design: some food for thought. *Instructional Science* 38(2): 105–134. doi:10.1007/s11251-009-9110-0
- Kalyuga, S. 2009. Knowledge elaboration: A cognitive load perspective. *Learning and Instruction* 19(5): 402–410. doi:10.1016/j.learninstruc.2009.02.003

- Karin E. Lange, Julie L. Booth & Kristie J. Newton. 2014. Learning Algebra from Worked Examples. *The Mathematics Teacher* 107(7): 534–540. doi:10.5951/mathteacher.107.7.0534
- Kesim, M. & Altınpulluk, H. 2015. A Theoretical Analysis of Moocs Types from a Perspective of Learning Theories. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, hlm. Vol. 186, 15–19. Elsevier B.V. doi:10.1016/j.sbspro.2015.04.056
- Kirschner, P. A., Sweller, J. & Clark, R. E. 2006a. Why Minimal Guidance During Instruction Does Not Work: An Analysis of the Failure of Constructivist, Discovery, Problem-Based, Experiential, and Inquiry-Based Teaching. *Educational Psychologist*. doi:10.1207/s15326985ep4102\_1
- Kirschner, P. A., Sweller, J. & Clark, R. E. 2006b. Why Minimal Guidance During Instruction Does Not Work : An Analysis of the Failure of Constructivist , Based Teaching Work : An Analysis of the Failure of Constructivist , Discovery , Problem-Based , Experiential , and Inquiry-Based Teaching. *Educational Psychologist* 41(2): 75–86. doi:10.1207/s15326985ep4102
- Lahtinen, E., Ala-Mutka, K. & Järvinen, H.-M. 2005. A Study of the Difficulties of Novice Programmers. *Proceedings of the 10th annual SIGCSE conference on Innovation and technology in computer science education - ITiCSE '05*, hlm. 14. New York, New York, USA: ACM Press. doi:10.1145/1067445.1067453
- Law, K. M. Y., Lee, V. C. S. & Yu, Y. T. 2010. Computers & Education Learning motivation in e-learning facilitated computer programming courses. *Computers & Education* 55(1): 218–228. doi:10.1016/j.compedu.2010.01.007
- Leppink, J., Paas, F., van Gog, T., van der Vleuten, C. P. M. & van Merriënboer, J. J. G. 2014. Effects of pairs of problems and examples on task performance and different types of cognitive load. *Learning and Instruction* 30: 32–42. doi:10.1016/j.learninstruc.2013.12.001
- Linnenbrink, E. A. & Pintrich, P. R. 2000. Intrinsic and Extrinsic Motivation. *Intrinsic and Extrinsic Motivation*. doi:10.1016/B978-012619070-0/50030-1
- Martins, S. W., Mendes, A. J. & Figueiredo, A. D. 2010. A strategy to improve student's motivation levels in programming courses. *2010 IEEE Frontiers in Education Conference (FIE)* F4F–1–F4F–7. doi:10.1109/FIE.2010.5673366
- Mason, R. & Cooper, G. 2013. Mindstorms robots and the application of cognitive load theory in introductory programming. *Computer Science Education* 23(4): 296–314. doi:10.1080/08993408.2013.847152
- McGettrick, A., Boyle, R., Ibbett, R., Lloyd, J., Lovegrove, G. & Mander, K. 2005. Grand Challenges in Computing: Education—A Summary. *The Computer Journal* 48(1): 42–48. doi:10.1093/comjnl/bxh064
- McGill, T. J. & Volet, S. E. 1997. A conceptual framework for analyzing students' knowledge of programming. *Journal of Research on Computing in Education* 29(3): 276–297. doi:10.1080/08886504.1997.10782199
- Mercedes Gomez-Albarran. 2005. The Teaching and Learning of Programming: A Survey of Supporting Software Tools. *The Computer Journal* 48(2): 130–144. doi:10.1093/comjnl/bxh080

- Merriënboer, J. J. G. Van. 2013. Computers & Education Perspectives on problem solving and instruction. *Computers & Education* 64: 153–160. doi:10.1016/j.compedu.2012.11.025
- Miliszewska, I. & Tan, G. 2007. Befriending Computer Programming : A Proposed Approach to Teaching Introductory Programming Difficulties Encountered by First Year Programming Students Impact of Failure / Poor Performance on Students. *Issues in Informing Science and Information Technology*, hlm. 277–289.
- Minhat, A. & Hashim, M. H. M. 2012. Persepsi Guru-Guru Bidang Teknik Dan Vokasional Sekolah Menengah Kebangsaan Tinggi Segamat Dalam Meningkatkan Kecerdasan Emosi Pelajar: Satu Kajian Kes Kualitatif. *Seminar Pendidikan Pasca Ijazah dalam PTV Kali ke-2*, hlm. 1–17.
- Mohamed Shuhidan, S., Hamilton, M. & D’Souza, D. 2011. Understanding novice programmer difficulties via guided learning. *Proceedings of the 16th annual joint conference on Innovation and technology in computer science education - ITiCSE '11*, hlm. 213–217. New York, New York, USA: ACM Press. doi:10.1145/1999747.1999808
- Motivation, E. & Tirole, J. 2003. Intrinsic and Extrinsic Motivation. *Review of Economic Studies*.
- Moura, I. C. & Hattum-janssen, N. Van. 2011. Computers & Education Teaching a CS introductory course : An active approach. *Computers & Education* 56(2): 475–483. doi:10.1016/j.compedu.2010.09.009
- Mukhtar, M. 2011. *Himpunan Kes untuk Pengajaran*.
- Novi Irwan Nahar. 2016. Penerapan teori belajar behavioristik dalam proses pembelajaran. *Jurnal Ilmu Pengetahuan Sosial* 1(1): 64–74.
- Owen, E. & Sweller, J. 1985. What Do Students Learn While Solving Mathematics Problems? *Journal of Educational Psychology* 77(3): 272–284. doi:10.1037/0022-0663.77.3.272
- Paas, F., Renkl, A. & Sweller, J. 2003. *Cognitive Load Theory and Instructional Design: Recent Developments*. *Educational Psychologist*, hlm. Vol. 38. doi:10.1207/S15326985EP3801\_1
- Pears, A., Seidman, S., Malmi, L., Mannila, L., Adams, E., Uni, J. M., Bennedsen, J., et al. 2007. A Survey of Literature on the Teaching of Introductory Programming. *SIGCSE Bulletin* 39(4): 204–223.
- Prince, M. & Felder, R. 2007. The Many Faces of Inductive Teaching and Learning. *Journal of College Science Teaching* 36(5): 14–20. doi:2200/20080506115505992T
- Puntambekar, S. & Hübscher, R. 2005. Tools for Scaffolding Students in a Complex Learning Environment : What Have We Gained and What Have We Missed ? *Educational Psychologist* 40(1): 1–12.
- Rahman, S. S. A. & Benedict du Boulay. 2010. Learning Programming via Worked-examples. *PPIG-WIP, Dundee 2010*, hlm. 1–6.
- Rahmat, M., Shahrani, S., Latih, R., Yatim, N. F. M., Zainal, N. F. A. & Rahman, R. A. 2012. Major Problems in Basic Programming that Influence Student Performance. *Procedia - Social and Behavioral Sciences* 59: 287–296.

doi:10.1016/j.sbspro.2012.09.277

- Renkl, A. & Atkinson, R. K. 2003. Structuring the transition from example study to problem solving in cognitive skill acquisition: A cognitive load perspective. *Educational Psychologist*. doi:10.1207/S15326985EP3801\_3
- Renkl, A., Stark, R., Gruber, H. & Mandl, H. 1998. Learning from Worked-Out Examples: The Effects of Example Variability and Elicited Self-Explanations. *Contemporary Educational Psychology* 90–108. doi:10.1006/ceps.1997.0959
- Robins, A., Rountree, J. & Rountree, N. 2003. Learning and Teaching Programming: A Review and Discussion. *Computer Science Education*, hlm. Vol. 13, 137–172. doi:10.1076/csed.13.2.137.14200
- Salden, R. J. C. M., Koedinger, K. R., Renkl, A., Alevan, V. & McLaren, B. M. 2010. Accounting for Beneficial Effects of Worked Examples in Tutored Problem Solving. *Educational Psychology Review* 22(4): 379–392. doi:10.1007/s10648-010-9143-6
- Salleh, S. M., Shukur, Z. & Judi, H. M. 2013. Analysis of Research in Programming Teaching Tools: An Initial Review. *Procedia - Social and Behavioral Sciences* 103: 127–135. doi:10.1016/j.sbspro.2013.10.317
- Schulte, C. & Knobelsdorf, M. 2007. Attitudes towards computer science-computing experiences as a starting point and barrier to computer science. *Proceedings of the third international workshop on Computing education research ICER 07* 76(2): 27. doi:10.1145/1288580.1288585
- Schunk, D. H. 2011. *Learning theories : an educational perspective*. Learning. doi:10.1073/pnas.0703993104
- Schworm, S. & Renkl, A. 2006. Computer-supported example-based learning: When instructional explanations reduce self-explanations. *Computers and Education*. doi:10.1016/j.compedu.2004.08.011
- Shaffer, D., Wendy, D. & Tuovinen, J. 2003. Applying Cognitive Load Theory to Computer Science Education. *Joint Conf. EASE & PPIG*, hlm. 333–346.
- Shargabi, A., Aljunid, S. A., Annamalai, M. & Mohamed, S. 2015. Tasks That Can Improve Novices ' Program Comprehension. *IEEE Conference on e-Learning, e-Management and e-Services*, hlm. 32–37.
- Sheard, J., Simon, S., Hamilton, M. & Lönnberg, J. 2009. Analysis of research into the teaching and learning of programming. *Proceedings of the fifth international workshop on Computing education research workshop - ICER '09* 93. doi:10.1145/1584322.1584334
- Shuell, T. J. 1986. Cognitive Conceptions of Learning. *Review of Educational Research*. doi:10.3102/00346543056004411
- Siti Soraya Abdul Rahman. 2011. *Learning programming via worked-examples : The effects of cognitive load and learning styles*. University of Sussex.
- Smith, B. J. 2009. Conceptual graphs as a visual programming language for teaching programming. *2009 IEEE Symposium on Visual Languages and HumanCentric Computing VLHCC*. Ieee. doi:10.1109/VLHCC.2009.5295242

- Sorva, J. 2013. Notional machines and introductory programming education. *ACM Transactions on Computing Education* 13(2): 1–31. doi:10.1145/2483710.2483713
- Štuikys, V., Burbaite, R. & Damaševičius, R. 2013. Teaching of computer science topics using meta-programming-based glos and lego robots. *Informatics in Education* 12(1): 125–142. Retrieved from <http://www.scopus.com/inward/record.url?eid=2-s2.0-84877014412&partnerID=40&md5=3a62756fc936960588c15cab179ab4ed>
- Sun, S. L., Tasir, Z. & Harun, J. 2006. Penghasilan modul pembelajaran berasaskan teori beban kognitif untuk subjek teknologi maklumat dan komunikasi. *International Malaysian Educational Technology Convention*, hlm. 1204–1213.
- Sweller, J. 1988. Cognitive load during problem solving: Effects on learning. *Cognitive Science* 12(2): 257–285. doi:10.1016/0364-0213(88)90023-7
- Sweller, J. 2010. *Element Interactivity and Intrinsic, Extraneous, and Germane Cognitive Load*. *Educational Psychology Review*, hlm. Vol. 22. doi:10.1007/s10648-010-9128-5
- Sweller, J. & Chandler, P. 1991. Evidence for cognitive load theory. *Cognition and Instruction* 8: 351–362. doi:10.1207/s1532690xci0804\_5
- Tafliovich, A., Campbell, J. & Petersen, A. 2013. A student perspective on prior experience in CS1. *Proceeding of the 44th ACM technical symposium on Computer science education - SIGCSE '13* 239–244. doi:10.1145/2445196.2445270
- Tarmizi, R. A. & Sweller, J. 1988. Guidance during mathematical problem solving. *Journal of Educational Psychology* 80(4): 424–436. doi:10.1037//0022-0663.80.4.424
- Trees, F. P. 2010. *A Meta-Analysis of Pedagogical Tools used in Introductory Programming Courses*.
- Valentine, D. W. 2004. CS educational research: a meta-analysis of SIGCSE technical symposium proceedings. *ACM SIGCSE Bulletin*. doi:10.1145/1028174.971391
- van de Pol, J. & Elbers, E. 2013. Scaffolding student learning: A micro-analysis of teacher–student interaction. *Learning, Culture and Social Interaction* 2(1): 32–41. doi:10.1016/j.lcsi.2012.12.001
- Van Merriënboer, J. J. G. & Ayres, P. 2005. Research on Cognitive Load Theory and Its Design Implications for E-Learning. *Educational Technology Research & Development* 53(3): 5–13.
- van Merriënboer, J. J. G., Schuurman, J. G., de Croock, M. B. M. & Paas, F. G. W. . 2002a. Redirecting learners' attention during training: effects on cognitive load, transfer test performance and training efficiency. *Learning and Instruction* 12(1): 11–37. doi:[https://doi.org/10.1016/S0959-4752\(01\)00020-2](https://doi.org/10.1016/S0959-4752(01)00020-2)
- Vieira, C., Yan, J. & Magana, A. J. 2015. Exploring Design Characteristics of Worked Examples to Support Programming and Algorithm Design. *Journal of Computational Science Education* 6(1): 2–15.
- Vygotsky, L. S. 1978. Mind in society: The development of higher psychological processes. *Mind in Society The Development of Higher Psychological Processes* Mind in So: 159. doi:10.1007/978-3-540-92784-6
- Wang, M., Wu, B., Chen, N.-S. & Spector, J. M. 2013. Connecting problem-solving and

- knowledge-construction processes in a visualization-based learning environment. *Computers & Education* 68: 293–306. doi:10.1016/j.compedu.2013.05.004
- Ward, M. & Sweller, J. 1990. Structuring Effective Worked Examples. *Cognition and Instruction* 7(1): 1–39.
- Williams, C., Alafghani, E., Jr, A. D., Gregory, K. & Rydzewski, M. 2015. Teaching Programming Concepts to Elementary Students. *2015 IEEE Frontiers in Education Conference (FIE)*.
- Xiaoxiang Huang. 2007. *THE EFFECT OF DIFFERENT TYPES OF WORKED EXAMPLES ON STUDENT LEARNING AND TRANSFER OF A PROBLEM*. THE FLORIDA STATE UNIVERSITY.
- Yeh, K. & Chen, W. 2011. Work in Progress - Using a Computer Gaming Strategy to facilitate Undergraduates ' Learning in a Computer Programming Course : An Experimental Study 11–12.
- Yue, T. 2016. How to Write a Good Teaching Case. RSM Case Development Centre, Erasmus University. Retrieved from [https://www.rsm.nl/fileadmin/Images\\_NEW/CDC/How\\_to\\_Write\\_a\\_Good\\_Teaching\\_Case.pdf](https://www.rsm.nl/fileadmin/Images_NEW/CDC/How_to_Write_a_Good_Teaching_Case.pdf)
- Zhou, M., College, D. S., Brown, D. & College, D. S. 2014. *Educational Learning Theories*.
- Anderson, L. W., & Krathwohl, D. R. (Eds.). (2001). A taxonomy for learning, teaching and assessing: A revision of Bloom's Taxonomy of educational objectives: Complete edition, New York: Longman.
- Rist, R. (1996). Teaching Eiffel as a first language. *Journal of Object-Oriented Programming*, 9, 30-41.
- Leung, S. (2006). Integrating visualization to make programming concepts concrete— Dot Net style. Doctoral dissertation, University of Cincinnati, OH
- McGill, T. J. & Volet, S.E. (1997). A conceptual framework for analyzing students' knowledge of programming. *Journal of research on Computing in Education*. 29(3), 276.
- Thompson, A.D., Simonson, M.R., Hargrave, C.P. (1992). Educational technology: A review of the research. Washington DC: Association for Educational Communications and Technology
- Paas, F., Renkl, A., & Sweller, J. (2003). Cognitive load theory and instructional design: Recent developments. *Educational Psychologist*, Vol. 38(1), 1-4.
- Parkay, F.W. & Hass, G. (2000). *Curriculum Planning (7th Ed.)*. Needham Heights, MA: Allyn & Bacon.
- Merrill, M.D., Kowalis, T., & Wilson, B.G. 1981. Instructional design in transition. In F.H. Farley, & N.J. Gordon (Eds.). *Psychology and education: The state of the union*. hlm. 298–348.

Huet, I., Tavares, J., Weir, G., Ferguson, J., & Wilson, J. (2003). Cooperation in education: the teaching and learning of programming at the Universities of Aveiro and Strathclyde. *ICHD Conference, Aveiro, Portugal*.

Tavares, J., Brzezinski, I., Huet, I., Cabral, A., & Neri, D. 2001. "Having coffee" with professors and students to talk about higher education pedagogy and academic success. *The 24th International HERDSA Conference*. hlm. 1-9.

Forte, A., & Guzdial, M. 2005. Motivation and nonmajors in computer science: identifying discrete audiences for introductory courses. *IEEE Transactions on Education*, 48(2). hlm. 248–253.

Prince, M., & Felder, R. 2007. The many faces of inductive teaching and learning. *Journal of College Science Teaching*, 36(5), 14–20.

Linn and Clancy, 1992. Linn, M.C., Clancy, M.J.: The case for case studies of programming problems. *Communications of the ACM* 35(3), 121–132 (1992)

de Jong, T. (2010). Cognitive load theory, educational research, and instructional design: Some food for thought. *Instructional Science*, 38(2), 105–134.

Marini Abu Bakar, Norleyza Jailani, Sufian Idris. 2003. *Pengaturcaraan C*. Prentice Hall.

Muriati Mukhtar (pnyt.). 2011. *Himpunan Kes untuk Pengajaran Komputeran*. Pusat Penyelidikan Teknologi dan Pengurusan Perisian, Universiti Kebangsaan Malaysia.

Syed Ahmad Sheikh Aljunid. 2009. *A Cognitive Model of Automated Program Comprehension cum Debugging for Novices*. Tesis Dr. Fal, FTSM, Universiti Kebangsaan Malaysia.

D.S. Malik.2010. *Data Structures Using C++*. *Second Edition*. Course Technology, Cengage Learning.

Y. Daniel Liang. 2011. *Introduction to Java Programming*. Prentice Hall.

The ACM International Collegiate Programming Contest (ICPC).  
<https://icpc.baylor.edu/worldfinals/problems> [2 Mei 2018]





## **BAB III**

### **METODOLOGI PENYELIDIKAN**

#### **3.1 PENGENALAN**

Secara umumnya, pelaksanaan kajian ini terbahagi kepada tiga fasa iaitu (1) fasa mengenal pasti isu dalam penyelesaian masalah pengaturcaraan dan selesaian semasa, (2) fasa mengenal pasti strategi selesaian melalui kajian terhadap teori pembelajaran dan (3) fasa mereka bentuk PEMANCAR. Setiap fasa ini dijelaskan di dalam kerangka penyelidikan bagi memberi gambaran awal kaitan fasa yang terlibat dalam menghasilkan PEMANCAR. Seterusnya, persekitaran kajian dan responden terlibat dalam menguji dan mengesah maklumat berkaitan PEMANCAR diperihalkan. Kemudian perincian aktiviti dalam setiap fasa dijelaskan yang merangkumi kaedah pengumpulan data, aktiviti yang terlibat, pengendalian pengesahan dan hasilnya.

#### **3.2 KERANGKA PENYELIDIKAN**

Tujuan kajian ini dijalankan adalah bagi membangunkan model pengajaran bagi penyelesaian masalah dalam pengaturcaraan (PMdP) yang dikenali sebagai PEMANCAR. PEMANCAR menyediakan tatacara membangunkan contoh masalah dan selesaian yang bersesuaian dengan tugas dan menyediakan pelan pelaksanaan pengajaran secara berstruktur. Pengajaran dilaksanakan mengikut keperluan pengaturcaraan supaya pelajar terlibat dengan aktiviti membangun dan menghasilkan selesaian tugas pengaturcaraan yang diberi. Strategi sokongan penyelesaian yang diguna pakai oleh PEMANCAR adalah berasaskan kepada teori beban kognitif (TBK). Strategi selesaian daripada TBK bertujuan memfokuspendekatan dan pelaksanaan

PEMANCAR terhadap mengurangi masalah dasar pelajar dalam pembelajaran dan penyelesaian masalah pengaturcaraan iaitu peningkatan beban kognitif.

PEMANCAR menyediakan sokongan bagi membantu dalam pembelajaran dan PMdP. Bagi mencapai tujuan ini, kajian dijalankan dalam tiga fasa seperti yang ditunjukkan pada Rajah 3.1. Tiga fasa ini adalah:

- Fasa I. Mengenal pasti isu dalam pembelajaran dan penyelesaian masalah dalam pengaturcaraan.
- Fasa II. Mengenal pasti strategi penyelesaian melalui kajian terhadap teori pembelajaran sedia ada.
- Fasa III. Mereka bentuk PEMANCAR.

Fasa pertama bertujuan mengenal pasti isu dalam PMdP. Kajian literatur dan tinjauan lepas dilakukan bagi mengumpul masalah dalam pendidikan pengaturcaraan. Bagi setiap analisis yang dilakukan, maklumat seperti tahap pengaturcaraan, kaedah penyelesaian, perisian atau alatan serta sasaran pelajar yang terlibat juga direkodkan. Seterusnya, peringkat ini mengkelaskan masalah mengikut empat sumber masalah iaitu pelajar, kaedah pengajaran, persekitaran pengaturcaraan dan kesukaran pengaturcaraan. Pengkelasan ini bagi mengenal pasti hubungan antara sumber bagi merumuskan masalah dasar yang dihadapi pelajar dalam PMdP. Output pengkelasan mendapati setiap masalah adalah bersifat tersendiri yang melibatkan pelajar pengaturcaraan baharu atau novis. Kajian terhadap sifat dan ciri novis mendapati masalah utama novis dalam penyelesaian masalah adalah beban kognitif. Dapatan ini menentukan rujukan teori pembelajaran yang berkaitan bagi mengenal pasti kaedah penyelesaian yang boleh digunakan bagi mengurangi masalah beban kognitif pelajar dalam PMdP.

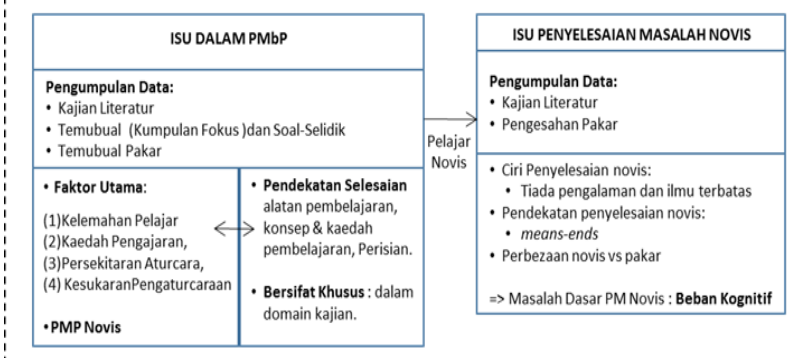
Fasa ke dua kajian menentukan teori pembelajaran berkaitan bagi mengenal pasti strategi penyelesaian untuk model pengajaran PMdP. Berdasarkan kajian terhadap dua teori psikologi pembelajaran iaitu *behaviorisme* dan kognitif mendapati proses penyelesaian masalah adalah berkaitan dengan proses mental seperti yang dirujuk oleh teori kognitif. Bagi membantu pembelajaran teori kognitif menyarankan komponen pengajaran dan peranan amalan untuk membantu penyampaian pengajaran berkesan. Saranan ini walau bagaimana pun perlu selaras dengan tahap kognitif pelajar bagi

memastikannya ia dapat diguna dengan baik dalam pembelajaran. Kajian terhadap teori beban kognitif dirujuk bagi membangunkan dan melaksana saranan dengan strategi yang sesuai untuk penyelesaian masalah pengaturcaraan. Kajian ini memilih contoh-kerja dan soalan bebas matlamat sebagai strategi untuk membantu proses kognitif pelajar dalam PMdP. Seterusnya peringkat ini melakukan sorotan literatur terhadap dua strategi ini bagi merekodkan maklumat berkaitan komponen dan atribut yang menyokong penggunaannya. Kajian mendapati ke dua-dua strategi melibatkan komponen soalan dan sokongan. Atribut soalan dan sokongan bagi strategi contoh-kerja lebih spesifik dan menjurus kepada skop tugas berbanding atribut soalan dan sokongan bagi strategi bebas matlamat. Sorotan literatur terhadap strategi contoh-kerja dan soalan bebas matlamat mendapati bentuk masalah adalah kriteria utama yang membezakan ke dua-dua strategi ini. Strategi contoh-kerja adalah mewakili masalah berorientasi matlamat manakala strategi soalan bebas matlamat pula mewakili bentuk masalah bebas matlamat. Dapatan fasa ini berkaitan komponen dan atribut dan dua bentuk masalah bagi mewakili dua strategi penyelesaian dijadikan asas untuk pelaksanaan awal sokongan bertujuan untuk menilai kesesuaiannya dalam persekitaraan kajian sebelum pelaksanaan dan pengujian sebenar PEMANCAR dilakukan.

Fasa terakhir kajian memperincikan strategi supaya sesuai dilaksana dalam PMdP. Pada peringkat ini analisis bagi soalan penyelesaian masalah dilakukan daripada beberapa sumber rujukan bagi mengenal pasti atribut yang khusus dalam PMdP. Atribut baharu yang dikenal pasti kemudiannya dikelaskan kepada komponen yang bersesuaian mengikut masalah yang diwakili. Selain mengenal pasti atribut khusus, proses analisis terhadap sumber rujukan juga memberi idea dalam mengesyorkan format soalan bagi ke dua-dua bentuk masalah. Kajian ini turut mengambil kira beberapa atribut tambahan berdasarkan pengalaman dan keperluan bagi membantu mengurangkan beban kognitif pelajar bagi menyelesaikan masalah pengaturcaraan. Seterusnya, maklumat yang dikenal pasti disusun bagi menunjukkan hubungkaitnya dalam model pengajaran bagi PMdP.

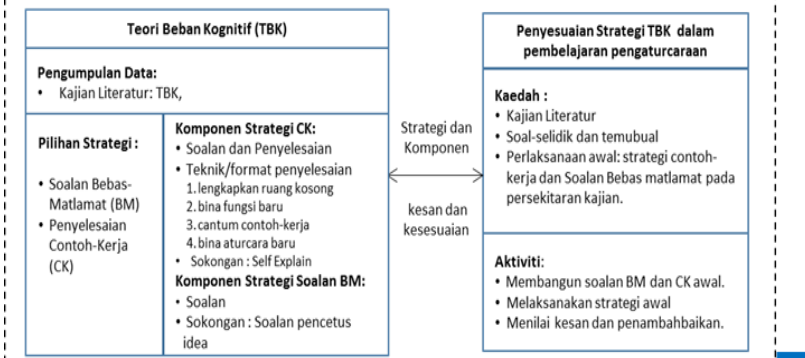
Setiap fasa daripada kerangka kajian diwujudkan bagi mencapai tiga objektif kajian dan menjawab persoalan bagi kajian ini seperti yang dibincangkan dalam Bab 3. Jadual 3.1 menunjukkan kaitan tiga fasa dalam kerangka penyelidikan PEMANCAR dengan objektif dan persoalan bagi kajian ini.

### FASA I: Mengenalpasti Isu Dalam Penyelesaian Masalah berasaskan Pengaturcaraan (PMbP)



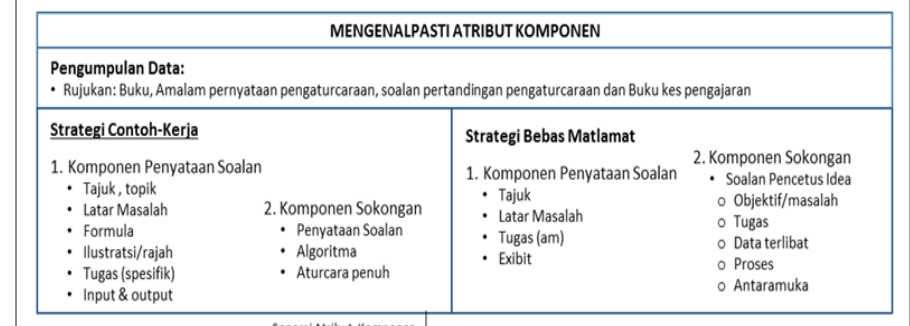
Masalah pengaturcaraan, Beban Kognitif

### FASA II: Mengenalpasti Strategi Selelesaian Melalui Kajian terhadap Teori Pembelajaran

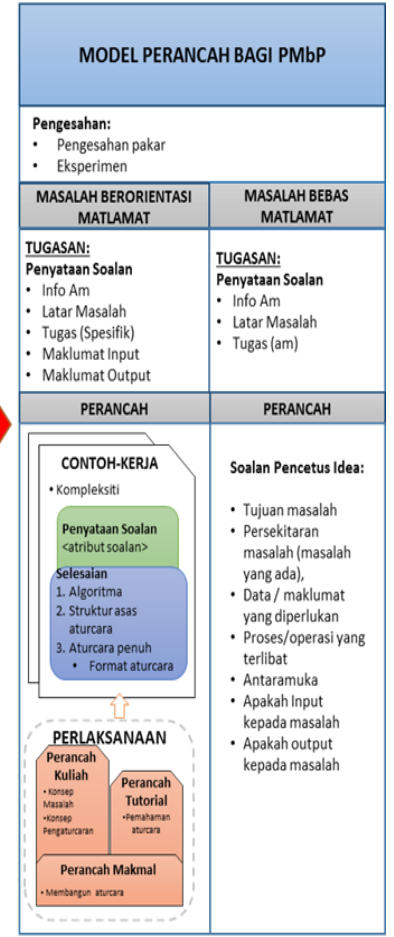
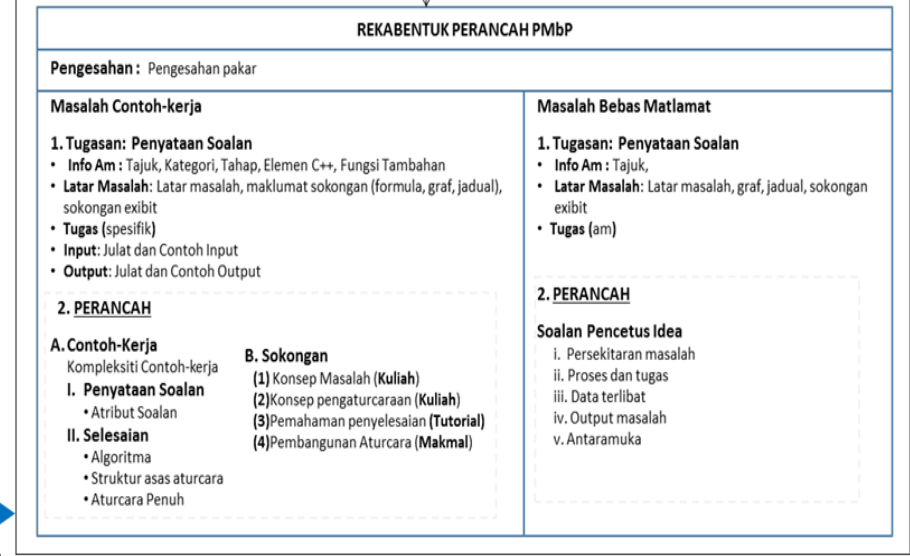


Strategi pilihan, Komponen

### FASA III : Merekabentuk Model Perancah bagi PMbP



Senarai Atribut, Komponen



RAJAH 3.1 Kerangka Penyelidikan PEMANCAR

JADUAL 3.1: Perkaitan antara Prosedur Kajian PEMANCAR dengan Objektif dan Persoalan Kajian

Objektif Kajian	Persoalan Kajian	Metodologi Kajian
<p><b>RO1: Menentukan teori pembelajaran, strategi dan komponen asas yang bersesuaian dalam penyelesaian masalah pengaturcaraan.</b></p>	<p><b>RQ1:</b> Apakah masalah dasar yang dihadapi dalam pembelajaran dan pengajaran penyelesaian masalah dalam pengaturcaraan?</p> <hr/> <p><b>RQ2:</b> Apakah teori pembelajaran yang sesuai bagi merujuk masalah dalam pembelajaran dan penyelesaian masalah dalam pengaturcaraan?</p> <p><b>RQ3:</b> Apakah strategi, komponen dan atribut daripada teori pembelajaran yang bersesuaian yang dapat diguna bagi mengatasi masalah dalam penyelesaian masalah dalam pengaturcaraan?</p>	<p><b>Fasa I:</b> Mengenal pasti isu dalam pembelajaran dan penyelesaian masalah pengaturcaraan.</p> <hr/> <p><b>Fasa II:</b> Mengenal pasti strategi selesaian melalui kajian terhadap teori pembelajaran sedia ada.</p>
<p><b>RO2: Menentukan atribut daripada pengaturcaraan dan mereke bentuk PEMANCAR berasaskan teori pembelajaran yang dipilih.</b></p>	<p><b>RQ4:</b> Apakah atribut pengaturcaraan yang berkaitan yang menyokong pembangunan model pengajaran bagi penyelesaian masalah dalam pengaturcaraan?</p>	<p><b>Fasa III:</b> Mereka bentuk PEMANCAR.</p>
<p><b>RO3: Melaksana dan mengesahkan kegunaan PEMANCAR dalam pengajaran pengaturcaraan.</b></p>	<p><b>RQ5:</b> Bagaimanakah untuk mengesah kegunaan PEMANCAR dan menguji keberkesanannya dalam pengajaran pengaturcaraan?</p>	<p><b>PEMANCAR:</b> Model Pengajaran dan Penyelesaian Masalah Pengaturcaraan</p>

### 3.3 PERSEKITARAN DAN RESPONDEN KAJIAN

Kajian ini memilih kursus TTTK1123: Struktur Data dan TTTK2053: Paradigma Pengaturcaraan yang ditawarkan di Fakulti Teknologi dan Sains Maklumat, UKM sebagai persekitaran kajian bagi menyokong proses pengujian dan pengesahan data yang terlibat dalam kajian.

Ke dua-dua kursus Struktur Data dan Paradigma Pengaturcaraan dipilih sebagai domain kajian kerana kursus ini adalah antara kursus pengaturcaraan utama di FTSM. Perlaksanaan tugasannya bersifat penyelesaian masalah bagi masalah dunia sebenar dengan menggabungkan konsep asas pengaturcaraan dan struktur data. Kursus Struktur Data melibatkan lima topik iaitu timbunan, giliran, senarai, pokok dedua dan graf. Kursus Paradigma Pengaturcaraan melibatkan dua paradigm pengaturcaraan iaitu imperatif dan pengskriptan. Kursus Struktur Data dan Paradigma Pengaturcaraan merupakan antara kursus pengaturcaraan penting yang menjadi teras pengetahuan dalam bidang sains computer yang dikendali dalam tiga sesi pengajaran iaitu kuliah, tutorial dan makmal.

Kajian ini memilih FTSM sebagai persekitaran kajian kerana kajian ini dilakukan di UKM, di mana kursus Struktur Data merupakan kursus pengaturcaraan yang wajib ditawarkan kepada pelajar tahun satu FTSM. Dasar FTSM bagi menggunakan kaedah pengajaran kursus Struktur Data berasaskan masalah bermula semester 2 sesi 2013/2014 bertujuan menambah-baik kemahiran dan memberikan pengalaman PMdP kepada pelajar FTSM. Bagi menyokong keperluan ini, kajian ini menyediakan panduan membangun tugas, contoh-kerja bersesuaian dan keperluan atribut pengaturcaraan lain. Setiap atribut ini dihubungkan dalam pelan pengajaran berasaskan masalah secara berstruktur melibatkan sesi kuliah, tutorial dan makmal, dengan fokus utama membantu mengurangi beban kognitif pelajar dalam PMdP.

Responden merupakan individu yang terlibat dalam kajian ini. Tiga kelas responden yang terlibat iaitu pelajar, pengajar dan kumpulan pakar. Maklumat bagi tiga kelas individu ini dijelaskan pada sub topik yang seterusnya.

### 3.3.1 Pelajar

Bahagian ini merujuk pelajar bagi kursus Stuktur Data dan Paradigma Pengaturcaraan yang terlibat di dalam penilaian kegunaan PEMANCAR. Pelajar kursus Struktur Data yang terlibat adalah pelajar bagi semester dua sesi pengajian 2014/2015. Bilangan pelajar yang terlibat adalah seramai 170 orang, yang mana 52 daripadanya adalah pelajar lelaki dan selebihnya adalah pelajar perempuan. Pelajar kursus Paradigma Pengaturcaraan pula adalah pelajar bagi semester 2 sesi pengajian 2017/2018. Keterlibatan pelajar dalam kajian ini adalah seperti berikut:

- i. Menggunakan modul pengajaran yang dihasilkan oleh PEMANCAR pada sesi kuliah, tutorial dan makmal kursus Struktur Data.
- ii. Terlibat dalam aktiviti *self-explain* daripada contoh-kerja yang digunakan pada sesi tutorial.
- iii. Menghasilkan penyelesaian masalah bagi tugas Struktur Data yang diberikan.
- iv. Menggunakan contoh-kerja PEMANCAR dalam penilaian masalah Pengaturcaraan C bagi kursus Paradigma Pengaturcaraan.

Selain penglibatan dalam kursus Struktur Data dan Paradigma Pengaturcaraan, kajian ini juga melibatkan pelajar mengesahkan masalah pengaturcaraan di UKM melalui kaedah temu bual terhadap beberapa pelajar lemah daripada kursus Asas Pengaturcaraan.

### 3.3.2 Pengajar

Tenaga pengajar adalah pensyarah dan guru di FTSM yang terlibat dalam pengendalian kursus Struktur Data. Seramai dua orang pensyarah terlibat menentukan masalah bagi setiap topik Struktur Data dan membangunkan modul pengajaran menggunakan PEMANCAR yang dihasilkan oleh kajian ini. Pelaksanaan kursus Struktur Data dibantu oleh lima orang guru bagi mengendalikan sesi tutorial dan makmal.

Selain mengendalikan pengajaran, pensyarah dan guru juga terlibat dalam menilai penyelesaian PMdP yang melibatkan tugas dan ujian makmal. Manakala, penilaian peperiksaan akhir hanya dilakukan oleh pensyarah sahaja.



### 3.3.3 Pakar

Pakar merupakan individu yang telah mempunyai sekurang-kurangnya lima tahun pengalaman dalam pengajaran pengaturcaraan. Pengetahuan dalam pengendalian kursus pengaturcaraan penting bagi mengesahkan, menilai dan memberi maklum balas terhadap beberapa komponen dan atribut yang terlibat untuk membangunkan output tiga output PEMANCAR iaitu soalan tugas, contoh-kerja dan pelan pengajaran yang berasaskan masalah. Pembangunan output PEMANCAR adalah berdasarkan kajian terhadap sumber rujukan PMdP sedia ada seperti rujukan buku pengaturcaraan, soalan pertandingan pengaturcaraan, amalan penyataan soalan pengaturcaraan dan buku kes pengajaran. Oleh itu, pemilihan pakar juga mengambil kira pengetahuan dan pengalaman dalam menghasil dan menggunakan sumber rujukan ini. Maklumat berkaitan pengajaran pengaturcaraan, amalan penyataan soalan pengaturcaraan dan buku rujukan pengaturcaraan yang dirujuk oleh kajian ini adalah daripada kursus Asas Pengaturcaraan dan Struktur Data menggunakan Bahasa C, C++ dan Java. Manakala soalan pertandingan pengaturcaraan merujuk kepada pertandingan pengaturcaraan ACM-ICPC. Himpunan Kes untuk Pengajaran Komputeran merupakan buku pengajaran kes utama yang dirujuk oleh kajian ini.

Pakar adalah di kalangan kakitangan akademik UKM dan institusi pengajian tinggi lain. Oleh kerana persekitaran kajian adalah di UKM, kebanyakan pakar yang dirujuk adalah kakitangan UKM yang berpengalaman. Pakar yang terlibat bagi setiap domain pengetahuan, pengalaman dan latar-belakang setiap satu adalah seperti dalam Jadual 3.2

JADUAL 3.2 Senarai Rujukan Individu Pakar

Id Pakar	Pengalaman dan Pengetahuan berkaitan		Peranan				
	Pengaturcaraan	Pengetahuan lain yang berkaitan	1	2	3	4	5
P1	lebih 20 tahun	Problem Setter dan juri pertandingan ACM-ICPC peringkat Kebangsaan dan Antarabangsa	X	X			X
P2	Lebih 15 Tahun	Problem Setter dan juri bagi pertandingan ACM-ICPC peringkat Kebangsaan dan Antarabangsa	X	X	X	X	X

bersambung...

...sambungan

P3	Lebih 15 tahun	Problem setter pertandingan pengaturcaraan kebangsaan	X				X
P4	Lebih 15 tahun	-	X				X
P5	Lebih 15 tahun	-	X				
P6	Lebih 5 tahun	Problem setter pertandingan pengaturcaraan kebangsaan	X				X
P7	Lebih 20 tahun	-			X		
P8	-	Editor buku pengajaran berasaskan kes, Penulis kes pengajaran				X	
P9	-	Penulis kes pengajaran				X	
P10	Lebih 10 tahun	Problem setter pengaturcaraan kebangsaan	X				
P11	Lebih 5 tahun	Lebih 10 Tahun dalam pengajaran Matematik					X
G1, G2, G3, G4	Lebih 5 Tahun	-	X				

Petunjuk Peranan:

- 1- Mengesah masalah dalam kursus pengaturcaraan
- 2- Mengesah penggunaan atribut ACM-ICPC
- 3- Mengesah penggunaan atribut pemahaman pengaturcaraan.
- 4- Mengesah kesesuaian Pengajaran Berasaskan Kes
- 5- Mengesah sokongan contoh-kerja dalam struktur data.

Petunjuk Id Pakar:

P<No Id>- Merujuk kepada pengajar dalam pengetahuan berkaitan

G<No Id>- Merujuk kepada guru pengaturcaraan

Pakar terlibat di dalam ke tiga-tiga fasa pembangunan dalam pembangunan model pengajaran dalam PMdP. Penglibatan pakar berdasarkan fasa pembangunan ditunjukkan dalam Jadual 3.3.

JADUAL 3.3 Keterlibatan Pakar dalam Fasa Pembangunan

Fasa	Aktiviti	Pakar Terlibat
Fasa I	Proses mengesahkan masalah dalam kursus pengaturcaraan.	P1, P2, P3, P4, P5, P6, P10 G1, G2, G3, G4
Fasa II	Mengesah penggunaan atribut ACM-ICPC	P1, P2
	Mengesah penggunaan atribut PMdP dan pemahaman pengaturcaraan.	P2, P7
Fasa III	Mengesahkan kesesuaian Pengajaran Berasaskan kes	P8, P9, P2

bersambung...

...sambungan

	Mengesah sokongan contoh-kerja dalam Struktur Data	P1, P2, P3, P4, P6, P10, P11
--	--	------------------------------

### 3.4 PROSEDUR KAJIAN

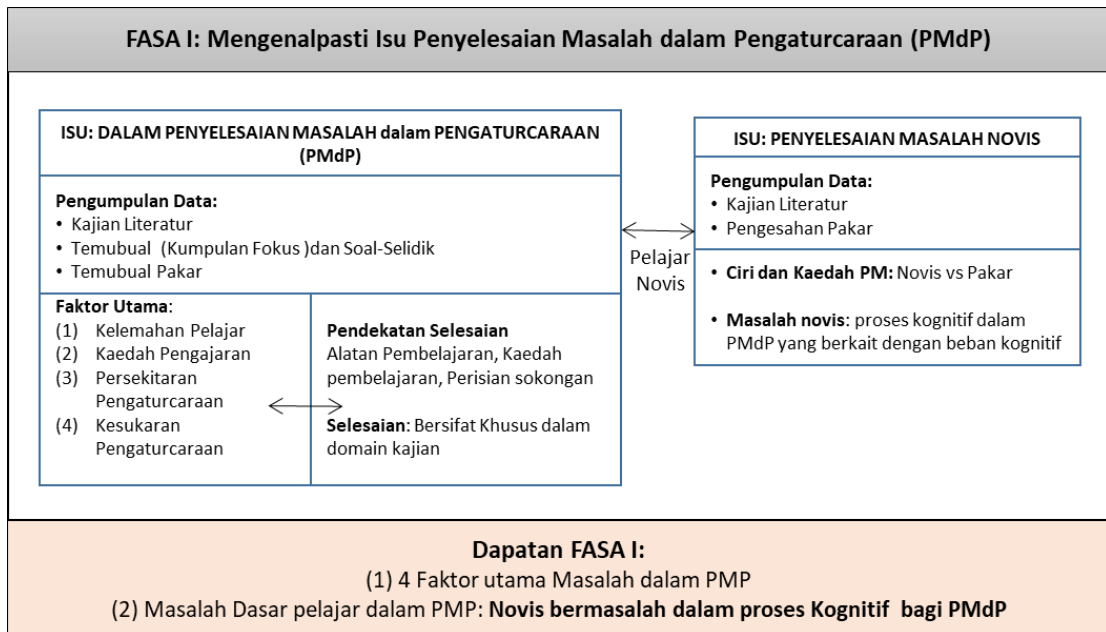
Bahagian ini memperincikan pelaksanaan dan aktiviti yang terlibat di dalam ketiga-tiga fasa berkaitan.

#### 3.4.1 Fasa I: Mengenal Pasti Isu Dalam PMdP Dan Selesaian Semasa.

Dua aktiviti penting pada fasa pertama iaitu mengenal pasti masalah dalam pembelajaran dan PMdP serta punca utama kepada masalah ini (rujuk Rajah 3.2). Kajian dimulakan dengan melakukan tinjauan sistematik bagi mengenal pasti masalah dalam pembelajaran pengaturcaraan dengan memilih pangkalan data digital ACM sebagai sumber carian yang mempunyai pautan kepada terbitan prosiding dan jurnal yang popular dalam pendidikan pengaturcaraan seperti dalam Jadual 3.4. Oleh kerana kajian berkaitan PMdP berkait rapat dengan pembelajaran dan pengajaran pengaturcaraan, kata-kunci utama yang digunakan untuk carian maklumat adalah “*teaching and learning*” dan “*programming*” dan beberapa perkataan terbitan lain yang sinonim. Oleh kerana kajian ini bermula tahun pada tahun 2011, tinjauan dilakukan bagi mendapatkan maklumat kertas penyelidikan dalam 5 tahun terakhir dalam pendidikan pengaturcaraan yang diterbitkan antara tahun 2005 sehingga 2011.

Empat persoalan kajian yang ingin dijawab oleh tinjauan ini, iaitu:

- i. Apakah isu dan masalah dalam pendidikan pengaturcaraan?
- ii. Apakah kaedah penyelesaian yang digunakan dalam pendidikan pengaturcaraan?
- iii. Apakah teknologi atau alatan yang digunakan dalam pendidikan pengaturcaraan?
- iv. Apakah sasaran pelajar dan skop kajian dalam pendidikan pengaturcaraan yang terlibat?



**RAJAH 3.2** Perlaksanaan Aktiviti dan Dapatan pada Fasa I

**JADUAL 3.4:** Senarai Jurnal dan Prosiding dalam Pendidikan Pengaturcaraan di dalam Pangkalan Data Digital ACM

<b>Singkatan</b>	<b>Nama Penuh Jurnal dan Prosiding</b>
ICER	International Computng Education Research
SIGCSE	Special Interest Group on Computer Science Education
ITiCSE	Annual Conference on Innovation and Technology in Computer Science Education
ACE	Australasian Computing Education Conference.
SIGGRAPH	Special Interest Group on GRAPHics and Interactive Techniques
Koli Calling	Koli Calling Conference on Computing Education Research

Berdasarkan 45 kertas yang memenuhi syarat tinjauan mendapati majoriti kajian dalam bidang pendidikan pengaturcaraan adalah melibatkan kajian berunsur kaji selidik, pembangunan sistem dan teknik pembelajaran pengaturcaraan. Majoriti kajian mengkhusus kepada masalah yang dihadapi pelajar novis yang kebanyakannya merupakan perisian khusus dalam domain yang dipilih.

Bagi mendapatkan maklumat menyeluruh, kajian literatur juga dilakukan ke atas pangkalan data digital lain menggunakan kata kunci sama dengan carian awal melalui *google scholar*. Maklumat isu dan masalah yang diperolehi kemudiannya dikelas di bawah kumpulan masalah yang sama. Hasil pengelasan merumuskan empat komponen masalah dalam pembelajaran dan PMdP pengaturcaraan iaitu; kesukaran oleh sebab sifat pengaturcaraan, kelemahan pengajaran, sikap negatif pelajar dan peralatan pengaturcaraan yang kompleks. Kesukaran ini menyukarkan pelajar untuk memahami konsep pengaturcaraan dan menyelesaikan tugas pengaturcaraan dengan baik. Justeru, majoriti kajian lepas dilaksanakan bertujuan menambah baik pembelajaran dan pengajaran pengaturcaraan antaranya dengan melaksana dan mengaplikasi teknik pembelajaran berkesan, pembangunan persekitaran pengaturcaraan yang sesuai untuk pembelajaran dan pembangunan model pembelajaran baharu.

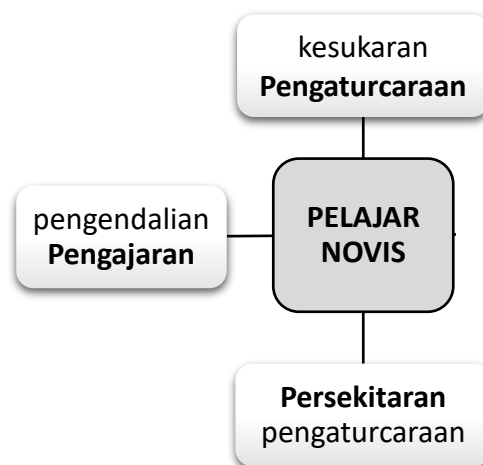
Bagi mengesahkan masalah pengaturcaraan pada persekitaran kajian, kajian menggunakan dua pendekatan iaitu soal-selidik (rujuk Lampiran A) dan temu bual kumpulan fokus (rujuk Lampiran B). Soal-selidik diedarkan pada minggu ke-5 kepada pelajar FTSM tahun 1 yang mendaftar kursus Struktur Data bagi sesi pengajaran 2013/2014. Seramai 100 pelajar terlibat menjawab soal-selidik ini. Soal-selidik dikelaskan di bawah 4 komponen masalah pengaturcaraan iaitu pelajar, persekitaran pengaturcaraan, pengajaran dan pengaturcaraan. Senarai soalan diwujudkan di bawah setiap komponen masalah bagi mengesan masalah pelajar terhadap komponen tersebut. Dapatan soal-selidik (Jadual 3.5) mendapati pelajar merasakan mereka lemah dalam penyelesaian masalah kerana kurang latihan dan tidak diberikan contoh penyelesaian masalah yang mencukupi. Lebih separuh pelajar mengesahkan mereka tidak memahami keperluan konsep aturcara dalam penyelesaian masalah. Pelajar juga bermasalah dalam mengekod aturcara secara keseluruhan dan sukar mengesan dan membetulkan kesilapan logik dalam penyelesaian aturcara. Dapatan juga menunjukkan pelajar bersetuju yang mereka memerlukan lebih banyak contoh yang menunjukkan jalan penyelesaian bagi mempelajari kaedah penyelesaian masalah dan mendapatkan idea bagi menghasilkan selesaian tugas pengaturcaraan.

JADUAL 3.5: Dapatan soal-selidik Pengesanan Masalah Pengaturcaraan Di  
UKM

KOMPONEN	MASALAH PELAJAR	PENAMBAHBAIKAN YANG AMAT DIPERLUKAN
<b>PELAJAR</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• lemah dalam penyelesaian masalah.</li> <li>• tidak faham masalah yang diberikan</li> </ul>	
<b>PENGATURCARAAN</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• kurang memahami konsep pengaturcaraan</li> <li>• tidak dapat mengkaitkan konsep aturcara dalam penyelesaian masalah</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• memerlukan lebih rujukan kepada contoh masalah dan kaedah selesaian.</li> <li>• menggunakan soalan yang mudah difahami</li> <li>• soalan secara berperingkat daripada mudah kepada sukar</li> </ul>
<b>PERSEKITARAN (ALATAN DAN PERISIAN)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• tidak mahir dan bermasalah dalam mengkod aturcara secara keseluruhan.</li> <li>• sukar mengesan dan membetulkan kesilapan logik dalam penyelesaian aturcara.</li> </ul>	
<b>PENGAJARAN</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• kurang contoh dan latihan diberikan dalam pengajaran</li> <li>• masa terhad dan kurang perbincangan bagi memahami konsep dan tugas penyelesaian masalah</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• lebih banyak penerangan menggunakan contoh dan cara penyelesaiannya.</li> <li>• masa yang lebih untuk perbincangan penyelesaian masalah dan konsep aturcara.</li> </ul>

Selain soal-selidik, masalah pengaturcaraan juga disahkan oleh pakar melalui kaedah temu bual kumpulan fokus. Seramai 7 orang pensyarah (P1 hingga P7) dan 4 orang guru (G1 hingga G4) di FTSM yang berpengalaman dalam pengajaran dan pengendalian kursus Asas Pengaturcaraan, Pengaturcaraan Struktur Data dan

Pengaturcaraan Beorientasikan Objek terlibat dalam temu bual ini. Temu bual dilakukan pada akhir semester 2 sesi pengajaran 2013/2014. Rata-rata pensyarah dan guru IT bersetuju yang pelajar UKM menghadapi masalah yang melibatkan komponen kesukaran pengaturcaraan, kelemahan pelajar dan peralatan pengaturcaraan yang kompleks. Pensyarah mengesahkan pengajaran semasa di FTSM lebih memberi tumpuan terhadap konsep pengaturcaraan dan masa yang terhad menyukarkan pendedahan berkaitan ilmu penyelesaian masalah kepada pelajar. Pensyarah juga mengesahkan ketidakselarasan dalam penyampaian penerangan dan penggunaan contoh serta soalan latihan yang berbeza semasa sesi kuliah, tutorial dan makmal menyukarkan pelajar memahami konsep dan mengimplimentasi dalam penyelesaian masalah mereka. Hasil temu bual kumpulan fokus mendapati pensyarah bersetuju penerangan berkaitan konsep aturcara lebih efektif jika dilaksanakan berasaskan masalah dengan perancangan yang baik, bagi memastikan setiap sesi kuliah, tutorial dan makmal dapat diselaraskan dengan merujuk kepada masalah dan penyelesaian yang sama.



RAJAH 3.3 Komponen Utama Masalah Dalam P&P Pengaturcaraan

Kajian literatur terhadap masalah dalam P&P pengaturcaraan merumuskan tiga punca utama masalah, yang mana rata-rata masalah ini berlaku dengan kelemahan pelajar novis (Rajah 3.3). Justeru, aktiviti seterusnya adalah bagi mengenal pasti masalah dasar novis dalam penyelesaian masalah dalam domain yang lebih umum. Maklumat diperolehi melalui sorotan literatur menggunakan kata-kunci carian “*novice*”,

“*difficulty*” dan “*problem solving*” dan beberapa perkataan terbitan lain yang sinonim. Literatur ini dilakukan bagi menjawab beberapa persoalan iaitu:

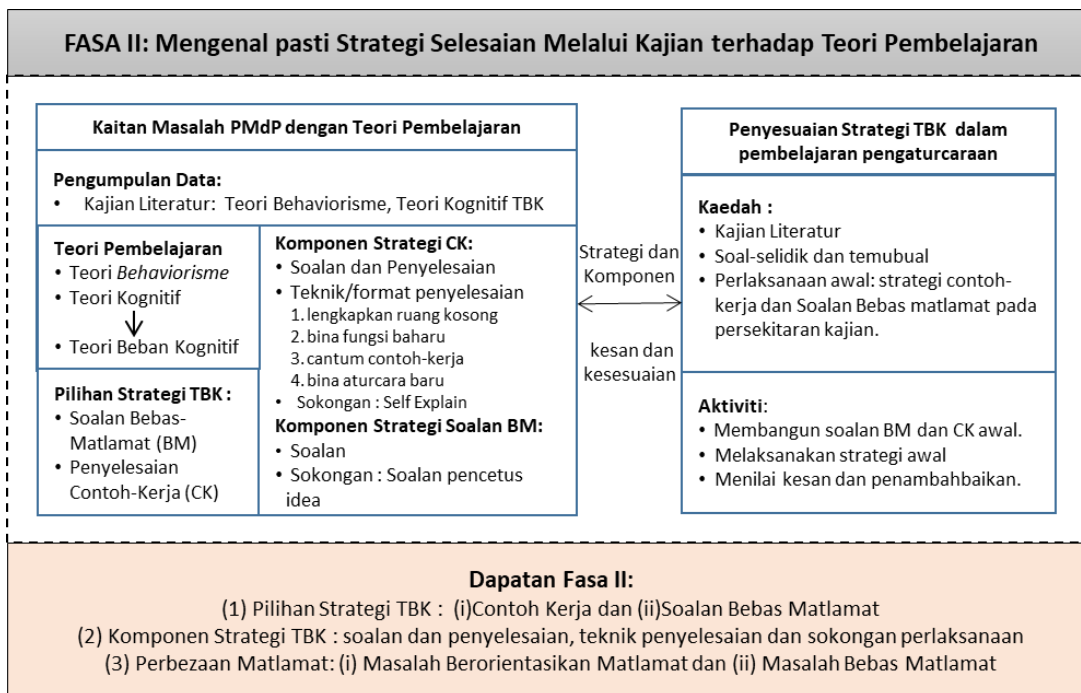
- Apakah ciri-ciri penyelesaian novis?
- Apakah pendekatan penyelesaian yang digunakan oleh novis?
- Apakah perbezaan antara kaedah penyelesaian novis berbanding pakar?

Dapatan mendapati masalah dasar novis dalam penyelesaian masalah ialah peningkatan beban kognitif. Keadaan ini berlaku kerana sifat novis yang baharu dalam penyelesaian masalah, dengan ilmu yang sangat terbatas menyebabkan mereka tidak berpengalaman untuk menyelesaikan masalah yang diberikan. Kekangan ini mendorong novis menggunakan kaedah penyelesaian secara *means-end* yang juga dikenali sebagai *backward-approach* yang telah dibuktikan oleh kajian terdahulu meningkatkan beban kognitif. Kompleksiti masalah dan kesukaran memahami domain asing, di luar daripada kebiasaan novis menyebabkan peningkatan beban kognitif berlaku semasa novis memproses dan menghubungkan kait maklumat yang banyak semasa menyelesaikan masalah. Keadaan ini berbeza dengan penyelesaian pakar, yang mana pengalaman yang luas dalam penyelesaian terdahulu dan ilmu yang mantap dalam suatu bidang menyebabkan pakar telah mempunyai skema yang berkesan yang memberikan asas yang kuat yang membantu penyelesaian masalah yang baharu. Pakar menggunakan pendekatan penyelesaian secara *forward-approach* yang mengurangkan beban kognitif berbeza daripada kaedah penyelesaian novis.

### **3.4.2 Fasa II: Mengenal Pasti Strategi Selesaian Melalui Kajian Terhadap Teori Pembelajaran**

Objektif fasa ini adalah bagi menentukan teori pembelajaran yang menyokong kepada pelaksanaan kajian dan seterusnya mengenal pasti strategi dan komponen yang disarankan oleh teori bagi membantu proses kognitif pelajar dalam penyelesaian masalah pengaturcaraan (rujuk Rajah 3.4).





RAJAH 3.4: Perlaksanaan Aktiviti pada Fasa II

#### I. Rujukan Teori Beban Kognitif

Dapatan kajian fasa 1 mendapati masalah dasar pelajar adalah berkaitan proses kognitif dalam menghasilkan penyelesaian masalah pengaturcaraan. Seterusnya kajian terhadap beberapa teori pembelajaran dilakukan bagi mengenal pasti teori pembelajaran yang berkaitan dengan masalah dalam pembelajaran pengaturcaraan. Dua teori psikologi pembelajaran dikaji pada peringkat ini iaitu teori pembelajaran *behaviorisme* dan teori kognitif. Pemerihaln dua teori pembelajaran berdasarkan perspektif epistemologi mendapati penyelesaian masalah pengaturcaraan merupakan proses mental melibatkan aktiviti memanipulasi maklumat bagi menghasilkan output yang tertentu atau dikenali sebagai proses kognitif. Proses mental ini adalah berkaitan dengan teori kognitif. Bagi membantu pembelajaran, teori kognitif menyarankan pembangunan komponen persekitaran seperti arahan, demonstrasi, contoh ilustrasi dan contoh masalah dan peranan amalan pengajaran dengan cara yang berkesan. Teori kognitif menyarankan pelaksanaan dan penyampaian komponen ini selaras dengan tahap kognitif pelajar bagi memastikan ianya dapat digunakan dengan baik. Strategi bagi membangun saranan dengan berkesan dibincangkan di dalam teori beban kognitif

(TBK). Seterusnya, kajian merujuk kepada teori beban kognitif, bagi mengenal pasti strategi yang sesuai bagi membangunkan persekitaran dan amalan pengajaran yang selaras dengan tahap kognitif novis.

Literatur terhadap teori beban kognitif dilakukan bagi menjawab beberapa persoalan kajian iaitu:

- i. Apakah strategi yang disarankan oleh teori bagi mengurangkan beban kognitif?
- ii. Apakah komponen strategi yang membantu mengurangi beban kognitif dalam penyelesaian masalah?
- iii. Apakah strategi dan komponen strategi yang sesuai untuk kajian ini?

Aktiviti ini dilakukan melalui sorotan literatur dengan menggunakan kata kunci "*cognitive load theory*" dan "*strategy*". Sorotan literatur ini juga bagi mengumpul maklumat terperinci berkaitan setiap strategi saranan, antaranya komponen strategi yang disaran dan digunakan dalam kajian lepas, persekitaran dan domain kajian yang telah menggunakan strategi tersebut dan kesan penggunaan strategi terhadap pembelajaran. Dapatan ini penting bagi membantu dalam proses menjustifikasi dan menentukan strategi yang paling sesuai untuk diadaptasi dalam PMdP. Hasil sorotan mendapati beberapa strategi yang disarankan oleh teori beban kognitif bagi mengurangi beban kognitif seperti pendekatan bebas matlamat, pendekatan contoh-kerja, konsep penyelesaian yang tidak lengkap, penerangan secara *multimodal* (gabungan penerangan teks dan visual) dan pembelajaran berperingkat daripada mudah-ke-kompleks (Shaffer, Wendy, & Tuovinen, 2003). Mengikut Shaffer et al. (2003), Jeroen J G Van Merriënboer (2013), Cazzola dan Olivares (2016) strategi melengkapkan selesaian masalah, penyelesaian masalah berperingkat, pendekatan contoh-kerja dan soalan bebas lebih memfokus kepada pembelajaran penyelesaian masalah dan telah digunakan dalam pembelajaran pengaturcaraan. Berdasarkan maklumat yang diperolehi, kajian ini memilih strategi contoh-kerja dan strategi bebas matlamat sebagai pendekatan sokongan bagi membantu proses kognitif dan mengurangi beban kognitif dalam PMdP.

Merujuk kepada kajian Schworm dan Renkl (2006) dan Renkl et al. (1998) mengenal pasti komponen utama dalam strategi contoh-kerja iaitu soalan dan