

**ANALISA KUALITI MODEL RAJAH KELAS
UML BERASASKAN SEMANTIK,
SINTAKTIK DAN KES**

NORAIDA BINTI HAJI ALI

UNIVERSITI KEBANGSAAN MALAYSIA

ANALISA KUALITI MODEL RAJAH KELAS UML BERASASKAN
SEMANTIK, SINTAKTIK DAN KES

NORAIDA BINTI HAJI ALI

TESIS YANG DIKEMUKAKAN UNTUK MEMPEROLEH IJAZAH
DOKTOR FALSAFAH

FAKULTI TEKNOLOGI DAN SAINS MAKLUMAT
UNIVERSITI KEBANGSAAN MALAYSIA
BANGI

2012

PENGAKUAN

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

06 APRIL 2012

NORAIDA HAJI ALI
P31475

PENGHARGAAN

Dengan Nama Allah Yang Maha Pemurah Lagi Maha Penyayang.
Segala puji bagi Allah, Tuhan sekalian alam, selawat dan salam ke atas junjungan
besar Rasulullah s.a.w, para sahabat dan keluarga Baginda.

Kesyukuran tidak terhingga kehadiran Allah s.w.t di atas limpah kurniaNya yang telah mengizinkan saya menyempurnakan penyelidikan ini. Sesungguhnya setiap inci dugaan yang diberikan, sememangnya mempunyai hikmah yang tersembunyi. Hanya DIA yang Maha Mengetahui.

Setinggi tinggi penghargaan ditujukan khas kepada penyelia utama saya, Prof. Dr. Zarina Shukur dan penyelia bersama iaitu Prof. Madya Dr. Sufian Idris di atas segala idea, sumbangan dan bimbingan yang telah diberikan. Penghargaan juga buat pemeriksa dalaman dan pemeriksa luar yang dilantik, juga kepada pihak FTSM. Semoga apa yang telah diberikan itu mendapat ganjaran setimpalnya daripada Allah s.w.t.

Terima kasih tidak terhingga buat keluarga, terutama ibu tercinta di atas doa yang tidak pernah putus yang mengiringi setiap langkah perjuangan anaknya ini. Buat adik beradik, ipar duai dan seisi keluarga yang sentiasa memberi sokongan moral dan bantuan disaat keadaan memerlukan. Buat anak ku tersayang, Iylia Maisarah, terima kasih kerana memahami kesibukan mama sehingga sering ditinggalkan dan diabaikan. Kasih sayang bukan sekadar ucapan, bukan sekadar memiliki, tapi sesuatu yang memberi nilai untuk kita terus hidup dalam kekuatan.

Jutaan terima kasih juga kepada rakan taulan, rakan satu jabatan dan rakan pengajian. Sesungguhnya kekadang dugaan yang diberi Allah mengundang resah dan jiwa menjadi tidak keruan. Semangat dan sokongan kalian lah yang menjadikan kaki ini terus melangkah dan terus melangkah menuju ke garis penamat. Semoga Allah permudahkan segala urusan kalian. Buat teman-teman, Kak Zura, Kak Sue, Yati, Mohammad Nor, Zailani dan Aizat, terima kasih di atas sokongan dan kerjasama yang diberikan. Buat Siti, Yaz, Mas dan rakan-rakan yang lain, yang terlibat secara langsung atau tidak langsung, terima kasih atas segala-galanya. Sama-samalah kita berdoa semoga kehidupan kita ini terus diberkati oleh Allah s.w.t.

Akhir sekali, penghargaan khusus buat pihak pengurusan Kementerian Pengajian Tinggi Malaysia, Universiti Malaysia Terengganu, Fakulti Sains dan Teknologi dan Jabatan Sains Komputer kerana memberi peluang dan ruang kepada saya untuk terus menamatkan pengajian doktor falsafah ini. Sesungguhnya setiap inci perjalanan yang ditempo amat berharga dan menjadi diri ini lebih kuat untuk mengharungi kehidupan pada masa akan datang.

“Wahai orang-orang yang beriman! Bersabarlah kamu (menghadapi segala kesukaran dalam mengerjakan perkara-perkara kebajikan), dan kuatkanlah kesabaran, dan bersedialah serta bertaqwalah kamu kepada Allah supaya, kamu berjaya (mencapai kemenangan)”.(Surah Al-Imran : 200)

ABSTRAK

Kebolehan untuk memodelkan keperluan sesuatu sistem merupakan satu kemestian bagi seseorang jurutera sistem. Dalam konteks pembelajaran dan pengajaran, penguasaan ilmu komponen pemodelan lazimnya dinilai melalui tugas berasaskan rajah. Kajian terhadap kaedah penilaian tugas tersebut masih lagi kurang diberi perhatian disebabkan kesukaran menentukan kriteria jawapan serta memerlukan daya kreativiti yang tinggi. Dengan pertambahan pelajar dan bebanan pengajar pada setiap tahun, pengajar mengalami masalah untuk memberi kritikan terhadap jawapan tugas pelajar. Kesilapan melukis rajah akan memberi impak yang besar kepada proses reka bentuk dan pembangunan sistem. Pengesahan terhadap model amat diperlukan kerana proses penambakan model melibatkan kos yang tinggi jika ralat keperluan tidak dikenalpasti di peringkat awal. Kajian ini mencadangkan satu pendekatan kritikan secara automatik untuk rajah kelas UML. Pendekatan ini dikenalpasti sebagai satu cara yang dapat membantu pengajar dan pelajar dalam proses pembelajaran dan pengajaran. Metodologi kajian merangkumi mengenalpasti faktor kualiti model, atribut atau parameter dalam membentuk soalan, permasalahan umum pemodelan, kaedah atau pendekatan yang boleh diaplikasi dan juga mengenal pasti jenis pengujian yang sesuai untuk kajian ini. Hasil penerokaan telah menghasilkan satu rangka kerja sebagai satu pendekatan yang dapat menganalisa rajah kelas UML secara automatik untuk menjana kritikan. Rangka kerja ini mengambil kira persekitaran pembelajaran dan pengajaran dan faktor kualiti model yang sesuai bagi memastikan rajah yang dihasilkan menepati keperluan sistem. Terdapat empat komponen utama dalam rangka kerja ini iaitu input, storan pengetahuan, proses dan output. Input utama adalah rajah kelas UML yang dihasilkan oleh alatan pemodelan yang popular iaitu Rational Rose. Proses pula merangkumi dua proses iaitu alatan sokongan dan proses analisa. Alatan sokongan menterjemahkan grafik rajah kelas UML kepada bentuk struktur data yang bermakna melalui kaedah pengestrakan notasi. Sementara proses analisa pula, merangkumi empat proses iaitu huraian, analisa faktor kesempurnaan, analisa faktor konsistenan dan analisa faktor ketepatan. Ketiga-tiga faktor kualiti model tersebut dianalisa berpandukan kepada pendekatan yang berbeza iaitu pendekatan berasaskan semantik, pendekatan berasaskan sintaksis dan gabungan pendekatan berasaskan kes dan semantik. Faktor kesempurnaan dianalisa dengan mengambil kira kesempurnaan pernyataan setiap elemen bagi setiap notasi dalam rajah kelas UML yang dilukis oleh pelajar. Pernyataan elemen tersebut berdasarkan kepada semantik atau maksud permasalahan yang diberikan. Faktor konsistenan pula dianalisa berpandukan kepada sintaksis struktur rajah kelas UML itu sendiri. Manakala faktor ketepatan dianalisa berpandukan kepada perbandingan antara jawapan pelajar dengan beberapa kes skema jawapan bagi permasalahan yang sama dan juga mengambil kira peratus kesetaraan antara setiap kes. Keseluruhan 12 jenis ralat lazim faktor kualiti diterbitkan dalam bentuk peraturan bagi melaksanakan proses analisa tersebut. Hasil analisa dijana dalam bentuk teks yang berbentuk kritikan dan dijana secara automatik serta dipaparkan kepada pelajar dan pengajar. Pengujian rangka kerja dilakukan dengan membandingkan keputusan kajian dengan keputusan yang dihasilkan oleh beberapa pengajar bagi kes yang sama. Hasil pengujian mendapati rangka kerja yang dibangunkan dan pendekatan yang diterap dalam kajian ini, dapat menganalisa jawapan pelajar dengan lebih cepat dan tepat berbanding dengan analisa yang dilakukan oleh pengajar. Rangka kerja ini dapat berfungsi seolah-olah seperti pengajar.

QUALITY ANALYSIS OF UML CLASS DIAGRAM MODEL BASED-ON SEMANTIC, SYNTACTIC AND CASE

ABSTRACT

The ability to model system requirements is a must for software engineers. In the contexts of teaching and learning, modeling skill is typically evaluated from diagram-based tasks. However, studies on assignment evaluation methods are still not given enough attention due to the difficulty in determining the solution criteria as well as requiring high creativity. With growing number of students and increasing instructors burden each year, instructors are constantly experiencing problems to give immediate feedback on students' assignment answers. Mistakes in drawing diagram will have a big impact on the design process and systems development. Thus, model verification is highly needed because the process of improving models involves high costs if requirement errors are not identified in the early stage of development. This study propose an approach for an automated feedback for UML class diagrams. This approach is identified as a way that could help instructors and students in the teaching and learning process. The methodology of the study include identifying model quality factor, attributes or parameters in designing questions, general modelling problem, method or approach that can be applied and also identifying type of testing that is suitable for the study. The findings of this study has produced a framework as an approach that can automatically analyse UML class diagram to generate feedback. This framework takes into account the teaching and learning environment and model quality factor that is suitable to ensure the produced class diagram fulfils system requirements. There are four main components in this framework: input, knowledge storage, process and output. The main input is the UML class diagram produced by a popular modelling tool, Rational Rose. Process on the other hand include two processes which are the tool support and analysis process. The tool support translates UML class diagram to meaningful data structure form through notation extraction method. While the analysis process on the other hand, include four processes which are the description, completeness factor analysis, consistency factor analysis and correctness factor analysis. All three quality factor model are analyzed based on different approaches namely semantics-based approach, syntax-based approach and a combination of case and semantic based approach. Completeness factor is analyzed by regarding the completeness statement of every element of each notation in UML class diagram as drawn by students. The statement is based on the semantic or meaning of the given problem. On the other hand, the consistency factor is analyzed according to the syntactic structure of the UML class diagram itself. While correctness factor is analyzed based on the comparison made between the student's answer with several cases scheme answer for similar problems taking into account similarity percentage between every case. Overall of 12 common errors for quality factor are derived in the form of rules to implement the analysis process. Results of the analysis or feedback is generated in text format and generated automatically and displayed to students and instructor. Framework testing is carried out by comparing results of a study with decision produced by some instructors for similar cases. The finding reveals that the framework developed and approach incorporated in this study, can analyse student's answer faster and more accurate than the analysis done by instructor. This framework can function as instructor.

KANDUNGAN

	Halaman
PENGAKUAN	ii
PENGHARGAAN	iii
ABSTRAK	iv
ABSTRACT	v
KANDUNGAN	vi
SENARAI JADUAL	xii
SENARAI ILUSTRASI	xiv
SENARAI SINGKATAN	xx
 BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Pengenalan	1
1.2 Keperluan Perisian	1
1.3 Pernyataan Masalah	7
1.4 Matlamat Kajian	9
1.5 Objektif Kajian	9
1.6 Sumbangan Kajian	10
1.7 Skop Kajian	10
1.8 Kepentingan Kajian	11
1.9 Metodologi Kajian	12
1.9.1 Mengenal Pasti Masalah	13
1.9.2 Menganalisa Alatan CASE	13
1.9.3 Menganalisa Keperluan Kajian	13
1.9.4 Pengumpulan Pengetahuan	14
1.9.5 Mengenal pasti Notasi Pemodelan	14
1.9.6 Mereka Bentuk Rangka Kerja	14
1.9.7 Kajian Emprikal Melalui Pendekatan Aplikasi	15
1.9.8 Pengujian Rangka Kerja	15
1.10 Rangka Tesis	15

BAB II	KUALITI MODEL PERISIAN	
2.1	Pengenalan	17
2.2	Kualiti Perisian	17
2.3	Kualiti Model Perisian	18
2.3.1	Elemen Kualiti Model Perisian	21
2.3.2	Pendekatan Kepada Penentuan Elemen Kualiti Model Perisian	24
2.3.3	Kualiti Model UML	26
2.4	Masalah Umum Dalam Pemodelan	28
2.5	Pendekatan Kepada Analisis Kualiti Model Perisian	31
2.5.1	Pendekatan Pentaakulan	32
2.5.2	Pendekatan Berasaskan Kekangan (<i>Constraint-Based</i>)	35
2.5.3	Pendekatan Rekabentuk Paten (<i>Design Pattern</i>)	36
2.6	Penilaian Kualiti Model Perisian Berbantuan Komputer	38
2.6.1	Penilaian Berbantuan Komputer	39
2.6.2	Koleksi Kajian Automasi Penilaian	41
2.7	Pemodelan Semi Formal	53
2.7.1	Konsep Asas Pemodelan Orientasi Objek	55
2.7.2	Kebaikan Pemodelan Orientasi Objek	56
2.8	Unified Modeling Language (UML)	57
2.8.1	Sejarah UML	58
2.8.2	Intipati UML	60
2.8.3	Rajah Kelas UML	64
2.9	Aplikasi Penyemakan Model UML	66
2.10	Kepelbagaian Alatan Penyunting Model UML	74
2.10.1	Metamill	77
2.10.2	Smart State	78
2.10.3	EctoSet Modeller	79
2.10.4	ESS-Model 2.0 Open Source	80
2.10.5	MagicDraw UML	80
2.10.6	Rational Rose	81
2.10	Kesimpulan	83

BAB III	RANGKA KERJA AUTOMASI KRITIKAN RAJAH KELAS UML	
3.1	Pengenalan	85
3.2	Rangka Kerja	85
3.3	Rangka Kerja OOMA	87
3.4	Input	90
	3.4.1 Analisis Bentuk Soalan Lazim	90
	3.4.2 Jenis Soalan	91
	3.4.3 Pernyataan Elemen Notasi	93
	3.4.4 Kategori Soalan	95
	3.4.5 Jawapan Pelajar	98
3.5	Pangkalan Pengetahuan	98
	3.5.1 Storan Domain	99
	3.5.2 Storan Soalan	101
	3.5.3 Storan kes	101
	3.5.4 Storan Sinonim	102
3.6	Proses	103
	3.6.1 Alatan Sokongan	104
	3.6.2 Hubungan Algebra bagi Perwakilan Notasi	109
	3.6.3 Proses Analisa	115
3.7	Analisa Kesetaraan Kes	120
	3.7.1 Kesetaraan Rajah Kelas	122
	3.7.2 Kesetaraan Kelas	122
	3.7.3 Kesetaraan Antara Kelas	123
	3.7.4 Kesetaraan Dalaman Kelas	126
3.8	Output	128
3.9	Kesimpulan	130
BAB IV	IMPLEMENTASI RANGKA KERJA	
4.1	Pengenalan	132
4.2	Senibina OOMA	133
4.3	Input	136

4.4	Enjin Sokongan: Penterjemah Fail Petal	140
	4.4.1 Senibina EDA	140
	4.4.2 Pseudo Kod	141
	4.4.3 Penjanaan Jadual Data	146
4.5	Pangkalan Pengetahuan	154
4.6	Proses Analisa : Huraian	154
	4.6.1 Input	155
	4.6.2 Pseudo Kod Proses Huraian	155
4.7	Proses Analisa : Faktor Kesempurnaan	157
	4.7.1 Input	158
	4.7.2 Peraturan Analisa Semantik (Faktor Kesempurnaan)	159
	4.7.3 Pseudo Kod Analisa Kesempurnaan	160
4.8	Proses Analisa : Faktor Kekonsistenan	161
	4.8.1 Input	162
	4.8.2 Peraturan Analisa Sintaksis (Faktor Kekonsistenan)	162
	4.8.3 Pseudo Kod Analisa Kekonsistenan	163
4.9	Proses Analisa : Analisa Ketepatan	164
	4.9.1 Pendekatan Berasaskan Kes	165
	4.9.2 Analisa Berasaskan Semantik	165
	4.9.3 Pseudo Kod Analisa Ketepatan	169
4.10	Kesetaraan Kes	173
	4.10.1 Kesetaraan Kelas	173
	4.10.2 Kesetaraan Antara Kelas	176
4.11	Output	179
4.12	Kesimpulan	179
BAB V	PENILAIAN OOMA	
5.1	Pengenalan	181
5.2	Objektif Penilaian	181
5.3	Reka Bentuk Penilaian	182
	5.3.1 Fasa 1 : Penyediaan Soalan	183

5.3.2	Fasa 2 : Jawapan Pelajar	186
5.3.3	Fasa 3 : Semakan Jawapan	187
5.3.4	Fasa 4 : Perbandingan Kritikan	187
5.3.5	Fasa 5 : Hasil Analisa	188
5.4	Implementasi OOMA	188
5.4.1	Antara Muka Input	188
5.4.2	Penjanaan Kritikan	191
5.5	Penilaian Kebolehpercayaan Kritikan	198
5.5.1	Analisa Secara Deskriptif	199
5.5.2	Analisa Secara Statistik Inferens	223
5.6	Penilaian Kebolehgunaan Kritikan	229
5.7	Pemerhatian Keputusan	233
5.8	Kesimpulan	234
BAB VI	KESIMPULAN DAN PERLUASAN PENYELIDIKAN	
6.1	Pengenalan	236
6.2	Kesimpulan Kajian	236
6.3	Kesimpulan Hasil Kajian	238
6.3.1	Klasifikasi Tahap Kesukaran Soalan	239
6.3.2	Penentuan Faktor Kualiti	240
6.3.3	Pembangunan Koleksi Peraturan	240
6.3.4	Pembangunan Mekanisme Penterjemah	241
6.3.5	Penggunaan Hubungan Semantik WordNet	241
6.3.6	Pembangunan Rangka Kerja	242
6.3.5	Pembangunan Prototaip OOMA	242
6.4	Kesimpulan Penilaian Terhadap Kajian	243
6.5	Cadangan Perluasan	243
6.6	Kesimpulan	244
RUJUKAN		245

LAMPIRAN

A	Kaji Selidik Mengenai Kesukaran Memodelkan Rajah Kelas UML dari Perspektif Pelajar	259
B	Sebahagian Soalan Tugas untuk Rajah Kelas UML	260
C	Analisis Soalan-Soalan Tugas Terkumpul	264
D	Kompilasi Deskripsi Tugas dan Cadangan Jawapan	265
E	Semakan Rajah Kelas UML	274
F	Gaya Kritikan Penyemak Rajah Kelas UML	275
G	Borang Penilaian Kebolehpercayaan Kritikan	277

SENARAI JADUAL

No. Jadual		Halaman
2.1	Ralat dalam pemodelan UML bagi aspek kualiti pemodelan	27
2.2	Ralat dalam rajah UML bagi aspek kualiti pemodelan	27
2.3	Hasil Kaji selidik untuk Aspek dalam CAA	40
2.4	Pandangan Model UML	61
2.5	Ringkasan sorotan aplikasi penilaian kualiti model	72
2.6	Perbandingan alatan penyunting model UML	76
2.7	Tambahan perbandingan alatan penyunting model UML	77
3.1	Contoh sebahagian storan domain	100
3.2	Jenis kritikan bagi faktor kesempurnaan	117
3.3	Jenis kritikan bagi faktor kekonsistenan	119
3.4	Jenis kritikan bagi faktor ketepatan	120
4.1	Kata kunci bagi setiap notasi	145
4.2	Jadual data <i>Kelas</i>	148
4.3	Jadual data <i>atribut</i>	148
4.4	Jadual data <i>operasi</i>	148
4.5	Jadual data <i>Inherit</i>	150
4.6	Jadual data <i>HubunganK1</i>	153
4.7	Jadual data <i>HubunganK2</i>	153
4.8	Jadual peraturan bagi status hubungan	153
4.9	Pseudo kod pengesanan kritikan faktor kesempurnaan	160
4.10	Pseudo kod pengesanan kritikan faktor kekonsistenan	164
4.11	Hubungan semantik dalam <i>WordNet</i>	166

No. Jadual		Halaman
4.12	Nama kelas bagi setiap kes	168
5.1	Hasil kritikan bagi soalan tahap asas dalam faktor kesempurnaan	201
5.2	Hasil kritikan bagi soalan tahap pertengahan dalam faktor kesempurnaan	205
5.3	Hasil kritikan bagi soalan tahap lanjutan dalam faktor kesempurnaan	209
5.4	Hasil kritikan dalam faktor kekonsistenan	211
5.5	Hasil kritikan bagi soalan tahap asas dalam faktor ketepatan	214
5.6	Hasil kritikan bagi soalan tahap pertengahan dalam faktor ketepatan	216
5.7	Hasil kritikan bagi soalan tahap lanjutan dalam faktor ketepatan	220
5.8	Contoh gaya kritikan	230

SENARAI ILUSTRASI

No. Rajah		Halaman
1.1	Fungsi model dalam proses pembangunan perisian	3
1.2	Komponen pengetahuan dalam kurikulum Kejuruteraan Perisian	5
2.1	Elemen dalam pengurusan kualiti	19
2.2	Kategori kualiti ISO/IEC 9126	20
2.3	Rangka kerja kualiti pemodelan	21
2.4	Capaian dalam kualiti pemodelan	22
2.5	Rangka kerja penilaian kualiti model	24
2.6	Hubungan antara parameter kesukaran dan maklum balas	30
2.7	Kitaran pentaakulan berasaskan kes	34
2.8	Struktur pola <i>Strategy</i>	38
2.9	Kategori penilaian berasaskan komputer	42
2.10	Konsep asas pemodelan berorientasi objek	55
2.11	Aliran proses pembangunan sistem berorientasi objek	56
2.12(a)	Rajah Kelas	63
2.12(b)	Rajah Jujukan	63
2.13	Rajah kelas UML bagi sistem pinjaman video	65
2.14(a)	Hubungan <i>Association</i> dalam sistem pinjaman video	65
2.14(b)	Hubungan pewarisan dalam sistem pinjaman video	66
2.14(c)	Hubungan <i>aggregation</i> dalam sistem pinjaman video	66
2.15	Struktur logikal UMMT	67
2.16	Contoh output dalam <i>CourseMaster</i> dan <i>DATSystem</i>	68

No. Rajah		Halaman
2.17	Antara muka alatan REBUILDER	69
2.18	Antara muka alatan <i>Collect-UML</i>	70
2.19	Contoh output dalam <i>ClassCompass</i>	71
2.20	Antara muka output <i>UML/Analyzer</i>	72
2.21	Antara muka alatan Metamill	78
2.22	Antara muka alatan SmartState	79
2.23	Antara muka alatan MagicDraw UML	81
2.24	Antara muka Rational Rose	82
3.1	Rangka kerja CBVIR (<i>Content-based Multimedia Information Retrieval</i>)	86
3.2	Rangka kerja <i>Sustainable Livelihoods</i>	87
3.3	Rangka kerja automasi kritikan rajah kelas UML	89
3.4(a)	Contoh soalan dari jenis pertama	91
3.4(b)	Contoh soalan dari jenis kedua	92
3.5	Hubungan antara bilangan soalan dan jenis soalan	92
3.6	Hubungan antara bilangan soalan dan pernyataan elemen dalam soalan	94
3.7	Hubungan antara jenis soalan dan pernyataan elemen notasi	95
3.8	Contoh soalan dari tahap asas	96
3.9	Contoh soalan dari tahap pertengahan	96
3.10	Contoh soalan dari tahap lanjutan	97
3.11	Contoh jawapan pelajar	98
3.12	Contoh kes penyelesaian	102
3.13	Struktur fail petal Rational Rose	105

No. Rajah		Halaman
3.14	Hirarki bagi kaedah peratusan kesetaraan kes	121
3.15	Struktur output dalam bentuk kritikan	129
3.16	Struktur output dalam bentuk laporan	129
4.1	Senibina OOMA	134
4.2(a)	Contoh soalan	138
4.2 (b)	Contoh input kes penyelesaian	138
4.2(c)	Contoh kes jawapan pelajar	139
4.3	Contoh fail petal Rational Rose	139
4.4	Senibina alatan sokongan EDA	140
4.5	Alkhawarizmi dalam alatan sokongan EDA	141
4.6	Rajah kelas UML bagi sistem bank	142
4.7	Pengasingan struktur fail <i>.mdl</i>	143
4.8	Sebahagian struktur fail <i>.mdl</i> sebelum proses pembersihan	144
4.9	Ekstrak notasi objek kelas	147
4.10	Ekstrak notasi pewarisan	149
4.11	Ekstrak notasi hubungan <i>association</i>	151
4.12	Ekstrak notasi hubungan <i>aggregation</i>	152
4.13	Ekstrak notasi hubungan <i>composition</i>	152
4.14	Contoh input	155
4.15(a)	Pseudo kod huraian bagi notasi kelas	156
4.15(b)	Pseudo kod huraian bagi notasi hubungan kelas	156
4.16	Contoh input yang mempunyai kritikan faktor kesempurnaan	158
4.17	Contoh kritikan bagi faktor kekonsistenan	162

No. Rajah		Halaman
4.18	Fail <i>query-synonym.sql</i>	167
4.19(a)	Output dari WordNet untuk ‘reader’	167
4.19(b)	Output dari WordNet ‘user’	167
4.20	Kaedah analisa faktor ketepatan berasaskan semantik	168
4.21	Kaedah analisa faktor ketepatan dalam tahap asas	170
4.22	Kaedah analisa faktor ketepatan dalam tahap pertengahan	171
4.23	Kaedah analisa faktor ketepatan dalam tahap lanjutan	172
4.24(a)	Contoh kes jawapan pelajar	174
4.24(b)	Contoh kes penyelesaian	174
5.1	Reka bentuk penilaian	183
5.2	Antara muka input soalan	189
5.3	Antara muka bagi pengurusan domain	190
5.4	Antara muka bagi pengurusan kes	191
5.5	Contoh input rajah kelas UML	192
5.6(a)	Output bagi proses huraian (notasi kelas)	192
5.5(b)	Output bagi proses huraian (notasi hubungan)	193
5.7	Contoh input rajah kelas UML bagi faktor kesempurnaan	193
5.8	Output bagi proses analisa faktor kesempurnaan	194
5.9	Output bagi proses analisa faktor kekonsistenan	194
5.10	Rajah kelas UML bagi kes penyelesaian	195
5.11	Output bagi proses analisa faktor ketepatan	196
5.12	Output analisa kesetaraan bagi kes setara	197
5.13	Output analisa kesetaraan bagi kes tidak setara	198

No. Rajah		Halaman
5.14	Carta bar kritikan bagi tahap asas (Tugasan1) dalam faktor kesempurnaan	201
5.15	Carta bar kritikan bagi tahap asas (Tugasan 2) dalam faktor kesempurnaan	202
5.16	Soalan bagi tahap asas : Tugasan 1	203
5.17	Contoh jawapan pelajar S4 bagi tahap asas	203
5.18	Kritikan oleh penyemak OOMA bagi pelajar S4 (Tahap Asas)	204
5.19	Carta bar kritikan bagi tahap pertengahan (Tugasan 1) dalam faktor kesempurnaan	205
5.20	Carta bar kritikan bagi tahap pertengahan (Tugasan 2) dalam faktor kesempurnaan	206
5.21	Contoh jawapan pelajar S4 bagi tahap pertengahan	207
5.22	Kritikan oleh penyemak OOMA bagi pelajar S4 (Tahap Pertengahan)	207
5.23	Carta bar kritikan bagi tahap lanjutan (Tugasan 1) dalam faktor kesempurnaan	210
5.24	Carta bar kritikan bagi tahap lanjutan (Tugasan 2) dalam faktor kesempurnaan	210
5.25	Contoh jawapan pelajar S6 bagi tahap pertengahan (Tugasan 1)	213
5.26	Kritikan oleh penyemak OOMA bagi pelajar S6 dalam faktor kekonsistenan	213
5.27	Carta kritikan bagi faktor ketepatan tahap asas (Tugasan1)	215
5.28	Carta kritikan bagi faktor ketepatan tahap asas (Tugasan 2)	215
5.29	Carta kritikan bagi faktor ketepatan tahap pertengahan (Tugasan 1)	217
5.30	Carta kritikan bagi faktor ketepatan tahap pertengahan (Tugasan 2)	217

No. Rajah		Halaman
5.31	Contoh jawapan pelajar S6 bagi tugas pertengahan	218
5.32	Kritikan penyemak OOMA bagi pelajar S6 (Faktor Ketepatan)	219
5.33	Carta kritikan bagi faktor ketepatan tahap lanjutan (Tugas 1)	221
5.34	Carta kritikan bagi faktor ketepatan tahap lanjutan (Tugas 2)	221
5.35	Output SPSS bagi penentuan penormalan data	225
5.36	Output SPSS bagi ujian hipotesis Kruskal Wallis	227
5.37	Contoh rajah kelas UML bagi jawapan pelajar	230
5.38	Carta bar untuk pilihan kritikan	232
5.39	Carta pai untuk pilihan kritikan	233

SENARAI SINGKATAN

OMT	<i>Object Modelling Technique</i>
OMG	<i>Object Management Group</i>
UML	<i>Unified Modeling Language</i>
CASE	<i>Computer Aided Software Engineering</i>
OOMA	<i>Object Oriented Model Assessor</i>
CAD	<i>Computer-Aided Design</i>
CAE	<i>Computer-Aided Engineering</i>
CIM	<i>Common Information Model</i>
CBR	<i>Case-Based Reasoning</i>
CBM	<i>Constraint-Based Modeling</i>
CAA	<i>Computer Assisted-Assessment</i>
CBA	<i>Computer-Based Assessment</i>
LSA	<i>Latent Semantic Analysis</i>
SVD	<i>Singular Value Decomposition</i>
DFD	<i>Data Flow Diagram</i>
NSD	<i>Nassi-Schneiderman Diagram</i>
OOSE	<i>Object-Oriented Software Engineering</i>
ISO	<i>International Organization for Standardization</i>
PAS	<i>Publicly Available Specification</i>
RR	<i>Rational Rose</i>
CBVIR	<i>Content-based Multimedia Information Retrieval</i>
ANCOVA	<i>Analysis of Covariance</i>
MANOVA	<i>Multivariate Analysis of Variance</i>

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 PENGENALAN

Bab ini mengandungi enam bahagian. Ia dimulai dengan pengenalan mengenai keperluan perisian yang merupakan asas kepada proses pemodelan. Seterusnya diikuti dengan perincian mengenai pernyataan masalah. Perbincangan diteruskan lagi dengan penjelasan mengenai matlamat kajian ini dilakukan dan diikuti dengan objektif kajian. Bahagian seterusnya adalah penjelasan mengenai sumbangan kajian, skop kajian dan kepentingan kajian. Perbincangan dalam bab ini diakhiri dengan perincian metodologi kajian dan organisasi tesis.

1.2 KEPERLUAN PERISIAN

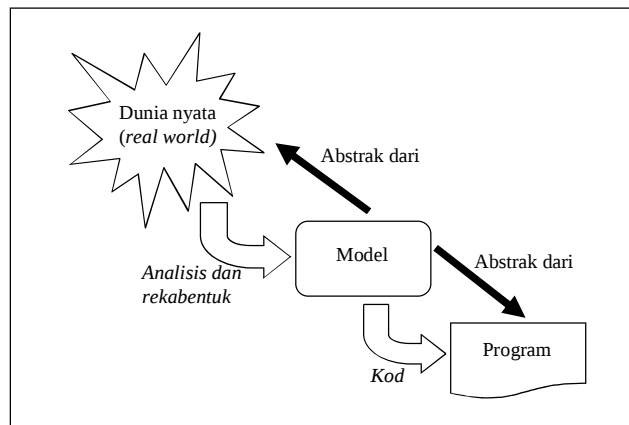
Keperluan ialah pernyataan yang menghuraikan sistem yang hendak dibangunkan dalam semua aspek secara jelas dan tekal. Menurut Karlsson, keperluan sistem ialah keperluan masa kini dan keperluan masa akan datang yang mesti dipenuhi. Keperluan perisian boleh ditakrifkan sebagai keupayaan perisian yang diperlukan oleh pengguna untuk menyelesaikan masalah (Karlsson & Ryan 1997). Proses penentuan keperluan adalah salah satu proses dalam teknologi kejuruteraan keperluan. Ia merupakan proses yang penting di mana semua keperluan yang telah dikumpulkan dan digambarkan dalam bentuk model atau dokumen, mestilah disemak supaya ia lengkap, tekal dan bertepatan dengan kehendak pengguna. Tujuan utama proses ini ialah untuk memastikan spesifikasi keperluan adalah sama dengan keperluan sistem yang sebenar, mematuhi piawaian dan boleh digunakan sebagai asas bagi reka bentuk peringkat awal. Keperluan-keperluan yang telah dikenal pasti mestilah dilaporkan

dalam bentuk yang mudah difahami. Dahulu, keperluan ini dilaporkan dalam bentuk teks sahaja. Teknologi kejuruteraan keperluan telah melakarkan dua alternatif bagi tujuan itu iaitu melalui model analisa atau melalui prototaip atau kedua-duanya. Spesifikasi keperluan merangkumi struktur sistem, kelakuan bagi setiap komponen fizikal dan juga komunikasi antara modul (Suhaimi et al. 1999). Secara tradisionalnya, keperluan sistem ini digambarkan melalui perkataan atau grafik. Walau bagaimanapun, pendekatan ini telah menimbulkan ketidakfahaman atau salah faham antara pengguna dan jurutera sistem. Keadaan ini akan menyebabkan sistem menjadi tidak konsisten. Oleh itu, satu pendekatan baru diperlukan untuk mendefinisikan keperluan sistem dalam bentuk yang mudah difahami oleh pengguna dan juga pembangun sistem. Secara keseluruhannya, tugas dalam pembangunan perisian dibahagikan kepada beberapa siri sub tugas. Komponen sub tugas yang paling besar dalam pendekatan untuk pembangunan perisian ialah pemodelan sistem.

Reka bentuk merupakan artifak pertengahan antara keperluan spesifikasi dan kod akhir. Ia memelihara segala maklumat penting dari keperluan dan juga pelaksanaan kod. Ujian terhadap spesifikasi reka bentuk mempunyai kelebihan dengan melakukan ujian di awal pembangunan sistem (Samuel & Mall 2009). Manakala pemodelan merupakan komponen yang penting dalam bidang sains komputer dalam semua persekitaran seperti industri, pembangunan dan kajian serta persekitaran akademik atau pembelajaran. Pemodelan merupakan komponen yang penting dalam bidang sains komputer dalam semua persekitaran seperti industri, pembangunan dan kajian serta persekitaran akademik atau pembelajaran. Di antara faedah pemodelan adalah dapat memerihalkan keperluan, kefungasian, reka bentuk serta prestasi bagi sesuatu binaan atau pun sistem. Pemodelan juga digunakan untuk mendapatkan jangkaan kos atau bajet dan juga masa yang diperlukan untuk diperuntukkan untuk menyiapkan sesuatu sistem. Pengesahan terhadap pemodelan amat diperlukan kerana ralat keperluan memerlukan kos yang tinggi untuk diperbetulkan jika tidak dikenalpasti dengan sebaiknya di peringkat awal keperluan. Beberapa aspek keperluan pemodelan yang perlu disemak ialah kesahihan, keselarasan dan kesempurnaan. Pengesahan keperluan pemodelan ini berkait rapat dengan kualiti perisian dan ia menjurus kepada proses untuk mencapai faktor-faktor kualiti dalam

pemodelan. Model yang memenuhi kehendak pengguna dikatakan mempunyai kualiti yang tinggi berdasarkan kepada faktor-faktor kualiti tertentu.

Pemodelan dapat memberi gambaran dengan jelas mengenai keperluan bagi sistem perisian supaya ia dapat direalisasikan dan dapat membuat pengabstrakan data. Terdapat dua cara dalam proses pengabstrakan data, iaitu pertama, ia akan melakukan pengabstrakan maklumat dari dunia nyata supaya semua keperluan dan kehendak sistem dapat dipenuhi. Keduaanya, pengabstrakkan data dilakukan dari maklumat pengimplementasian dan boleh direalisasikan dalam bentuk bahasa pengaturcaraan. Rajah 1.1 di bawah menunjukkan keadaan tersebut.



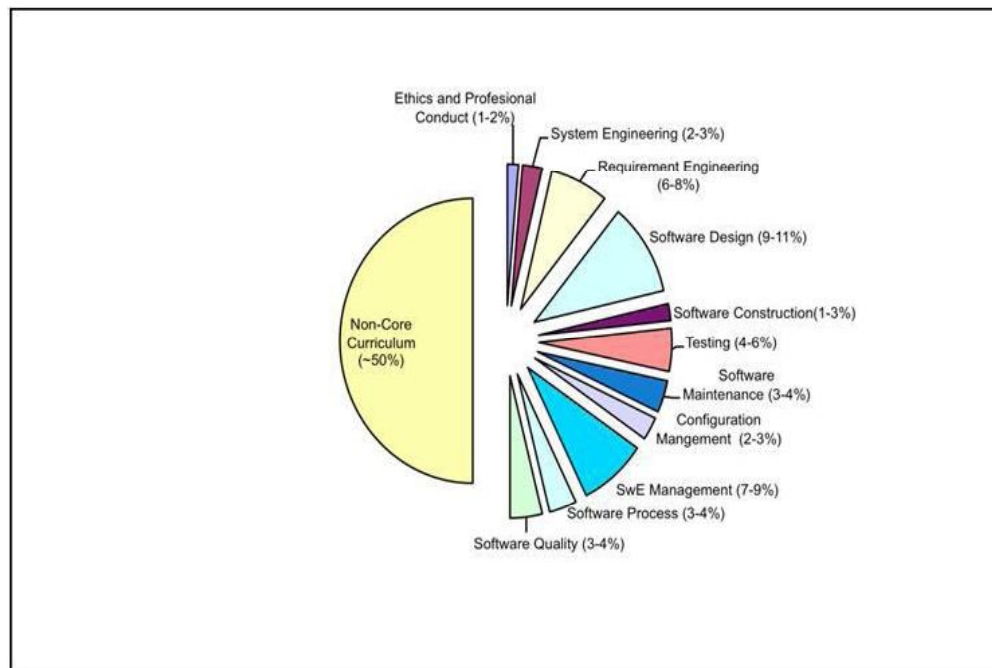
Rajah 1.1 Fungsi model dalam proses pembangunan perisian

Kebergunaan pengabstrakan model sistem ini sudah pun dikenal pasti sejak dari 1970-an lagi, bila mana kaedah berstruktur dicadangkan sebagai salah satu kaedah pembangunan sistem. Kaedah ini menawarkan rajah hubungan-entiti (Engels & Groenewegen 2000) untuk memodelkan aspek data bagi sistem dan rajah aliran data atau teknik penghuraian fungsian dan aspek kelakuan bagi sistem. Kelemahan utama bagi pendekatan berstruktur ini adalah sering kehilangan kekonsistenan secara mendatar di antara data dan bahagian kelakuan dalam keseluruhan model sistem, dan ketidakpadanan secara menegak bagi konsep di antara dunia nyata dan pengimplementasiannya. Sebagai penyelesaian kepada kelemahan yang dinyatakan di atas, konsep jenis data abstrak diperkenalkan, di mana data dan kelakuan bagi objek digandingkan bersama, dan ia telah menjadi popular dalam tahun 1980-an. Konsep ini

telah dibentuk untuk paradigma berorientasikan objek dan untuk pembangunan pelbagai jenis bahasa pengaturcaraan berorientasikan objek, sistem pangkalan data dan juga dalam pendekatan pemodelan. Namun populariti penggunaan kaedah berorientasikan objek seperti OMT (Rumbaugh et al. 1991) dan Kaedah Fusion (Coleman et al. 1994) adalah berdasarkan kepada pembinaan pemodelannya yang agak menarik, kaya dengan mekanisme yang berstruktur di tambah dengan kestabilan dari segi kursus latihan dan pelbagai rujukan yang telah ada.

Hari ini, pemodelan berorientasikan objek telah pun menjadi satu pendekatan yang piawai di dalam proses pembangunan sistem. Dalam keadaan biasa, bahasa berorientasikan objek seperti C++ atau JAVA telah menjadi piawai *de facto* untuk pengaturcaraan. Begitu juga dengan fasa analisa dan reka bentuk dalam proses pembangunan sistem di mana pendekatan pemodelan berorientasikan objek juga telah menjadi satu piawai (Rumbaugh et al. 1991). Pada awal 90-an, terdapat lebih kurang lima puluh pendekatan pemodelan berorientasikan objek telah dicadangkan sehinggakan era ini dikenali sebagai peperangan kaedah (Booch 1999). Walau bagaimanapun, pemiawaian yang dilakukan oleh OMG- *Object Management Group*, iaitu satu kumpulan yang cenderung dalam kajian terhadap reka bentuk dan analisa sistem ini telah menjadikan bahasa pemodelan UML (*Unified Modeling Language*) sebagai bahasa piawai untuk pemodelan berorientasikan objek.

Kebolehan untuk memodelkan keperluan sesuatu sistem merupakan satu kemestian bagi seseorang jurutera sistem. Oleh itu, komponen pemodelan diterapkan dalam kursus-kursus yang berkaitan dengan reka bentuk dan dilabelkan sebagai komponen pengetahuan utama dalam kurikulum pengajian bidang sains komputer seperti yang dicadangkan dalam kurikulum komputeran oleh ACM/IEEE (Computing Curricula 2005, 2008). Dalam panduan kurikulum oleh GSwE2009 iaitu panduan kurikulum untuk program Sarjana Muda Kejuruteraan Perisian, juga telah mencadangkan kursus-kursus ini sebagai komponen pengetahuan utama dan mengambil peratusan yang tertinggi dalam peruntukan nilai jam pembelajaran (GSwE 2009). Rajah 1.2 dibawah menunjukkan komponen-komponen pengetahuan utama berserta dengan peratusan jam pembelajaran yang dicadangkan untuk kurikulum pengajian sarjana muda dalam kejuruteraan perisian.



Rajah 1.2 Komponen pengetahuan dalam kurikulum Kejuruteraan Perisian

Sumber : GSwE 2009

Rajah di atas menunjukkan komponen utama dalam kejuruteraan perisian mengambil 50% daripada keseluruhan kurikulum. Bagi komponen Reka Bentuk Perisian, ia mengambil peratusan jam tertinggi iaitu antara 9-11% dan diikuti dengan komponen Pengurusan Perisian iaitu 7-9% dan Kejuruteraan Keperluan iaitu 6-8%. Selebihnya dalam purata 2-4% jam. Ini menunjukkan kepentingan pengetahuan dan penguasaan ilmu mereka bentuk dalam bidang sains komputer adalah sangat tinggi.

Selain daripada itu, panduan kurikulum bagi sarjana muda sistem maklumat, IS, juga telah mencadangkan kursus Analisa dan Reka Bentuk Sistem sebagai sebagai komponen pengetahuan utama dalam kurikulum Sarjana Muda Sistem Maklumat (Topi et al. 2010). Berpandukan kepada cadangan kurikulum ini, kursus-kursus ini telah diterapkan dalam kurikulum pengajian di kebanyakan universiti di seluruh dunia amnya, dan di universiti pengajian tinggi di Malaysia khususnya. Salah satu daripada ciri-ciri graduan sains komputer yang dikehendaki di pasaran adalah mempunyai keupayaan kognitif dan penguasaan skil yang berkaitan dengan bidang sains komputer. Antaranya adalah mereka dapat mendemonstrasi dan menjelaskan fakta-fakta

umum, konsep dan prinsip serta teori yang berkaitan dengan sains komputer dan pengaplikasian perisian. Selain daripada itu, mereka dapat menguasai ilmu pemodelan dengan menggunakan pengetahuan dan pemahaman dalam pemodelan dan reka bentuk bagi sistem berasaskan komputer (GSwE 2009).

Bagi memastikan graduan yang dihasilkan dapat menepati kehendak pasaran, proses pembelajaran bagi kursus-kursus ini perlu diajar dan dinilai dengan kaedah yang lebih berkesan. Dalam konteks pembelajaran dan pengajaran, proses pembelajaran yang berkesan biasanya diukur melalui proses penilaian. Kajian dalam psikologi pendidikan mendokumentasikan pelbagai model untuk proses pembelajaran. Teknik penilaian biasanya melibatkan sekurang-kurangnya dua pihak iaitu antara pelajar dan pengajar serta bahan yang dinilai. Daripada pandangan pengajar, penilaian merupakan satu pendekatan untuk melihat hasil terakhir daripada proses pembelajaran berpandukan kepada aktiviti-aktiviti penilaian yang diberikan kepada pelajar. Ben-Ari (1998) mengatakan bahawa pembelajaran mestilah secara aktif oleh pelajar, bukan pasif yang hanya diserap daripada buku pelajaran dan kuliah. Pembelajaran yang rekursif membenarkan pelajar memiliki pelbagai versi pengetahuan. Dalam kursus sains komputer biasanya memerlukan bahagian praktikal yang mendalam untuk membantu pelajar memahami konsep atau teori yang telah dipelajarinya di dalam kelas. Untuk menguasai ilmu komponen pemodelan, lazimnya pelajar dinilai melalui tugas-tugas tertentu. Penyediaan model keperluan dalam bentuk rajah merupakan tugas atau latihan popular dalam kursus-kursus ini. Maklum balas yang berulang dan penghantaran tugas yang berulang juga diperlukan supaya pelajar dapat melihat kesilapan yang dilakukannya. Namun begitu, penambahan bilangan pelajar dan tahap kefahaman pelajar yang berbeza, menyukarkan tenaga pengajar untuk mengumpulkan masa yang lebih banyak untuk memberi maklum balas dengan cepat dan berulang (Tarbizi et al. 2004). Bagi membantu proses pembelajaran kursus kejuruteraan perisian, alatan bantuan kejuruteraan perisian (CASE) telah dibangunkan untuk merealisasikan teori yang diajar oleh tenaga pengajar dan dipraktikkan oleh pelajar. Selain daripada itu, pembangunan CASE ini bertujuan untuk mengurangkan jurang antara teori dan praktikal.

1.3 PERNYATAAN MASALAH

Kursus yang berkaitan dengan pemodelan seperti pemodelan berorientasi objek, pemodelan formal, lazimnya dikategorikan sebagai kursus wajib di kebanyakan universiti di Malaysia bagi bidang Sains Komputer atau Kejuruteraan Perisian. Kursus ini sangat perlu bagi melengkapkan pelajar dengan pengetahuan yang berkaitan dengan pembangunan sesuatu sistem. Pertambahan bilangan pelajar bagi setiap semester di Universiti menjadikan tugas tenaga pengajar semakin mencabar dan penambahan beban tugas dari segi pengurusan kursus tersebut. Golongan pelajar mempunyai cara dan komitmen yang tersendiri bersesuaian dengan sifat dan ciri-ciri semulajadi berserta dengan batasan-batasan tertentu yang diperolehi dari alam sekitar dan masyarakat. Pembelajaran tidak semestinya berlaku dalam keadaan formal atau berstruktur malah ia boleh berlaku dimana dan bila-bila masa sahaja tanpa disedari atau tidak. Justeru itu, kaedah pembelajaran berbantuan komputer dapat membantu pelajar untuk melakukan proses pembelajaran secara sendiri dan mengikut kemampuan dan ruang masa masing-masing (Rashidi & Abdul Razak 1995).

Kaedah manual sudah pasti menuntut masa dan ruang yang lebih jika proses pembelajaran seperti di atas ingin dilaksanakan. Untuk memberi maklum balas dalam bentuk kritikan secara segera, pengajar perlu menyediakan banyak masa untuk meneliti jawapan bagi setiap pelajar. Keadaan ini agak sukar dilaksanakan memandangkan beban tugas yang sedia ada bagi setiap pengajar. Pelajar sering melakukan kesilapan yang berulang dalam memodelkan keperluan sesuatu sistem. Matlamat utama bagi pelajar yang mengambil program sains komputer adalah berupaya mereka bentuk satu sistem perisian dengan baik (Eckerdal et al. 2006). Rekebentuk sistem dikenal pasti sebagai satu topik yang sukar untuk difahami dan ini dibuktikan oleh Cross (Cross 1998). Kajian menunjukkan kesilapan pelajar sering berlaku ketika mereka bentuk model bagi mewakili keperluan terutamanya dalam penamaan kelas berasaskan masalah domain, mewakili interaksi antara kelas dan mewakili keperluan yang memenuhi kehendak sistem (Thomasson et al. 2006). Tenaga pengajar memerlukan masa untuk menyemak atau menilai jawapan mereka. Namun, disebabkan masa yang terhad, tugas pelajar tidak dapat dinilai segera dan secara berulang. Dengan itu, perlunya satu mekanisme yang dapat menilai atau

menganalisa jawapan pelajar untuk mengesan kesilapan atau ralat pemodelan. Seperti yang dilaporkan oleh Nelson dan Monarchi (2007), proses pemodelan yang bagus mestilah mempunyai satu mekanisme untuk menegah, mengesan dan membaiki ralat bagi setiap langkah bermula dari fasa pemerhatian hinggalah ke peringkat akhir. Bolloju dan Leung (2006) juga menyatakan bahawa untuk memastikan suatu model itu bebas-ralat maka diperlukan satu mekanisme untuk mencegah, mengesan dan membetulkan ralat tersebut dengan membangunkan satu alatan atau sistem yang sesuai untuk capai kualiti pemodelan.

Sehingga kini, kebanyakan alatan yang dibangunkan dalam penyemakan model kurang fokus kepada persekitaran akademik yang memerlukan lebih banyak bantuan dalam memahami konsep asas dalam pemodelan. Hasil kajian yang dilakukan oleh Hoggarth dan Lockyer (1998) terhadap pelajar-pelajar beliau, mendapati bahawa mereka memahami teori yang diajar oleh tenaga pengajar tapi agak sukar bila mereka cuba mengaplikasinya dalam bentuk praktikal terutama ketika menyiapkan latihan dan tugas yang diberikan kepada mereka. *ClassCompass* (Coelho & Murphy 2007) merupakan satu sistem kritikan terhadap reka bentuk secara automatik dan secara manual. Namun kritikan yang dijanakan lebih kepada bentuk cadangan untuk membetulkan kesilapan yang dilakukan oleh pelajar. Kritikan pula tidak berasaskan kepada faktor kualiti model. Faktor kualiti model yang dimaksudkan adalah merangkumi kesempurnaan, kekonsistenan dan ketepatan model yang dihasilkan. UML/Analyzer (Egyed 2007), pula hanya dapat menyemak kekonsistenan di rajah kelas UML dan rajah turutan UML. *Collect-UML* (Baghaei et al. 2005) merupakan satu alat yang mampu mengdiagnosis jawapan pelajar. Namun ia menjana kritikan dalam bentuk oral yang memberitahu apa kesilapan yang berlaku dalam rajah tersebut. Contohnya, *'Check whether you have defined all the methods as specified by the problem. You are missing some methods'*. Kebanyakan alatan yang dibangunkan sebelum ini seperti Agro-UML (Robbin et al. 1998), IDEA (Bergenti & Poggi 2000), ABCDE-Critic (Souza et al. 2000) dan REBUILDER (Gomes et al. 2003) dibangunkan untuk mengkritik model UML tapi mensasarkan penggunaannya adalah pembangun sistem dan pereka bentuk sistem. Selain daripada itu, kritikan dijana ketika proses reka bentuk masih berlaku.

Justeru itu, mekanisme yang dicadangkan ini akan menjurus kepada aspek kualiti pemodelan dalam persekitaran akademik. Aspek kualiti pemodelan yang difokuskan adalah dari aspek semantik, sintatik dan kes. Manakala persekitaran akademik melibatkan pelajar dan tenaga pengajar sebagai sasaran kajian. Mekanisme ini secara umumnya berfungsi untuk menganalisa rajah kelas UML dan menjana kritikan yang lebih sesuai dalam persekitaran akademik. Kritikan juga difokuskan kepada faktor kualiti model yang sesuai.

1.4 MATLAMAT KAJIAN

Pada umumnya, matlamat utama kajian tesis ini ialah mengaplikasikan beberapa pendekatan yang sesuai supaya analisa secara automatik terhadap rajah kelas UML dapat dilaksanakan melalui pembangunan rangka kerja. Proses analisa ini dapat menjana kritikan berdasarkan kepada faktor kualiti model dan difokuskan dalam persekitaran akademik.

1.5 OBJEKTIF KAJIAN

Untuk memastikan matlamat kajian dicapai, beberapa objektif kajian ditetapkan :

- a. Menentukan faktor kualiti model yang bersesuaian dengan notasi UML dalam persekitaran akademik.
- b. Mengenalpasti beberapa elemen kualiti iaitu :
 - i. Elemen semantik bagi faktor kesempurnaan dalam rajah kelas UML
 - ii. Elemen sintaktik bagi faktor kekonsistenan dalam rajah kelas UML
 - iii. Elemen semantik dan pendekatan berasaskan-kes bagi faktor ketepatan dalam rajah kelas UML
- c. Membangun dan mengimplementasi rangka kerja automasi menganalisa kualiti model rajah kelas UML.
- d. Menyiasat prestasi analisa antara rangka kerja berbanding dengan analisa oleh manusia (tenaga pengajar).

1.6 SUMBANGAN KAJIAN

Matlamat utama kajian yang dinyatakan dalam tesis ini adalah menentukan pendekatan yang sesuai supaya rajah kelas UML dapat disemakan secara automatik dengan menjana maklum balas dalam bentuk kritikan. Secara keseluruhannya, di antara sumbangan daripada kajian ini ialah :

- a. Membangunkan satu rangka kerja yang dapat menjana kritikan berpandukan kepada faktor kualiti model dalam persekitaran akademik.
- b. Menghasilkan koleksi peraturan kritikan bagi struktur rajah kelas UML dari aspek kualiti pemodelan.
- c. Mempelbagaikan kaedah analisa terhadap faktor kualiti bagi rajah kelas UML dalam persekitaran akademik.

1.7 SKOP KAJIAN

Skop kajian tesis ini tertumpu kepada jenis pemodelan, persekitaran kajian, alatan CASE yang digunakan untuk pemodelan dan skop faktor kualiti pemodelan. Dalam skop yang pertama iaitu jenis pemodelan, kajian ini memberi perhatian kepada model berorientasi objek dalam notasi semi formal. Skop kajian tertumpu kepada aspek statik iaitu notasi rajah kelas UML. Aspek dinamik seperti rajah aktiviti UML, rajah turutan UML dan sebagainya bagi notasi UML adalah di luar dari skop kajian ini. Rajah kelas UML adalah satu daripada kumpulan rajah yang digolongkan dalam pemodelan UML. Rajah ini dapat mewakili keperluan perisian atau sistem dalam bentuk rajah secara keseluruhannya. Kepentingan rajah kelas UML dilihat dari segi gambaran statik yang diwakilinya. Tanpa gambaran perwakilan keperluan sistem secara fizikal, proses untuk mereka bentuk dan membangunkan satu sistem yang dapat memenuhi kehendak pengguna agak sukar dilaksanakan.

Dalam skop kajian yang kedua pula, iaitu persekitaran kajian, ia lebih fokus kepada persekitaran akademik iaitu mensasarkan pengguna dari golongan pelajar dan pengajar. Golongan ini memerlukan lebih banyak bantuan dan memerlukan antara muka yang bercirikan interaktif berbanding dengan pengguna lain seperti pembangun sistem, penganalisa sistem atau pengaturcara. Sementara itu, skop bagi alatan CASE

pula, alatan Rational Rose telah dipilih bagi tujuan untuk fail input dan untuk pengurangan rajah kelas UML. Rational Rose merupakan perisian popular yang digunakan untuk mereka bentuk keperluan sistem atau perisian melalui pendekatan UML (Unified Modelling Language). Penentuan pengestrakan dan reka bentuk struktur data akan dilakukan berpanduan kepada skop kajian. Skop yang terakhir iaitu faktor kualiti pemodelan. Tiga aspek faktor yang diambil kira iaitu faktor kesempurnaan, kekonsistenan dan ketepatan. Faktor ini merangkumi kedua-dua jenis kualiti utama yang diutarakan dalam rangka kerja kualiti pemodelan (Lindland & Sindre 1994, Krogstie dan Jorgensen 2004; Krogstie et al. 1995; Krogstie et al. 2006; Krogstie & Solvberg 2003 dan Nelson & Monarchi 2007) iaitu kualiti sintaktik dan kualiti semantik. Kedua-dua kualiti ini berkait rapat dengan proses-proses pemodelan dan perwakilan dalam pembangunan perisian.

1.8 KEPENTINGAN KAJIAN

Kepentingan penyelidikan ini boleh dilihat dalam tiga aspek. Aspek pertama ialah dalam konteks penilaian melalui proses semakan. Semakan model yang dilakukan dalam kajian ini adalah berdasarkan kepada model yang dihasilkan dalam bentuk rajah pada peringkat keperluan sistem melalui alatan CASE terpilih. Kajian sebelum ini lebih fokus dan banyak tertumpu kepada penilaian terhadap bahasa pengaturcaraan yang digunakan dalam merealisasikan pemodelan tersebut. Ia lebih menjurus kepada penilaian terhadap pengkodan pengaturcaraan dari segi penggredan, susun atur dan kesalahan pengkodan. Kajian penilaian bagi tugas berasaskan rajah masih lagi kurang diberi perhatian disebabkan kesukaran untuk menentukan kriteria jawapan serta memerlukan daya kreativiti yang tinggi untuk mereka bentuk kaedah penyelesaiannya (Nikander 2005). Rajah kelas UML yang diinput adalah dengan CASE sedia ada sebagai alat pengurangan rajah iaitu Rational Rose.

Aspek kedua ialah dalam konteks persekitaran. Kajian terdahulu kurang dibangunkan dalam persekitaran akademik dan tidak sesuai diimplementasikan kepada pelajar. Kebanyakan output yang dijanakan lebih bersifat terlalu teknikal dan kurang difahami oleh pelajar. Selain daripada itu, proses analisa yang dibangunkan oleh pengkaji terdahulu dilakukan secara terus dan memaparkan gred atau status kepada

pelajar mereka sebagai output sistem. Kaedah analisa secara interaktif yang diterapkan dalam kajian tesis ini dapat membantu pelajar untuk belajar daripada kesilapan mereka dan memberi ruang kepada mereka untuk membetulkan kembali rajah tersebut sebelum dinilai kembali. Proses semakan pula diimplementasikan selepas rajah tersebut siap dilukis. Ia berbeza dengan kajian lepas di mana penilaian dilakukan ketika rajah tersebut dilukis dalam alatan pengarangan yang dibangunkan sendiri oleh kumpulan penyelidik. Penilaian ketika pengarangan dilihat tidak sesuai diimplementasikan dalam persekitaran pembelajaran kerana sasarannya adalah pelajar.

Aspek ketiga ialah dari segi kualiti pemodelan. Terdapat beberapa alatan penilaian yang telah dibangunkan sebelum ini tetapi amat terhad untuk model berorientasi objek. Selain daripada itu, kebanyakannya tidak mengambilkira faktor kualiti pemodelan. Penilaian dilakukan berdasarkan kepada proses perbandingan antara jawapan pelajar dan model penyelesaian. Terdapat juga beberapa alatan atau sistem untuk menganalisa model yang telah dibangunkan. Lazimnya alatan-alatan ini tidak mensasarkan pelajar sebagai target pengguna mereka. Kebanyakannya dibangunkan untuk kegunaan para penyelidik, pembangun atau pereka bentuk sistem atau perisian. Maka alatan ini agak sukar difahami dan terlalu kompleks untuk digunakan kepada pelajar. Kajian ini tertumpu kepada semakan terhadap model UML yang berpanduan kepada tiga faktor kualiti iaitu faktor kesempurnaan, faktor kekonsistenan dan faktor ketepatan yang merangkumi kedua-dua aspek kualiti sintatik dan kualiti semantik dalam kualiti pemodelan.

1.9 METODOLOGI KAJIAN

Metodologi yang digunakan dalam kajian tesis ini terbahagi kepada lapan iaitu mengenal pasti masalah, menganalisa alatan CASE pilihan, menganalisa keperluan kajian, pengumpulan data, mengenalpasti notasi pemodelan, mereka bentuk rangka kerja, kajian emprikal dan pengujian rangka kerja.

1.9.1 Mengenal Pasti Masalah

Kajian dilakukan ke atas hasil penyelidikan oleh penyelidik terdahulu dalam bidang ini. Hala tuju kajian diperoleh daripada pembacaan jurnal, prosiding persidangan, forum dan dokumentasi atas talian. Masalah dapat dikenalpasti melalui gabungan proses pembacaan, perbincangan, pemerhatian, pengalaman dan temubual dengan pihak yang sesuai. Fokus permasalahan adalah berkaitan dengan pemodelan dalam persekitaran akademik. Metodologi ini bertujuan untuk mengenal pasti pernyataan masalah semasa dalam pemodelan. Di samping dapat mengenal pasti elemen dalam faktor kualiti model. Ini bertepatan dengan objektif kajian yang pertama iaitu menentukan faktor kualiti model yang bersesuaian dengan notasi UML dari aspek persekitaran akademik.

1.9.2 Menganalisa Alatan CASE

Alatan CASE untuk melukis model semi-formal dan formal dianalisa untuk memastikan ia boleh disesuaikan dengan objektif utama kajian tesis ini. Kesesuaiannya juga diambilkira dari segi kestabilannya dan kegunaannya dalam pembelajaran. Alatan ini juga dianalisa dari segi olahan struktur fail yang dijanakannya.. Metodologi ini bertujuan untuk menentukan alatan CASE yang bersesuaian bagi membolehkan rajah kelas UML dapat dihasilkan dengan sempurna.

1.9.3 Menganalisa Keperluan Kajian

Untuk melihat keperluan kajian, analisa terhadap sekelompok soalan yang berkaitan dengan model UML dilakukan. Soalan-soalan diperolehi daripada pelbagai sumber seperti internet, buku, penerbitan, individu dan koleksi peribadi. Soalan-soalan ini dianalisa untuk mendapatkan parameter-parameter ketara yang lazimnya ada di dalam soalan-soalan tersebut. Metodologi ini bertujuan untuk mengenal pasti keperluan bagi faktor kualiti model rajah kelas UML. Di samping itu, pendekatan yang sesuai untuk melaksanakan proses analisa terhadap model rajah kelas UML dapat ditentukan dengan lebih tepat. Metodologi ini dilakukan bagi mencapai objektif kedua dalam kajian ini.

1.9.4 Pengumpulan Pengetahuan

Untuk melaksanakan pendekatan yang dipilih, analisa dilakukan ke atas sekumpulan pengetahuan yang mungkin diperlukan dan disimpan dalam bentuk pangkalan pengetahuan. Pangkalan pengetahuan ini mengandungi beberapa storan yang akan dicapai ketika proses analisa dilaksanakan. Jenis-jenis storan bergantung kepada keperluan kajian. Struktur data bagi storan yang dipilih perlu direka bentuk bagi memenuhi kehendak proses yang terlibat. Metodologi ini bertujuan untuk memastikan pangkalan pengetahuan yang dihasilkan dapat digunakan dalam proses menganalisa rajah kelas UML.

1.9.5 Mengenal pasti Notasi Pemodelan

Notasi bagi rajah kelas UML perlu dikenalpasti terlebih dahulu sebelum proses analisa dilakukan. Penentuan notasi bergantung kepada olahan stuktur dalam setiap fail yang dijanakan oleh alatan CASE pilihan. Setiap notasi pemodelan mempunyai struktur dan kata kunci masing-masing yang membezakan jenis notasi yang digunakan. Metodologi ini bertujuan untuk mengenal pasti kata kunci bagi setiap notasi dalam rajah kelas UML. Kata kunci ini digunakan dalam proses penterjemahan rajah kelas UML secara grafik kepada bentuk data.

1.9.6 Mereka Bentuk Rangka Kerja

Satu rangka kerja yang dapat mengaplikasikan pendekatan pilihan bagi mendapatkan kritikan perlu dibangunkan. Alkhawarizmi dan struktur data yang bertepatan dengan notasi pemodelan dan proses analisa perlu dilaksanakan. Ia penting bagi memastikan proses analisa dapat dilaksanakan dengan tepat. Metodologi ini bertujuan untuk menghasilkan satu rangka kerja yang dapat menganalisa kualiti model rajah kelas UML. Metodologi ini dapat memenuhi objektif ketiga iaitu mengimplementasikan rangka kerja untuk menganalisa model rajah kelas UML bagi faktor kualiti.

1.9.7 Kajian Empirik Melalui Pendekatan Aplikasi

Satu prototaip bagi merealisasikan pendekatan yang telah ditentukan perlu diaplikasikan. Prototaip ini dicadangkan diberi nama sebagai Automasi Analisa Model Berorientasi Objek (c). Metodologi ini bertujuan untuk membuktikan bahawa rangka kerja yang dicadangkan dapat direalisasikan dan dapat memenuhi objektif ketiga dan matlamat kajian yang telah ditetapkan.

1.9.8 Pengujian Rangka Kerja

Pengujian terhadap rangka kerja yang dibangunkan akan diuji dari segi kebolehppercayaan dan kebolehgunaannya. Pengujian dijalankan dengan melibatkan dua responden iaitu pelajar dan pengajar. Pelajar diminta untuk menjawab soalan dan memberi jawapan mereka. Pengajar pula diminta untuk menyemak setiap jawapan pelajar tersebut. Untuk penilaian dari aspek kebolehppercayaan, perbandingan antara kritikan melalui prototaip dengan kritikan yang telah diberi oleh beberapa orang pengajar dilakukan. Untuk penilaian dari aspek kebolehgunaan pula, pelajar diminta untuk memilih gaya kritikan yang mana menjadi pilihan mereka. Metodologi ini bertujuan untuk mencapai objektif keempat iaitu menyiasat prestasi antara rangka kerja yang dibangunkan dengan manusia iaitu tenaga pengajar.

1.10 RANGKA TESIS

Tesis ini mengandungi enam bab semuanya. Dalam setiap bab, dimulai dengan pengisian bab tersebut secara ringkas. Bab pertama memperihalkan pendahuluan bagi keseluruhan kajian, pernyataan masalah, objektif penyelidikan, skop penyelidikan, kepentingan penyelidikan dan metodologi yang digunakan dalam penyelidikan ini. Bab dua memperincikan mengenai pemodelan secara umum dan kualiti model perisian. Selain daripada itu, bab ini merangkumi penghuraian mengenai rangka kerja, kualiti pemodelan, dan memerihalkan kajian-kajian yang telah dilakukan oleh penyelidik sebelum ini. Bab tiga juga menjelaskan perincian mengenai pembangunan rangka kerja analisa kualiti model UML. Setiap elemen dalam rangka kerja akan diperincikan dengan jelas. Bagi setiap faktor kualiti yang ditetapkan, bab ini akan

mengupas dan menyatakan keadaan-keadaan struktur rajah dan peraturan-peraturan yang sesuai untuk memastikan setiap kritikan berpandukan dapat dikesan secara automatik. Bab empat akan memerihalkan mengenai implementasi rangka kerja yang dibangunkan. Ia lebih tertumpu kepada perbincangan mengenai pendekatan yang diterapkan dalam setiap faktor kualiti yang difokuskan dalam kajian ini. Setiap proses diperincikan dengan penerangan alkhawarizmi yang sesuai. Bab lima membincangkan penilaian yang dilakukan terhadap rangka kerja yang dibangunkan. Bab enam membincangkan kesimpulan keseluruhan tesis, lanjutan kajian dan perbincangan.

BAB II

KUALITI MODEL PERISIAN

2.1 PENGENALAN

Bab ini merangkumi perbincangan mengenai konsep dan perincian mengenai kualiti model perisian. Perbincangan dimulai dengan asas kualiti perisian yang menjelaskan takrifan dan faktor dalam kualiti perisian. Bahagian seterusnya menjelaskan secara menyeluruh mengenai kualiti model perisian yang merangkumi penjelasan mengenai elemen-elemen dalam kualiti model perisian dan pendekatan dalam penentuan elemen. Perbincangan diteruskan lagi dengan perincian mengenai beberapa pendekatan yang diaplikasikan dalam penilaian kualiti model perisian. Seterusnya dijelaskan tentang penilaian kualiti model perisian berbantuan komputer termasuk konsep asas penilaian, koleksi kajian dan seterusnya mengenai konsep pemodelan dan aplikasi penilai kualiti perisian. Penggunaan alatan pemodelan untuk memodelkan keperluan sistem secara grafikal perlu dipilih supaya bersesuaian dengan elemen faktor kualiti yang telah dikenal pasti. Oleh itu, bab ini juga turut membincangkan tentang kepelbagaian alatan sokongan perwakilan bagi model perisian untuk membantu pengguna untuk mereka bentuk perwakilan sistem. Bab ini diakhiri dengan kesimpulan bagi keseluruhan bab. Bab ini dapat menjelaskan bagaimana objektif pertama kajian dapat dicapai iaitu menentukan faktor kualiti model yang bersesuaian dengan notasi UML dari aspek persekitaran akademik.

2.2 KUALITI PERISIAN

Perisian ditakrifkan oleh IEEE dan juga diipiwai dalam ISO/IEC 9000-3 sebagai aturcara komputer, tatacara, hal berkaitan dengan dokumentasi dan data yang terlibat

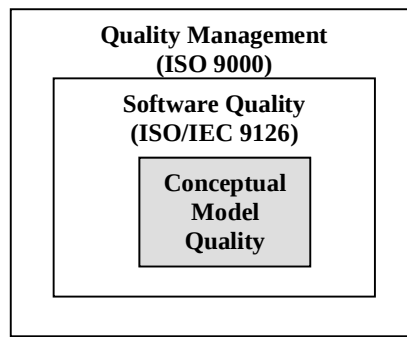
dalam operasi sistem komputer. Manakala kualiti perisian pula ditakrifkan sebagai tahap yang mana sistem, komponen atau proses itu memenuhi spesifikasi keperluan dan memenuhi kehendak pengguna atau jangkaan pengguna (IEEE 1991, Yuen & Lau 2011). Schulmeyer dan McManus (1992) mendefinisikan kualiti perisian sebagai “*the fitness for use of the total software product*”. Pressman (2000) mengatakan bahawa kualiti perisian merupakan penjelasan tersurat semua keperluan fungsian dan pencapaian sistem, dokumentasi pembangunan dan penjelasan secara tersirat semua ciri-ciri dan atribut sistem seperti yang dijangka oleh pembangun sistem dan mengikut keperluan pengguna sistem. Manakala Schneidewind (1993) mendefinisikan kualiti perisian sebagai darjah gabungan pemilikan terhadap atribut sistem. Kualiti perisian mempunyai beberapa ciri atributnya seperti kebolehpercayaan, integriti, kebolehsenggaraan, kebolehlanjutan (*enhanceability*), kebolehgunaan, kemudahalihan dan kebolehgunaan (Subramaniam et al. 2007). Kualiti perisian dapat menentukan kegagalan atau kejayaan sebuah produk perisian pada pasaran kompetitif (Luftman & Kempaiah 2008). Ketepatan memodelkan atribut sistem sangat penting dalam menentukan kualiti perisian. McCall telah mengkategorikan beberapa faktor dalam kualiti perisian kepada tiga aspek utama (Cavano & McCall 1978, Pedrycz et al. 2001) :

- a. Aspek operasi : ketepatan, kesempurnaan, kekonsistenan, kebolehpercayaan, keberkesanan, integriti dan kebolehgunaan.
- b. Aspek penyemakan : kebolehsenggaraan, kebolehlenturan dan kebolehujuan.
- c. Aspek perubahan : kemudahalihan, kebolehgunaan semula dan kebolehantara operasian.

Namun begitu, faktor-faktor kualiti yang dicadangkan oleh McCall di atas adalah secara menyeluruh dan keperluannya bergantung kepada persekitaran perisian yang difokuskan.

2.3 KUALITI MODEL PERISIAN

Mengikut Moody, kualiti pemodelan merupakan salah satu aspek dalam kualiti perisian dan digambarkan dalam Rajah 2.1 dibawah:



Rajah 2.1 Elemen dalam pengurusan kualiti

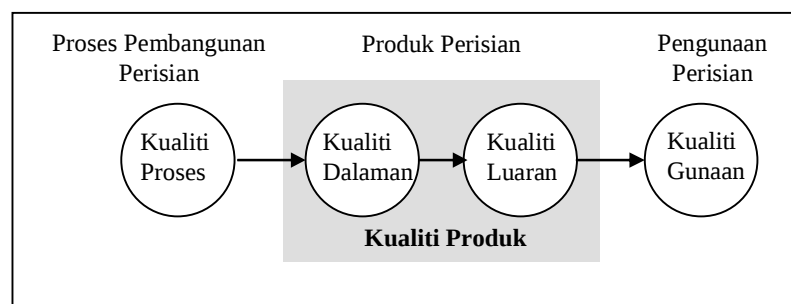
Sumber : Moody & Shanks 2005

Dalam fasa analisis pembangunan sistem maklumat, penganalisis sistem akan mendapat dan mewakili keperluan sistem dengan menggunakan model konseptual seperti rajah hubungan entiti, rajah kelas dan rajah kes-guna. Secara umumnya, salah satu masalah dalam pembangunan perisian adalah hal yang berkaitan dengan spesifikasi dan pengurusan dalam keperluan pengguna (Sommerville 2004). Kotonya dan Sommerville (1998) telah mengenalpasti beberapa masalah yang sering timbul dalam memodelkan spesifikasi keperluan pengguna, di antaranya ialah :

- a. Keperluan yang dimodelkan tidak menceritakan keperluan sebenar secara keseluruhannya.
- b. Keperluan tidak konsisten atau tidak lengkap.
- c. Memerlukan kos yang sangat tinggi untuk melakukan perubahan ke atas keperluan yang telah dipersetujui, terutama ketika proses penyenggaraan sistem.

Lamsweerde (2000), melalui kajian yang dijalankan, mendapati beberapa masalah yang timbul ketika proses pembangunan sistem dalam bentuk peratusan. Di antaranya ialah kelemahan penglibatan pengguna (13%), ketidaklengkapan keperluan (12%), perubahan ke atas keperluan (11%), jangkaan yang lari daripada keadaan sebenar (6%) dan penetapan objektif yang tidak jelas (5%). Jain et al. (2003); Marakas dan Elam (1998) pula mengatakan bahawa pembangunan sistem seringkali gagal disebabkan oleh masalah kualiti sistem, tersasar daripada jadual kerja yang menyebabkan penambahan kos pembangunan dan juga akibat kegagalan dalam memodelkan keperluan sistem secara tepat mengikut keperluan sebenar. Pemodelan

konseptual merupakan proses formal dalam mendokumentasikan domain masalah bagi tujuan pemahaman dan komunikasi antara individu yang terlibat dalam pembangunan sistem. Pemodelan digunakan untuk memodelkan keperluan pengguna ke dalam bentuk yang difahami. Proses pemodelan yang bagus mestilah mempunyai satu mekanisme untuk menegah, mengesan dan membaiki ralat bagi setiap langkah bermula dari fasa pemerhatian hinggalah ke peringkat akhir pemodelan (Nelson & Monarchi 2007). ISO/IEC 9126 mengklasifikasikan kualiti perisian kepada empat kategori berpandukan kepada Rajah 2.2 di bawah :



Rajah 2.2 Kategori kualiti ISO/IEC 9126

Sumber : Moody & Shanks 2005

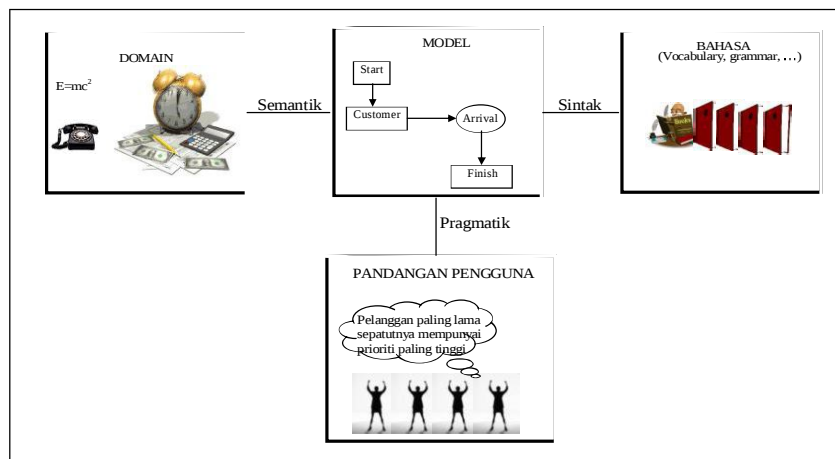
- Kualiti Proses : kualiti bagi proses dalam kitar hayat perisian
- Kualiti Dalaman : kualiti bagi tahap pertengahan termasuk model statik dan dinamik, dokumentasi dan kod sumber.
- Kualiti Luaran : Kualiti bagi tahap akhir sistem dimana dinilai oleh perlakuan luaran
- Kualiti Gunaan : Kualiti bagi tahap penggunaan sistem untuk menilai tahap pencapaian matlamat dan objektif sistem dari perspektif pengguna.

Berpandukan kepada kajian ini, fokus pencapaian kualiti adalah kualiti dalaman dimana ia melibatkan kualiti bagi pemodelan. Mengapa kualiti pemodelan menjadi isu yang penting? Daripada beberapa kajian empirikal (Enders & Rombach 2003; Vinter & Lauesen 2000) menunjukkan bahawa lebih daripada setengah ralat yang wujud ketika pembangunan sistem adalah ralat memodelkan keperluan sistem. Ralat keperluan kebiasaannya menjadi penyebab utama dalam kegagalan suatu pembangunan sistem (Enders & Rombach 2003; Jørgensen & Moløkken-Østfold

2006). Kos untuk memperbaiki ralat selepas implementasi adalah meningkat 10 kali ganda melebihi kos perbaikian semasa fasa analisis keperluan (Boehm 1981). Kualiti pemodelan akan memberi kesan ke atas faktor keefisyenan (masa, kos, usaha) dan keberkesanan (kualiti hasil). Dengan kata lain, penghasilan pemodelan yang berkualiti memberi impak kepada kualiti dalaman iaitu fasa akhir sistem. Kegagalan untuk memodelkan keperluan sistem dengan tepat akan memberi kesan yang besar ke atas fasa pembangunan seterusnya. Secara tidak langsung akan meningkatkan kos pembangunan dan menghasilkan perisian yang tidak berkualiti.

2.3.1 Elemen Kualiti Model Perisian

Terdapat beberapa rangka kerja bagi kualiti pemodelan yang telah diusulkan oleh penyelidik-penyelidik lepas. Kebanyakan rangka kerja yang diusulkan mengutamakan kualiti dalam proses pemodelan konseptual itu sendiri. Rajah 2.3 di bawah menunjukkan rangka kerja kualiti pemodelan pertama yang diusulkan oleh Lindland dan Sindre (Lindland et al. 1994) di mana terdapat tiga aspek kualiti yang diterapkan dalam empat elemen pemodelan yang difokuskan.

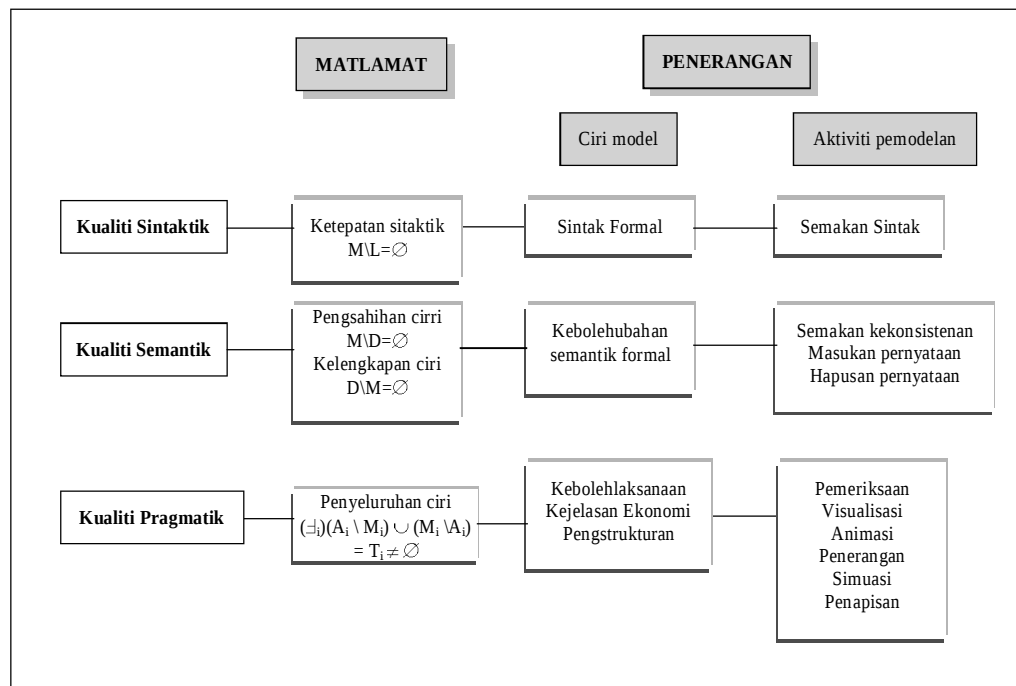


Rajah 2.3 Rangka kerja kualiti pemodelan

Sumber : Lindland et al. 1994

Tiga aspek kualiti yang ada dalam rangka kerja kualiti pemodelan adalah semantik, sintak dan pragmatik. Semantik adalah hubungan antara elemen domain dan model. Ia menunjukkan ketepatan model yang di reka bentuk menepati domain masalah. Sementara sintak pula melibatkan model dan bahasa. Ia menunjukkan

penggunaan bahasa yang digunakan dalam model tersebut. Aspek pragmatik pula melibatkan pandangan pengguna dan model. Ia menunjukkan model yang dibangunkan mengikut perspektif pengguna di mana ia memenuhi kehendak pengguna. Setiap aspek ini mempunyai matlamat, ciri model dan aktiviti pemodelannya masing-masing. Secara umumnya, setiap aspek kualiti di atas, mempunyai hubungan dengan empat elemen dalam pemodelan iaitu Domain (D), Model (M), Bahasa (L) dan Pengguna (A). Untuk mencapai aspek kualiti pemodelan tersebut, Rajah 2.4 dibawah menunjukkan matlamat dan aktiviti yang sepadan untuk mencapai kualiti yang dimaksudkan.



Rajah 2.4 Capaian dalam kualiti pemodelan

Sumber : Lindland et al. 1994

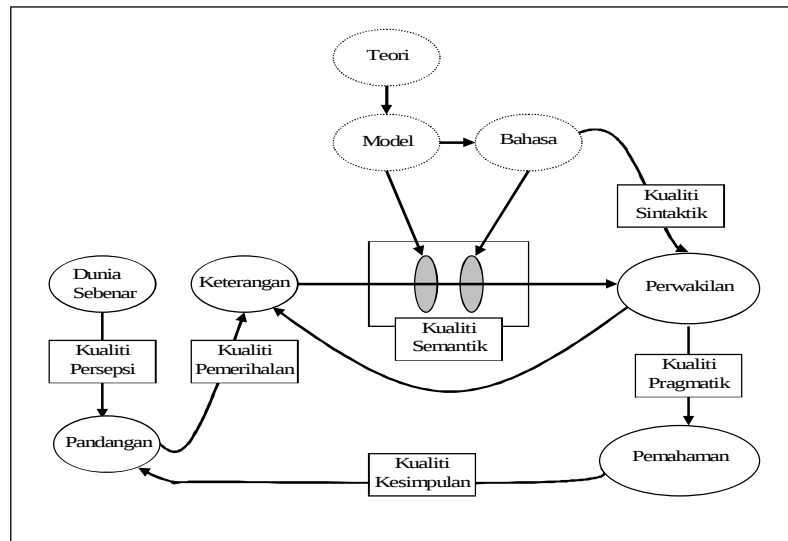
Tiga aspek kualiti pemodelan yang diusulkan ialah :

- Kualiti sintaktik – Berkaitan dengan sintak bahasa yang digunakan dalam pemodelan ; aspek ini mengukur ketepatan sintak bahasa. Hubungan matematik ; $M \setminus L = \emptyset$ bermaksud semua pernyataan yang digunakan dalam pemodelan mestilah mengikut sintak bahasa pemodelan tersebut.

- b. Kualiti semantik - Berkaitan dengan perwakilan domain termasuk pernyataan dan maksudnya; aspek ini mengukur bagaimana perwakilan model tersebut bertepatan dengan domain keseluruhan sistem yang ingin dibangunkan. Terdapat dua matlamat utama iaitu :
 - i. Pengsahihan (*validity*) – Hubungan matematik ; $M \setminus D = \emptyset$ bermaksud semua pernyataan yang digunakan dalam pemodelan mestilah betul dan bertepatan dengan domain masalah.
 - ii. Kelengkapan (*completeness*) – Hubungan matematik ; $D \setminus M = \emptyset$; bermaksud model yang disediakan mestilah mempunyai semua pernyataan yang betul dan bertepatan dengan domain masalah.
- c. Kualiti Pragmatik - Berkaitan dengan pengguna ; aspek ini mengukur bagaimana pandangan pengguna (individu yang terlibat dalam pemodelan) terhadap model tersebut secara menyeluruh di mana model yang disediakan mudah difahami. Hubungan matematik $(\exists_i)(A_i \setminus M_i) \cup (M_i \setminus A_i) = T_i \neq \emptyset$; bermaksud semua pengguna atau kumpulan memahami model yang disediakan. T mewakili set pernyataan dalam pemodelan yang digunakan.

Rangka kerja kualiti pemodelan kedua dibangunkan oleh Wand dan Weber (Wand & Weber 2002). Ia lebih dinamik dimana mengambil kira proses yang berlaku dalam pemodelan dan berpandukan kepada perubahan proses di antara keadaan dunia nyata sehingga fasa implementasi sistem. Selepas itu, berlaku lagi proses penambahbaikan terhadap rangka kerja di atas dan diusulkan oleh Krogstie dan Jorgensen 2004; Krogstie et al. 1995; Krogstie et al. 2006; Krogstie & Solvberg 2003. Ia dilakukan dengan mengambilkira set pernyataan yang ada dalam bahasa pemodelan. Nelson dan Monarchi (2007) telah melaporkan bahawa rangka kerja statik yang diusulkan oleh Lindland, Sindre dan Solvberg (LSS) jika digabungkan dengan rangka kerja dinamik yang diusulkan oleh Bunge, Wand dan Weber (BWW) akan menghasilkan satu laluan mudah yang bermula daripada fenomena dunia nyata kepada perwakilan konseptual dan akhir sekali pemahaman terhadap perwakilan pemodelan tersebut. Gabungan rangka kerja ini mengusulkan lima elemen pemodelan iaitu dunia nyata, pandangan, penerangan, perwakilan dan pemahaman. Elemen pemodelan ini diterbitkan berasaskan kepada proses yang berlaku dalam kitar hayat

pembangunan sistem. Gabungan rangka kerja ini digambarkan dalam Rajah 2.5 di bawah :



Rajah 2.5 Rangka kerja penilaian kualiti model

Sumber : Nelson & Monarchi 2007

Rajah di atas menunjukkan bahawa aspek kualiti yang sangat berhubungkait dengan pemodelan adalah kualiti semantik dan kualiti sintatik. Berpandukan kepada cadangan capaian kualiti oleh Lindland, elemen pengsahtihan dan kelengkapan adalah penting dalam mencapai kualiti semantik dan kualiti sintatik. Kajian ini akan mengadaptasikan maklumat daripada kedua-dua model rangka kerja ini untuk memastikan model yang dihasilkan oleh pelajar mencapai dua faktor kualiti yang diambil kira dalam kajian ini iaitu kualiti sintaktik dan kualiti semantik. Kedua-dua kualiti ini sangat berkait rapat dengan model, bahasa dan domain yang merupakan elemen penting dalam pemodelan berorientasi objek.

2.3.2 Pendekatan Kepada Penentuan Elemen Kualiti Model Perisian

Kualiti model yang dihasilkan merupakan perkara yang penting dititikberatkan dalam reka bentuk pemodelan sesuatu perisian. Beberapa kajian lampau (Lamsweerde 2000; Jain et al. 2003; Marakas & Elam 1998; Enders & Rombach 2003; Vinter & Lauesen 2000; Enders & Rombach 2003; Jørgensen 2006) telah menunjukkan bahawa ralat memodelkan keperluan perisian adalah ralat utama yang sering berlaku dalam

pembangunan perisian. Ralat dalam memodelkan keperluan perisian akan memberi impak kepada fasa pembangunan perisian seterusnya. Pada akhirnya, akan menyebabkan kos pembangunan akan meningkat dan perisian yang dihasilkan tidak memenuhi kehendak pengguna, dengan perkataan lain, akan menghasilkan perisian yang tidak berkualiti. Dalam kajian ini, tiga aspek utama dalam kualiti model akan diambilkira iaitu kesempurnaan (*completeness*), kekonsistenan (*consistency*) dan ketepatan (*correctness*). Ketiga-tiga faktor kualiti ini merangkumi aspek kualiti sintaktik dan aspek kualiti semantik dalam rangka kerja kualiti pemodelan yang diusul oleh Lindland (1994), Wand & Weber (2002) dan Nelson & Monarchi (2007).

a. Faktor Kesempurnaan

Secara umumnya, kesempurnaan bermaksud sesuatu yang lengkap. Dalam kajian ini, kesempurnaan didefinisikan sebagai model yang disediakan mestilah mempunyai semua pernyataan dan bertepatan dengan domain masalah (Nelson & Monarchi 2007). Persoalan yang sesuai adalah ‘Adakah semua maklumat keperluan sudah dinyatakan?’. Faktor ini secara keseluruhannya dari aspek semantik. Ralat kesempurnaan akan dikesan dalam satu model apabila ada elemen dalam model tersebut tidak dinyatakan. Di antara persoalannya (Copeland 2003) adalah :

- i. Adakah definisi kelas, atribut, operasi dan hubungan telah dinyatakan?
- ii. Adakah nama setiap hubungan telah dinyatakan?
- iii. Adakah nilai bagi kardinaliti telah dinyatakan?
- iv. Adakah semua kelas telah dinamakan?

b. Faktor Kekonsistenan

Secara umumnya, kekonsistenan didefinisikan sebagai kesamaan format dan penakrifan merangkumi set data. Dalam rajah kelas UML, keadaan menjadi tidak konsisten sekiranya terdapat kekeliruan data dalam notasi kelas dan hubungan. Dengan kata lain, persoalan yang berkaitan ialah ‘Adakah berlaku kekeliruan data dalam penetapan notasi rajah?’. Faktor ini merangkumi aspek sintatik. Di antaranya adalah (Copeland 2003) ;

Contohnya :

- i. Adakah berlaku pertindihan dalam perkongsian data dalam objek kelas?
- ii. Adakah berlaku perkongsian data dalam hubungan?
- iii. Adakah wujud konspirasi dalam hubungan pewarisan?
- iv. Adakah wujud pertindihan perwakilan?
- v. Adakah berlakunya kitaran dalam perwakilan?

c. Faktor Ketepatan (*Correctness*)

Ketepatan bermaksud semua pernyataan yang digunakan dalam pemodelan mestilah betul dan bertepatan dengan domain masalah. Dengan kata lain, persoalannya adalah ‘Adakah semua pernyataan yang mewakili keperluan yang dinyatakan betul dan tepat?’. Diantara persoalannya adalah (Copeland 2003):

Contohnya :

- i. Adakah hubungan atau komunikasi antara kelas tepat?
- ii. Adakah atribut dan operasi dinyatakan dalam kelas yang sesuai?
Adakah jenis setiap atribut itu betul?
- iii. Adakah model yang dinilai menepati model penyelesaian?

2.3.3 Kualiti Model UML

Kualiti model UML dikaji untuk menentukan faktor kualiti yang sesuai dalam analisa terhadap rajah kelas UML sebelum kritikan dijanakan. Kebanyakan penganalisa sistem membangunkan model konseptual dengan menggunakan pendekatan orientasi objek melalui UML model. Memastikan model ini bebas daripada ralat akan membantu penganalisa untuk menghasilkan model UML yang berkualiti. Untuk pastikan model bebas dari ralat maka perlu satu mekanisme untuk mencegah, mengesan dan memperbetulkan ralat tersebut. Ia boleh diimplementasi melalui pembangunan alatan atau sistem yang sesuai (Bolloju & Leung 2006).

Jadual 2.1 Ralat dalam pemodelan UML bagi aspek kualiti pemodelan

Model	Kualiti Sintatik	Kualiti Semantik
Model kes guna	Penamaan kes guna yang tidak sesuai.	Hubungan yang tidak sah.
Model domain / raja kelas	Maklumat kardinaliti hilang Penamaan kelas dan hubungan yang tidak sesuai	Spesifikasi kardinaliti yang tidak betul
Model Dinamik	Kedudukan kelas atau objek yang kurang sesuai di sepanjang garis rajah turutan	Parameter spesifikasi mesej yang tidak lengkap

Berpandukan kepada fokus kajian dan adaptasi daripada rangka kerja kualiti pemodelan oleh Lindland et al.(1994), jadual 2.1 di bawah menunjukkan contoh ralat yang lazimnya berlaku dalam pemodelan UML keseluruhannya bagi dua aspek kualiti yang difokuskan iaitu kualiti semantik dan kualiti sintaktik. Satu kajian telah dilakukan oleh Bolloju dan Leung (2006) terhadap beberapa pembangunan beberapa projek pembangunan sistem. Kajian ini dilakukan ke atas 15 projek berkumpulan yang dihantar oleh pelajar-pelajar tahun akhir yang mengambil kursus reka bentuk dan analisis berorientasikan objek di Universiti City Hong Kong. Jadual 2.2 di bawah menunjukkan ralat pemodelan bersertakan dengan peratusannya.

Jadual 2.2 Ralat dalam rajah UML bagi aspek kualiti pemodelan

Jenis Rajah	Kualiti Sintaktik	Kualiti Semantik
Rajah kes guna	Notasi yang tidak tepat (57%)	Hubungan antara kes guna yang tidak betul (64%)
Rajah kelas	Operasi yang tersurat dari rajah turutan tidak ditunjukkan (64%) Operasi tersirat tidak disenaraikan (50%)	Maklumat kardinaliti bagi hubungan tidak betul (50%) Penempatan atribut yang tidak betul (36%) Penempatan operasi yang tidak betul (36%)
Rajah turutan	nilai awal tidak dinyatakan (71%) Pengembalian nilai kepada objek yang berbeza daripada pemanggil (64%) Kelas atau objek bukan milik rajah kelas tersebut (50%)	Perwakilan ke atas objek yang salah (57%)

Terdapat beberapa teknik yang digunakan untuk melakukan proses penyemakan terhadap pemodelan tersebut. Di antaranya yang popular ialah menyediakan satu mekanisme penyemakan model untuk menyemak ketepatan dan kesahihan suatu model. Selain daripada itu, mekanisme pengukuran juga digunakan untuk mengukur kualiti suatu model yang dibina. Kajian atau pembangunan alatan untuk penyemakan UML masih kurang diberi perhatian oleh penyelidik. Terdapat beberapa alatan atau sistem yang berkaitan dengan penyemakan atau penilaian terhadap rajah kelas UML, yang telah dibangunkan oleh penyelidik-penyelidik lepas. Lazimnya kajian mereka lebih mensasarkan pengguna dari golongan pembangun atau pereka bentuk perisian. Alatan-alatan tersebut tidak memberi fokus kepada persekitaran pembelajaran ataupun akademik yang memerlukan lebih banyak bantuan dari segi maklum balas yang sesuai terutamanya kepada golongan pelajar. Justeru itu, kajian ini cuba merapatkan jurang antara teori dan praktikal di kalangan pelajar dengan menggabungkan kedua-dua aspek ini iaitu mengimplementasikan penyemakan atau penilaian terhadap model rajah kelas UML dalam persekitaran pembelajaran dengan mengambil kira faktor kualiti pemodelan.

2.4 MASALAH UMUM DALAM PEMODELAN

Perbincangan mengenai masalah umum dalam pemodelan menjurus kepada jenis kritikan atau analisa yang perlu diterapkan dalam kajian ini. Kajian yang dilakukan oleh Thomasson (Thomasson et al. 2006), mendapati terdapat beberapa perkara yang sukar difahami oleh pelajar untuk melakarkan reka bentuk rajah kelas UML iaitu :

- a. Pelajar seakan tahu apakah kelas-kelas yang perlu dimodelkan tetapi sukar untuk mengintegrasikan semua kelas tersebut dalam reka bentuk mereka.
- b. Kesilapan mewakili komunikasi antara kelas juga merupakan masalah yang sering dihadapi oleh pelajar. Pelajar sukar memahami gaya maklumat yang disertakan dalam soalan. Kesilapan mengolah keperluan sistem daripada maklumat yang diberi menyebabkan rajah kelas yang dilukis tidak menepati keperluan sebenar. Apatah lagi bagi soalan yang mengandungi teks permasalahan yang kurang jelas dan tidak lengkap. Pelajar perlu menggunakan pengalaman mereka bentuk yang lepas untuk mendapatkan reka bentuk yang memenuhi kehendak permasalahan yang diberi.

Terdapat beberapa perkara yang turut menyumbang kepada kesukaran untuk mereka bentuk satu rajah kelas UML yang tepat. Di antaranya ialah :

a. Variasi bentuk reka bentuk.

Pemodelan UML juga seperti reka bentuk yang lain, merupakan satu proses yang sukar didefinisikan. Bagi satu permasalahan atau satu perisian yang ingin di reka bentuk, tidak ada satu pun yang mempunyai penyelesaian tunggal yang terbaik. Jika ada pun, soalan yang diberi itu telah menyatakan semua elemen kelas dan hubungan yang wujud dalam reka bentuk itu. Pelajar cuma perlu melakarkan rajah kelas UML sahaja. Lazimnya, terdapat beberapa alternatif penyelesaian untuk keperluan perisian yang sama. Variasi pelbagai bentuk penyelesaian ini menyebabkan satu model itu sukar direka bentuk dan sukar diklasifikasikan sebagai reka bentuk yang terbaik (Baghaei & Mitrovic, 2006).

b. Penamaan elemen notasi.

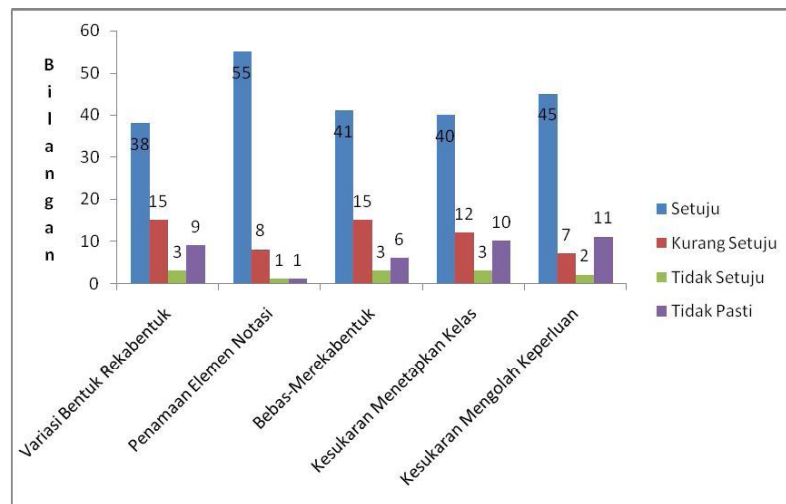
Setiap notasi dalam model UML mempunyai beberapa elemen dalaman. Sebagai contoh, bagi notasi kelas, terdapat nama kelas, atribut dan operasi. Penamaan bagi setiap elemen rajah adalah bebas dan tidak dikawal oleh alat penyunting. Secara manualnya, beberapa kaedah digunakan untuk mengenalpasti penamaan elemen ini seperti menggunakan pengkelasan kata nama dan kata kerja. Sesetengah alatan yang telah dibangunkan, seperti *Collect-UML*, mengawal penamaan elemen ini dengan mengambilnya daripada teks dalam soalan. Sesetengahnya pula mewujudkan perkataan sinonim bagi nama elemen yang diberikan. Masalah ini wujud apabila proses penyemakan atau analisa secara automatik ingin dilaksanakan. Perbandingan secara langsung sudah pasti tidak dapat dilakukan, sebaliknya perlu dibangunkan satu mekanisme supaya penamaan elemen ini sah dari segi semantikanya walaupun penamaannya adalah berbeza. Contohnya, penamaan kelas seperti *'person'* dan *'individual'* atau *'staff'* dan *'worker'* yang membawa maksud yang sama dalam kes-kes tertentu.

c. Bebas-mereka bentuk.

Dalam alatan penyunting rajah, lazimnya tiada kawalan dalam mereka bentuk satu model UML. Pengguna dibenarkan untuk melukis sebarang lakaran dengan berpandukan kepada ikon atau simbol reka bentuk yang disediakan. Keadaan ini menyebabkan pelajar boleh melukis sebarang bentuk komunikasi

antara kelas tanpa melihat kepada faktor kualiti bagi satu pemodelan seperti kekonsistenan dan ketepatan. Dalam alatan penyunting rajah Rational Rose, terdapat beberapa kawalan yang telah dilakukan seperti penindanan dari segi penamaan kelas dan kesahihan hubungan pewarisan di mana superkelas perlu dilukis terlebih dahulu sebelum melukis subkelas.

Dalam analisa model berorientasi objek, prinsipal orientasi objek yang sama untuk mengstruktur sistem digunakan dalam fasa membangunkan keperluan analisis untuk mewakili konsep, kelakuan dan hubungan yang perlu dalam masalah domain yang sama (Sommerville 2004). Kajian yang dilakukan oleh Thomasson (Thomasson et al. 2006), telah mendapati terdapat beberapa perkara yang menyumbang kepada kesukaran untuk mereka bentuk satu rajah kelas UML seperti yang dibincangkan di atas. Untuk melihat samada tahap kesukaran dikalangan pelajar di Institut Pengajian Tinggi di Malaysia menepati kajian tersebut atau sebaliknya, satu kaji selidik telah dibuat dikalangan pelajar yang telah mengambil kursus ini. Seramai 65 orang pelajar diminta untuk menjawab kaji selidik mengenai perkara diatas. Borang kaji selidik ini dilampirkan dalam lampiran A. Terdapat lima elemen yang berkaitan dengan memodelkan reka bentuk rajah kelas UML dari perspektif pelajar iaitu variasi bentuk reka bentuk, penamaan elemen notasi, bebas-mereka bentuk, kesukaran menetapkan kelas atau objek dan kesukaran mengolah keperluan atau permasalahan yang diberi. Hasil daripada analisis yang dilakukan ke atas maklum balas yang diterima, digambarkan dalam bentuk graf seperti dalam Rajah 2.6 di bawah.



Rajah 2.6 Hubungan antara parameter kesukaran dan maklum balas