

PEMAHAMAN PELAJAR MATRIKULASI TENTANG LOGARITMA

NOOR AZIAH BINTI ABDUL GHANI

**SARJANA PENDIDIKAN
UNIVERSITI UTARA MALAYSIA
2014**

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

Tarikh:

Tandatangan:.....

Nama: Noor Aziah binti Abdul Ghani

No. Matrik : 807525

Kebenaran Mengguna

Kertas Projek ini dikemukakan sebagai memenuhi sebahagian daripada keperluan pengajian program sarjana Universiti Utara Malaysia (UUM). Saya bersetuju membenarkan pihak perpustakaan UUM mempamerkannya sebagai bahan rujukan. Saya juga bersetuju bahawa sebarang bentuk salinan sama ada secara keseluruhan atau sebahagian daripada tesis ini untuk tujuan akademik adalah dibolehkan dengan kebenaran penyelia tesis atau Dekan Pasca Siswazah & Penyelidikan. Sebarang bentuk salinan dan cetakan bagi tujuan-tujuan komersial dan membuat keuntungan adalah dilarang sama sekali tanpa kebenaran bertulis daripada penyelidik. Pernyataan rujukan kepada penulis dan UUM perlulah dinyatakan jika sebarang bentuk rujukan dibuat ke atas kajian ini. Kebenaran untuk menyalin atau menggunakan tesis ini sama ada keseluruhan atau sebahagian daripadanya hendaklah dipohon melalui:

Dekan Awang Had Salleh Graduate School of Arts and Sciences
UUM College of Arts and Sciences
Universiti Utara Malaysia
06010 UUM Sintok

PEMAHAMAN PELAJAR MATRIKULASI TENTANG LOGARITMA

Abstrak

Logaritma merupakan topik yang sukar bagi kebanyakan pelajar. Kurangnya kemahiran dalam mengaplikasikan hukum-hukum Logaritma, cara Logaritma diajar serta pemahaman tentang konsep Logaritma yang tidak mantap akan menjejaskan keterampilan pelajar untuk menyelesaikan masalah Logaritma dan juga prestasi matematik pelajar di peringkat pengajian yang lebih tinggi. Tujuan kajian ini ialah untuk meneroka serta mengenal pasti pemahaman pelajar Matrikulasi tentang Logaritma. Kajian menggunakan kaedah campuran dengan rekabentuk *sequential explanatory*. Seramai 138 orang pelajar matrikulasi Modul I, II, dan III pada semester pertama sesi 2011/2012 Program Dua Tahun di sebuah Kolej Matrikulasi di utara Semenanjung Malaysia terlibat dalam kajian ini. Fasa pertama kajian melibatkan Ujian Pemahaman Pelajar Tentang Logaritma (ToSUL) untuk mengukur pencapaian pelajar dalam topik Logaritma. Fasa kedua melibatkan temu bual menggunakan protokol temu bual yang dibina oleh penyelidik. Pemarkahan ToSUL berpandukan skema yang dibangunkan oleh penyelidik bersama dengan kumpulan pakar. Skor pelajar bagi setiap item direkodkan pada lembaran *Microsoft Excel* dan peratus skor keseluruhan disusun secara menurun. Pencapaian pelajar dalam ToSUL dikategorikan kepada taraf gagal atau lulus berdasarkan kategori pencapaian Bahagian Matrikulasi Kementerian Pendidikan Malaysia. Dapatan kajian menunjukkan seramai 117 (84.78%) pelajar berada pada taraf gagal. Post Hoc Gabriel menunjukkan terdapat perbezaan yang signifikan bagi pencapaian dalam Ujian ToSUL antara pelajar Modul II dan Modul III. Seramai lima orang peserta kajian yang ditemu bual tidak dapat menerangkan definisi Logaritma dan lebih menekankan kepada langkah penyelesaian berbanding pemahaman konsep Logaritma. Kecenderungan kepada pemahaman *procedural* dan pemahaman *instrumental* adalah ketara dalam kalangan pelajar. Analisis ujian ToSUL mendapati pelajar melakukan empat jenis kesalahan utama, iaitu kesalahan algebra, generalisasi hukum Logaritma, kesalahan konsep indeks dan jawapan tidak mengikut kehendak soalan. Tiga faktor yang pelajar berikan bagi kesalahan yang mereka lakukan dalam menggunakan peraturan Logaritma untuk menyelesaikan soalan ialah pengajar, pelajar dan soalan. Pemilikan pemahaman *instrumental* atau *procedural* dalam pembelajaran Logaritma serta ketidaksepadanan cara mengajar guru dan cara belajar pelajar memberi kesan kepada keterampilan menyelesaikan masalah Logaritma. Kajian ini menyumbang kepada hasil-hasil kajian dalam bidang pendidikan matematik serta pembentukan polisi yang berkaitan dengan pembangunan kurikulum dalam pendidikan matematik untuk pelajar matrikulasi.

Kata kunci: Logaritma, Pemahaman *instrumental*, Pemahaman *procedural*, Temu bual semi struktur, Indeks

ABSTRACT

Logarithm is a difficult topic for most students. Lacking the appropriate skills to apply logarithmic rules, a weak understanding of concepts in Logarithm and the way students are taught could cause the students to face difficulty in understanding the subject. Consequently, students' competence to solve logarithmic questions and their mathematics performance at higher educational levels will be affected. This study was carried out to explore and identify the issues involved in the understanding of Logarithm among Matriculation students. This study had adopted the sequential explanatory research design. A total of 138 students in the first semester 2011/2012 session of the Two-Year Matriculation Program at a Matriculation College in northern Peninsular Malaysia participated in this study. In the first phase of the study, the Student's Understanding of Logarithm (ToSUL) test was used to determine these students' achievement in Module I, II, and III Logarithm. In phase two, interviews were carried out using the interview protocol which was developed by the researcher. ToSUL was scored using the marking scheme which was developed by a group of experts. Students' scores for every item were recorded on a Microsoft Excel worksheet and the overall percentage scores were sorted in ascending order. The students' achievements in the ToSUL were categorized as "pass" or "fail" in accordance with the achievement standards set by the Matriculation Division, Ministry of Education. A total of 117 (84.78%) students failed the test. Results of the Post Hoc Gabriel test showed a significance difference in the achievement in ToSUL between Module II and Module III students. Five students were unable to provide the definition for 'logarithm'. Attention was given more to the procedures to obtain the answers instead. The inclination towards procedural and instrumental understanding of Logarithm was more prevalent. Four types of errors made were in algebra, the generalization of logarithmic rules, understanding the concept of indices, and the failure to follow the instructions about the questions. The research participants attributed three factors for their problems in using logarithmic rules, namely the instructor, the students themselves, and the questions. The instrumental or procedural understanding of Logarithm and the mismatch between teaching and learning appeared to have consequences on students' competence to solve logarithmic questions. This study contributes to the research findings in mathematics education and the formation of policy related to the development of mathematics education curriculum for matriculation students.

Keywords: Logarithm, Instrumental understanding, Procedural understanding, Semi structured interview, Indices

Penghargaan

Alhamdulillah, dipanjangkan kesyukuran kepada yang Maha Esa atas limpah rahmatNya yang berpanjangan, memberikan keizinan untuk saya menyiapkan tesis ini dengan jayanya. Semoga dengan sedikit usaha yang saya lakukan untuk menimba ilmu dunia dapat memberikan seribu rahmat dalam kehidupan dunia dan akhirat.

Saya ingin merakamkan setinggi-tinggi penghargaan dan terima kasih kepada penyelia saya, Dr. Ruzlan b. Md. Ali, atas bimbingan, tunjuk ajar, nasihat, sokongan dan dorongan beliau dalam membantu saya menyempurnakan tesis ini. Penghargaan tidak dilupakan kepada rakan seperjuangan Sharimah bt. Ibrahim, Che Yom bt. Zakaria, Nurhidayah bt. Basri dan Khairul Azuad b. Husain yang sama-sama mengharungi susah dan senang bersama dalam menyiapkan tesis ini. Penghargaan juga kepada semua rakan yang secara langsung seperti En. Redzuan b. Lah, En Azman b Yusof, Pn Nuraiza bt Mat Sah, Cik Lim Meei Meei, Pn Anis bt. Turmudi dan Pn Tuan Pah Syam , atau tidak langsung turut membantu dan menyumbang dalam penghasilan tesis ini. Terima kasih kepada pelajar-pelajar yang banyak memainkan peranan dalam kajian ini.

Dedikasi kepada keluarga tercinta, suami Zulkifli b. Shuib, bonda Minah bt Dagang, anak-anak semua Nurfathihah, Muhammad Imtiyaz, Nurannasihah dan Muhammad Mumtaz yang banyak bersabar, memahami, memberi dorongan dan sentiasa mendoakan. Jazakumullahukhairan. Juga tidak ketinggalan kakak-kakak; Ruzaini, Ruzina, Ruzita, Norisah, Noor Azimah, adik Hasni, abang-abang ipar dan adik ipar kerana dorongan dan doa yang berterusan.

Kandungan

Kebenaran Mengguna	i
Abstrak.....	ii
Abstract.....	iii
Penghargaan.....	iv
Kandungan.....	v
Senarai Jadual	ix
Senarai Rajah	x
Lampiran.....	xii
Senarai Singkatan.....	xiii
BAB SATU PENDAHULUAN.....	1
1.1 Pengenalan	1
1.2 Pengalaman Penyelidik Dalam Pendidikan Matematik	3
1.3 Latarbelakang Kajian	5
1.4 Penyataan Masalah	10
1.5 Objektif Kajian.....	15
1.5.1 Objektif Umum.....	15
1.5.2 Objektif Khusus	15
1.6 Persoalan Kajian.....	16
1.7 Kepentingan Kajian.....	17
1.8 Batasan Kajian.....	19
1.9 Kerangka Konseptual.....	20
1.10 Definisi Istilah.....	22
1.11 Ringkasan Organisasi Bab	23
1.12 Rumusan.....	25
BAB DUA TINJAUAN LITERATUR	26
2.1 Pengenalan.....	26
2.2 Konsep Pemahaman Matematik.....	26
2.2.1 Pemahaman <i>Relational</i> , Pemahaman <i>Instrumental</i> dan Pemahaman Formal: Skemps.....	28
2.2.2 Pemahaman Konsepsual dan <i>Procedural</i> : Hiebert & Lefevre	31

2.2.3 Teori Pemahaman Sierpinski..	35
2.3 Definisi	36
2.4 Hubungan	37
2.5 Aplikasi Konsep.....	39
2.6 Perwakilan	40
2.7 Konsep Logaritma	42
2.8 Pemahaman dengan Pencapaian.....	45
2.9 Pencapaian dengan Jurusan Pengajian.....	46
2.10 Tinjauan Kajian Terdahulu Tentang Konsep Logaritma	48
2.10.1 Pemahaman Asas Logaritma dan pH.....	48
2.10.2 Salah faham dan Kesilapan Pelajar dalam Logaritma	49
2.10.3 Fungsi Eksponen	50
2.10.4 Konsep Logaritma dan Perkaitan Melalui Peta Minda.....	51
2.10.5 Pemahaman Pelajar dalam Fungsi Eksponen dan Logaritma	52
2.10.6 Kesukaran dalam Pembelajaran Matematik	57
2.10.7 Salah Konsep Mengenai Eksponen dan Logaritma	59
2.10.8 Kesilapan dan Salah Faham Pelajar dalam Matematik	60
2.10.9 Kaedah Penemuan dalam Pembelajaran Logaritma dan Aplikasi dalam Kehidupan	61
2.11 Rumusan	63
BAB TIGA METODOLOGI KAJIAN	65
3.1 Pengenalan.....	65
3.2 Reka Bentuk Kajian.....	65
3.3 Peserta Kajian.....	70
3.4 Instrumen	73
3.5 Kesahan dan Kebolehpercayaan Instrumen.....	77
3.6 Kajian Rintis.....	80
3.7 Prosedur Pemungutan Data.....	83
3.7.1 Data Kuantitatif	83
3.7.2 Data Kualitatif	85
3.8 Proses Menganalisis Data.....	87

3.9 Rumusan.....	90
BAB EMPAT ANALISIS DATA KUANTITATIF.....	91
4.1 Pengenalan.....	91
4.2. Analisis Deskriptif Ujian Bertulis ToSUL.....	92
4.2.1 Analisis Pencapaian Pelajar.....	93
4.2.2 Analisis Mengikut Modul	93
4.2.3 Analisis Mengikut Kategori Soalan.....	95
4.3 Analisis Jenis-jenis Kesalahan.....	97
4.4 Rumusan.....	113
BAB LIMA ANALISIS DATA KUALITATIF.....	115
5.1 Pengenalan.....	115
5.2 Analisis Temubual.....	115
5.2.1 Pemahaman tentang Definisi Logaritma.....	117
5.2.2 Perkaitan Logaritma dengan Indeks.....	118
5.2.3 Tanggapan Pelajar Mengenai Topik Logaritma.....	121
5.2.4 Kesilapan, Kekeliruan dan Strategi Menjawab Item Ujian ToSUL.....	123
5.2.5 Perspektif Pelajar tentang Faktor-faktor Penyebab Kesalahan Penggunaan Hukum-hukum Logaritma dalam Menyelesaikan Logaritma	138
5.3 Rumusan.....	140
BAB ENAM PERBINCANGAN DAN IMPLIKASI KAJIAN.....	142
6.1 Pengenalan.....	142
6.2 Ringkasan Kajian.....	142
6.3 Perbincangan Dapatan Kajian.....	145
6.3.1 Perbincangan Analisis Ujian Bertulis.....	145
6.3.2 Perbincangan Analisis Temu bual	152
6.4 Implikasi Kajian.....	156
6.4.1 Implikasi Terhadap Teori	156
6.4.2 Implikasi Terhadap Praktis	159
6.4.2.1 Peranan Pendidik.....	159
6.4.2.2 Implikasi Pembelajaran Matematik Pelajar.....	161
6.4.2.3 Penyelaras Kurikulum Matematik.....	162

6.4.2.4 Implikasi kepada Kurikulum Matematik dan Sistem Pentaksiran.....	164
6.5 Refleksi ke atas Proses Kajian.....	165
6.6 Cadangan Kajian Lanjutan.....	167
6.7 Penutup.....	168
RUJUKAN.....	171
LAMPIRAN.....	183

Senarai Jadual

Jadual 1.1: Topik yang berkaitan dengan logaritma mengikut semester untuk pelajar PDT	8
Jadual 2.1: Jadual fungsi $y = \log_{10} x$	41
Jadual 3.1: Contoh kategori, bilangan soalan dan item untuk set soalan ujian	75
Jadual 3.2: Anggaran bilangan item temu bual mengikut Chua (2006)	76
Jadual 3.3: Soalan-soalan temu bual yang dibina	77
Jadual 3.4: Kaedah permarkahan mengikut BMKPM	84
Jadual 3.5: Jadual kategori pencapaian mengikut Bahagian matrikulasi	87
Jadual 3.6: Julat markah, gred, nilai gred dan kategori mengikut BMKPM	87
Jadual 4.1: Julat Markah dan peratus pelajar dalam ujian ToSUL	93
Jadual 4.2: Peratus min skor ujian ToSUL	94
Jadual 4.3: Perbezaan modul dengan pencapaian	95
Jadual 4.4: Perbezaan antara ketiga-tiga modul (Post Hoc: Gabriel)	95
Jadual 4.5: Kesalahan pelajar dalam menyelesaikan item 4a	97
Jadual 4.6: Kesalahan pelajar dalam menyelesaikan item 7b	98
Jadual 4.7: Kesalahan pelajar dalam menyelesaikan item 2	100
Jadual 4.8: Kesalahan pelajar dalam menyelesaikan item 3	102
Jadual 4.9: Kesalahan pelajar dalam menyelesaikan item 11c	103
Jadual 4.10: Kesalahan pelajar dalam menyelesaikan item 15c	105
Jadual 4.11: Kesalahan pelajar dalam menyelesaikan item 12	106
Jadual 4.12: Kesalahan pelajar dalam menyelesaikan item 13	108
Jadual 4.13: Kesalahan pelajar dalam menyelesaikan item 16	109
Jadual 4.14: Kesalahan pelajar dalam menyelesaikan item 18b	110
Jadual 4.15: Kesalahan pelajar dalam menyelesaikan item 20	111
Jadual 5.1: Maklumat berkaitan peserta kajian temu bual	116
Jadual 6.1: Topik yang dipelajari oleh pelajar PDT yang berkaitan logaritma	163

Senarai Rajah

Rajah 1.1: Ringkasan program matrikulasi Kementerian Pelajaran Malaysia.....	9
Rajah 1.2: Kerangka Konseptual.....	21
Rajah 2.1: Graf $y = \log_3 x$	38
Rajah 2.2: Graf $y = \log_3 x$	41
Rajah 2.3: Contoh salah konsep pelajar dalam aplikasi logaritma.....	51
Rajah 2.4: Gambaran peta minda oleh guru tentang konsep logaritma.....	52
Rajah 3.1: Prosedur Kajian.....	68
Rajah 3.2: Saiz sampel data kuantitatif.....	72
Rajah 3.3: Contoh pemarkahan ujian ToSUL.....	85
Rajah 3.4: Analisis yang dijalankan ke atas data kuantitatif	89
Rajah 4.1: Markah yang diperolehi pelajar mengikut kategori.....	96
Rajah 4.2: Markah yang diperolehi pelajar mengikut kategori bagi setiap modul...96	
Rajah 5.1: Kerja mengira peserta kajian M2FZ.....	124
Rajah 5.2: Kesalahan menterjemah hukum pembahagian.....	125
Rajah 5.3: kekeliruan semasa menulis hukum pembahagian.....	125
Rajah 5.4: Kesilapan menggunakan hukum pembahagian.....	126
Rajah 5.5: Kesilapan mengembangkan log.....	127
Rajah 5.6: Kesalahan penggunaan hukum pembahagian logaritma.....	127
Rajah 5.7: Kesalahan algebra iaitu mengembangkan dan memansuhkan 'ln'.....	128
Rajah 5.8: Penulisan hukum-hukum logaritma oleh M3MI.....	129
Rajah 5.9: Transkrip temu bual M2MS.....	130
Rajah 5.10: Kerja mengira dan temu bual M2MS.....	131
Rajah 5.11: Kerja mengira M2MS untuk item 18.....	131
Rajah 5.12: Kerja mengira dan temu bual M2AR	133
Rajah 5.13: Kesilapan menterjemah hukum pembahagian	133
Rajah 5.14: Kerja mengira dan temu bual M3AU.....	134
Rajah 5.15: Kerja mengira dan temu bual M1NI.....	136
Rajah 5.16: Kerja mengira dan temu bual M2MS untuk item 18.....	136
Rajah 5.17: Kesilapan menterjemah hukum pembahagian M1NI.....	137

Rajah 5.18 Kesilapan menterjemah hukum pendaraban M1NI.....	137
---	-----

Lampiran

Lampiran A: Appendix A: ToSUL Test Instrument	183
Lampiran B: Test of Student Understanding Logarithms (ToSUL) of Scheme	197
Lampiran C: Protokol temu bual kajian rintis	203
Lampiran D: Protokol temu bual kajian sebenar.....	204
Lampiran E: Laporan calon SPM 2005.....	205
Lampiran F: Hubungkait, aplikasi dan huraian logaritma.....	206
Lampiran G: Hubungkait, aplikasi dan huraian logaritma.....	207
Lampiran H: Surat Kelulusan permohonan untuk mnegikuti kursus secara sambilan di bawah program jarak jauh/ luar kampus.....	208
Lampiran I: Permohonan kebenaran untuk mengikuti kursus secara sambilan.....	210
Lampiran J: Pengesahan pelajar bagi tujuan mencari bahan kajian dan maklumat bagi tujuan pembelajaran.....	211
Lampiran K: Permohonan menjalankan kajian peringkat sarjana di Kolej Matrikulasi Kedah.....	212
Lampiran L: Permohonan menjalankan kajian peringkat sarjana di Kolej Matrikulasi Kedah.....	213
Lampiran M: Pentaksir skema markah ujian logaritma untuk kajian peringkat sarjana	214
Lampiran N: Perlantikan sebagai pentaksir skema markah ujian logaritma untuk kajian peringkat sarjana.....	215
Lampiran O: Perlantikan sebagai ahli mesyuarat penyelarasan skema ujian ToSUL untuk kajian peringkat sarjana.....	216
Lampiran P: Analisis temu bual berdasarkan transkrip peserta kajian M3AU.....	217

Senarai Singkatan

KPM	Kementerian Pelajaran Malaysia
PDT	Program Dua Tahun
PST	Program Satu Tahun
ToSUL	Test of Student Understanding Logarithms
PIPP	Pelan Induk Pembangunan Pendidikan

BAB SATU

PENDAHULUAN

1.1 Pengenalan

Perkembangan pesat dan kemajuan yang dikecapi kini sama ada dalam bidang sains dan teknologi, perdagangan dan ekonomi sangat berkait rapat dengan ilmu pengetahuan khususnya matematik. Peranan matematik tidak lagi boleh dipertikaikan dalam menjana pembangunan dan perkembangan di sesebuah negara. Sekiranya diimbau semula, setiap individu yang mendapat pendidikan secara formal telah mempelajari matematik sejak dari zaman pra sekolah, kemudian di sekolah rendah diikuti sekolah menengah dan disambung pula diperingkat lebih tinggi seperti sijil, diploma dan ijazah. Jika diperincikan dalam agenda Wawasan 2020 dan PIPP (2007), iaitu ingin menjadikan Malaysia sebuah negara yang maju dalam semua aspek, matematik merupakan suatu subjek yang memainkan peranan yang penting dalam melahirkan dan menyediakan sumber manusia ke arah mencapai agenda tersebut. Justeru itu, aplikasi matematik sangat berperanan di dalam mencapai agenda kemajuan di dunia umumnya dan khususnya di negara kita Malaysia.

Pada zaman 70-an, matematik dikenali sebagai Ilmu Hisab dan menurut Kamus Dewan (2005) matematik membawa maksud Ilmu Hisab. Matematik adalah sains struktur, perintah, dan hubungan yang telah berkembang daripada amalan unsur mengira, mengukur, dan menerangkan bentuk objek. Ia membincangkan dengan pemikiran logik dan pengiraan kuantitatif, dan pembangunan yang melibatkan tahap yang lebih tinggi, idealisasi dan pengestrakan sesuatu perkara. Sejak abad ke-17, matematik telah menjadi tambahan yang amat diperlukan untuk sains fizikal dan teknologi, dan dalam masa yang lebih terkini ia telah mengambil alih peranan yang

sama dalam aspek-aspek kuantitatif sains hayat (Encyclopedia Britannica, 2013). Menurut Skemp (1982), matematik adalah satu bahasa dan beliau melihat matematik sebagai satu perkakasan mental. Oleh demikian, penguasaan matematik memerlukan pembelajaran dan pengajaran yang sesuai memandangkan ianya membabitkan minda. Matematik merupakan suatu subjek yang mempunyai sistem teori yang kompleks dan abstrak yang tidak dapat dipelajari secara terus dari kehidupan seharian (Skemp, 1982). Implikasi kenyataan Skemp ini ialah pembelajaran dan pengajaran matematik secara formal adalah diperlukan.

Logaritma adalah merupakan topik matematik yang dipelajari di tingkatan 4 dan 5 oleh pelajar yang mengambil matematik tambahan. Manakala bagi yang meneruskan sesi pembelajaran ke peringkat matrikulasi, topik ini masih dikekalkan dan dilanjutkan penggunaannya ke tahap yang lebih tinggi seperti melukis graf, membeza dan mengkamirkan fungsi logaritma. Topik ini diperkenalkan di kalangan pelajar menengah atas dan disambung ke peringkat matrikulasi kerana ia merupakan suatu topik yang sangat penting di dalam kehidupan seharian dan alam pekerjaan. Ini selari dengan kenyataan Berezovski (2004) iaitu logaritma penting dalam pelbagai bidang kehidupan harian. Sebagai contoh, logaritma berguna di dalam bidang kosmologi, kejuruteraan, kimia, kewangan, statistik dan lain-lain. Chua (2006) menyatakan bahawa logaritma bukan sahaja berguna di dalam bidang kimia iaitu menentukan tahap PH tetapi juga ia berguna untuk “seismography” di mana skala Richter digunakan untuk menentukan magnitud gegaran gempa bumi.

Selain itu Chua dan Wood (2005) memberi contoh aplikasi logaritma dalam bidang astronomi, bidang matematik dan sains iaitu penyusutan radioaktif dan karbon-14. Logaritma juga berguna dalam mencipta bentuk teleskop angkasa lepas

dan menerima julat data yang besar. Manakala menurut Tabaghi (2007) pelajar perlu mempelajari logaritma kerana aplikasi dalam bidang sains, contohnya biologi, kimia (menentukan tahap PH), sains geologi (Skala Richter dalam mengukur gegaran gempa bumi), ilmu akustik (skala desibel), Sains Komputer (khusus kepada teori maklumat), kewangan (model pertumbuhan modal) dan industri. Oleh kerana kepelbagaian kegunaan logaritma di dalam kehidupan seharian, maka dengan alasan inilah kajian ini dijalankan untuk menyedarkan kepada para pelajar dan juga pengajar bahawa logaritma itu sangat penting dan pemahaman yang mantap mengenai topik ini dapat diaplikasikan di alam pekerjaan dan juga kehidupan.

1.2 Pengalaman Penyelidik dalam Pendidikan Matematik

Penyelidik terlibat dalam pendidikan matematik sejak tahun 2002. Setelah bergelar graduan dari salah sebuah Universiti di Malaysia pada tahun 1999, penyelidik telah ditempatkan di sebuah Kolej Matrikulasi di selatan tanahair. Disebabkan penyelidik memiliki Ijazah Sarjana Muda Sains dan Komputer serta Pendidikan major Matematik dan minor Sains Komputer, maka penyelidik telah diarah untuk mengajar subjek Sains Komputer pada awal kerjaya penyelidik sebagai seorang pendidik iaitu bermula Ogos 1999 sehingga Mac 2002. Setelah subjek Sains Komputer digugurkan, penyelidik telah diarahkan untuk mengajar subjek matematik bermula April 2002 sehingga kini. Pengalaman sebagai salah seorang tenaga pengajar matematik di Kolej Matrikulasi selama sebelas tahun memberi banyak input kepada penyelidik tentang masalah pelajar matrikulasi berkenaan subjek matematik. Memandangkan penyelidik terlibat dalam sesi pengajaran bagi pelajar program satu

tahun dan dua tahun, penyelidik mendapati terdapat pelbagai pandangan, anggapan dan luahan pelajar mengenai kesukaran subjek matematik.

Logaritma adalah topik pertama bagi program satu tahun dan dua tahun, yang merupakan topik yang seringkali menjadi masalah kepada pelajar di awal sesi pembelajaran. Ini selari dengan kenyataan Wong, Lam dan Wong (2002), terdapat beberapa topik yang dirasakan oleh pelajar menengah 3 patut dikeluarkan dari kurikulum kerana sukar iaitu geometri koordinat, logaritma biasa, kebarangkalian, statistik dan ketaksamaan. Terdapat beberapa alasan secara peribadi yang memberikan motivasi kepada penyelidik untuk membuat kajian mengenai bagaimana pelajar membina pemahaman mengenai logaritma.

Pertama, penyelidik berpendapat bahawa logaritma adalah suatu topik yang berguna dalam kehidupan seharian. Seringkali di dalam kelas, kebanyakan pelajar beranggapan bahawa logaritma suatu topik yang tiada kaitan dengan kehidupan seharian kerana mereka kurang diberikan pendedahan mengenai aplikasi logaritma kepada kehidupan seharian. Ini bertepatan dengan kenyataan oleh Wong et al. (2002) mengatakan bahawa kebanyakan pelajar berpendapat logaritma adalah suatu yang sukar dan tidak ada kegunaanya dalam kehidupan harian. Maka persoalannya adalah, apakah tujuan penting pelajar memahami logaritma?

Kedua, logaritma merupakan topik yang sering kali menjadi masalah di permulaan pembelajaran dan masalah ini di bawa ke peringkat seterusnya iaitu peringkat aplikasi seperti penyelesaian persamaan logaritma, pembezaan dan pengkamiran logaritma. Kebanyakan pelajar menganggap bahawa logaritma suatu topik yang sukar, tidak menarik, membosankan dan abstrak. Kajian Chua (2006) menunjukkan bahawa topik logaritma adalah antara topik yang sukar untuk

dipelajari. Belajar logaritma kelihatan seperti menghafal hukum-hukum logaritma dan menggunakan hukum tersebut di dalam penyelesaian. Tambahan pula hukum-hukum tersebut kelihatan sukar dan mengelirukan terutamanya apabila hendak mengaplikasikannya. Maka dengan ini, penyelidik sangat berminat untuk mengetahui secara lebih mendalam apakah pemahaman sebenar pelajar mengenai topik ini. Terdapat banyak perkaitan antara topik logaritma dengan topik-topik lain. Ini bertepatan dengan kajian Vagliardo (2004) yang menggambarkan logaritma dalam bentuk peta minda dan hasilnya didapati topik logaritma sangat berkaitan dengan topik-topik lain seperti graf, jujukan, geometri, aritmetik, kadar perubahan dan lain-lain.

1.3 Latar Belakang Kajian

Kurikulum Matrikulasi diformulasikan selari dengan konsep Program Matrikulasi dan Polisi Pendidikan Kebangsaan untuk menyediakan pelajar yang berkeelayakan daripada Sijil Pelajaran Malaysia untuk meneruskan pelajaran ke peringkat yang lebih tinggi, samada dalam mahupun di luar Negara. Justeru, kurikulum ini dibina dengan tujuan sebagai jambatan kepada pelajar untuk melangkah ke tahun satu di universiti. Berbekalkan kurikulum ini diharapkan ia mampu menyediakan seorang pelajar yang berilmu, berkemahiran dan berkemampuan menghadapi cabaran di dalam alam universiti (Kementerian Pelajaran Malaysia, 2002). Manakala silibus matematik peringkat Matrikulasi dibina bagi membangunkan pemahaman konsep dan aplikasi dalam matematik, menguasai kemahiran dan dapat menyelesaikan masalah. Dengan ini pelajar mampu melanjutkan pelajaran dalam bidang sains, teknologi, akaun dan sains sosial (Kementerian Pelajaran Malaysia, 2002).

Penelitian ke atas kurikulum matematik peringkat sekolah menengah atas juga menegaskan berkenaan pembinaan serta penguasaan konsep dan kemahiran (Kementerian Pelajaran Malaysia, 2002). Selain itu diharapkan agar pelajar dapat menyelesaikan masalah dengan menggunakan strategi penyelesaian masalah serta dapat berkomunikasi dalam matematik iaitu mampu menerangkan konsep dan hasil kerja diantara mereka (Kementerian Pelajaran Malaysia, 2002). Rentetan daripada itu, dapat disimpulkan bahawa di peringkat sekolah menengah dan matrikulasi amat mementingkan pelajar yang menguasai dan mampu membangunkan pemahaman konsep serta dapat menggunakan kemahiran matematik dalam menyelesaikan masalah.

Terdapat dua jenis program di Matrikulasi Kementerian Pelajaran Malaysia iaitu Program Satu Tahun (dua semester) dan Program Dua Tahun (empat semester). Program Satu Tahun (PST) terdiri daripada tiga kursus iaitu Sains, Akaun dan Teknikal. Pelajar yang terpilih ke kursus Sains akan dibahagikan kepada tiga modul iaitu Modul 1 mengambil subjek teras Matematik, Kimia, Biologi dan Fizik, Modul 2 pula mengambil Matematik, Kimia, Fizik dan Sains Kompter. Manakala pelajar Modul 3 mengambil subjek Matematik, Kimia, Biologi dan Sains Komputer. Program Dua Tahun (PDT) juga seperti Program Satu Tahun (PST) yang mengambil aliran Sains yang mempunyai tiga iaitu Modul 1, Modul 2 dan Modul 3.

Di Matrikulasi semua pelajar diwajibkan mengambil subjek Matematik tidak kira pelajar itu dari PST mahupun PDT. Jika difokuskan dalam subjek matematik pada semester pertama, pelajar PST akan mempelajari matematik QS015 (pelajar Sains) dan QA 016 (pelajar Akaun) yang mempunyai sembilan topik di mana topik pertama adalah Sistem Nombor yang merangkumi tentang indeks, surd, logaritma

dan nombor kompleks. Manakala matematik DM015 adalah subjek matematik bagi pelajar PDT yang juga mempelajari Sistem Nombor sebagai tajuk pertama bagi semester pertama. Selain daripada itu, diperingkat matrikulasi, logaritma asli diperkenalkan iaitu $\ln$ atau log asas e berbanding sekolah menengah atas yang hanya mengetahui logaritma biasa sahaja iaitu log asas 10. Ini selaras dengan kehendak dan tujuan kurikulum matrikulasi sebagai jambatan kepada pelajar untuk melangkah ke tahun satu di universiti (Kementerian Pelajaran Malaysia, 2002).

Kesinambungan topik logaritma dari sekolah menengah ke peringkat matrikulasi lebih kepada menyatakan dan membuktikan hukum-hukum logaritma, mempelbagaikan soalan berkenaan penyelesaian persamaan logaritma dan juga memperkenalkan serta membezakan antara logaritma biasa dan logaritma asli. Pada semester kedua khususnya pelajar program dua tahun akan mempelajari topik pembezaan dan pengkamiran logaritma dan eksponen. Jadual 1.1 menunjukkan topik-topik yang perlu dipelajari oleh pelajar PDT sepanjang pengajian selama dua tahun yang melibatkan logaritma secara langsung mahupun tidak langsung. Dapat disimpulkan di sini bahawa terdapat enam subtopik dari 20 subtopik (12%) yang perlu dipelajari oleh pelajar-pelajar PDT yang melibatkan dan berkisar tentang topik logaritma.

Jadual 1.1:

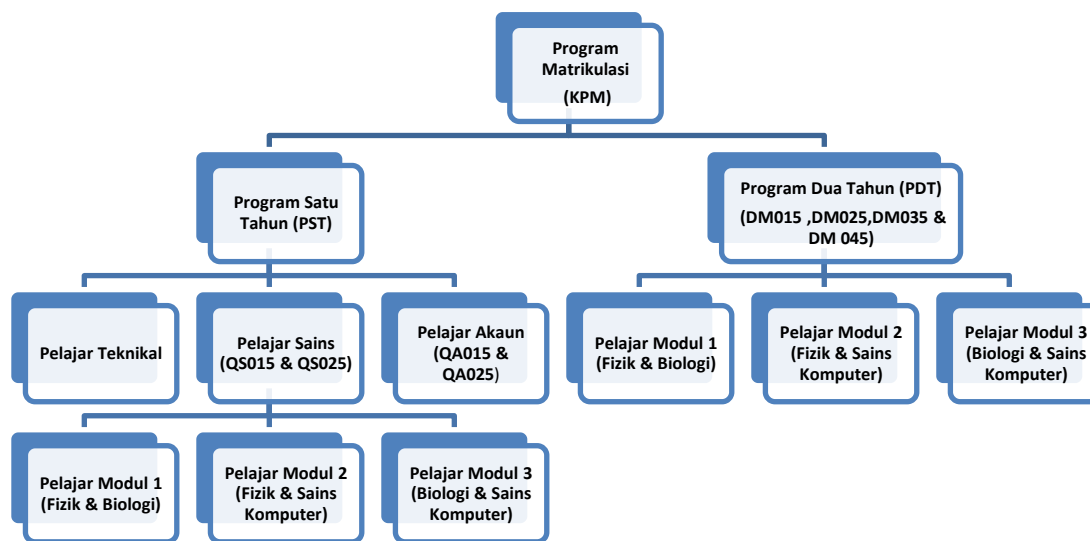
Topik yang berkaitan dengan logaritma mengikut semester untuk pelajar PDT

SEMESTER	TOPIK	SUBTOPIK
I (5 TOPIK)	1: Number System	1.3.Indices, Surds and Logarithms
	2: Equations, Inequalities and Absolute Values	2.1 Solve equations involving surds, indices and logarithms.
	5: Functions and Graphs	5.4 Exponential and Logarithmic Functions
II (5 TOPIK)	4. Differentiation	4.3 Differentiation Exponential and Logarithmic Functions.
III (5 TOPIK)	1. Integration	1.1 c) Find $\int \frac{1}{x} dx = \ln x + c$
		1.3 Techniques of Integratif
	2. First Order Differential Equations	2.3 Application – Newton law of cooling, electric circuits, population growth & radioactive decay

Sumber: *Ministry of Education Malaysia* (2006)

Dapat dirumuskan bahawa sebanyak 12% subtopik yang berkisar dan berkaitan tentang logaritma yang perlu dipelajari oleh pelajar PDT sepanjang sesi pembelajaran, ini menunjukkan bahawa logaritma adalah suatu topik yang penting dalam subjek matematik di peringkat matrikulasi. Selain itu, konsep asas topik logaritma juga perlu diaplikasikan dalam subjek-subjek lain contohnya fizik, kimia, pengurusan perniagaan, perakauan dan ekonomi.

Manakala rajah 1.1 menunjukkan ringkasan program yang ditawarkan di peringkat matrikulasi Kementerian Pelajaran Malaysia.



Rajah 1.1: Ringkasan program matrikulasi Kementerian Pelajaran Malaysia

Dua kategori mata pelajaran yang diwajibkan ke atas pelajar matrikulasi iaitu mata pelajaran teras dan mata pelajaran wajib. Subjek matapelajaran teras adalah seperti Biologi, Fizik, Kimia, Matematik, Sains Komputer, Perakaunan, Pengurusan Perniagaan dan Ekonomi. Manakala matapelajaran wajib adalah Dinamika Kemahiran, Teknologi Maklumat, Bahasa Inggeris, Pendidikan Islam dan Ko-Kurikulum yang memerlukan disiplin dan semangat yang tinggi untuk menguasainya dalam tempoh yang terhad iaitu selama satu tahun khususnya pelajar PST. Tempoh pengajian yang pendek iaitu selama setahun bagi pelajar PST, diharapkan mereka mampu menguasai pelbagai ilmu selaras dengan kehendak kurikulum dan silibus Matrikulasi. Manakala pelajar PDT diberi tempoh selama dua tahun supaya dapat menguasai dan mendalami ilmu yang dipelajari selari dengan kemampuan mereka

dan selesai dalam tempoh tersebut. Selain itu, diharapkan agar pelajar PDT mampu bersaing di alam Universiti dengan lebih berkeyakinan seiring dengan pelajar PST dan pelajar tingkatan 6.

Dalam subjek matematik, jika terdapat pelajar yang menghadapi masalah berkaitan dengan kemahiran asas seperti mempermudah ungkapan, menukar bentuk ungkapan, menyelesaikan persamaan dan sebagainya semasa di sekolah menengah, ini akan memberi beban kepada pelajar tersebut di peringkat matrikulasi. Ini bertepatan dengan kenyataan Tew (2003) iaitu kelemahan menguasai konsep asas yang menjadi punca kepada prestasi matematik yang rendah dalam peperiksaan Sijil Pelajaran Malaysia. Maka beliau menyarankan bahawa perlu meninjau sejauhmana pelajar menguasai konsep asas matematik sebelum melangkah ke peringkat menengah atas. Begitu juga seandainya pelajar menghadapi masalah penguasaan konsep matematik di sekolah menengah ia akan membawa permasalahan ini hingga ke peringkat matrikulasi dan berlarutan sehingga ke peringkat tinggi sekiranya masalah ini tidak diatasi.

1.4 Pernyataan Masalah

Subjek matematik peringkat Matrikulasi di bawah Kementerian Pelajaran Malaysia telah meletakkan tajuk indek, surd dan logaritma sebagai topik permulaan sama ada untuk pelajar PST dan PDT. Walaupun begitu, topik logaritma merupakan suatu topik yang kurang digemari oleh para pelajar kerana anggapan pelajar terhadap logaritma adalah suatu topik yang sukar (Chua & Wood, 2005). Pelajar beranggapan bahawa logaritma adalah suatu topik yang abstrak dan sukar difahami dengan mudah. Wong et al. (2002) dan Chua (2006) mengatakan bahawa kebanyakan

pelajar berpendapat logaritma adalah suatu yang sukar. Pelbagai masalah, kesilapan dan salah faham pelajar sering dilakukan dalam topik ini. Selain itu, Tabaghi (2007) menyatakan bahawa pelajar menghadapi kesukaran dalam logaritma adalah dari masalah pemahaman konsep logaritma yang bergantung kepada pengetahuan sedia ada pelajar dan juga cara mereka diajar mengenai konsep serta operasi mental disatukan dalam penyelesaian masalah yang berkaitan logaritma.

Bukti lain yang menunjukkan bahawa pelajar sering melakukan kesilapan dalam topik logaritma adalah seperti laporan calon SPM 2003, pertama, pelajar menyatakan jawapan calon tidak dalam bentuk teringkas. Contoh: $T = 64V$, kedua calon membuat kesilapan dalam penggunaan hukum-hukum logaritma. Contoh: $\frac{\log_2 V}{2} = \log_2 \left(\frac{v}{2}\right)$ dan $\frac{\log_2 T}{\log_4 V} = 3 \rightarrow \log_2 T - \log_2 V = 6$. Dilaporkan juga calon membuat kesilapan dalam manipulasi iaitu $2x - 1 \log 4 = x \log 7 \rightarrow 2x - 1 - x = \frac{\log 7}{\log 4} \rightarrow 4^{2x-1} = 2^{4x-1}$. Selain itu, laporan calon SPM pada 2005 pula mengkategorikan kesalahan yang dilakukan oleh pelajar seperti menganggap logaritma sebagai faktor sepunya, membuat pengembangan logaritma, salah tafsir hukum logaritma, menyelesaikan logaritma seperti persamaan linear dan kesalahan menukarkan persamaan logaritma kepada persamaan indeks seperti dalam lampiran E.

Laporan kerja calon di peringkat matrikulasi (2009/2010) untuk DM024 melaporkan 10% calon tidak dapat menggunakan hukum logaritma dengan betul (Noor Aziah, 2012). Contoh : $\log_2(4 + 3x) - \log_2(12 - x) = \frac{\log_2(4+3x)}{\log_2(12-x)}$. Selain daripada itu, hampir 70% calon menanggapi aplikasi hukum logaritma adalah pembezaan. Contoh: $y = \ln(x^2 + 1)^{\frac{1}{2}} \rightarrow \frac{dy}{dx} = \frac{1}{2} \ln(x^2 + 1)$. Pada sesi 2010/2011

dalam ujian pertengahan semester subjek matematik akaun (QA026) melaporkan 50% calon menghadapi masalah dalam mencari pembezaan separa peringkat pertama fungsi logaritma asli (Noor Aziah, 2012). Manakala bagi matematik sains (QS016) dalam sesi yang sama mendapati calon-calon boleh menjawab soalan ini dengan betul kecuali 10% calon menggunakan hukum logaritma yang salah dan mendapat jawapan yang salah (Noor Aziah, 2012). Muktakhir, laporan kerja calon bagi ujian pertengahan semester sesi 2011/2012 bagi kod QS016 menyatakan pelajar kurang mahir dalam menggunakan hukum-hukum logaritma (Noor Aziah, 2012). Pada peringkat matrikulasi perkara ini juga merupakan perkara yang menjadi kebiasaan dalam kalangan pelajar kerana pelajar tidak mempunyai pemahaman yang kukuh tentang pengertian dan konsep khususnya logaritma.

Sejak kebelakangan ini, ramai penyelidik memberi perhatian mengenai topik logaritma dalam kajian pendidikan matematik (Tabaghi, 2007). Dalam jurnal "Mathematics Teacher", di antara 1924 hingga 2006 menunjukkan bahawa kepentingan logaritma diberi perhatian dalam dekad 1960 sehingga 1970 iaitu fokus kepada pengertian logaritma sebagai fungsi sonsangan indeks dan pada 1980 sehingga 1990 difokuskan kepada aplikasi fungsi eksponen dan logaritma. Maka, dalam kajian ini tujuan utama difokuskan ialah dalam mengetahui sejauhmana pemahaman pelajar tentang topik logaritma, seterusnya mengenal pasti faktor- faktor penyebab kesalahan penggunaan hukum-hukum logaritma oleh pelajar semasa menyelesaikan persamaan logaritma. Sekiranya pelajar memahami definisi dan konsep logaritma, maka pelajar akan mudah menyelesaikan persamaan logaritma yang memerlukan aplikasi dari hukum-hukum logaritma. Kajian Lim (2002) menyimpulkan bahawa matematik diminati kerana gurunya menerangkan konsep

secara perlahan-lahan dan bersabar hati dan menyediakan pengetahuan isi kandungan yang 100% tepat dan kukuh.

Kajian Chua (2006) melibatkan dua buah sekolah menengah di Singapura. Kajian yang melibatkan 79 orang pelajar ini bertujuan untuk menguji pemahaman pelajar apabila menyelesaikan soalan logaritma. Instrumen yang digunakan adalah set soalan ujian yang mengandungi soalan peringkat kognitif dan data yang diperolehi dianalisis untuk mengenalpasti tahap pemahaman pelajar. Chua dan Wood (2005) menyatakan bahawa antara kesalahan yang sering kali dilakukan oleh pelajar adalah seperti berikut:

1. “*Typical manifestation occurred*”/ Manifestasi tipikal berlaku apabila pelajar menggunakan hukum penukaran asas dengan menulis $\lg 100$ adalah $\frac{\lg 100}{\lg 10}$ dan meringkaskan dengan memansuhkan $\lg$ dibahagian pengangka dan penyebut, keputusannya ialah 10. Kesalahan ini adalah generalisasi dari hukum algebra iaitu $\frac{wx}{wy}$ yang boleh diringkaskan kepada $\frac{x}{y}$ dengan memansuhkan pembolehubah w dari pengangka dan penyebut.
2. Memfaktorkan $\log$ seperti $\log_a x + \log_a y$ kepada $\log_a(x + y)$ seperti memfaktor $2x + 2y$ menjadi $2(x + y)$.
3. Terdapat pelajar meringkaskan $\log_x 6 - 2\log_x 3$ dengan betul iaitu $\log_x 6 - \log_x 9$ tetapi meneruskan penyelesaian dengan memfaktorkan $\log$ iaitu $\log_x(-3)$, tidak tertakrif. Tetapi meneruskan penyelesaian dengan $-\log_x 3$.
4. Kesalahan konsep $\frac{\log_2 27}{\log_2 9} = \log_2 27 \div \log_2 9 = \log_2(27 \div 9) = \log_2 3$.

Kajian Lim (2002) dibuat hanya kepada golongan pensyarah/penyelidik matematik dengan tujuan untuk mengetahui adakah faktor guru matematik di peringkat sekolah memberi kesan positif kepada pencapaian dan minat golongan ini terhadap matematik. Kajian ini hanya kepada golongan yang pakar matematik dan tidak melibatkan pelajar yang mempunyai tahap pencapaian matematik yang pelbagai khususnya pelajar matrikulasi.

Kajian oleh Chua (2006) dan Chua dan Wood (2005) melihat salah faham pelajar dan kesilapan yang sering dilakukan ketika menyelesaikan soalan logaritma. Manakala Indiogine, Piccolo, Wright, Yetkiner, Ozel & Capraro (2007) telah menyenaraikan masing-masing tiga salah konsep pelajar dalam eksponen dan logaritma. Kajian-kajian ini dibincangkan secara terperinci dalam bab kedua.

Dalam penyelidikan ini, penyelidik menjalankan penyelidikan di Malaysia yang melibatkan pelajar Matrikulasi iaitu lepasan sekolah menengah yang melibatkan seramai 138 orang pelajar. Pelajar-pelajar ini perlu menjawab set soalan ujian dan kemudian sembilan orang pelajar dipilih untuk temu bual semi struktur bagi mengenalpasti tahap pemahaman pelajar mengenai topik logaritma. Kaedah yang digunakan dalam penyelidikan ini adalah kaedah campuran melibatkan pendekatan kuantitatif dan kualitatif.

Dapatan kajian ini diharapkan dapat membantu tenaga pengajar matrikulasi mengetahui dan memahami sejauhmana pelajar memahami definisi dan konsep logaritma serta pemahaman mereka tentang logaritma. Selain itu, dapatan kajian ini dapat memberi pencerahan tentang faktor-faktor penyebab kesalahan penggunaan hukum-hukum logaritma di kalangan pelajar dan juga punca logaritma dilabel sebagai satu topik yang tidak digemari di kalangan pelajar.

Tindakan yang sewajarnya boleh diambil oleh tenaga pengajar bagi menangani isu berkaitan pemahaman pelajar tentang logaritma yang seterusnya boleh menjadi panduan bagi pemilihan dan perancangan teknik dan kaedah yang terbaik untuk diaplikasi dalam sesi pengajaran dan pembelajaran. Selain itu, dapatan kajian dapat memberi manfaat kepada pelajar juga di mana mereka dapat menyedari akan kepentingan memahami definisi serta konsep logaritma. Kemantapan dalam memahami konsep logaritma dan mengaplikasikan hukum-hukum logaritma dengan cara yang betul dalam penyelesaian masalah boleh menjadikan pelajar dengan lebih yakin diperingkat yang lebih tinggi terutama apabila mereka berada di IPT nanti.

1.5 Objektif Kajian

Terdapat dua objektif dalam kajian ini iaitu objektif umum dan objektif khusus:

1.5.1 Objektif Umum

Kajian ini mempunyai satu objektif umum iaitu:

Meninjau sejauhmana pemahaman pelajar Kolej Matrikulasi tentang topik logaritma.

1.5.2 Objektif Khusus

Terdapat lima objektif khusus yang ditetapkan bagi kajian ini iaitu:

1. Menenal pasti taraf pencapaian pelajar berdasarkan kategori pengetahuan dan pengiraan, kefahaman dan penggunaan.
2. Menentukan sama ada terdapat perbezaan dalam pencapaian pelajar mengikut modul.

3. Meninjau pemahaman pelajar tentang topik logaritma berdasarkan definisi logaritma.
4. Meneroka pemahaman pelajar tentang topik logaritma.
5. Mengenalpasti faktor- faktor yang menyebabkan kesalahan penggunaan hukum-hukum logaritma dalam menyelesaikan persamaan logaritma.

1.6 Persoalan Kajian

Daripada objektif di atas maka antara persoalan kajian yang cuba dijawab dalam kajian ini boleh dibahagi kepada dua, iaitu persoalan utama dan persoalan khusus iaitu:

Persoalan utamanya ialah:

Sejauhmana pelajar memahami definisi logaritma dan adakah dengan memahami definisi logaritma ini mampu membantu pelajar di dalam menguatkan pemahaman konsep pelajar mengenai logaritma?

Persoalan khusus:

1. Apakah tahap pencapaian pelajar berdasarkan kategori pengetahuan dan pengiraan, kefahaman atau penggunaan?
2. Adakah jurusan yang diikuti (Modul I, Modul II & Modul III) mempengaruhi pencapaian pelajar dalam ujian ToSUL?
3. Apakah pemahaman pelajar tentang topik logaritma berdasarkan definisi logaritma?
4. Apakah pemahaman pelajar tentang topik logaritma?

5. Apakah faktor-faktor yang menyebabkan pelajar menghadapi masalah untuk menggunakan hukum-hukum logaritma secara betul dan tepat?

1.7 Kepentingan Kajian

Memandangkan kurangnya kajian yang dibuat tentang pemahaman pelajar dalam logaritma di kalangan pelajar matrikulasi, adalah diharapkan agar dapatan kajian ini dapat menyumbangkan satu penemuan baru dan dapat dijadikan satu tapak permulaan atau asas ilmu untuk digunakan oleh penyelidik untuk kajian masa hadapan. Oleh yang demikian, penyelidik berharap kajian ini bermanfaat kepada :

1.7.1 Pendidik

- a) Dapat memberi maklumat kepada pendidik matematik mengenai jenis pemahaman pelajar mengenai logaritma dan kepentingan definisi logaritma kepada pelajar dalam memahami konsep awal logaritma.
- b) Diharapkan juga maklumat maklum balas temu bual dan gambaran pelajar semasa menyelesaikan masalah logaritma yang menyebabkan salah faham, kekeliruan dan kesalahan penggunaan hukum-hukum logaritma dapat memberi panduan kepada pendidik untuk membimbing pelajar menguasai dengan tepat dan betul hukum-hukum logaritma bagi mengelakkan kesilapan dan salah faham di kalangan pelajar semasa penyelesaian masalah logaritma.
- c) Dapat memberi maklumat kepada pengajar untuk mempelbagaikan teknik, kaedah dan cara penyampaian dan pengajaran agar difahami secara konsep iaitu bukan hanya menekankan kepada prosedur sahaja tetapi penekanan tentang konsep dan pemahaman penting agar ia selari serta akur dengan kehendak kurikulum.

1.7.2 Pelajar

- a) Pelajar dapat memahami konsep logaritma melalui pemahaman mengenai definisi logaritma dengan jelas dan mampu menggunakan hukum-hukum logaritma dengan tepat, yakin dan bebas dari salahfaham dalam menyelesaikan soalan logaritma.

1.7.3 Ketua Jabatan Matematik Kolej

- a) Sebagai panduan kepada ketua jabatan dan ketua unit matematik untuk merancang pengisian dan kandungan dalam sesi pengajaran dan pembelajaran topik logaritma agar lebih menekankan kepada penguasaan konsep asas logaritma dan penerangan yang mudah difahami pelajar. Selain itu, diharapkan dapatan kajian terpencil ini berkemungkinan dapat memberi panduan kepada pihak tertentu seperti penggubal kurikulum matematik Matrikulasi untuk melihat semula kandungan serta pengisian khususnya topik logaritma agar lebih berkualiti dari segi pengamalan dan pelajar mampu menguasai konsep logaritma mantap di peringkat tinggi seperti di IPT.

1.7.4 Kementerian Pendidikan Malaysia

- a) Kajian ini juga secara tidak langsung memberi gambaran kepada pihak perancang kurikulum dan latihan di Kementerian Pendidikan sebagai panduan dalam proses merancang, mengubal kurikulum dan memberi latihan kepada para guru dan tenaga pengajar dari semasa ke semasa.

1.8 Batasan Kajian

Kajian ini disasarkan kepada pelajar program dua tahun (PDT) iaitu seramai 138 orang pelajar sahaja yang dipilih dari sebuah Kolej Matrikulasi di utara Semenanjung Malaysia. Sampel kuantitatif dipilih berdasarkan jadual Krejcie dan Morgan (1970) iaitu menggunakan persampelan berkelompok pelbagai tahap, maka penyelidik tidak boleh mengatakan dengan yakin bahawa sampel yang diguna pakai ini mewakili penduduk (Creswell, 2002). Pada kebiasaannya penyelidik mengeneralisasikan dapatan kajiannya kepada kelompok pelajar dari mana sampel diperolehi (Tabachnick & Fidell, 2000). Justeru, dapatan kajian ini wajar digeneralisasikan kepada Kolej Matrikulasi yang terlibat dalam kajian ini.

Dalam fasa kedua iaitu fasa kualitatif, hanya sembilan orang pelajar sahaja yang terpilih berdasarkan dari pencapaian peserta kajian untuk ditemubual. Oleh kerana sifat penyelidikan kualitatif iaitu penyelidik sendiri merupakan instrumen utama pengumpulan dan penganalisan data (Noraini, 2010), maka penyelidik mungkin membuat tafsiran mengikut pandangan dan pendapat sendiri semasa menganalisis data yang diperolehi dan penyelidik juga dapat memperkenalkan “bias” ke dalam analisis penemuan. Selain dari itu, terdapat pelbagai tafsiran-tafsiran yang berbeza oleh pembaca-pembaca yang berbeza mengenai dapatan dan analisis data kualitatif tersebut. Terdapat dua jenis instrumen yang digunakan dalam kajian ini iaitu set soalan ujian ToSUL dan soalan temu bual protokol yang mana dibangunkan sendiri oleh penyelidik hasil adaptasi dari set soalan kajian-kajian lepas. Selain itu, kajian ini hanya terbatas kepada satu topik sahaja iaitu topik logaritma.

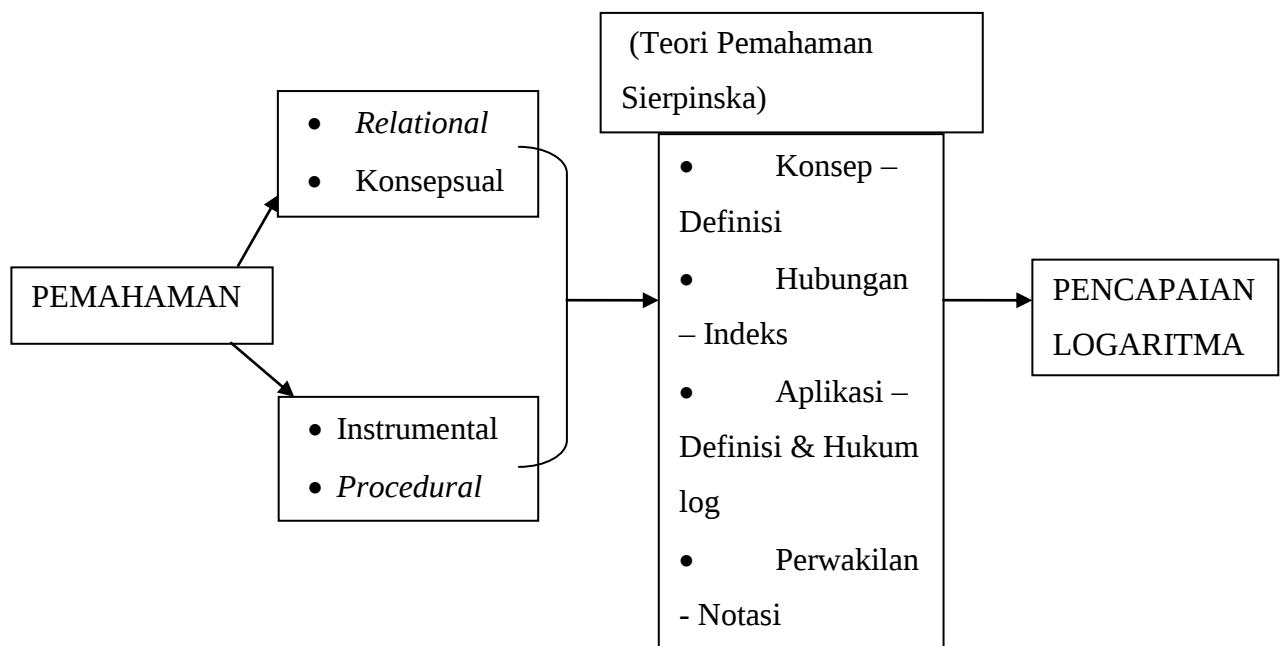
1.9 Kerangka Konseptual

Teori yang mendasari kerangka konseptual ini adalah teori pemahaman yang melibatkan Teori pemahaman *instrumental* dan *relational* oleh Skemp (1976) dan pemahaman konseptual dan *procedural* oleh Hiebert dan Lefevre (1986). Skemp (1976) membezakan pemahaman kepada tiga kategori yang dikenali sebagai pemahaman *instrumental*, *relational* dan formal. Secara ringkasnya, pemahaman *instrumental* adalah kebolehan mengaplikasi hukum-hukum atau formula yang diingati untuk menyelesaikan masalah tanpa mengetahui kenapa hukum atau formula itu digunakan. Dengan kata lainnya, kita mengetahui “bagaimana” tetapi tidak tahu “kenapa”. Pemahaman *instrumental* memiliki pemahaman yang sederhana iaitu melibatkan hukum pengiraan yang ringkas. Pemahaman *instrumental* ini menampakkan pertindihan yang besar dan mirip dengan pemahaman *procedural* yang dikemukakan oleh Hiebert dan Lefevre (1986).

Menurut Hiebert dan Lefevre (1986) pemahaman *procedural* boleh dipelajari dan diingati melalui hafalan. Manakala pemahaman *relational* menurut Skemp (1976) adalah kebolehan mengembangkan/menunjukkan hukum-hukum atau formula yang spesifik dari kebanyakan hubungan am/umum matematik. Dengan kata lainnya, seseorang yang mempunyai pemahaman *relational* adalah seseorang yang mampu mengetahui “bagaimana” dan “kenapa” sesuatu (hukum/formula) digunakan. Manakala, Hiebert dan Lefevre (1986) berpandangan bahawa pemahaman konseptual adalah pemahaman yang diperolehi secara bermakna (Ausubel, 1963).

Teori Pemahaman Sierpinska (1994) digunakan dalam kerangka konseptual kajian ini dari sudut pemahaman pelajar berdasarkan definisi logaritma. Teori

pemahaman Sierpinska (1994) menyatakan pemahaman adalah suatu tindakan memberikan makna/maksud kepada sesuatu. Beliau memanggil tindakan ini sebagai “tindakan pemahaman”. Seperkara lagi, halangan epistemologi merupakan satu ciri yang besar dalam teori pemahaman Sierpinska. Halangan epistemologi adalah “merupakan suatu tembok kepada perubahan didalam minda” (hlm. 121 & terjemahan penyelidik). Sierpinska melihat gambaran mental merupakan punca kepada halangan tersebut. Sierpinska dalam teori pemahaman menyediakan gambaran bagaimana penjelasan seorang pelajar mampu membina sesuatu maksud (*provide a picture of how a student attempts to construct meaning*).



Rajah 1.2 Kerangka konseptual

Rajah 1.2 di atas menggambarkan kerangka konseptual untuk kajian ini yang melibatkan dua perkara utama iaitu pemahaman dan pencapaian pelajar mengenai logaritma. Konsep pemahaman oleh Skemp (1976) dan Hiebert dan Lefevre (1986) diguna pakai dalam menentukan jenis pemahaman yang ada dalam kalangan pelajar

mengenai logaritma. Manakala, Teori pemahaman Sierpinska (1994) difokuskan kepada pemahaman berdasarkan konsep definisi, hubungan dengan konsep indeks, aplikasi definisi dan hukum-hukum logaritma serta perwakilan khususnya kepada notasi logaritma. Seterusnya, hasil dari pemahaman pelajar mengenai logaritma ini, kesannya dapat dilihat dari segi pencapaian pelajar iaitu pada taraf pencapaian cemerlang, kepujian, lulus atau gagal dalam topik logaritma ini selari dengan jenis pemahaman yang mereka miliki.

1.10 Definisi Istilah

Berikut adalah definisi istilah yang digunakan dalam kajian ini.

- a) **Pemahaman** merujuk kepada tiga teori pemahaman, pertama iaitu pemahaman *relational* dan pemahaman *instrumental* oleh Skemp (1976), kedua pemahaman konseptual dan pemahaman *procedural* oleh Hiebert dan Lefevre (1986) seterusnya yang ketiga pemahaman oleh Sierpinska (1994).
- b) **Pencapaian Logaritma** dalam kajian ini diukur berdasarkan markah ujian ToSUL yang diduduki oleh peserta kajian.
- c) **Logarima** adalah sonsangan eksponen. Logaritma bagi suatu nombor adalah eksponen iaitu $y = \log_b x$ bermakna $b^y = x$.
- d) **Modul 1** – Pelajar program sains matrikulasi yang dipilih berdasarkan kuota 60% dari Bahagian Matrikulasi yang memperolehi keputusan gred yang baik (A atau B) dalam kedua-dua subjek Biologi dan Fizik di peringkat SPM.

- e) **Modul 2** – Pelajar program sains matrikulasi yang dipilih berdasarkan kuota 20% dari Bahagian Matrikulasi yang memperolehi keputusan gred yang lebih baik (A, B) dalam subjek Fizik berbanding subjek Biologi di peringkat SPM.
- f) **Modul 3** – Pelajar program sains matrikulasi yang dipilih berdasarkan kuota 20% dari Bahagian Matrikulasi yang memperolehi keputusan gred yang lebih baik (A, B) dalam subjek Biologi berbanding subjek Fizik di peringkat SPM.

1.11 Ringkasan Organisasi Bab

Ringkasan organisasi bab ini menyatakan secara ringkas kandungan dalam setiap bab dalam tesis ini. Secara keseluruhannya, tesis ini mengandungi enam bab. Bab pertama membincangkan mengenai pengenalan, pengalaman dalam kewibawaan penyelidik dalam pendidikan matematik, latar belakang masalah kajian, pernyataan masalah kajian, objektif kajian, soalan kajian, kepentingan kajian, hipotesis kajian, batasan kajian, kerangka konseptual, definisi operasional dan ringkasan organisasi bab. Bab kedua pula membincangkan berkenaan dengan tinjauan literatur yang mengandungi tentang Teori pemahaman, pemahaman *relational*, pemahaman *instrumental* dan pemahaman Formal: Skemp (1976), pemahaman konseptual dan *procedural*: Hiebert dan Lefevre (1986) dan Teori Pemahaman Sierpinska (1994). Selain itu dibincangkan juga mengenai konsep definisi, hubungan, aplikasi konsep, perwakilan dan pedagogi/ strategi pengajaran. Selain itu perbincangan, bab dua juga merangkumi konsep logaritma dan kajian-kajian lepas tentang logaritma. Seterusnya, huraian mengenai metodologi kajian dibincangkan dalam bab ketiga seperti reka

bentuk kajian, populasi dan persampelan, alat ukur, kajian rintis, prosedur pemungutan data dan prosedur menganalisis data.

Manakala bab yang seterusnya melibatkan analisis dapatan data kuantitatif data kualitatif yang dipecahkan kepada dua bab iaitu bab empat dan bab lima. Bab empat membincangkan analisis data kuantitatif yang berpandukan data dari ujian bertulis ToSUL. Analisis telah dijalankan untuk mengetahui tahap pencapaian pelajar dalam ujian ToSUL, mengenalpasti terdapat perbezaan atau tidak terdapat perbezaan signifikan di antara Modul 1, Modul 2 dan Modul 3 dan juga mengenalpasti kategori soalan yang mampu dijawab oleh pelajar samada kategori pengetahuan dan pengiraan, pemahaman dan penggunaan. Selain itu, dari ujian bertulis ToSUL juga telah dikenalpasti kesalahan-kesalahan yang sering dilakukan oleh pelajar dalam menjawab soalan yang berkaitan dengan logaritma.

Bab kelima pula, membincangkan analisis data kualitatif yang diperolehi dari protokol tembuwal klinikal. Bab ini telah membincangkan analisis data kualitatif yang diperolehi dari data temu bual semi struktur yang telah siap ditranskripikan. Analisis telah dijalankan berdasarkan persoalan kajian iaitu sejauhmana pelajar memahami definisi logaritma dan adakah dengan memahami definisi logaritma ini ia dapat membantu pelajar di dalam menguatkan pemahaman konsep, bagaimana kerja mengira pelajar semasa proses penyelesaian persamaan logaritma dijalankan dan ketiga apakah faktor-faktor yang menyebabkan pelajar menghadapi masalah untuk menggunakan hukum-hukum logaritma secara betul dan tepat. Bab yang seterusnya adalah bab yang terakhir yang membincangkan tentang kesimpulan dan implikasi kajian yang mengandungi ringkasan kajian, perbincangan dapatan kajian, implikasi kajian dan cadangan kajian masa depan.

1.12 Rumusan

Pemahaman konsep logaritma perlu dikuasai oleh semua pelajar kerana konsep ini banyak digunakan dalam banyak topik yang lain dan juga aplikasi dalam kehidupan harian. Walaupun begitu, topik logaritma sering di anggap sebagai topik yang sukar di kalangan pelajar sama ada di peringkat menengah mahupun matrikulasi. Pelbagai salahfaham dan kesilapan yang sering dilakukan oleh pelajar dalam menyelesaikan soalan logaritma. Oleh itu kajian yang dijalankan merupakan satu kajian yang melibatkan pelajar program dua tahun dalam kalangan pelajar matrikulasi yang bertujuan mengkaji pemahaman mereka tentang logaritma. Pemahaman konsep logaritma dilihat daripada konsep asas logaritma iaitu penukaran logaritma ke indeks dan sebaliknya, penyelesaian logaritma yang menggunakan hukum-hukum logaritma dan aplikasi konsep logaritma.

BAB DUA

TINJAUAN LITERATUR

2.1 Pengenalan

Bab ini membincangkan teori pemahaman, pemahaman *relational*, *instrumental* dan *formal* (Skemp, 1976), pemahaman konseptual dan *procedural* (Hiebert & Lefevre, 1986) serta pemahaman Sierpinska (1994). Selain itu, turut dibincangkan ialah konsep definisi, hubungan, aplikasi konsep, perwakilan dan konsep logaritma. Bab ini seterusnya membincangkan pemahaman dengan pencapaian, pencapaian dengan jurusan pengajian dan tinjauan kajian terdahulu tentang konsep logaritma.

2.2 Konsep Pemahaman Matematik

Pemahaman sering dikaitkan dengan baca dan faham (Yahya & Ghazali, 2010). Walau bagaimanapun dalam matematik melalui pembacaan sahaja tidak menunjukkan seseorang pelajar itu telah faham sebenarnya. Menurut Tengku Zawawi (1999) dalam Nor Afzan (2007) menyatakan pemahaman yang paling dikehendaki dalam matematik ialah mampu membuat generalisasi. Pemilikan tahap pemahaman matematikal adalah berbeza mengikut individu (Davis, 2001). Seseorang itu dikatakan telah memahami matematik sekiranya dia berupaya mengaplikasi ilmu yang dipelajari ke dalam situasi yang baru. Ini disokong oleh Boix-Mansilla dan Gardner (1999, hlm. 79) yang mendefinisikan “pemahaman dalam matematik sebagai keupayaan untuk menggunakan pengetahuan semasa, konsep-konsep dan kemahiran-kemahiran untuk menjelaskan masalah-masalah baru atau isu-isu yang tidak dijangka” (terjemahan penyelidik).

Pemahaman sebenar seseorang pelajar tentang matematik apabila pelajar tersebut mampu menggunakan ke dalam situasi yang baru. Seseorang pelajar dikatakan tidak mencapai pemahaman dalam erti kata yang sebenarnya sekiranya dia hanya menggunakan pengetahuan yang diperolehi hanya untuk menyelesaikan masalah-masalah matematik yang hampir serupa. Menurut Boix-Mansilla dan Gardner (1994; 1997) pemahaman seseorang pelajar tidak semestinya dilihat dari skor yang tinggi tetapi sejauhmana pelajar tersebut mampu menggunakan ilmu tersebut dalam situasi yang baru dan membuat secara spontan tanpa arahan yang khusus. Pandangan serupa yang mengaitkan pemahaman dengan aplikasi juga diutarakan oleh Carpenter dan Lehrer (1999), yang menganggap pelajar yang berkebolehan untuk mengaplikasikan pengetahuan yang telah mereka perolehi untuk mempelajari topik baru dan menyelesaikan masalah-masalah baru “*unfamiliar*” apabila mereka memahami ilmu berkenaan.

Menurut Skemp (1982) dalam teori pemahaman beliau menyatakan aktiviti pengabstrakkan berlaku dalam proses pembinaan konsep. Pengabstrakkan melibatkan mengenal pasti kesamaan iaitu penyamaan dalam proses pembentukan sesuatu konsep. Skemp telah mengemukakan satu contoh iaitu kerusi mempunyai empat kaki dan boleh digunakan untuk duduk. Sekiranya kaki kerusi mempunyai tiga adakah ia masih dipanggil kerusi. Hiebert dan Carpenter (1992) mengusulkan bahawa pemahaman itu muncul apabila fakta, idea dan prosedur adalah sebahagian daripada rangkaian ke arah hubungkait antara fakta, idea dan prosedur. Rangkaian ini mempunyai hubungkait yang harmoni antara satu sama lain.

Hiebert dan Carpenter (1992) mencadangkan agar pemahaman itu perlu diusahakan dalam bentuk perhubungan baharu yang lebih tersusun. Kesimpulannya,

pemahaman itu menjana ingatan hubungan antara ilmu baharu dengan ilmu sedia ada, pemindahan dan perbezaan yang wujud dalam sesuatu pemahaman itu lebih ke arah pembaik pulih. Putnam, Lampert dan Peterson (1990) telah mengkategorikan pemahaman dalam perspektif kognitif yang terdiri daripada lima tema iaitu:

1. Pemahaman sebagai perwakilan iaitu pelajar itu mampu menyesuaikan antara perwakilan luaran dan perwakilan kognitif dalaman.
2. Pemahaman sebagai struktur ilmu iaitu pengetahuan tersirat dijadikan tersurat, skema dicapai dan pengetahuan domain tertentu.
3. Pemahaman sebagai hubungkait antara pelbagai ilmu iaitu kecemerlangan dibina dari konsep dan prosedur ilmu dan ilmu formal dan tidak formal.
4. Pembelajaran sebagai pembangunan aktif ilmu iaitu pelajar yang mempunyai ilmu atau pengetahuan sedia ada dan kemudian mampu menyusun semula serta mengintegrasikan pengetahuan baru.
5. Pemahaman sebagai situasi kognitif, iaitu gambaran kognitif yang wujud dalam minda seseorang individu dan dirasai dalam situasi fizikal dan sosial.

2.2.1 Pemahaman *Relational*, Pemahaman *Instrumental* dan Pemahaman Formal: Skemps

Definisi pemahaman adalah memiliki ilmu itu dan mampu menggunakannya dalam situasi yang baru. Sebagai contoh guru mengingatkan pelajar bahawa luas segi empat ialah $A = L \times W$, di mana A merujuk kepada luas, L ialah panjang dan W ialah lebar tetapi pelajar tidak memahaminya. Kemudian guru cuba menerangkan bahawa formula untuk mencari luas segi empat adalah dengan mendarabkan panjang dan lebar. Jawab pelajar tersebut, saya telah faham dan telah berjaya membuat latihan.

Tetapi sekiranya mengatakan bahawa pelajar tersebut tidak memahami sebenarnya, pelajar tersebut menafikan kerana semua jawapannya betul. Skemp (1982) mengkategorikan pemahaman kepada tiga jenis iaitu pemahaman *instrumental*, pemahaman *relational* dan pemahaman formal. Contoh di atas telah menggambarkan tentang makna pemahaman *instrumental* iaitu kebolehan seseorang pelajar menyelesaikan sesuatu soalan matematik dengan menggunakan prosedur tanpa mengetahui mengapa prosedur itu menghasilkan penyelesaian 'peraturan tanpa sebab'. Dengan kata lainnya, menghafal peraturan yang sesuai untuk mencari penyelesaian bagi sesuatu masalah tertentu tetapi tidak memahami 'mengapa' di sebalik penyelesaian itu. Skemp (1982) menyatakan bahawa pemahaman *instrumental* tidak dianggap pemahaman yang sebenarnya.

Manakala pemahaman *relational* adalah pemahaman yang melibatkan penguasaan konsep sepenuh iaitu ia mampu merumuskan peraturan atau prosedur khusus daripada sesuatu yang umum. Sebagai contoh untuk soalan yang sama seperti luas segiempat, jika pelajar tersebut mempunyai pemahaman *relational*, dia akan dapat menghuraikan pemahamannya dengan jelas. Katakan terdapat dua kumpulan pelajar yang mempelajari asas penambahan iaitu kumpulan A dan kumpulan B. Kumpulan A hanya mempelajari asas penambahan dengan membuat latihan menggunakan pensil, kertas dan cuba memahami asas penambahan secara prosedur sebagai contoh $23 + 48 = 71$. Jawapan diperolehi setelah menukarkan ke bentuk lazim, proses penambahan dilaksanakan dengan lapan ditambah tiga menghasilkan sebelas, angka satu diletakkan di kanan dan angka satu lagi diletakkan diatas angka dua dan kemudian dilakukan proses tambah angka satu, dua dan empat menghasilkan angka tujuh. Itulah amalan yang dilakukan oleh kumpulan A. Berbanding dengan

kumpulan B yang mempelajari asas penambahan dengan mengetahui 'rumah' sa, puluh, ratus, ribu dan sebagainya. Guru menerangkan konsep 'rumah' tersebut dan apabila contoh yang sama seperti kumpulan A diguna pakai, pelajar memahami bahwa angka satu yang dibawa ke atas dua itu adalah bernilai sepuluh yang mana bila ditambah dengan dua puluh dan empat puluh menghasilkan tujuh puluh bukannya angka 7 sahaja dan akhirnya memperolehi jawapan tujuh puluh satu selari dengan pemahaman konsep 'rumah' tersebut. Maka kumpulan B memahami secara pemahaman *relational* berbanding kumpulan A. Berbanding dengan pelajar yang mempunyai pemahaman *instrumental* ia mungkin boleh memberi jawapan yang betul tetapi tidak boleh menerangkan apa yang dilakukan.

Berbeza dengan pemahaman *instrumental*, pemahaman *relational* tidak dapat dikuasai secara hafalan tetapi memerlukan pembentukan skema atau set struktur konsep yang boleh menyediakan pelajar supaya mampu menyelesaikan masalah yang tidak rutin. Pemahaman *relational* ialah pemahaman sebenar dan menunjukkan seseorang itu benar-benar faham (Suhaidah, 2006).

Walaupun begitu, perlu disedari bahawa pemahaman *instrumental* juga penting sebagai contoh penggunaan matematik dalam kehidupan seharian seperti penggunaan formula untuk mencari perimeter, isipadu atau luas dan sebagainya. Tetapi perlu diingat, dalam keadaan tertentu pemahaman *instrumental* tidak memadai dan pemahaman *relational* diperlukan. Penekanan kepada pemahaman dalam pembelajaran sangat membantu pelajar mengingat dan menggunakan prosedur dengan betul (Baroody, 1991). Manakala kebolehan seseorang pelajar yang mampu menghubungkan kaitkan simbol dan tatatanda matematik dengan idea matematik kepada rangkaian taakulan logik (tahu 'bagaimana', 'kenapa' dan 'membentuk hujah') adalah

makna kepada pemahaman logik. Perbezaan antara pemahaman formal dengan pemahaman *relational* ialah pemahaman formal mampu menyakinkan orang lain berbanding pemahaman *relational* hanya cukup untuk meyakinkan diri sendiri.

Selain itu, Skemp (1982) juga membincangkan tentang ketidakpadanan dalam pengajaran dan pembelajaran matematik. Terdapat dua jenis ketidakpadanan yang dibincangkan oleh Skemp (1982) iaitu pertama, guru sedang berusaha untuk mengajar pelajar-pelajarnya secara pemahaman *relational*, tetapi pelajar berpuas hati dengan pemahaman *instrumental*. Dalam erti kata lain, guru mahu pelajar untuk memahami konsep sesuatu ilmu, bagaimana dan mengapa sesuatu rumus itu berfungsi, tetapi pelajar hanya mahu dan berminat untuk mendapat jawapan yang betul sahaja. Perkara ini adalah menjadi kebiasaan dan mungkin lebih ketara di dalam kelas. Ketidakpadanan kedua ialah bahawa pelajar itu mahu memahami sesuatu masalah itu secara pemahaman *relational*, tetapi guru hanya mengajar *instrumental*. Dalam erti kata lain, guru mahu pelajar untuk mengulangi langkah-langkah yang sama, atau prosedur yang sama, atau hanya mengikut peraturan untuk setiap masalah. Pelajar mahu memahami mengapa, atau mungkin mahu membuat lebih banyak sambungan kepada masalah-masalah lain, tetapi guru menghadkannya untuk memahami secara *instrumental* atau *procedural* tanpa perlu memahami secara sebenar dan mendalam.

2.2.2 Pemahaman Konsepsual dan *Procedural*: Hiebert & Lefevre

Hiebert dan Lefevre (1986) dari University of Delaware telah membincangkan pemahaman konsep dengan *procedural* dan melibatkan pelbagai pandangan tokoh

matematik di dalam penulisan mereka mengenai *Conceptual and Procedural Knowledge in Mathematics: An Introductory Analysis*. Menurut Hiebert dan Lefevre (1986), terdapat tiga perbezaan utama. Pertama, pemahaman dan kemahiran patut ditekankan semasa pembelajaran di dalam kelas iaitu pembelajaran melalui tunjuk ajar. Kedua, pemahaman konseptual dan pemahaman *procedural* adalah saling berkaitan dan ketiga, perbezaan antara cara lama (tradisional) mempelajari matematik berdasarkan pemahaman konseptual dan *procedural*.

Definisi pemahaman konseptual adalah ilmu yang saling berhubung kait dari satu maklumat ke maklumat yang seterusnya. Sebagai contoh, Bruner (1961) berpendapat pembelajaran melalui penemuan (*Discovery Learning*). Pembelajaran penemuan merangkumi model saintifik yang berlawanan dengan kognitif pembangunan. Bruner mendefinisikan penemuan sebagai "memperoleh pengetahuan untuk diri sendiri dengan menggunakan fikiran sendiri" (Bruner, 1961, hlm. 22). Pada dasarnya, ini adalah satu perkara yang daripada "menyusun semula atau mengubah keterangan dalam apa-apa cara dalam situasi baru" (Bruner, 1961, hlm. 22). Bruner percaya bahawa proses penemuan menyumbang dengan ketara kepada pembangunan intelek dan bahawa heuristik penemuan hanya boleh dipelajari melalui latihan kepada penyelesaian masalah. Beliau mencadangkan pembelajaran penemuan sebagai strategi pedagogi dengan mengaplikasikannya di sekolah-sekolah dan diuji.

Manakala menurut Ginsburg (1977), pemahaman adalah suatu pengetahuan dan pengalaman sedia ada serta hubungkait dengan ilmu yang lain seperti dalam proses mempelajari nombor dan aritmatik. Ini membawa maksud bahawa pemahaman konseptual juga boleh berkembang daripada perhubungan di antara pengetahuan sedia ada dengan ilmu baru. Ini selari dengan kenyataan bahawa

pemahaman itu wujud apabila suatu pengetahuan matematik yang baru ada hubung kait dengan pengetahuan sedia ada (Skemp, 1971). Selain itu pembelajaran bermakna juga merupakan maksud pemahaman konseptual (Ausubel, 1967). Maka dengan itu, hubung kait di antara ilmu baru dan pengetahuan sedia ada akan berjaya sekiranya pembelajaran dari aras mudah ke susah (absrak/komplek) dilaksanakan. Selain itu, membuat latihan selepas mempelajari sesuatu kaedah sangat penting kerana ia memberi kesedaran kepada pelajar akan sejauh mana mereka mampu menguasai sesuatu ilmu atau topik yang telah dipelajari.

Manakala definisi pemahaman *procedural* boleh dibahagikan kepada dua. Pertama, penyusunan dari bahasa formal atau sistem penggambaran simbol dan kedua mengandungi algoritma atau hukum (rules) untuk menyelesaikan sesuatu soalan/latihan matematik. Bahagian pertama kadang-kadang dikenali sebagai ‘bentuk’ dalam matematik (Byers & Erlwanger, 1984). Ia mengandungi kebiasaan (*familiarity*) iaitu simbol dalam menggambarkan idea dan “*awareness of the syntactic rules*” dalam penulisan simbol matematik. Contohnya $2^3 = 8$ adalah sama $\log_2 8 = 3$. Manakala bahagian kedua pula adalah langkah-langkah penyelesaian yang dibuat untuk menyelesaikan sesuatu masalah atau soalan. Sebagai contoh,

$$\begin{aligned}\log_2 16 &= \log_2 4^2 \\ &= \log_2 2^4 \\ &= 4 \log_2 2 \\ &= 4(1) = 4\end{aligned}$$

Setiap langkah penyelesaian atau prosedur adalah sebagai suatu kenyataan bagi sesuatu masalah untuk mencapai matlamatnya (jawapan). Ia juga merupakan strategi penyelesaian masalah atau tindakan yang terdiri daripada operator-operator seperti

objek konkrit, diagram, imej mental atau objek lain yang tidak mempunyai simbol yang piawai dalam sistem matematik. Pemahaman *procedural* boleh dipelajari secara hafalan. Secara keseluruhannya boleh disimpulkan bahawa pemahaman konseptual adalah suatu pembelajaran perlu dipelajari secara bermakna manakala pemahaman *procedural* boleh dipelajari secara hafalan.

Walaupun bagaimanapun, terdapat pertikaian sama ada pemahaman konseptual perlu dikuasai terlebih dahulu kemudian disusuli pemahaman *procedural* adalah lebih baik atau sebaliknya. Berdasarkan teori 'konsep-dahulu' (*concepts-first*), pelajar menggunakan pemahaman konseptual sedia ada dalam memilih prosedur untuk menyelesaikan sesuatu masalah matematik. Buktinya boleh dilihat dari segi pembelajaran aritmetik mudah sehingga kepada '*proportional reasoning*' (Hiebert & Wearne, 1996). Dalam pemulihan matematik penekanan pemahaman konseptual terlebih dahulu kemudiannya pemahaman *procedural* diguna pakai. Manakala, pemahaman konseptual boleh dikuasai selepas pemahaman prosedur mengikut teori 'prosedur dahulu' di mana pelajar belajar menggunakan prosedur untuk menyelesaikan sesuatu masalah matematik dan menguasai sesuatu konsep setelah melalui beberapa pengalaman dalam proses ini (Fuson, 1990). Sebagai contoh pembelajaran seperti membilang dan mendarab nombor-nombor (Hiebert & Wearne, 1996). Walaupun bagaimanapun, teori yang terkini mencadangkan pembinaan kedua-dua jenis pemahaman ini berlaku serentak dan saling mempengaruhi serta semakin mendapat perhatian. Kedua-dua aspek pemahaman ini memainkan peranan yang penting dalam pendidikan matematik. Ini selari dengan kehendak kurikulum sekolah menengah dan matrikulasi yang berkehendakkan pelajar menguasai pemahaman konseptual dan juga mahir dalam prosedur.

2.2.3 Teori Pemahaman Sierpinska

Menurut Sierpinska (1994) kebanyakan masalah dalam pendidikan matematik bukan datang dari huraian dan proses pembangunan ilmu itu tetapi adalah dari gangguan atau campurtangan dalam proses tersebut. Sierpinska (1994) dalam teori pemahaman beliau menyatakan bahawa pemahaman adalah suatu tindakan menguasai makna/ maksud (1990, hlm. 27). Halangan epistemologi adalah satu ciri yang besar dalam konsep pemahaman Sierpinska. Halangan kepada sejarah pembangunan idea matematik membina asas kepada andaian yang mana konsep matematik merupakan halangan kepada pelajar. Halangan tersebut dikenali oleh Sierpinska sebagai “penyusunan”. Maksudnya adalah, pemahaman diperingkat tinggi dibina dari tahap sebelumnya. Manakala pemahaman tahap awal perlu dicantumkan dengan pemahaman di tahap yang tinggi (Sierpinska, 1994, hlm. 122).

Halangan epistemologi adalah “merupakan suatu tembok kepada perubahan didalam minda” (Sierpinska, 1994, hlm.121) . Sierpinska melihat gambaran mental merupakan punca kepada halangan tersebut. Sebagai contoh, andaikan pelajar hanya mempelajari logaritma yang berasas lebih dari 1. Ini akan menjadikan suatu halangan kepada pelajar tersebut sekiranya diminta membandingkan dua logaritma berikut: $\log_{\frac{1}{2}}3$ dan $\log_{\frac{1}{2}}5$. Pelajar mungkin menyimpulkan bahawa nombor yang terkemudian adalah lebih besar. Hal ini kerana pelajar tersebut hanya memberi perhatian kepada nombor bulat dan mengabaikan asas logaritmanya. Sierpinska (1994) menyatakan lagi bahawa halangan dapat diatasi bukan hanya dengan menghasilkan pemahaman. Mengatasi halangan (*overcoming obstacles*) mungkin adalah satu bahagian dalam membangunkan pemahaman fungsi logaritma.

Komponen yang seterusnya adalah objek, asas, dan operasi mental. Teori Pemahaman Sierpinska (1994) memberikan gambaran cara seorang pelajar cuba untuk membina makna. Ketiga-tiga komponen di atas digabungkan bagi menghasilkan suatu perbuatan pemahaman. Pertama, operasi mental pengenalan: "Pengenalan adalah operasi utama yang terlibat dalam tindakan pemahaman ... perbuatan yang terdiri dalam penyusunan semula bidang kesedaran supaya beberapa objek" (Sierpinska, 1994, hlm. 57) yang berada di latar belakang kini berada di latar depan. Operasi mental yang dikenalpasti dan ditakrifkan oleh Sierpinska (1994) ialah diskriminasi, generalisasi, dan sintesis. Diskriminasi ialah pengenalan kepada perbezaan di antara objek-objek. Melihat sesuatu objek sebagai kes tertentu ditakrifkan sebagai generalisasi. Sintesis adalah "mencari hubungan yang sama" (hlm. 60) antara generalisasi. Bagaimanakah pemahaman pelajar mengenai fungsi logaritma? Menurut Sierpinska, jika seseorang pelajar dapat mengenal pasti fungsi logaritma sebagai objek untuk memahami dan boleh mencari 'asas' bagi sesuatu fungsi logaritma, maka jelas bahawa pelajar telah faham. Secara kesimpulannya, dalam kajian ini ketiga-tiga teori ini diguna pakai seperti gambaran dan huraian di bahagian kerangka konseptual.

2.3 Definisi

Definisi adalah suatu bentuk perkataan yang digunakan untuk menentukan konsep tersebut (Tall & Vinner, 1981). Ia mungkin dipelajari oleh individu dalam bentuk hafalan atau pembelajaran lebih bermakna dan dapat mengaitkan dengan konsep secara keseluruhan. Ia juga sebagai penyusunan peribadi oleh pelajar mengenai definisi. Ia juga adalah suatu bentuk ayat sendiri yang digunakan oleh pelajar dalam

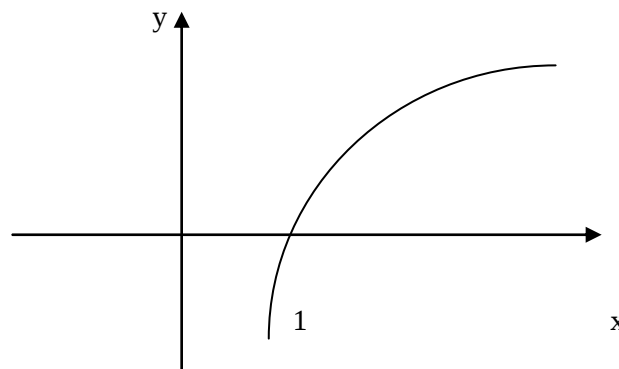
menerangkan konsep imej. Sama ada definisi ialah diberikan kepadanya atau dibina sendiri, individu tersebut mampu membezanya dari semasa ke semasa. Dalam cara ini definisi personal boleh diguna pakai dari satu definisi konsep formal, kemudiannya menjadi satu definisi yang diterima oleh komuniti matematik secara umumnya. Wu (2011) menyatakan bahawa definisi adalah dasar struktur matematik dan ia merupakan platform dalam menyokong taakulan (support reasoning). Kenyataan beliau adalah jika tiada definisi tiada matematik.

Menurut Berezovski (2006), dalam kurikulum tradisional, konsep logaritma dipersembahkan sebagai sonsangan eksponen. Dienes (1973) menekankan pembelajaran mengikut urutan mudah kepada kompleks. Konsep ini sangat sesuai diaplikasikan dalam menerangkan konsep logaritma dan hukum-hukum logaritma kepada pelajar. Definisi diterapkan dalam pemahaman logaritma contohnya $3^2 = 9 \rightarrow \log_3 9 = 2$. Menurut Indigine et al. (2007) seringkali kesilapan yang dilakukan oleh pelajar dalam logaritma adalah kerana guru tidak menerangkan definisi logaritma secara terperinci untuk mengaitkan konsep definisi tersebut dalam proses memahami logaritma. Logaritma adalah eksponen, konsep ini dikenali sebagai definisi atau takrifan logaritma, tetapi menurut beliau kebiasaannya pelajar tidak ditekankan dengan definisi logaritma. Justeru, pelajar sering menganggap logaritma dan eksponen adalah suatu benda yang berasingan.

2.4 Hubungan

Jika pelajar menterjemahkan perwakilan dari satu bentuk ke bentuk yang lain atau mengubah perwakilan kepada yang lain dalam bentuk yang sama, ia adalah

merupakan hubungan antara perwakilan (Lesh, Post, & Behr, 1987). Sebagai contoh, jika pelajar boleh mengenal pasti graf fungsi logaritma, pelajar berkenaan dapat menterjemahkan kepada bentuk ayat pendek (pepatah). Sebagai contoh, rajah 2.1 menunjukkan graf $y = \log 1 = 0$ bermaksud nilai y adalah sifar jika pintas pada paksi x .



Rajah 2.1 Graf $y = \log 1$

Jika pelajar menulis $y = \log_3 x$ sebagai $3^y = x$, ini menunjukkan hubungan antara logaritma dan indek. Menurut Hiebert dan Carpenter (1992), darjah pemahaman adalah ditentukan oleh nombor dan kekuatan dalam hubung kait. Menurut beliau lagi, bukti bahawa hubungan / hubung kait boleh dilihat apabila pelajar menghubungkan dua atau lebih perwakilan luaran. Manakala menurut Bruner (1963) dalam Teorem Hubungan/ Pengaitan (*Conectivity Theorem*) menyatakan bahawa sesuatu konsep itu mempunyai hubungan dari segi isi dan rumus. Dalam matematik perkaitan di antara satu topik dengan topik yang lain sangat penting dan harus diperjelaskan. Untuk memahami logaritma perlu dikaitkan dengan eksponen. Selain itu, sifat kesamaan hukum-hukum eksponen dikaitkan dalam menerangkan hukum-hukum logaritma (Dienes, 1973).

2.5 Aplikasi Konsep

Perkara penting dalam pembelajaran dan pengajaran matematik ialah pembentukan konsep oleh para pelajar. Apakah yang dimaksudkan oleh seorang guru kepada pelajarnya bahawa “Kamu telah salah konsep...”. Menurut von Glasersfeld (1992) konsep merujuk sebarang struktur yang telah diabstrakkan daripada proses pembinaan pengalaman sebagai sesuatu yang boleh digunakan secara berulang-ulang. Menurut beliau lagi, istilah konsep bagi konsepsi yang telah dimantapkan melalui pengulangan, dipiawaikan melalui interaksi, dan dikaitkan dengan perkataan khusus. Beliau meneruskan sesungguhnya, konsep boleh diperolehi semula dan dengan itu, boleh diulang, tetapi setiap kali butir konsepsi itu digunakan, ia merupakan butir itu sahaja dan salinan atau replika bagi butir tersebut dan ia bersifat dinamik. Dengan kata lain konsep dibina daripada unsur-unsur tersebut mungkin digabungkan dengan cara baru.

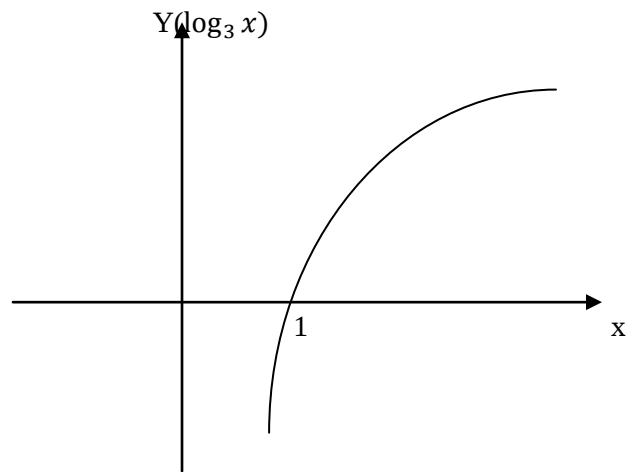
Aplikasi konsep matematik ialah menggunakan konsep tersebut dalam penyelesaian masalah. Jika pelajar dapat menggunakan konsep matematik dalam penyelesaian masalah, pelajar tersebut telah mengaitkan masalah kepada konsep tersebut. Kaitan ini menunjukkan satu pemahaman bagaimana konsep boleh digunakan. Sebagai contoh, pelajar mampu mencari nilai $\log_3 9$ tanpa menggunakan kalkulator iaitu perlu menukarkan kepada bentuk $\log_3 3^2$ dan kemudian mengaplikasi hukum kuasa logaritma $2 \log_3 3$. Maka akhirnya pelajar yang menggunakan aplikasi konsep hukum kuasa logaritma akan memperolehi jawapan 2 daripada soalan tersebut. Keupayaan menggunakan konsep matematik dalam situasi luar biasa seringkali digunakan secara meluas dalam ujian pemahaman. Jika pelajar boleh menggunakan konsep dalam pelbagai situasi dan masalah, pelajar tersebut

memahami sesuatu tentang kedua-duanya ialah masalah dan konsep (Kastberg, 2002).

2.6 Perwakilan

Perwakilan oleh pelajar mengenai konsep matematik terdiri daripada simbol yang digunakan oleh pelajar untuk memikirkan tentang konsep dan komunikasinya pada yang lain. Perwakilan memainkan peranan penting dalam ilmu matematik. Kastberg (2002) memfokuskan kepada empat cara perwakilan iaitu penulisan, gambaran, jadual dan lisan. Perwakilan penulisan adalah koleksi huruf dan nombor yang membincangkan tentang nama, tatatanda, pepatah (ayat yang ringkas mengenai sesuatu konsep) dan huraian. Nama adalah sebutan yang merujuk kepada objek matematik, prosedur dan koleksi di antara kedua-duanya. Contohnya ialah seperti sebutan “*asas*”. Tatatanda pula adalah definisi dan ciri-ciri logaritma seperti $\log_3 1 = 0$ dan $\log_b b = 1$. Menurut Bruner (1963), pepatah adalah kenyataan pendek yang membawa maksud hukum-hukum matematik atau panduan mengenai sesuatu konsep. Sebagai contoh “Logaritma adalah sonsangan eksponen”. Manakala huraian pula adalah penerangan tentang prosedur, hasil-hasil prosedur, objek matematik dan hubungan. Fungsi adalah koleksi / penyusunan huruf dan nombor-nombor adalah contoh kepada huraian.

Perwakilan gambaran adalah imej yang digunakan oleh pelajar untuk fikirkan dan komunikasi konsep secara visual. Sebagai contoh penerokaan pelajar dalam fungsi logaritma melalui graf $y = \log_3 x$ seperti rajah 2.2.



Rajah 2.2 Graf $y = \log_3 x$

Perwakilan jadual merupakan jadual data numerik yang digunakan oleh pelajar untuk fikirkan dan komunikasi tentang konsep matematik. Sebagai contoh $y = \log_{10} x$ adalah seperti jadual 2.1.

Jadual 2.1

Jadual fungsi $y = \log_{10} x$

X	$\frac{1}{100}$	$\frac{1}{10}$	1	10	100
$y = \log_{10} x$	-2	-1	0	1	2

Perwakilan lisan ialah kata-kata yang diucapkan dan digunakan oleh pelajar dalam menerangkan satu konsep matematik. Seperti perwakilan penulisan, perwakilan lisan juga dibahagi kepada empat iaitu nama, tatatanda, pepatah dan huraian tetapi bezanya ia diucapkan bukan ditulis. Sebagai contoh dalam perwakilan lisan ialah “log satu ialah sifar”. Ia digunakan untuk menyampaikan andaian dan anggaran apa yang kita fikirkan.

Teori pemahaman (Skemp, 1982; Hiebert & Lefevre, 1986; Sierspinka, 1994) dalam laporan ini menyebut tentang perwakilan. Walaupun pemahaman konsep matematik wujud dalam minda individu, bagaimana pelajar menggunakan simbol untuk mewakili konsep adalah bukti kepada kepercayaan individu kepada konsep tersebut. Sebagai contoh jika pelajar ingin menganggarkan nilai $\log_2 3$ menggunakan graf, ini menunjukkan pelajar tersebut percaya logaritma dikaitkan dengan graf fungsi logaritma. Manakala pelajar lain pula cuba menggunakan kalkulator untuk mencari nilai tersebut dengan menukarkan asas logaritma itu, maka kita menduga bahawa pelajar ini melihat logaritma sebagai pengiraan algebra. Pelajar menggunakan perwakilan sebagai tanda pemahaman mereka tentang sesuatu konsep matematik.

2.7 Konsep Logaritma

Di peringkat sekolah menengah atas, topik logaritma telah dipelajari di dalam matematik tambahan tingkatan empat (Kementerian Pendidikan Malaysia, 2002). Pendedahan kepada definisi logaritma, penukaran asas, penukaran indeks ke logaritma dan sebaliknya serta penyelesaian persamaan logaritma telah diperjelaskan pada tahap ini. Kesenambungan topik logaritma diteruskan di peringkat matrikulasi memandangkan masih ramai pelajar yang menghadapi masalah di dalam topik ini. Menurut Steele (2011) topik logaritma dan eksponen adalah merupakan topik yang pertama daripada enam topik yang kurang difahami oleh pelajar. Ini juga selaras dengan kenyataan Skemp iaitu matematik merupakan suatu subjek yang mempunyai

sistem teori yang kompleks dan abstrak yang tidak dapat dipelajari secara terus dari kehidupan seharian (Skemp, 1982).

Aziz, Yahya, Hamdan dan Zakaria (1988), menegaskan bahawa fungsi log asas b yang dilambangkan dengan $\log_b$, ditakrifkan sebagai $y = \log_b x$ jika dan hanya jika $b^y = x$. Domain bagi $\log_b$ adalah semua nombor positif dan julatnya adalah semua nombor nyata. Fungsi log menyongsangkan tindakan fungsi eksponen. Oleh itu, kita katakan bahawa fungsi log adalah songsangan bagi fungsi eksponen.

$$y = \log_b x \text{ bermakna } b^y = x$$

Dari segi ini, logaritma bagi suatu nombor ialah eksponen. Sebagai contoh:

$$3 = \log_2 8 \text{ kerana } 2^3 = 8$$

Log asas 10, disebut sebagai log biasa dan log tersebut selalu digunakan untuk tujuan pengiraan sebelum zaman kalkulator poket. Subskrip 10 selalunya ditinggalkan daripada tatatanda itu. Oleh itu

$$\log x \text{ bermakna } \log_{10} x$$

Perkara penting dalam kalkulus adalah log berdasarkan e , yang disebut sebagai logaritma asli (Naperian) kita gunakan tatatanda “ $\ln$ ” untuk log seumpama itu. Oleh itu

$$\ln x \text{ bermakna } \log_e x$$

Logaritma adalah berlawanan/ songsangan daripada eksponen. Jika $b^e = a$ maka $\log_b a = e$ atau dengan kata lainnya logaritma ada kuasa bagi eksponen. Dalam proses pengajaran, guru haruslah menggunakan konsep, prinsip atau kemahiran baru. Sebagai contoh 3×5 adalah bermaksud $5 + 5 + 5$, manakala eksponen adalah ringkasan daripada pendaraban iaitu 4^3 bermaksud $4 \times 4 \times 4$ dan logaritma adalah ringkasan daripada eksponen.

Di sini pelajar akan mula di dedahkan kepada definisi logaritma dan perkaitannya dengan eksponen iaitu $b^e = a$ adalah $\log_b a = e$. Dengan perkaitan ini, pemahaman konsep dapat diterapkan dengan lebih jelas dan mantap. Maka pelajar dapat memahami definisi dengan lebih mudah dan pemahaman konsep ini dapat membantu pelajar untuk menyelesaikan masalah yang berkaitan dengan logaritma. Sebagai contoh, untuk memperolehi hukum logaritma iaitu $\log(ab) = \log a + \log b$ ia boleh dikaitkan dengan konsep eksponen iaitu $x^a x^b = x^{a+b}$. Ini selaras dengan penegasan oleh Gagne (1965) yang menyatakan terdapat empat kategori yang harus dipelajari di dalam matematik iaitu fakta, kemahiran, konsep dan prinsip. Dapatlah disimpulkan di sini bahawa maksud konsep matematik ialah idea yang diabstrakkan daripada contoh-contoh konkrit. Konsep matematik boleh dipelajari melalui definisi atau pemikiran objek-objek yang ada kaitan dengan konsep itu (Indiogene et al., 2007).

Pendekatan ini sangat bertepatan dengan teori Richard R. Skemp (1982) yang menyatakan pemahaman hubungan (*Relational Understanding*) adalah lebih baik kepada pelajar kerana pelajar mengetahui sebab musabab kenapa sesuatu langkah atau prosedur penyelesaian dilaksanakan dan ia mempunyai perkaitan dengan kemahiran serta topik yang lain. Manakala pemahaman *instrumental (instrumental understanding)* adalah pemahaman pelajar sekadar mengetahui dan menggunakan langkah-langkah atau prosedur tanpa memahami secara mendalam kenapa ia berlaku. Sekiranya sesuatu konsep atau kemahiran yang hendak disampaikan kepada pelajar maka adalah lebih baik dihubungkan dengan konsep dan kemahiran lain agar ilmu yang diperolehi dapat difahami dengan jelas dan konkrit. Ini akan menguatkan

pemahaman konsep dan kemahiran dan ia akan berguna dalam jangka masa yang lama.

Menurut Ausubel (1963) dalam menerangkan tentang pembelajaran subordinat dengan pendekatan deduktif menyatakan perlu mempelajari konsep terlebih dahulu diikuti contoh-contoh yang lebih khusus dan seterusnya di bawah konsep tersebut dikembangkan menjadi prinsip, hukum atau teorem yang lebih kompleks. Kadangkala pendekatan deduktif ini juga digunakan untuk mendapatkan kesimpulan atau generalisasi yang baru daripada rumus, prinsip, hukum, teorem atau peraturan yang diketahui. Oleh yang demikian, pedagogi yang betul ialah dengan menyedari pelbagai permasalahan yang mungkin timbul dan bagaimana menggunakan daya kreatif untuk menyediakan pelbagai peluang pembelajaran untuk menangani cabaran yang mendatang (Azizi & Elanggovan, 2010).

2.8 Pemahaman dengan Pencapaian

Kerangka konseptual yang dibina dalam kajian ini menggambarkan perkaitan antara pemahaman dan pencapaian. Sejauhmana pemahaman pelajar dalam logaritma memberi impak kepada pencapaian dalam kajian ini. Baker (1991), mendapati bahawa pelajar yang gagal menguasai konsep dengan baik tidak akan dapat menyelesaikan soalan yang berkaitan walaupun soalan tersebut kerap diberikan. Satu perkara yang penting adalah hafalan fakta atau langkah penyelesaian tanpa memahaminya menghasilkan ilmu/pembelajaran yang tidak kukuh atau rapuh. Ini selari dengan kenyataan bahawa penguasaan fakta dan prestasi hafalan prosedur tidak mencukupi dalam pemikiran matematik (Schoenfeld, 1988), mendapat jawapan

yang betul tidak semestinya bermaksud cekap dalam matematik (Erlwanger,1973) dan juga pembelajaran dengan hanya menghafal formula pengiraan adalah seperti suatu kumpulan pelajar yang lemah dalam membangunkan pemahaman tentang konsep-konsep asas (Pollatsek, Lima, & Well, 1981).

Park dan Leung (2003) menyatakan bahawa antara faktor yang mampu meningkatkan pencapaian pelajar adalah pengulangan pembelajaran bermakna yang selari dengan konsep pembelajaran Ausubel (1963). Aziz (2006) menyatakan bahawa pelajar yang tidak dapat menguasai sesuatu pengetahuan asas jelas tidak akan dapat menyelesaikan masalah yang lebih tinggi aras kesukarannya. Nilson (2009) menyatakan bahawa komponen utama pencapaian pelajar dalam hampir semua penyelidikan yang dijalankan, menggambarkan pencapaian pelajar meningkat apabila pembelajaran yang melibatkan interaksi dan pertukaran idea di kalangan pelajar kearah mencapai pemahaman di dalam sesebuah kelas. Menurut beliau lagi, pembelajaran secara tidak formal yang memberi ruang kepada pelajar mencari jawapan sendiri sambil diberi galakan oleh guru mampu memguatkan pemahaman pelajar dan dalam masa yang sama meningkatkan pencapaian di kalangan pelajar. Noraini et al. (2009) menyatakan kekurangan pemahaman dalam matematik boleh membuat pelajar hilang minat dalam mata pelajaran dan mempengaruhi pencapaian matematik mereka.

2.9 Pencapaian dengan Jurusan Pengajian

Davrajoo (2007) telah menjalankan satu kajian mengenai kebimbangan Matematik dan hubungannya dengan pencapaian di kalangan pelajar tingkatan empat di Daerah

Klang. Ujian Scheffe yang dilakukan menunjukkan tidak terdapat perbezaan yang signifikan antara kumpulan sains teknikal dan kumpulan sains kemanusiaan. Walau bagaimanapun menurut Abdul Rahim, Mohamad Najib, Azlina, Jamaluddin dan Mahani (2007) melalui ujian Anova satu hala, tahap pencapaian akademik pelajar-pelajar tahun tiga keseluruhannya berada pada tahap yang berbeza mengikut fakulti. Pelajar yang terlibat adalah seramai 500 orang pelajar dari fakulti Sains, Sains Sosial dan Kejuruteraan Universiti Teknologi Malaysia telah di buat perbandingan mengenai pencapaian CGPA mereka secara keseluruhan.

Manakala Johari dan Yeong (2010) menyatakan secara keseluruhan, pelajar dari sekolah pilihan dapat menjawab soalan matematik dengan lebih baik berbanding pelajar sekolah biasa dan pelajar aliran sains dapat menjawab soalan matematik dengan lebih baik berbanding pelajar aliran sastera. Kajian ini telah melibatkan pelajar seramai 240 pelajar aliran sains dan sastera tingkatan lima dari dua buah sekolah biasa dan sebuah sekolah pilihan di daerah Johor Bahru yang menjawab Ujian Isi Kandungan (UIK) dan Ujian Kemahiran Penyelesaian Masalah (UKPM), dan satu set soal selidik mengenai kelemahan menyelesaikan masalah matematik. Maka, dapat disimpulkan bahawa terdapat perbezaan dari segi pencapaian matematik jika dibuat perbandingan dengan aliran yang diambil. Walaupun begitu, terdapat juga kajian seperti Davrajoo (2007) yang menyatakan bahawa tiada perbezaan terhadap pencapaian matematik pelajar dengan aliran yang diambil.

2.10 Tinjauan Kajian Terdahulu Tentang Konsep Logaritma

Kajian mengenai logaritma telah banyak dijalankan oleh para penyelidik dalam mengkaji pemahaman pelajar mengenai logaritma (Weber, 2002; Katsberg, 2002 & Chua, 2006), salah faham dan kesilapan mengenai logaritma (Chua & Wood, 2005), perkaitan eksponen dan logaritma (Radley, 2004; Vagliardo, 2004) dan kajian secara tidak langsung mengenai logaritma seperti masalah pelajar mengenai pH yang berpunca dari masalah pemahaman tentang logaritma (Watters & Watters, 2006). Kajian-kajian tersebut telah dijalankan oleh para penyelidik dari kalangan penyelidik barat dan juga penyelidik dari rumpun Asia Tenggara seperti Singapura. Disenaraikan beberapa kajian yang berkaitan dengan logaritma adalah seperti berikut:

2.10.1 Pemahaman Asas Logaritma dan pH

Kajian oleh Watters dan Watters (2006), ke atas pelajar yang mengambil jurusan biokimia dan biologi kimia untuk mengenalpasti masalah besar dalam kurang faham pelajar mengenai pH, asid, bases dan buffer dan kemampuan mereka dalam menggunakan pengetahuan untuk menyelesaikan permasalahan asid/base. Tujuan kajian ini adalah untuk menyelidiki konsep pH pelajar dan kemampuan untuk menyelesaikan masalah berkaitan dengan sifat biologi asid untuk memahami punca kesukaran pelajar. Jawapan yang diberikan oleh kebanyakan pelajar merupakan ciri pendekatan atom yang menunjukkan mereka tidak memberi perhatian kepada struktur masalah dan tumpuan hanya pada mengimbangi unsur-unsur bersama-sama sehingga mereka mendapat penyelesaian. Ramai pelajar melaporkan kesukaran dalam memahami soalan dan tidak dapat mentafsir graf ringkas yang menunjukkan

profil pH aktiviti enzim. Penemuan yang mengejutkan adalah kurangnya pemahaman asas logaritma dan ketidakupayaan pelajar untuk melakukan pengiraan mudah mengenai logaritma tanpa menggunakan kalkulator. Ini merupakan kelemahan dalam kemahiran matematik di kalangan pelajar peringkat tinggi yang mempengaruhi pemahaman tentang pH.

2.10.2 Salah faham dan Kesilapan Pelajar dalam Logaritma.

Kajian oleh Chua dan Wood (2005) ini dijalankan kepada pelajar sekolah menengah mengenai kefahaman dan salah faham pelajar apabila melibatkan penyelesaian logaritma yang menggunakan set ujian yang telah direka bentuk. Seramai 81 orang pelajar yang terlibat di dua buah sekolah di Singapura. Soalan ini diklasifikasikan sebagai peringkat kognitif. Data yang dianalisis melibatkan beberapa kesilapan yang sering dilakukan oleh pelajar dan mengetahui puncanya. Pelajar mampu menyelesaikan masalah rutin tetapi kurang mampu apabila menjawab soalan yang mempunyai pemikiran kognitif yang tinggi. Kebanyakan kesilapan adalah bukan kerana kekurangan ilmu tetapi berdasarkan generalisasi berkaitan dengan hukum algebra. Chua dan Eric (2005) menyatakan beberapa kesalahan yang sering kali dibuat oleh pelajar di antaranya ialah:

1. “*Typical manifestation occurred*” / Manifesto tipikal berlaku apabila pelajar menggunakan hukum penukaran asas dengan menulis $\lg 100$ adalah $\frac{\lg 100}{\lg 10}$ dan meringkaskan dengan memansuhkan $\lg$ dibahagian pengatas dan pembawah, keputusannya ialah 10. Kesalahan ini adalah generalisasi dari hukum algebra iaitu $\frac{wx}{wy}$ yang boleh diringkaskan kepada $\frac{x}{y}$ dengan memansuhkan pembolehubah w dari pengatas dan pembawah.

2. Memfaktorkan log seperti $\log_a x + \log_a y$ kepada $\log_a(x + y)$ seperti memfaktor $2x + 2y$ menjadi $2(x + y)$.
3. Terdapat pelajar meringkaskan $\log_x 6 - 2\log_x 3$ dengan betul iaitu $\log_x 6 - \log_x 9$ tetapi meneruskan penyelesaian dengan memfaktorkan log iaitu $\log_x(-3)$, tidak tertakrif. Tetapi meneruskan penyelesaian dengan $-\log_x 3$.
4. Kesalahan konsep $\frac{\log_2 27}{\log_2 9} = \log_2 27 \div \log_2 9 = \log_2(27 \div 9) = \log_2 3$.

2.10.3 Fungsi Eksponen

Artikel oleh Radley (2004) ini adalah untuk mengenal pasti soalan-soalan yang boleh dikaitkan apabila menjelaskan $y = a^x$ sebagai fungsi eksponen. Kesan dari kajian ini mempunyai kaitan dengan pencapaian pelajar dalam mengaplikasikan hukum logaritma, khususnya kenyataan bahawa logaritma adalah merupakan sonsangan eksponen. Terdapat empat fokus perbincangan iaitu pertama asas teori yang merupakan kerisauan mengenai topik ini. Kedua kesan kepada pelajar apabila menjelaskan $y = a^x$ sebagai fungsi eksponen, ketiga jika fungsi eksponen dianggap sebagai fungsi bagi eksponen dan keempat kaedah pengajaran untuk kenalpasti sonsangan logaritma. Di antara salah konsep pelajar dalam aplikasi logaritma adalah seperti berikut:

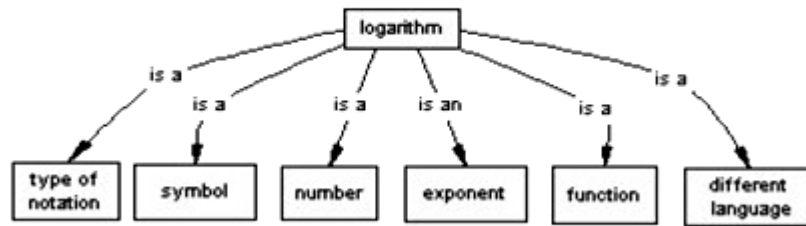
$$\begin{array}{l}
1. (\log_3 x)^4 = 4 \log_3 x \\
2. \ln x^2 \cdot \ln x = \ln(x^2 \times x) \\
3. \log(1 + \frac{2}{y}) = \log 1 + \log \frac{2}{y} \\
4. \sqrt{\ln y} = \ln y^{\frac{1}{2}}, x \ln y \times (\ln y)^{\frac{1}{2}} = \frac{1}{2} x (\ln y)^2 \\
5. \ln(3^{2x-1} \times 4^{x-1}) = \ln 3^{2x-1} \times \ln 4^{x-1} \\
6. \ln 5x^{-2} = -2 \ln 5x \\
7. \ln y^{\frac{1}{2}} = -\ln y^2
\end{array}$$

Rajah 2.3 Contoh salah konsep pelajar dalam aplikasi logaritma

2.10.4 Konsep Logaritma dan Perkaitan Melalui Peta Minda

Vagliardo (2004) menggunakan konsep peta / peta minda untuk menyelidik tentang logaritma. Ini bertujuan untuk memahami konsep logaritma dengan lebih jelas dan juga melihat perkaitan dan hubungkait di antara aritmetik dan geometri yang telah diselidiki oleh John Napier. Ini menyokong kenyataan Bruner dan Kenney (1963) menyatakan di dalam Teorem Perhubungan iaitu setiap konsep, prinsip dan kemahiran matematik hendaklah dikaitkan dengan konsep, prinsip dan kemahiran yang lain. Peta minda yang menunjukkan hubungkait, aplikasi dan huraian logaritma adalah seperti dalam lampiran F.

Di dalam kajian ini penyelidik melihat pandangan dari guru dan pelajar mengenai pemahaman mereka tentang logaritma dan telah menyatakan di dalam bentuk peta seperti berikut.



Rajah 2.4 Gambaran peta minda oleh guru tentang konsep logaritma

Dari diagram di atas pengetahuan sedia ada guru tentang logaritma ialah suatu jenis notasi, suatu simbol, suatu nombor, logaritma adalah eksponen dan juga suatu fungsi serta suatu perbezaan bahasa (a different language). Menurut Schmittau (2004) ia dikenali sebagai “*problem of generative metonymy*” iaitu “*an impediment to mathematical understanding*”. Penyelidik menyatakan “*metonymy*” menjadikan tidak menyebutkan ciri-ciri penting, pemetaan di antara jujukan aritmetik dan geometri. Pendedahan awal guru kepada pelajar tentang logaritma adalah suatu eksponen. Ini merupakan suatu permulaan untuk mengajar konsep logaritma. Manakala peta yang dilukis oleh pelajar seperti dalam lampiran G tidak mengandungi perkaitan antara aritmetik dan geometri dan kurang mengetahui aplikasi logaritma dalam kehidupan.

2.10.5 Pemahaman Pelajar dalam Fungsi Eksponen dan Logaritma

Dalam kajian Weber (2002) diadaptasi dari teori APOS iaitu “ Action-Process-Object-Scheme” iaitu menganalisis bagaimana pelajar membina pemahaman eksponen dan logaritma adalah songsangan eksponen. Terdapat empat peringkat iaitu

i) eksponen sebagai tindakbalas (action), ii) eksponen sebagai proses, iii) ungkapan eksponen sebagai jawapan dari proses dan iv) generalisasi. Generalisasi adalah kemampuan kenalpasti nombor nyata sebagai eksponen. Manakala eksponen sebagai tindakbalas adalah kemampuan mengira fungsi eksponen untuk bernilai positif integer. Beliau menemuduga 15 orang pelajar yang mengambil kursus *pre-calculus* selama tiga minggu yang mempelajari fungsi eksponen dan logaritma. Diantara soalan yang ditemu bual adalah :

1. Apakah maksud $f(x) = a^x$ pada pandangan anda?
2. Adakah 5^{17} adalah no genap atau ganjil?
3. Bagaimana anada mengira $\log_5 78125$ tanpa menggunakan kalkulator?

Analisis daripada tiga jawapan dari soalan tersebut mendapati tiada pelajar yang boleh menyelesaikan $\log_5 78125$ walaupun empat orang dari 15 pelajar telah menukarkan $\log_5 78125$ kepada $5^x = 78125$. Berdasarkan pemerhatian beliau menyimpulkan pelajar membina pemahaman konsep yang bermakna dalam eksponen dan logaritma apabila mereka memahami eksponen sebagai proses matematik dan ungkapan eksponen sebagai objek matematik (Weber, 2002). Beliau telah membina aktiviti pengajaran sesuai dengan teori beliau dan digunakan dalam eksperimen kursus *pre-calculus* untuk kajian beliau yang seterusnya. Kemudian, pelajar yang memahami eksponen sebagai proses telah diminta untuk menulis program “*to perform eksponen*” dalam kalkulator grafik dan menyoal soalan seperti kenapa $(-1)^x$ adalah negative apabila x nombor ganjil. Dalam tahap ke-3, pelajar diminta untuk menerangkan bagaimana $2^3 \cdot 2^4 = 2^7$. Manakala di dalam tahap generalisasi, pelajar membincangkan apakah yang dimaksudkan oleh setengah daripada dua atau “*what is mean to be a half of 2*”.

Kastberg (2002) membina teori pemahaman dan menggunakan teori beliau sebagai kerangka dalam menganalisa bagaimana pemahaman pelajar tentang fungsi logaritma. Beliau menyatakan pemahaman pelajar tentang konsep matematik mudah dilihat dari kepercayaan pelajar tentang sesuatu konsep. Buktinya boleh dilihat semasa mereka mempersembahkan konsep (perwakilan), bagaimana mereka membina hubungkait antara perbezaan bentuk perwakilan (hubungkait) dan bagaimana mereka menggunakan konsep untuk menyelesaikan masalah (penggunaan). Kajian Katsberg (2002) mengandungi 3 fasa pengajaran iaitu sebelum pengajaran, semasa pengajaran dan selepas pengajaran. Beliau merekabentuk 9 protokol temu bual termasuk pelbagai aktiviti dalam kajian tersebut. Seramai empat orang pelajar kolej yang mengambil kursus algebra di salah sebuah kolej di Amerika Syarikat. Aktiviti-aktiviti tersebut adalah soalan “phenomenological”, soalan standard dan soalan tidak standard yang berkaitan dengan logaritma.

Dalam fasa sebelum pengajaran, pelajar diminta mencari fungsi, logaritma, fungsi logaritma, senaraikan ciri-ciri fungsi logaritma dan selesaikan masalah logaritma biasa (standard). Fasa pengajaran tidak diwajibkan pelajar membuat sebarang masalah berkaitan logaritma. Manakala fasa selepas pengajaran soalan tidak stanbard diberikan. Berdasarkan dapatan yang beliau perolehi, disimpulkan bahawa pelajar memahami fungsi logaritma sebagai “problem to do” yang mana masalah tersebut dikategorikan kepada empat iaitu pertama tahap kesukaran, kedua jenis masalah, ketiga peralatan untuk menyelesaikan masalah dan keempat ciri-ciri fungsi logaritma. Dalam fasa sebelum pengajaran, beliau menyatakan pemahaman pelajar sebagai “speculative”. Pelajar mempercayai tentang tahap kesukaran fungsi

logaritma bergabung dengan kemampuan mereka dalam menyelesaikan soalan/masalah.

Pelajar menggambarkan fungsi logaritma sesuatu yang mudah atau sukar. Pelajar juga menanggap soalan/masalah logaritma adalah seperti mencari nilai, meringkaskan, melakarkan graf, membina jadual nilai dan menyelesaikan persamaan eksponen. Peralatan adalah seperti fakta, formula, kalkulator dan langkah-langkah yang diperlukan untuk menyelesaikan soalan/masalah. Manakala ciri-ciri fungsi logaritma adalah simbol atau notasi iaitu seperti $\log_{\text{asas}}\#$. Dalam fasa pengajaran yang tidak melibatkan penyelesaian fungsi logaritma, satu temu bual dijalankan. Pelajar percaya fungsi logaritma mudah diselesaikan. Mereka cuba menggunakan fakta, formula dan langkah-langkah untuk selesaikan soalan tersebut. Di dalam kelas, pelajar diajar mencari nilai logaritma, menukarkan logaritma kepada eksponen dan sebaliknya. Pelajar juga diperkenalkan fungsi logaritma adalah sonsangan fungsi eksponen maka dengan ini pelajar mencirikan fungsi logaritma mempunyai perkaitan dengan fungsi eksponen.

Fasa selepas pengajaran, pelajar diberi soalan tidak standard tanpa mengetahui ia berkaitan dengan soalan logaritma. Pelajar cuba memanipulasi setiap soalan dengan cara yang mereka gunakan sebelum ini dan ia bermanfaat bagi mereka. Kastberg (2002) mengkategorikan percubaan mereka dalam menyelesaikan masalah seperti berikut: i) kenalpasti bentuk nombor dalam perkaitan soalan yang berjujukan, ii) membuat penghampiran dalam jadual (table-completion problems), iii) interpolasi linear dalam menilai nilai fungsi iaitu $f(AB) = f(A) + f(B)$ dan iv) berhati-hati dalam menghapuskan/ meringkaskan.

Kastberg membandingkan pencapaian pelajar sebelum dan selepas pengajaran. Manakala fasa kedua iaitu semasa pengajaran beliau mendapati ia merupakan kaedah tradisional iaitu ia mampu memperbaiki pencapaian pelajar dalam menjawab soalan standard berbanding soalan tidak standard. Dalam pemerhatian beliau, boleh disimpulkan pelajar yang fokus di dalam kelas memahami tentang fungsi logaritma tetapi pengajaran tradisional ini gagal merangsangkan minda pelajar untuk pembinaan kognitif pelajar. Ia hanya sediakan fakta dan formula tanpa mengetahui rasional keperluan dan hanya menghafal untuk digunakan kembali. Sebagai contoh hukum pendaraban $\log_c AB = \log_c A + \log_c B$ boleh diingat tetapi kesalahan masih berlaku apabila ingin menggunakannya seperti $\log_c (A + B) = \log_c A + \log_c B$.

Kajian oleh Chua (2006) ini dijalankan di dua buah sekolah menengah di Singapura yang melibatkan seramai 79 orang pelajar. Pelajar tersebut diuji dengan set ujian yang melibatkan soalan peringkat kognitif untuk mengetahui tahap pemahaman pelajar apabila melibatkan penyelesaian logaritma. Data di analisis secara terperinci untuk menilai tahap pemahaman pelajar tentang logaritma. Item soalan terdiri dari 3 kategori iaitu pertama pengetahuan dan pengiraan, kedua kefahaman dan ketiga pengaplikasian. Item soalan kategori pengetahuan dan pengiraan bukan sahaja mengandungi item rutin seperti soalan terus kepada aplikasi definisi dan hukum logaritma malahan soalan manipulasi ringkas atau pengiraan yang memerlukan dua atau tiga langkah penyelesaian. Manakala item kefahaman pula menjurus kepada definisi dan hukum logaritma dan juga juga pemahaman tentang konsep logaritma. Soalan ini menyerupai soal buku teks. Akhir sekali item

di dalam kategori penggunaan memerlukan pelajar mengembangkan teknik yang diketahui untuk menyelesaikan masalah dan soalan ini tiada di dalam buku teks.

Dalam kajian Chua (2006), keputusan yang diperolehi adalah pelajar kurang faham mengenai logaritma khususnya gagal melihat logaritma sebagai eksponen dan kemudiannya sebagai nombor. Ia menjadi suatu sebab mengapa pelajar gagal menjadikan logaritma suatu yang tiada makna kepada mereka dan seterusnya menganggap simbol “log” adalah suatu pembolehubah yang boleh dimansuhkan. Maka yang penting untuk pelajar bukan sahaja dapat menilai sebutan seperti $\log_2 8$ atau $\log_5 25$, tetapi juga memahami apa yang dimaksudkannya. Dari dapatan kajian dapat disimpulkan ramai pelajar hanya mempunyai pemahaman *instrumental* (Skemp, 1976) dalam logaritma dan hanya segelintir pelajar mempunyai pemahaman *relational* (Skemp, 1976). Kajian ini menunjukkan bahawa topik logaritma adalah antara topik yang sukar untuk dipelajari.

2.10.6 Kesukaran dalam Pembelajaran Matematik

Kajian oleh Tall dan Mohamad Rashidi Razali (1993) ini dilakukan di Universiti Teknologi Malaysia yang melibatkan 350 orang pelajar jurusan diploma. Pelajar-pelajar tersebut diminta menjawab set soalan yang mengandungi pelbagai soalan dalam masa tertentu untuk mengetahui salahfaham dan kesalahan pelajar. Kemudian penyelesaian yang dibuat oleh pelajar disemak dan pelajar-pelajar ini dikategorikan kepada dua kumpulan iaitu kumpulan L (kumpulan pelajar lemah) dan kumpulan H (kumpulan pelajar cerdas). Dari keputusan tersebut pelajar yang terlibat akan ditemu bual secara semi struktur. Apabila difokuskan dalam topik logaritma, penyelidik

menjelaskan apabila suatu masalah iaitu $2\log_{10} 25 + \log_{10} 8 - \log_{10} 2$ diberikan, di dapati satu kumpulan pelajar iaitu kumpulan L (kumpulan pelajar lemah) jauh ketinggalan berbanding kumpulan H (kumpulan pelajar cerdas). Ini kerana pelajar kumpulan L sangat kurang menguasai kemahiran berbanding kumpulan H di dalam memberi jawapan yang tepat.

Menurut penyelidik, sekiranya suatu ungkapan yang kompleks/ besar/ panjang dapat ditukarkan dalam bentuk ungkapan kecil dan mengetahui hukum-hukum logaritma, maka $2\log_{10} 5$ akan ditukarkan kepada $\log_{10} 5^2 = \log_{10} 25$. Kemudian ungkapan kecil ini digabungkan menjadi seperti $\log_{10} 25 + \log_{10} 8 - \log_{10} 2 = \log_{10}(25 * 8/2) = \log_{10}(100) = 2$. Menurut mereka kebanyakan pelajar membuat kesalahan dari segi penggunaan aturan keutamaan di dalam aritmetik iaitu sekiranya pelajar mengetahui hukum-hukum logaritma, maka mudah bagi pelajar tersebut menyelesaikan soalan logaritma.

Kajian Welder (2011) menyenaraikan empat kesalahan konsep yang dilakukan oleh pelajar dalam algebra yang mempunyai hubungan dengan perwakilan simbol iaitu kegunaan kurungan, tanda sama dengan, simbol operasi dan penggunaan perkataan. Penggunaan kurungan adalah elemen penting yang melibatkan tatatanda matematik dalam aritmetik dan algebra. Walaubagaimanapun, dalam algebra pelajar perlu lebih fleksibel dalam memahami kurungan (Linchevski, 1995). Manakala dalam aritmetik, secara umumnya kurungan digunakan sebagai signal yang statik dalam menerangkan pada pelajar yang mana operasi perlu dilaksanakan dahulu. Gardella (2009) menyokong dapatan Kieran (1979) yang mendakwa bahawa susunan operasi masih sukar dibangunkan kerana pelajar tidak nampak makna disebalik konsep tersebut. Beliau berpandangan kekurangan pembangunan konsep adalah

penyebab pelajar sering lupa bagaimana menggunakan susunan operasi dalam algebra. Salah faham dalam penggunaan simbol ‘sama dengan’ sering dibuktikan oleh para penyelidik bahawa tatanda ‘sama dengan’ biasa disalahertikan oleh pelajar dalam semua peringkat pendidikan, di mana mereka telah salah faham hukum persamaan (Ketterlin-Geller, Jungjohann, Chard, & Baker, 2007; Knuth, Alibali, Hattikudur, McNeil, & Stephens, 2008).

2.10.7 Salah Konsep Mengenai Eksponen dan Logaritma

Indiogene, Piccolo, Wright, Yetkiner, Ozel, dan Capraro (2007) menyatakan salah konsep pelajar dalam eksponen adalah seperti berikut:

1. Melibatkan eksponen yang bukan nombor asli seperti negatif dan pecahan.
Antara contoh seringkali kesalahan yang dilakukan oleh pelajar seperti meringkaskan $\frac{a^m}{a^{-n}}, a^m a^{-n}, a^m a^{-n}$.
2. Salah konsep mengenai fungsi eksponen, sebagai contoh $e^{a+b} = e^a + e^b$ sepatutnya $e^a e^b$ dan $e^{ab} = e^a e^b$ sepatutnya $(e^a)^b$.
3. Didapati pelajar keliru mengenai pendaraban bersamaan dengan penambahan eksponen, pembahagian adalah penolakan kuasa eksponen dan sebaliknya yang mana perkara ini berlaku hanya kepada asas yang sama sahaja.

Menurut beliau lagi, logaritma adalah secara asasnya eksponen dan salah konsep ini juga berlaku dalam logaritma. Di antara kesilapan yang sering dilakukan oleh pelajar dalam logaritma adalah seperti berikut.

1. Kesalahan : $\log x - \log y = \frac{\log x}{\log y}$ sepatutnya $\log \frac{x}{y}$.
2. Kesalahan : $\ln a + b = \ln a + \ln b$ sepatutnya $\ln ab$.
3. Kesalahan : $\ln 2x = 2 \ln x$ sepatutnya $\ln x^2$.

Beliau membentangkan satu analisis yang menarik dengan kesimpulan bahawa salah konsep eksponen dan logaritma adalah disebabkan istilah para guru yang mengelirukan dan tidak selaras. Sebagai contoh pembolehubah bebas dalam fungsi kuasa sebenarnya asas bukannya eksponen tetapi kuasa.

2.10.8 Kesilapan dan Salah Faham Pelajar dalam Matematik.

Kajian Kakoma dan Paul (2010) ini telah mengenengahkan salah faham sekumpulan pelajar gred 12 dalam kalkulus di sebuah sekolah menengah di Limpopo Province, Afrika Selatan. Kajian ini memfokuskan kepada jenis kesilapan matematik dan salah faham. Dapatan kajian menunjukkan bahawa kebanyakan kesilapan dan salah faham adalah disebabkan jurang pengetahuan dalam algebra asas. Walau bagaimanapun, kesilapan dan salah faham dalam kalkulus berkaitan dengan pergantungan pelajar kepada prosedur pengetahuan yang tidak mempunyai asas konsep. Sebaliknya, pelajar kadang-kadang mempunyai pengetahuan konseptual yang mana mereka tidak memperoleh pengetahuan prosedural bersekutu diperlukan untuk melaksanakan dalam soalan tertentu.

Dapatan menunjukkan mereka lemah dalam kemahiran pra- kalkulus iaitu pada pempfaktoran, nombor terarah (*directed numbers*), penyelesaian persamaan dan

memudahkan indeks. Masalah ini iaitu ketidakupayaan algebra menimbulkan masalah epistemologi yang jelas memberi kesan negatif dalam pembelajaran kalkulus. Maka dengan ini amat perlu melengkapkan pelajar pra- kalkulus dengan kemahiran algebra. Kajian melaporkan bahawa kesilapan-kesilapan dan salah faham yang berlaku menunjukkan bahawa terdapat struktur dalam salah faham pelajar ini berpunca dari pelajar yang cuba untuk membina makna matematik. Kesilapan yang dilakukan oleh pelajar adalah hasil daripada imej konsep naif yang tidak mengukur sehingga definisi konsep (*naïve concept images that do not measure up to the concept definitions*) (Tall & Vinner , 1981) , ciri-ciri pakar konsep. Kesilapan-kesilapan tersebut terdiri daripada dua jenis, berpecah-belah dan rumit (*fragmented and elaborate*) (Chi , 2005). Contoh satu ralat rumit bagi pembezaan fungsi gubahan adalah operasi linear, manakala satu contoh kesilapan berpecah-belah adalah seperti berikut $x^{\frac{1}{2}}x^{-\frac{1}{2}} = x^{-\frac{1}{4}}$. Oleh itu, kesilapan yang pelajar dipamerkan dalam kerja-kerja mereka pelbagai.

2.10.9 Kaedah Penemuan dalam Pembelajaran Logaritma dan Aplikasi dalam Kehidupan

Cetin (2004) dalam kajiannya untuk menyiasat kesan-kesan penemuan dan aplikasi berasaskan arahan (Dabi - *Discovery and Application Based Instruction*) terhadap pencapaian matematik pelajar dan juga untuk meneroka pendapat pelajar ke arah Dabi . Kajian ini melibatkan 118 pelajar gred sembilan dari Etimesgut Anatolian High School, di Ankara, semasa semester musim bunga tahun 2001-2002

tahun akademik. Dalam kajian itu, kumpulan eksperimen menerima Dabi dan kumpulan kawalan menerima arahan berdasarkan tradisi ??? (*Traditional Based Instruction* - TBI). Ujian Pencapaian Matematik Ujian (*Mathematics Achievement Test* - MAT) dan Ujian Pencapaian Logaritma (*Logaritma Achievement Test* - LAT) telah ditadbir sebagai pra dan ujian pos masing-masing . Di samping itu soal selidik, Pandangan dan Sikap Tentang Dabi (*Student Views and Attitude* - SVA) dan temu bual pelajar turut dibuat untuk menentukan pandangan dan sikap pelajar terhadap Dabi.

Analisis Kovarians (ANCOVA), sampel bebas ujian-t dan statistik deskriptif telah digunakan untuk menguji hipotesis kajian. Tiada perbezaan yang bermakna di antara skor min LAT pelajar diajar dengan Dabi dan arahan tradisional berasaskan apabila skor ujian MAT adalah dikawal. Di samping itu, bidang yang dipelajari oleh pelajar dan jantina adalah merupakan faktor untuk skor LAT. Jantina pelajar bukan faktor penting untuk skor SVA. Walau bagaimanapun, terdapat kesan yang ketara gred matematik dan pilihan bidang pelajar kepada skor SVA .

Dalam temu bual, pelajar menyatakan bahawa mereka mengemari aktiviti-aktiviti yang membantu pemahaman yang lebih baik daripada konsep logaritma, ciri-ciri logaritma dan kemahiran membangunkan operasi dengan menggunakan ciri-ciri logaritma. Selain itu, pelajar percaya bahawa aktiviti pembelajaran jangka panjang membantu dalam mentafsir mengenai konsep logaritma dan meningkatkan tafsiran mereka mengenai logaritma untuk kehidupan harian. Tambahan pula, pelajar turut menyatakan aktiviti Dabi menyumbang kepada peningkatan motivasi mereka ke arah pelajaran matematik dan pelajar maju dari segi afektif aspek (contohnya , dari segi konsep diri, tanggungjawab). Selain itu, aplikasi dalam Dabi didapati lebih praktikal

daripada operasi di TBI. Dalam kumpulan kawalan menunjukkan ekspresi-ekspresi bosan dan tidak bermaya terhadap logaritma dan penggunaannya. Walau bagaimanapun, pelajar-pelajar kumpulan eksperimen menggunakan konsep logaritma secara jelas dengan ungkapan-ungkapan bermakna dan berbentuk animasi. Dabi telah berjaya membangunkan aspek afektif pelajar walaupun ada pendidik yang menyatakan bahawa membangunkan perasaan afektif adalah suatu yang sukar. Hasil kajian ini telah menunjukkan bahawa Dabi berjaya dalam mempengaruhi sikap pelajar. Justeru, dapatlah disimpulkan di sini bahawa penyediaan aktiviti logaritma mampu mewujudkan pembelajaran matematik yang bermakna dan dapat mengelakkan tanggapan bahawa matematik adalah suatu mata pelajaran yang membosankan serta 'miskin' dengan pengalaman bermakna.

2.11 Rumusan

Konsep logaritma ialah salah satu konsep yang penting dalam menguasai pembelajaran matematik. Konsep logaritma digunakan secara langsung atau tidak langsung dalam kalkulus seperti pembezaan, pengkamiran, fungsi, aplikasi dalam pembezaan dan sebagainya. Asas pemahaman konsep logaritma yang kurang mantap merupakan faktor utama yang membuatkan pelajar melakukan kesilapan dalam menyelesaikan masalah yang melibatkan konsep logaritma dan juga memberi kesan dalam konsep indeks. Jika pelajar memberikan tafsiran yang salah tentang konsep logaritma ia menyebabkan operasi dan penyelesaian yang dilakukan akan menghasilkan jawapan yang salah. Kajian lepas telah mengenal pasti pola-pola kesilapan yang dilakukan oleh pelajar (Radley, 2004; Chua & Wood, 2005; Chua, 2006; Indigine et al., 2007). Hasil maklumat ini penting ini kerana ianya dapat

membekalkan beberapa pengetahuan asas kepada kajian ini. Banyak kajian lepas mengenai logaritma telah dikaji dan telah memberi gambaran tentang masalah yang sering timbul dan berlaku dalam pembelajaran dan pengajaran topik logaritma. Selain itu terdapat juga kajian mengenai eksponen yang mempunyai kaitan yang sangat rapat dalam topik logaritma. Salah faham dalam eksponen atau indeks memberi kesan dalam pemahaman logaritma.

BAB TIGA

METODOLOGI KAJIAN

3.1 Pengenalan

Bab ini membincangkan tentang metodologi kajian yang merangkumi pengenalan, reka bentuk kajian, populasi dan persampelan, instrumen, kesahan dan kebolehpercayaan instrumen, kajian rintis, prosedur pemungutan data dan prosedur menganalisis data.

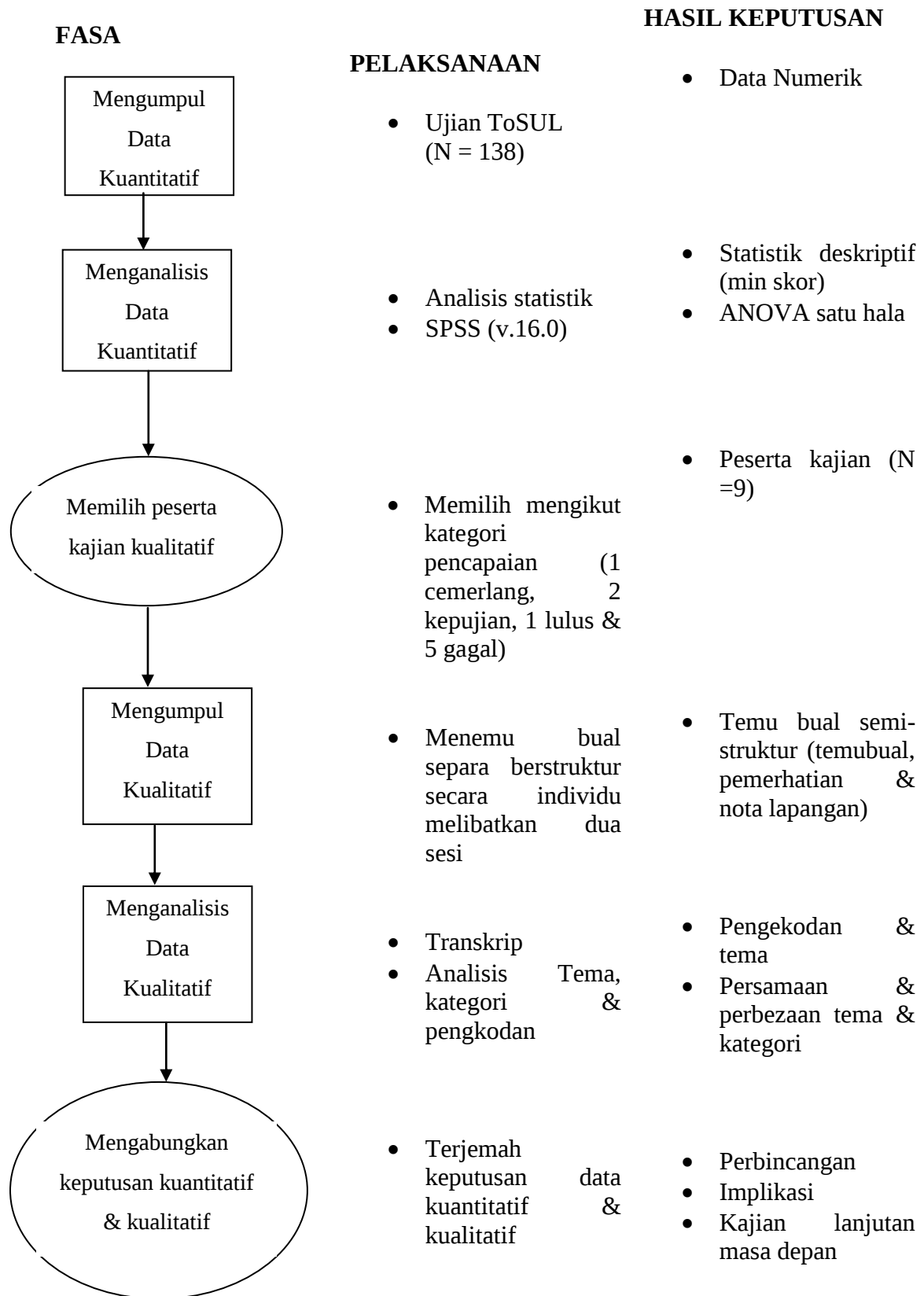
3.2 Reka Bentuk Kajian

Menurut Creswell (2008) reka bentuk kajian adalah prosedur-prosedur khusus dalam kajian iaitu kutipan data, analisis data dan penulisan laporan kajian. Kajian ini menggunakan kaedah reka bentuk campuran (Tashakkori & Teddlie, 2003), yang mana melibatkan prosedur mengumpul, menganalisis dan campuran kedua-dua data iaitu data kuantitatif dan kualitatif dalam satu kajian, untuk memahami masalah kajian secara lebih mendalam (Creswell, 2002). Penggunaan kaedah campuran ini dapat saling melengkapi antara satu sama lain dan membolehkan analisis yang lebih lengkap dijalankan (Green, Caracelli, & Graham, 1989, Tashakkori & Teddlie, 1998). Bagi membantu menjadikan kaedah campuran ini lebih difahami, para penyelidik mula mengenal pasti perbezaan jenis reka bentuk kajian campuran (Creswell, 2008). Tashakkori dan Teddlie (2003) mengenal pasti secara praktikalnya, terdapat 40 jenis reka bentuk kajian campuran (Creswell & Plano Clark, 2007). Walaupun begitu, Creswell dan Plano Clark (2011) menyimpulkan secara mudahnya

terdapat enam jenis reka bentuk campuran yang utama iaitu reka bentuk pemusatan selari (*convergent parallel design*), reka bentuk tersema (*embedded design*), reka bentuk penjelasan berturutan (*explanatory sequential design*) iaitu didahului kuantitatif diikuti kualitatif atau kualitatif dahulu kemudian diikuti kuantitatif, rekabentuk *transformative* (*transformative design*) dan rekabentuk pelbagai tahap (*multiphase design*).

Dalam kaedah campuran, penyelidik akan membina pemahaman secara “pragmatic grounds” (Creswell, 2003; Maxcy, 2003). Penyelidik memilih pendekatan, serta pembolehubah dan unit analisis, yang paling tepat untuk mencari jawapan atas pertanyaan penelitian mereka (Tashakkori & Teddlie, 1998). Prinsip yang utama dalam pragmatisme adalah kaedah kuantitatif dan kualitatif adalah serasi iaitu saling memerlukan antara satu sama lain. Oleh demikian, data numerik dan teks, dikumpul secara berturut-turut atau secara bersamaan, dan ia dapat membantu penyelidik memahami permasalahan kajian. Dalam merancang sebuah kajian kaedah campuran, tiga isu perlu dipertimbangkan iaitu keutamaan, pelaksanaan dan integrasi (Creswell, Plano Clark, Guttman, & Hanson, 2003). Keutamaan merujuk pada kaedah yang manakah lebih baik diutamakan dan diberi penekanan dalam kajian ini, samada kuantitatif atau kualitatif. Pelaksanaan pula merujuk kepada adakah data kuantitatif dan kualitatif dikumpulkan dan analisis secara urutan kronologi atau secara berperingkat, selari atau secara bersamaan. Manakala integrasi pula merujuk kepada proses kajian iaitu secara pencampuran atau penyambungan data kuantitatif dan kualitatif akan berlaku. Kajian ini menggunakan satu kaedah yang popular dalam penyelidikan pendidikan iaitu reka bentuk kaedah campuran “*sequential explanatory*” yang mengandungi dua fasa (Creswell, 2002,

2003; Creswell et al., 2003). Kaedah kuantitatif dan kualitatif adalah tidak sama dari segi pemberatnya dalam kajian ini (Creswell & Plano Clark, 2011). Kajian ini dibahagikan kepada dua fasa secara berurutan yang didahului oleh data kuantitatif dan kemudiannya data kualitatif. Dalam fasa pertama, data kuantitatif dikumpulkan iaitu melalui set soalan ujian ToSUL. Data kuantitatif ini memberikan gambaran umum tentang masalah kajian sebagai contohnya taraf pencapaian pelajar dalam ujian ToSUL. Pada fasa kedua, pendekatan kualitatif dilaksanakan dengan mengumpul teks data melalui temu bual semi-berstruktur individu dan dokumen yang direkodkan melalui rakaman video. Fasa kualitatif ini dapat menerangkan keputusan yang diperolehi (Creswell & Plano Clark, 2011). Keputusan dari data kuantitatif yang diperolehi secara statistik mampu terjawab melalui fasa kualitatif secara lebih mendalam. Rajah 3.1 menunjukkan proses perlaksanaan mengikut fasa I dan fasa II.



Rajah 3.1 Prosedur kajian.

Temu bual didefinisikan sebagai perbualan dua hala yang bertujuan untuk mengumpul maklumat kajian (Chua, 2006). Menurut Denzin dan Lincoln (2000) temu bual bukan sahaja sebagai alat pengumpul maklumat tetapi ia perlu bersifat reflektif, dapat menggambarkan situasi dan kehidupan sebenar tentang sesuatu kejadian atau fenomena. Temu bual dibahagikan kepada tiga kategori iaitu temu bual berstruktur, temu bual semi struktur dan temu bual tidak berstruktur (Chua, 2006). Format kaedah temu bual semi struktur terletak di antara temu bual berstruktur dan tidak berstruktur. Dalam temu bual semi struktur, penyelidik akan membina beberapa set soalan formal sebelum sesi temu bual bermula. Semasa sesi temu bual dijalankan, penyelidik menyoal peserta kajian menggunakan set soalan yang telah dibina dan penyelidik menyoal dengan lebih mendalam secara bebas kepada peserta kajian. Disamping itu hujah galakan minimum digunakan sebagai contoh “ Apakah maksud anda...”, “Kemudian..”, “ Selepas itu ..” dan sebagainya yang bertujuan untuk memperolehi maklumat lanjut mengenai sesuatu isu yang diberi oleh responden. Menurut Zazkis dan Hazzan (1999) temu bual semi struktur bermaksud temu bual yang dirancang terlebih dahulu tetapi ia bergantung kepada jawapan dan respon dari peserta kajian yang diikuti soalan yang tidak dirancang.

Di dalam kajian ini temu bual semi berstruktur dipilih kerana temu bual semi struktur adalah kaedah temu bual yang sering diguna pakai dalam penyelidikan kualitatif (Adam, McIlvain, Lacy, Magsi, Crabtree, Yenny & Sitorius, 2002). Temu bual semi struktur boleh dijalankan secara individu atau berkumpulan. Masa yang diperuntukan dalam sesi temu bual semi struktur ini adalah di antara 30 minit ke beberapa jam (Adam et al., 2002). Temu bual semi struktur secara individu membolehkan penemu bual menyelidiki individu secara peribadi mengenai

pendangan, pendapat atau fahaman mereka tentang sesuatu perkara yang diselidiki (Dicicco & Crabtree, 2006).

Sesi pertama temu bual dilaksanakan dalam tempoh masa 30 minit secara individu menggunakan protokol temu bual yang disediakan dan dalam masa yang sama, soalan-soalan lanjutan yang bertujuan mencungkil secara mendalam juga turut diajukan kepada peserta kajian. Manakala sesi kedua temu bual dilaksanakan selepas tiga minggu sesi pertama temu bual setelah transkripsi temu bual sesi pertama selesai dibuat dan dijadikan panduan untuk mendapatkan gambaran dan maklumat lanjut bagi sesi temu bual kedua. Dengan erti kata lain, dengan berdasarkan hasil temu bual pertama, sebarang persoalan yang kurang jelas dan perlukan huraian lanjut dapat diajukan pada sesi temu bual yang kedua.

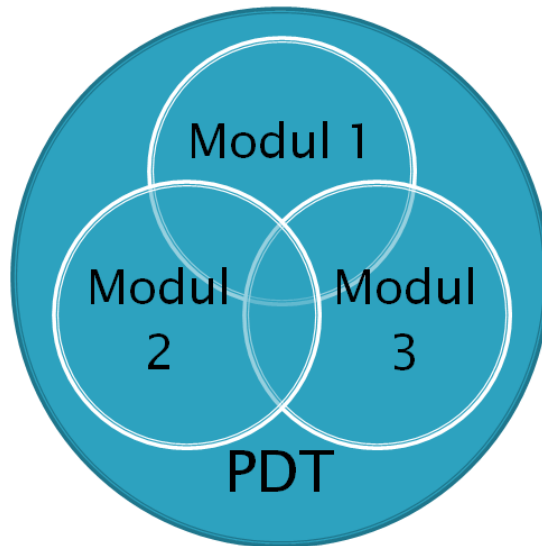
3.3 Peserta Kajian

Pensampelan ialah satu perkara yang utama dalam sebarang kajian. Ia mewujudkan kualiti kesimpulan oleh penyelidik yang diperolehi dari dapatan kajian (Collins, Onwuegbuzie, & Jiao, 2006). Lantaran itu, mencari sampel secara berhati-hati dan mempertimbangkan pelbagai segi ialah satu lagi komponen utama dalam penyelidikan bercampur-campur yang tidak boleh dielakkan. Dalam penyelidikan campuran, pensampelan adalah lebih rumit (Onwuegbuzie & Collins, 2007), dan oleh itu, perlu di ambil perhatian agar ia tidak boleh dipertikaikan. Bagi menyediakan panduan kaedah pensampelan, kaedah campuran telah mengenal pasti sebanyak 24 jenis persampelan tetapi dalam kajian ini kaedah *multi stage cluster sampling* atau persampelan berkelompok pelbagai tahap digunapakai (Walker & Young, 2003).

Dalam kajian ini, pemilihan peserta kajian adalah daripada ketiga-tiga modul (Modul 1, 2, dan 3) dalam Program Dua Tahun (PDT). Modul-modul ini dipecahkan berdasarkan kepada kuota Bahagian Matrikulasi dan juga gred subjek-subjek tertentu (Fizik dan Biologi) di peringkat SPM. Modul 1 adalah pelajar sains yang dipilih berdasarkan kuota Bahagian Matrikulasi sebanyak 60% yang mendapat gred yang baik (A atau B) dalam kedua-dua subjek Fizik dan Biologi di peringkat SPM. Manakala, Modul 2 juga merupakan pelajar sains di mana Bahagian Matrikulasi memperuntukan sebanyak 20% kuota bagi yang memperolehi gred yang lebih baik (A atau B) dalam subjek Fizik berbanding subjek Biologi di peringkat SPM. Seterusnya bagi Modul 3 pula, seperti Modul 2, Bahagian Matrikulasi hanya memperuntukan 20% kuota bagi pelajar-pelajar SPM yang mendapat gred yang baik (A atau B) dalam subjek Biologi berbanding subjek Fizik.

Kajian ini di jalankan di salah sebuah kolej matrikulasi di utara Semenanjung Malaysia. Seramai 217 orang pelajar program dua tahun (PDT) yang melibatkan tiga modul di pilih dalam kajian ini. Menurut jadual Krejcie dan Morgan (1970), sekiranya populasi adalah 210 orang maka saiz sampel minima yang diperlukan ialah 136 orang dan sekiranya populasi adalah 220 orang maka saiz sampel minima yang dikehendaki ialah 140. Oleh itu penyelidikan telah menetapkan jumlah sampel untuk kajian ini adalah 138 kerana bilangan ini berada di antara julat 136-140. Persampelan berkelompok pelbagai tahap pula diguna pakai dengan cara setiap jumlah setiap modul akan dibahagikan dengan jumlah sebenar pelajar PDT dan kemudian didarabkan dengan jumlah 138 mengikut jadual tersebut. Rajah 3.2 di bawah menunjukkan cara pengiraan untuk saiz sampel bagi data kuantitatif.

Menurut Krejcie, R. V., & Morgan, D. W. (1970):
Jika populasi 210 maka sampel 136 dan populasi
220 maka sampel 140. Oleh itu jumlah sampel
untuk kajian ini adalah 138.



Jumlah Pelajar PDT = 217 orang
Modul 1 = 48 orang
Modul 2 = 58 orang
Modul 3 = 111 orang

“Multi Stage Cluster Sampling”:

Modul 1: $(48/217) \times 138 = 30.5$
 ≈ 30 orang
Modul 2: $(58/217) \times 138 = 36.8$
 ≈ 37 orang
Modul 3: $(111/217) \times 138 = 70.6$
 ≈ 71 orang
Total sampel : $30 + 37 + 71 = 138$ orang

Rajah 3.2 Saiz sampel data kuantitatif

Menurut Patton (1990) saiz sampel kajian kualitatif biasanya kecil dan dipilih secara bertujuan dan tidak berasaskan kebarangkalian. Menurut (Lim, 2007) “ ... penyelidik yang memilih saiz sampel yang kecil berupaya memungut data yang lebih mendalam berkenaan setiap kes berbanding dengan penyelidik yang memilih saiz sampel yang lebih besar” (hlm. 126). Saiz sampel bagi mengutip data kualitatif di ambil berdasarkan hasil analisis data kuantitatif. Seramai sembilan orang pelajar dipilih berdasarkan pencapaian dan kerja mengira pelajar melalui ujian ToSUL. Persampelan bertujuan (*purposive sampling*) digunakan dalam kajian ini yang mana ia melibatkan pertimbangan penyelidik untuk memilih sampel iaitu berdasarkan pengetahuan penyelidik dan bertujuan khusus penyelidikan (Noraini, 2010).

Bagi memenuhi tuntutan etika penyelidikan berkaitan ketanpanamaan (*anonymity*), maka singkatan telah digunakan untuk mengenal pasti dan

membezakan antara peserta-peserta kajian. Dengan kaedah singkatan ini, segala maklumat yang dibekalkan oleh peserta kajian adalah dirahsiakan identiti pemberi maklumat tersebut. Sebagai contoh, jika peserta kajian diminta menjawab soal selidik, peserta kajian berhak untuk tidak menulis identitinya (nama dan maklumat peribadi) di atas soal selidik. Ketanpanamaan merujuk kepada keadaan di mana orang lain tidak dapat mengenali siapakah subjek yang membekalkan maklumat atau data kajian (Chua, 2006).

Bagi kaedah temubual, peserta kajian berhak tidak dirakamkan suara atau gambar dirinya dengan menggunakan perakam kaset dan video. Jika rakaman dibenarkan oleh peserta kajian, pengkaji mempunyai tanggungjawab untuk memastikan etika ketanpanamaan ditunaikan, di mana segala maklumat termasuk suara dan imej peserta kajian tidak diumumkan kepada orang lain. Ini bererti maklumat yang dikumpulkan hanya diketahui oleh pengkaji sahaja. Dalam kajian ini, sembilan peserta kajian yang terpilih dinamakan dengan dimulai huruf M1, M2 atau M3 yang membawa maksud masing-masing Modul 1, Modul 2 Dan Modul 3. Seterusnya, dua huruf dibelakangnya adalah singkatan nama peserta kajian yang terlibat sebagai contoh M1MA adalah membawa maksud pelajar Modul 1 yang bernama Mohammad Ali.

3.4 Instrumen

Terdapat dua instrumen utama bagi kajian ini iaitu set ujian logaritma dan protokol temu bual Creswell (2008). Penggunaan protokol temu bual dapat membantu penyelidik menyediakan struktur sesi temu bual yang lebih tersusun disamping dapat mengekalkan tahap fleksibiliti temu bual tersebut (Patton 1990). Chua dan Eric

(2005) menyatakan tiada terdapat instrumen ujian yang spesifik untuk menyelidiki kesukaran, salah konsep dan kesilapan pelajar dalam logaritma. Justeru penyelidik membina satu set soalan logaritma yang diadaptasi dari “Test of Students’ Understanding of Logarithms” (ToSUL) untuk mengetahui pemahaman pelajar iaitu sejenis ujian pensil kertas yang mengandungi 45 item soalan yang mempunyai 20 bilangan nombor soalan.

Set ujian yang dibina adalah mengenai topik logaritma yang terdiri daripada tiga kategori. Kategori pertama iaitu soalan pengetahuan dan pengiraan, kategori kedua iaitu soalan kefahaman dan kategori ketiga iaitu soalan tentang penggunaan (Chua & Wood, 2005). Set soalan ini mempunyai tiga kategori kerana telah diadaptasikan dari set ujian Chua dan Wood (2005) dan apabila dirujuk kepada silibus matrikulasi, pelajar mempelajari mengenai pengetahuan tentang logaritma, pengiraan soalan seperti menyelesaikan persamaan logaritma untuk mengetahui pemahaman mereka dan aplikasi dari logaritma. Ketiga-tiga kategori ini berada di dalam silibus matrikulasi dan ia sangat bersesuaian untuk dijadikan set ujian untuk mengetahui sejauhmana pemahaman pelajar tentang logaritma dan juga ia dapat membantu mengetahui kesilapan pelajar semasa menyelesaikan soalan logaritma. Jadual di bawah menunjukkan contoh soalan mengikut tiga kategori tersebut. Pemilihan item-item tersebut adalah berdasarkan kepada Chua dan Wood (2005).

Jadual 3.1

Contoh kategori, bilangan soalan dan item untuk set soalan ujian

Kategori	Bil Soalan	Contoh Item
Pengetahuan & Pengiraan	21	Find the value of $\lg 100$.
Kefahaman	11	Given that $a^m = 36$, find $\log_6 a$ in term of m
Penggunaan	13	Find the greatest possible integral value of p and the least possible integral value of q given that $p < \log_{10} 500 < q$.

Item soalan kategori pengetahuan dan pengiraan bukan sahaja mengandungi item rutin seperti soalan terus kepada aplikasi definisi dan hukum logaritma malahan soalan manipulasi ringkas atau pengiraan yang memerlukan dua atau tiga langkah penyelesaian (Chua & Wood, 2005). Manakala item kefahaman pula menjurus kepada definisi dan hukum logaritma dan juga pemahaman tentang konsep logaritma. Item ini menyerupai soal buku rujukan dalam peringkat matrikulasi. Akhir sekali item di dalam kategori penggunaan memerlukan pelajar mengembangkan teknik yang diketahui untuk menyelesaikan masalah, mengaplikasi kemahiran dan pemahaman konsep. Soalan ini berbeza dari buku rujukan peringkat matrikulasi tetapi masih dalam ruang lingkup silibus matrikulasi (Chua, 2006).

Instrumen kedua yang digunakan dalam kajian ini adalah protokol temu bual bagi temu bual semi struktur. Penyelidik menggunakan prosedur soal jawab yang bersifat fleksibel, terbuka, intensif, mencungkil, meneroka dan memerlukan pelajar memberi penjelasan tentang sesuatu tindakan bagi tujuan memahami perkara yang berlaku dalam fikiran pelajar tersebut (Nik Azis, 1999). Protokol temu bual ini

dilaksanakan berdasarkan adaptasi dari soalan temu bual Kastberg (2002), Cetin (2004) dan Berezovski (2006) dalam kajian mereka iaitu *Understanding Mathematical concepts: The case of the logarithmic function*, *Teaching logarithm by guided discovery learning and real life application* dan *Manifold nature of logarithms: Number, operation and functions*.

Jadual 3.2

Anggaran bilangan item temu bual mengikut Chua (2006)

Jenis Alat Kajian	Bilangan item yang paling sesuai	Bilangan minimum	Bilangan maksimum
Temu bual Individu	10	5	20
Temu bual Kumpulan	10	5	15
Temu bual Telefon	10	5	15
Temu bual Bantuan Komputer	10	5	20

Jadual 3.3 menunjukkan protokol temu bual yang telah di gunakan semasa sesi pada sesi pertama temu bual semi struktur. Merujuk kepada item protokol temu bual dari nombor tujuh hingga sepuluh, rasional kenapa soalan-soalan tersebut dipilih semasa sesi temu bual dijalankan. Soalan-soalan yang dimuatkan dalam protokol temu bual adalah berdasarkan kepada ketiga-tiga kategori item yang telah dikemukakan dalam Ujian TOSUL iaitu kategori pengetahuan dan pengiraan, kategori kefahaman dan kategori penggunaan. Secara khususnya, item tiga adalah bagi kategori pengetahuan dan pengiraan, item lapan dan sebelas adalah bagi kategori kefahaman manakala item 16 pula adalah bagi kategori penggunaan.

Jadual 3.3

Soalan-soalan temu bual yang dibina.

1. Apakah maksud logaritma? Apakah yang anda faham tentang logaritma.
2. Apakah kaitan di antara eksponen dan logaritma?
3. Bagaimanakah menukarkan eksponen kepada logaritma dan sebaliknya?
4. Senaraikan hukum-hukum logaritma.
5. Bagaimanakah aplikasi logaritma dalam kehidupan harian, berikan contoh-contohnya.
6. Apakah perbezaan log dan ln?
7. Merujuk kepada item ujian ToSUL yang bernombor 3 jelaskan maksudnya?
8. Merujuk kepada item ujian ToSUL yang bernombor 8, apakah yang boleh anda terangkan dari jawapan yang diperolehi?
9. Merujuk kepada item ujian ToSUL yang bernombor 11, apakah yang anda boleh terangkan dari penyelesaian yang anda lakukan?
10. Merujuk kepada item ujian ToSUL yang bernombor 16, apa yang anda fikirkan untuk menyelesaikan item ini?

3.5 Kesahan dan Kebolehpercayaan Instrumen

Kesahan dalam kajian kuantitatif adalah ketepatan (appropriateness), kebenaran (truthfulness), bermakna (meaningfulness) dan kebolegunaan (usefulness) instrumen yang membolehkan data-data digunakan (Fraenkel & Wallen, 1996) . Selain itu kesahan juga didefinisikan sebagai persetujuan antara dua percubaan untuk mengukur trait yang sama secara maksimum dengan kaedah yang berlainan (Campbell & Fiske, 1959). Kesahan isi kandungan digunakan dalam kajian ini.

Menurut Anastas dan Urbine (1997) kesahan isi kandungan adalah penilaian secara sistematik pada isi kandungan ujian dalam mengukur keseluruhan domain. Kaedah kesahan isi kandungan ini digunakan untuk item ToSUL yang mana instrumen ini adalah hasil adaptasi dari seorang penyelidik Singapura yang menguji topik logaritma kepada pelajar sekolah menengah. Perbandingan dan persamaan silibus telah dilaksanakan dan mendapati silibus antara kedua-dua negara iaitu Singapura dan Malaysia tidak jauh berbeza memandangkan ia dari rantau yang sama iaitu Asia Tenggara yang mempunyai cara hidup, ciri-ciri budaya dan adat resam yang sama. Setelah panel pakar menyemak item-item tersebut, didapati item ini sepadan dengan peringkat matrikulasi di Malaysia tetapi diubahsuai beberapa item seperti item yang melibatkan 'ln' iaitu logaritma asli.

Jenis kesahan yang paling penting adalah kesahan isi, yang dapat dinilai dengan meminta kerjasama daripada pakar dalam bidang yang dikaji bagi memeriksa ketepatan dan kesahan set soal selidik yang disediakan (Azizi, Shahrin, Jamaludin, Yusof & Abdul Rahim, 2007). Selain itu ia juga bertujuan untuk dapatkan maklumat berkenaan dengan kejelasan dan kemudahan bahasa yang digunakan, sejauhmana kesesuaian item-item yang dibina dan masa yang diperuntukan untuk menjawab item yang diberikan. Semakan item-item ini telah dilakukan oleh panel pakar yang terdiri daripada pensyarah-pensyarah senior yang biasa dalam mengubal dan mentafsir soalan peringkat matrikulasi. Ini adalah bertujuan untuk meningkatkan kualiti item-item berdasarkan penyemakan spesifikasi ujian oleh panel pakar rujuk dengan memberi komen sama ada item-item tersebut meliputi semua kandungan yang ingin diuji (Lim & Chee, 2010).

Dua orang panel telah dilantik bagi tujuan menentukan ketepatan, kesesuaian ujian ToSUL yang diberikan pada pelajar matrikulasi. Pelantikan panel pakar ini adalah berdasarkan pengalaman mereka dalam bidang matematik di matrikulasi serta pengalaman dalam penggubalan dan penaksiran item peperiksaan peringkat matrikulasi. Selain itu mereka juga mempunyai pengalaman bekerja sekurang-kurangnya 20 tahun di matrikulasi. Panel lain yang terdiri dari empat orang pakar juga telah dilantik untuk menyemak skema pemarkahan dan kaedah pemarkahan mengikut spesifikasi Bahagian Matrikulasi. Panel yang menyemak skema pemarkahan mempunyai pengalaman dalam penyemakan ujian dan peperiksaan di peringkat matrikulasi sekurang-kurangnya sepuluh tahun. Item-item ujian ToSUL telah dikemukakan pada panel pakar dan berikut adalah komen dari panel pakar tersebut:

Panel 1: *Item nombor 1 perlu di masukkan soalan $\ln$ (log asli). Item nombor 18 perlu dibetulkan soalan tersebut (kesilapan menaip).*

Panel 2: *Masa menjawab ujian ToSUL perlu dilanjutkan ke 90 minit memandangkan banyak soalan dan pecahan setiap item. Boleh dimasukkan soalan berkaitan dengan $\ln$ (log asli).*

Dalam menguji kebolehpercayaan dalam kuantitatif, kajian rintis juga berupa permulaan percubaan (preliminary trial) sebelum item-item daripada ujian sebenar dikenakan pada sampel sebenar (Borg & Gall, 1979). Tujuan kajian rintis dibuat adalah untuk mendapatkan ketelusan data daripada ujian percubaan melalui kumpulan kecil individu. Tujuan lain adalah untuk menilai ketekalan item daripada aspek; aras item, objektif item, kefahaman item, kebolegunaan item dan arahan item itu sendiri (Roid & Haladyna, 1982). Dalam mempertingkatkan kesahan

dalam atau kredibiliti dalam kualitatif, kaedah triangulasi digunakan dalam kajian ini. Mengikut Denzin (1978), kaedah triangulasi yang digunakan dalam kajian ini adalah temu bual semi struktur, pemerhatian dan nota lapangan. Manakala strategi yang digunakan untuk meningkatkan kebolehpercayaan dalam kualitatif adalah hasil temu bual semi struktur ditranskrip secara “verbatim” iaitu menggunakan pernyataan langsung daripada dokumen yang dipetik (Nabilah, Rohaya, Ghaziah, Shireena & Norshidah, 2010). Selain itu, data kualitatif direalisasikan secara elektronik dan digital iaitu dengan menggunakan video kamera (Nabilah et al, 2010).

3.6 Kajian Rintis

Sebelum kajian sebenar dilaksanakan, satu kajian rintis dijalankan oleh penyelidik. Seramai 20 orang pelajar program dua tahun sesi 2010/2011 yang berada dalam semester 2 dipilih secara rawak sebagai peserta kajian untuk menjawab item ujian ToSUL. Jumlah sampel atau peserta kajian yang digunakan dalam kajian rintis biasanya tidak kurang daripada 20 orang (Robert & Paul, 1996). Selama 60 minit masa yang diperuntukan kepada peserta kajian untuk menduduki ujian ToSUL dalam kajian rintis ini. Setelah selesai dilaksanakan ujian, penyelidik menyemak jawapan peserta kajian merujuk kepada skema yang mengikut pemarkahan Bahagian Matrikulasi (BMKPM). Analisis dari kajian rintis mendapati seramai 17 orang dari 20 sampel (85%) memperolehi markah antara 0 hingga 49 yang dikategori sebagai gagal. Manakala dua orang (10%) memperolehi markah 50 hingga 59 iaitu kategori lulus dan hanya seorang (5%) yang dikategori sebagai kepujian memperolehi markah antara 60 hingga 69. Kategori cemerlang tidak dapat dicapai oleh mana-mana pelajar

dalam kajian rintis ini (0%). Setelah analisis data kuantitatif selesai dijalankan, maka tiga orang pelajar ditemu bual menggunakan protokol temu bual.

Tiga orang peserta kajian ini dipilih berdasarkan tiga kategori yang diperolehi iaitu setiap orang dari setiap kategori samada gagal, lulus dan kepujian. Temu bual dijalankan selama 20 minit yang melibatkan sepuluh item dari protokol temu bual. Analisis mendapati peserta kajian dari kategori gagal tidak mampu menerangkan definisi logaritma tetapi mengetahui terdapat tiga hukum logaritma. Walaupun mengetahui tiga hukum logaritma tetapi peserta kajian tersebut masih keliru semasa menulis hukum pembahagian dan hukum pendaraban. Peserta kajian ini menghadapi masalah dalam penukaran logaritma ke indeks dan sebaliknya dan juga telah mengembangkan logaritma serta cuba memansuhkan 'log' yang melibatkan pembahagian dengan tujuan untuk meringkaskannya.

Manakala peserta kajian yang kedua iaitu dari kategori lulus cuba menerangkan definisi logaritma dengan mengaitkannya dengan 'base' atau asas. Mengenai hukum logaritma, peserta kajian ini mengetahui terdapat tiga hukum dan mampu menulis dengan baik ketiga-tiga bentuk hukum tersebut. Walaubagaimanapun, apabila menggunakan hukum-hukum tersebut, masih berlaku kesalahan penulisan hukum pembahagian dan pendaraban. Peserta kajian yang terakhir pula mengaitkan logaritma dengan indek sebagai jawapan definisi logaritma. Peserta kajian ini menjelaskan bahawa logaritma dan indek mempunyai asas dan sekiranya suatu persamaan indek tidak dapat diselesaikan, konsep logaritma perlu digunakan untuk menyelesaikannya. Di dapati peserta kajian ini tidak jelas mengenai bilangan hukum-hukum logaritma tetapi mampu menggunakan hukum-hukum tersebut dalam penyelesaian ungkapan dan persamaan logaritma dalam ujian ToSUL.

Secara kesimpulan, kajian rintis ini telah memberi gambaran bagaimana kajian sebenar dijalankan. Terdapat beberapa perubahan iaitu dari segi masa ujian perlu dilanjutkan kepada 90 minit memandangkan ujian tersebut mempunyai 20 item yang dipecahkan menjadi 45 item. Selain itu, terdapat beberapa item perlu disusun semula kedudukannya dan terdapat sedikit pembetulan kepada item. Manakala dari segi protokol temu bual, item yang melibatkan pengiraan digantikan dengan melihat prosedur dari ujian ToSUL yang diselesaikan oleh peserta kajian agar mereka dapat menerangkan apa yang telah ditunjukkan dalam jawapan ujian ToSUL tersebut dan apa yang difahami oleh mereka.

Kebolehpercayaan, ketekalan dan kesahan item-item soal selidik yang bakal dijawab oleh peserta kajian yang sebenar boleh diuji menggunakan kajian percubaan atau dikenali sebagai kajian rintis (Mohd Majid Konting, 2005). Kebolehpercayaan sesuatu soal selidik itu boleh ditentukan melalui tahap *Cronbach Alpha* yang dimilikinya. *Cronbach Alpha* ialah pekali kebolehpercayaan yang menunjukkan bagaimana sesuainya hubungan item-item sebagai satu set soalan (Sekaran, 2005). Semakin hampir nilai Alpha kepada nilai 1 semakin tinggi kebolehpercayaan dalaman (*internal reliability*) item tersebut. Nilai Alpha yang kurang daripada 0.6 dianggap lemah manakala nilai antara 0.6 hingga 0.7 boleh diterima. Nilai Alpha yang melebihi 0.8 adalah dianggap baik (Hair et al., 2007; Mohd Majid Konting, 2005).

Manakala mengikut Frankel dan Wallen (2006), untuk menyemak kebolehpercayaan skor, pekali kebolehpercayaan mestilah sekurang-kurangnya 0.7. Prosedur Pekali kebolehpercayaan bagi Ujian ToSUL yang digunakan digunakan dalam kajian ini telah ditentukan dengan menggunakan program SPSS (versi 21.0).

Keputusan nilai Alpha yang diperolehi iaitu 0.729, yang menunjukkan bahawa Ujian ToSUL boleh diterima pakai dalam kajian ini (Frankel & Wallen, 2006; Sekaran, 2005).

3. 7 Prosedur Pemungutan Data

Terdapat dua fasa dalam prosedur pemungutan data iaitu melibatkan data kuantitatif dan data kualitatif.

3.7. 1 Data Kuantitatif

Penyelidik melaksanakan sesi ujian bertempat di Dewan Kuliah yang melibatkan seramai 138 peserta kajian. Masa yang di ambil dalam menjawab ujian ToSUL ini adalah selama 90 minit. Jawapan para pelajar ini kemudiannya disemak mengikut skema pemarkahan piawaian Bahagian Matrikulasi yang telah disediakan. Penyemakan akan dijalankan sendiri oleh penyelidik setelah skema pemarkahan di rujuk kepada penyelia projek dan juga sekumpulan pensyarah matrikulasi yang berpengalaman di dalam proses penyemakan skema jawapan pelajar. Seramai empat orang panel dilantik untuk menyelaraskan skema pemarkahan agar memenuhi kehendaki spesifikasi ujian dan pemarkahan mengikut piawaian Bahagian Matrikulasi. Jadual 3.4 menunjukkan kaedah pemarkahan yang diberikan seperti dalam skema pemarkahan yang terdapat dalam lampiran B yang selari dengan piawaian BMKPM.

Jadual 3.4

Kaedah pemarkahan (skor) mengikut BMKPM

SIMBOL	HURAIAN
K	Markah diberi kepada kaedah yang betul dan yang akan menuju ke penyelesaian jika tiada ralat kejituan. (pernyataan rumus tanpa isian yang relevan ti dak diberi markah K
J	Markah jitu diberi kepada jawapan tepat setelah mendapat markah K
B	Markah ‘bebas’ diberi kepada pernyataan atau keputusan yang betul
R	Markah untuk rajah yang bersesuaian
J√ atau B√	Markah boleh diberi untuk keputusan/ jawapan yang ‘betul’ hasil dari jawapan yang salah sebelumnya.
TKP	(tinggal kerja penting): tolak 1 atau 2 markah, tulis TKP-1 atau TKP-2, jika calon tidak menunjukkan jalan kerja yang mencukupi untuk mendapat jawapan.
KKS	(kerja kurang sempurna) tolak 1 atau 2 markah, tulis KKS-1 atau KKS-2, bagi jawapan atau jalan kerja yang tidak dinyatakan dengan sempurna dan mengelirukan.
PTA	(penghampiran terlalu awal) PTA-1 atau PTA-2 bagi jawapan hasil dari PTA untuk menepati kejituan jawapan yang dikehendaki.
TMS	(tersilap membaca soalan) Jika tahap soalan dalam jawapannya setanding dengan soalan asal, kerja calon hendaklah diperiksa. Markah A atau B tidak boleh diberi. Tulis TMS. Inteprestasi yang salah tidak boleh dianggap sebagai TMS.

Contoh pemarkahan dilaksanakan seperti rajah 3.3 iaitu K1 diberikan kepada kaedah iaitu pelajar mampu mengasingkan sebutan 81 dan v dengan menggunakan hukum pendaraban log. K1 yang kedua diberikan apabila pelajar menukarkan $u = \log_9 v$ dan juga menukarkan 81 kepada bentuk indeks. Akhir sekali J1 diberikan jika pelajar mendapat jawapan yang tepat seperti $2 + u$.

$$\begin{aligned}
 & \text{(d) } \log_9 81v \\
 &= \log_9 81 + \log_9 v \quad \text{K1} \\
 &= \log_9 9^2 + 4 \quad \text{K1} \\
 &= 2 + 4 \quad \text{J1}
 \end{aligned}$$

Rajah 3.3. Contoh pemarkahan ujian ToSUL

Proses semakan dibuat mengikut skema pemarkahan yang telah disediakan dan beberapa skrip jawapan pelajar diberikan kepada pensyarah cemerlang dan pensyarah senior yang bertujuan untuk membandingkan markah agar kebolehpercayaan dan kesahan markah diperolehi untuk tujuan penyelarasan skema. Sesi penyelarasan skema dijalankan dengan menyemak skema pemarkahan, beberapa skrip contoh peserta kajian diambil dan diselaraskan agar pemarkahan yang diperolehi menepati dengan kehendak spesifikasi ujian. Setelah selesai penyemakan skrip peserta kajian, maka markah diberikan dan pengiraan markah mengikut tiga kategori item juga dikira agar analisis dapat dijalankan. Setelah selesai penyemakan skrip jawapan pelajar, berdasarkan markah yang diperolehi empat kategori pelajar dikumpulkan. Pelajar-pelajar ini dikategorikan kepada kumpulan pencapaian cemerlang, kepujian, lulus dan gagal berdasarkan piawaian BMKPM.

3.7.2 Data Kualitatif

Berdasarkan analisis data kuantitatif, seorang peserta kajian dipilih dari cemerlang, dua orang peserta kajian dipilih dari kategori kepujian, seorang peserta kajian dari kategori lulus dan lima orang dari kategori gagal. Maka jumlah peserta kajian yang

terlibat dalam data kualitatif seramai sembilan orang. Temu bual ini dijalankan di sebuah bilik iaitu Bilik Informasi Penyelidikan dan Pembangunan (R &D) di Kolej berkenaan. Diccico dan Crabtree (2006) menyatakan bahawa temu bual semi struktur dijalankan dalam suatu tempat tertutup seperti pejabat iaitu luar daripada suasana pembelajaran seperti bilik darjah atau bilik kerja. Menurut mereka juga temu bual semi struktur ini kebiasannya dirancang dari segi masa dan tempat.

Setiap peserta kajian disoal berdasarkan soalan semi struktur yang telah dibina disamping penyelidik menyoal secara mendalam berdasarkan jawapan yang diberikan oleh pelajar secara lisan mahupun berdasarkan skrip jawapan yang telah disemak. Setiap peserta kajian ditemu bual selama 30 hingga 40 minit pada peringkat pertama sehingga semua item itu selesai disoal oleh penyelidik.

Sesi pertama temu bual dengan setiap peserta kajian dirakamkan seorang demi seorang dan mengambil masa selama seminggu. Pelajar juga diberikan sekeping kertas sebagai catatan sekiranya jawapan yang diberikan memerlukan jawapan secara penulisan seperti penyelesaian persamaan logaritma. Setelah semua data kualitatif ditranskrikan, peringkat temu bual kedua dilaksanakan. Manakala sesi kedua dilaksanakan selepas tiga minggu sesi pertama temu bual setelah ditranskrip untuk mendapatkan gambaran dan maklumat lanjut bagi sesi temu bual kedua. Berdasarkan temu bual pertama sebarang persoalan yang kurang jelas dan perlukan huraian lanjut dapat diajukan pada sesi kedua ini. Setiap sesi temu bual dijalankan, kamera video digunakan sebagai alat untuk merakam dan merekod.

3.8 Prosedur Menganalisis Data

Dalam bahagian ini, penyelidik membincangkan mengenai prosedur analisis data iaitu analisis data kuantitatif dan data kualitatif. Bagi data kuantitatif, setelah selesai menyemak jawapan pelajar, beberapa skrip jawapan diberikan kepada pensyarah senior yang berpengalaman di dalam pemarkahan mengikut piawaian Bahagian Matrikulasi yang bertujuan untuk membandingkan markah dan membuat penyelarasan skema. Kemudian berdasarkan markah yang diperolehi empat kategori pelajar dikumpulkan. Jadual 3.5 menunjukkan kategori pencapaian secara umum mengikut Bahagian Matrikulasi berbanding jadual 3.6 yang menunjukkan secara terperinci markah, gred, nilai gred dan kategori mengikut BMKPM.

Jadual 3.5

Jadual kategori pencapaian mengikut Bahagian Matrikulasi

Taraf	Julat Markah
Cemerlang	70-100
Kepujian	60-69
Lulus	50-59
Gagal	0-49

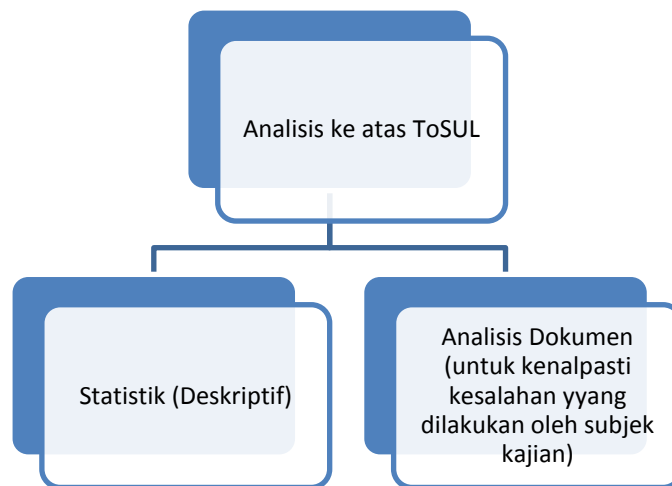
Jadual 3.6

Julat markah, gred, nilai gred dan kategori mengikut BMKPM.

Markah (%)	Gred	Nilai Gred	Taraf
80 – 100	A	4.00	CEMERLANG
75 – 79	A-	3.67	
70 – 74	B+	3.33	

65 – 69	B	3.00	KEPUJIAN
60 – 64	B-	2.67	
55 – 59	C+	2.33	LULUS
50 – 54	C	2.00	
45 – 49	D+	1.67	GAGAL
40 – 44	D	1.33	
35 – 39	E	1.00	
0 – 34	F	0.00	

Pelajar yang mendapat 70% ke atas dikategorikan sebagai pelajar pencapaian cemerlang, 60% hingga 69% adalah kepujian, 50% hingga 59% dikategori sebagai lulus dan 0% - 49% dikategorikan sebagai gagal. Analisis secara statistik deskriptif dilakukan bagi data kuantitatif seperti Rajah 3.3. Statistik deskriptif digunakan untuk memberi gambaran awal data yang melibatkan analisis univariat dengan menggunakan ukuran kecenderungan memusat iaitu min (Noraini, 2010). Min mengambil kira semua skor dalam set data dan merupakan nilai yang paling tepat mewakili set data tersebut (Steinberg, 2008). Penyelidik menggunakan perisian *Statistical Package for Sosial Science* versi 16.0 (SPSS) iaitu ANOVA satu hala untuk mencari sama ada terdapat perbezaan yang signifikan antara Modul 1, Modul 2 dan Modul 3. Tujuannya adalah untuk melihat perbezaan min kerana terdapat tiga kumpulan pelajar yang terlibat dalam kajian ini. Kemudian setelah mengkategorikan pelajar berkenaan hanya sembilan orang pelajar dari kategori cemerlang, kepujian, lulus dan gagal dipilih untuk ditemu bual semi struktur dalam fasa kedua iaitu fasa kualitatif.



Rajah 3.4 Analisis yang dijalankan ke atas data kuantitatif

Dalam fasa temu bual, setiap orang pelajar disoal berdasarkan item semi struktur yang telah dibina disamping penyelidik menyoal secara mendalam berdasarkan jawapan yang diberikan oleh pelajar secara lisan serta berpandukan berdasarkan skrip jawapan yang telah disemak oleh penyelidik. Selain itu juga beberapa soalan secara lanjutan yang bersifat mencungkil turut juga diajukan kepada peserta temu bual semasa proses temu bual berjalan. Respon pelajar secara lisan dan juga bukan lisan dicatat sebagai nota lapangan oleh penyelidik bagi tujuan memastikan bahawa data yang diperolehi adalah tepat serta mempunyai kesahan dan kebolehpercayaan.

Selepas sesi temu bual dijalankan, penilaian pula dibuat berdasarkan rakaman dan catatan semasa pemerhatian direkodkan. Setiap orang pelajar ditemu bual selama 30 minit hingga 60 minit sehingga semua soalan itu selesai disoal oleh penyelidik. Pelajar juga diberikan sekeping kertas sebagai catatan sekiranya jawapan yang diberikan memerlukan jawapan secara penulisan seperti penyelesaian persamaan logaritma. Sesi temu bual dilaksanakan dan dirakam di dalam pita rakaman agar data yang diperolehi dapat dianalisis secara kualitatif. Setelah berakhirnya temu bual, data

kualitatif yang diperolehi dianalisis secara interpretif oleh penyelidik dengan mengenalpasti tema, kategori dan pembinaan koding (Creswell, 2008).

3.9 Rumusan

Kajian ini bertujuan mencungkil pemahaman pelajar tentang konsep logaritma. Jawapan-jawapan daripada ujian bertulis ToSUL hanya dapat memberikan gambaran kasar mengenai pemahaman konsep logaritma oleh ketiga-tiga modul. Walaupun sampel dipilih daripada tiga modul yang berbeza, jawapan yang mereka berikan tidak jauh berbeza. Pola-pola jawapan dapat dikenal pasti daripada analisis jawapan kajian rintis. Seterusnya, menerusi sesi temu bual, lebih banyak maklumat diperolehi tentang pemahaman konsep logaritma yang dimiliki oleh pelajar-pelajar. Bab ini telah membincangkan mengenai pemilihan sampel kajian, penggunaan instrumen, prosedur pengumpulan dan penganalisan data dan dapatan kajian rintis. Dapatan daripada kajian rintis ini dapat membantu penyelidik memperbaiki dan mengemaskini aspek tertentu seperti pembinaan instrumen untuk kajian sebenar, peruntukan masa untuk sesi temu bual dan sebagainya. Tujuan utama kajian rintis ialah untuk memastikan supaya kajian sebenar berjalan dengan lancar. Bab berikut membincangkan dengan lebih terperinci dapatan daripada ujian bertulis ToSUL dan bab lima data kualitatif yang telah dikumpul.

BAB EMPAT

ANALISIS DATA KUANTITATIF

4.1 Pengenalan

Bab ini membincangkan dapatan kajian daripada data kuantitatif yang diperolehi melalui ujian bertulis (ToSUL). Seperti yang dibincangkan dalam bab tiga, ToSUL mengandungi 20 item yang diperincikan kepada 45 sub item. Ujian ini telah diberikan kepada 138 orang pelajar matrikulasi yang menjadi peserta kajian ini. Ujian Tosul ditadbir selama 90 minit. Item-item dalam ujian ini merangkumi tiga kategori seperti yang dikemukakan oleh Eric dan Chua (2005) iaitu kategori pengetahuan dan pengiraan, kefahaman dan penggunaan. Item-item dalam ujian mengukur konsep penukaran logaritma kepada indeks dan sebaliknya, mencari nilai sebutan, meringkaskan sebutan serta aplikasi hukum-hukum logaritma dalam penyelesaian sebutan dan persamaan logaritma. Jawapan bertulis peserta kajian juga digunakan untuk mendapatkan gambaran tentang pemahaman mereka berkenaan logaritma.

Data daripada ujian bertulis ToSUL dianalisis menggunakan perisian *Statistical Package for Social Science* (SPSS) versi 16.0. Penyelidik menganalisis data kuantitatif yang melibatkan ketiga-tiga Modul untuk melihat peratusan pencapaian secara keseluruhan. Kemudian penyelidik juga menganalisis data kuantitatif mengikut Modul iaitu Modul 1, Modul 2 dan Modul 3 untuk melihat peratusan pencapaian mengikut Modul yang bertujuan untuk menentukan samada terdapat perbezaan dalam pencapaian pelajar mengikut modul atau tidak. Selain itu analisis juga dijalankan mengikut tiga kategori soalan iaitu kategori pengetahuan dan

pengiraan, kefahaman dan penggunaan untuk menentukan kategori mana yang mampu dijawab oleh pelajar. Analisis ini dibandingkan mengikut min peratus bagi setiap kategori. Dapatan daripada analisis dokumen ujian bertulis ToSUL telah menimbulkan beberapa persoalan yang menarik mengenai kesalahan-kesalahan yang seringkali dilakukan oleh pelajar mengenai pemahaman konsep logaritma sama ada konsep asas seperti definisi logaritma, perkaitan logaritma dengan indek dan penggunaan hukum-hukum logaritma dalam penyelesaian ungkapan dan persamaan. Dapatan yang menarik ini diselidiki seterusnya dalam sesi temu bual yang melibatkan sembilan orang pelajar dalam bab lima.

4.2 Analisis Deskriptif Ujian Bertulis ToSUL

Analisis ke atas jawapan ujian bertulis ToSUL dilaksanakan melalui dua pendekatan iaitu statistik secara deskriptif dan analisis dokumen iaitu meneliti jawapan bertulis pelajar untuk mengenalpasti kesalahan yang dilakukan. Analisis secara deskriptif dilakukan untuk mengetahui pencapaian pelajar, menentukan sama ada terdapat perbezaan yang signifikan atau tidak antara ketiga-tiga modul dan mengenal pasti kategori yang manakah mampu dijawab oleh pelajar. Langkah pertama yang dilakukan oleh penyelidik ialah mengenalpasti taraf pelajar matrikulasi PDT dalam ujian bertulis ToSUL samada berada pada taraf cemerlang, kepujian, lulus atau gagal. Kedua, penyelidik juga membandingkan min peratus skor di antara ketiga-tiga Modul. Dalam peringkat ketiga, analisis Anova satu hala digunakan untuk menentukan sama ada terdapat perbezaan yang signifikan atau tidak signifikan antara Modul yang diambil. Selain itu, analisis data telah dilakukan untuk mengenalpasti kategori soalan yang mampu dijawab oleh peserta kajian.

4.2.1 Analisis Pencapaian Pelajar

Berdasarkan dapatan kajian seramai 117 orang pelajar matrikulasi PDT (84.78%) gagal dalam ujian bertulis ToSUL di mana julat markahnya di antara 0 hingga 49 berbanding 15 orang pelajar (10.87%) mendapat skor markah di antara 50 hingga 59 iaitu berada pada taraf lulus. Manakala seramai empat orang pelajar (2.9%) yang mencapai taraf kepujian dengan skor markah di antara 60 hingga 69. Hanya dua orang pelajar (1.54%) sahaja daripada jumlah 138 orang pelajar berada pada taraf cemerlang dengan julat markah di antara 70 hingga 100. Jadual 4.1 menunjukkan keputusan keseluruhan pencapaian peserta kajian dalam ujian ToSUL.

Jadual 4.1

Julat markah dan peratus pelajar dalam ujian ToSUL

Taraf	Julat Markah	Frekuensi / Kekerapan	Peratus
Cemerlang	70-100	2	1.45
Kepujian	60-69	4	2.90
Lulus	50-59	15	10.87
Gagal	0-49	117	84.78

4.2.2 Analisis Mengikut Modul

Jadual 4.2 menunjukkan min peratus skor ujian bertulis ToSUL mengikut Modul 1, Modul 2 dan Modul 3. Min peratus skor bagi Modul 1 ialah 33.5%, Modul 2 ialah 39.9% dan Modul 3 ialah 32.9%. Secara keseluruhannya, Modul 2 menunjukkan min

peratus skor lebih tinggi berbanding Modul 1 dan Modul 3 seperti yang dapat dilihat dalam jadual 4.2. Jadual 4.3 menunjukkan keputusan analisis Anova satu hala menunjukkan terdapat perbezaan yang signifikan di antara ketiga-tiga modul iaitu ($F = 3.08, p < .05$). Bagi melihat perbezaan antara modul, maka ujian perbandingan berganda post hoc digunakan untuk mengetahui kumpulan mana yang menyumbang kepada perbezaan ini.

Terdapat beberapa jenis ujian perbandingan post hoc yang boleh digunakan. Walau bagaimana pun, penyelidik menggunakan ujian Gabriel kerana ujian Gabriel boleh digunakan jika saiz kumpulan tidak sama dan juga dapat membandingkan kesemua pasangan yang mungkin (*all possible pair-wise comparison*) (IBM Corporation, 2011) seperti dalam kajian ini; Modul 1 (30 orang), Modul 2 (37 orang) dan Modul 3 (71 orang). Jadual 4.4 menunjukkan hasil analisis ujian Post Hoc Gabriel di mana hanya terdapat perbezaan yang signifikan antara Modul 2 dan Modul 3 ($p < 0.05$).

Jadual 4.2

Peratus Min Skor Ujian ToSUL

Modul	Bilangan Pelajar	Min	Sisihan Piawai	Markah Minimum	Markah Maksimum
1	30	33.47	15.31	7	71
2	37	39.89	11.05	17	59
3	71	32.92	15.33	9	87
Total	138	34.91	14.53	7	87

Jadual 4.3

Perbezaan Modul dengan Pencapaian

Perbandingan	Jumlah Kuasadua	Darjah Kebebasan	Min Kuasadua	F	Signifikan
Antara Modul	1263.25	2			
Dalam Modul	27646.53	135	631.62 204.79	3.08	0.049
Total	28909.76	137			

Jadual 4.4

Perbezaan Antara Ketiga-tiga Modul (Post Hoc: Gabriel)

Perbandingan pelbagai

MARKAH

Gabriel

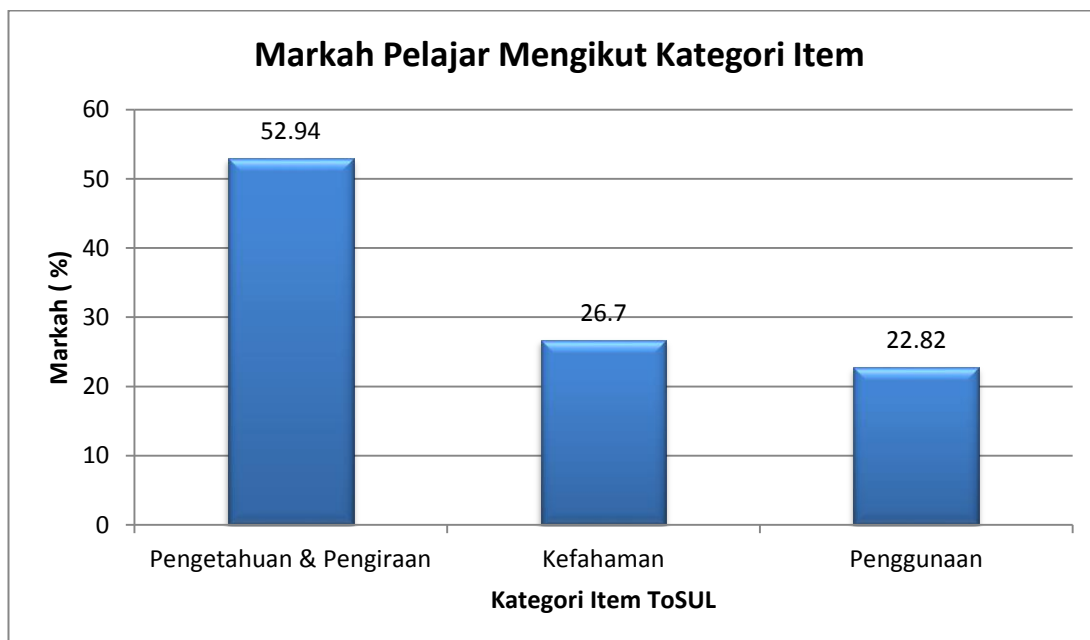
(I)	(J)	Perbezaan Min		Sig.	95% "Confidence Interval"	
		(I-J)	Std. Error		Lower Bound	Upper Bound
1	2	-6.42523	3.51584	.193	-14.9102	2.0597
	3	.55117	3.11619	.997	-6.8157	7.9181
2	1	6.42523	3.51584	.193	-2.0597	14.9102
	3	6.97640*	2.90158	.048	.0540	13.8988
3	1	-.55117	3.11619	.997	-7.9181	6.8157
	2	-6.97640*	2.90158	.048	-13.8988	-.0540

*. The mean difference is significant at the 0.05 level.

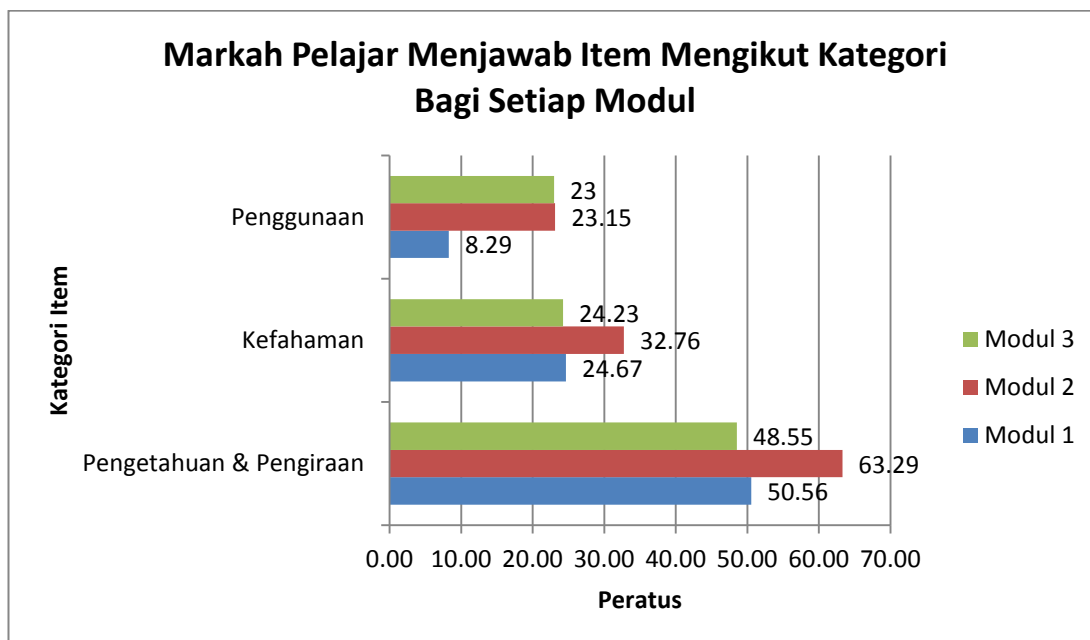
4.2.3 Analisis Mengikut Kategori Soalan

Rajah 4.1 menunjukkan min markah dalam peratusan untuk ujian bertulis “Test of Students’ Understanding of Logarithms” mengikut tiga kategori soalan iaitu kategori pengetahuan dan pengiraan, kefahaman dan penggunaan. Min markah bagi kategori pengetahuan dan pengiraan ialah 52.94% manakala kategori kefahaman mencatatkan min markah 26.70% dan kategori penggunaan memberi dapatan min markah

22.82%. Didapati kategori pengetahuan dan pengiraan menunjukkan min skor yang tinggi berbanding kategori kefahaman dan kategori penggunaan.



Rajah 4.1 Markah yang diperolehi pelajar mengikut kategori



Rajah 4.2 Markah yang diperolehi pelajar mengikut kategori bagi setiap modul

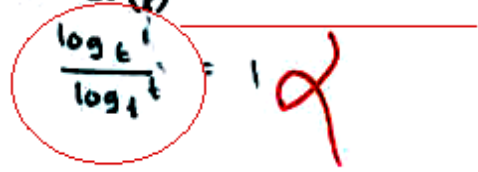
Rajah 4.2 menunjukkan bahawa modul 2 mempunyai min peratus markah yang lebih tinggi dalam ketiga-tiga kategori item iaitu kategori pengetahuan dan pengiraan sebanyak 63.29%, kefahaman 32.76% dan 23.15% bagi kategori soalan penggunaan. Manakala Modul 1 di dapati mempunyai min peratus 50.56% berbanding 48.55% pada modul 3 dalam kategori soalan pengetahuan dan pengiraan dan 24.67% berbanding 24.23% dalam kategori kefahaman. Walaubagaimanapun, modul 3 mempunyai min peratus yang lebih tinggi berbanding modul 1 dalam kategori penggunaan sebanyak 23% berbanding hanya 8.29%.

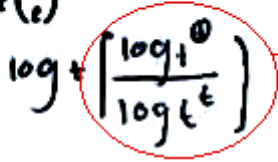
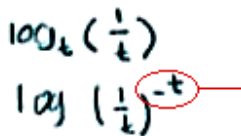
4.3 Analisis Jenis-Jenis Kesalahan

Jawapan ujian bertulis “Test of Students’ Understanding of Logarithms” dianalisis mengikut tiga kategori soalan iaitu kategori pengetahuan dan pengiraan, kategori kefahaman dan kategori penggunaan dengan cara mengenalpasti jenis-jenis kesalahan yang dilakukan oleh para pelajar. Jadual 4.5 mempamerkan jenis-jenis kesalahan yang dilakukan oleh pelajar dalam menyelesaikan ujian bertulis tersebut.

Jadual 4.5

Kesalahan pelajar dalam menyelesaikan item 4a

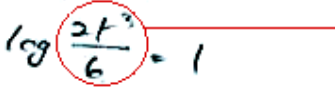
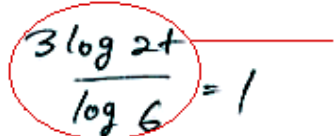
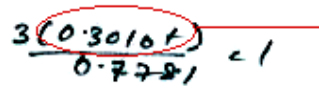
Peserta kajian	Kerja Mengira Pelajar	Kesalahan Pelajar	Kategori
M3MI	4. Find the value of (a) $\log_2 \left(\frac{1}{4} \right)$ 	Salah menterjemah hukum pembahagian logaritma	Pengetahuan dan Pengiraan

M2FZ	4. Find the value of (a) $\log_t \left(\frac{1}{t} \right)$ 	Cuba menukarkan asas kepada asas yang sama t Pengetahuan dan Pengiraan
M1FZ	4. Find the value of (a) $\log_t \left(\frac{1}{t} \right)$ 	Salah guna hukum kuasa logaritma Pengetahuan dan Pengiraan

Item 4a menguji pelajar mencari nilai ungkapan $\log_t \left(\frac{1}{t} \right)$. Analisis hasil kerja mengira tiga peserta kajian menunjukkan terdapat tiga jenis kesalahan iaitu kesalahan menterjemah hukum pembahagian, menukarkan asas kepada asas yang sama iaitu asas t dan kesalahan dalam penggunaan hukum kuasa.

Jadual 4.6

Kesalahan pelajar dalam menyelesaikan item 7b

Peserta kajian	Kerja Mengira Pelajar	Kesalahan Pelajar	Kategori
M2MS	(b) $\log(2t^3 - 6) = 1$ 	1. Salah menterjemah hukum pembahagian logaritma.	Pengetahuan dan Pengiraan
		2. Salah guna hukum kuasa logaritma dan kembangkan “log” untuk pengatas dan pembawah.	
		3. Membuat andaian bahawa sebutan “log” hanya untuk	

		2 dan didarabkan dengan pembolehubah t .	
M1FZ	(b) $\log(2t^3 - 6) = 1$ $2t^3 - 6 = 1$ $2t^3 = 7$ $t^3 = \frac{7}{2}$ $t = \sqrt[3]{\frac{7}{2}}$ $t = \pm 1.518$	- Kesalahan dalam penukaran log ke indeks sepatutnya 10^1. - Meletakkan tanda positif & negative di hadapan tanda punca kuasa tiga	Pengetahuan dan Pengiraan
M2FZ	(b) $\log(2t^3 - 6) = 1$ $\log(2t^3 - 6) = 1$ $\log\left(\frac{2t^3}{6}\right) = 1$ $\frac{2t^3}{6} = 10$ $2t^3 = 60$ $t^3 = 30$ $t = 3.10$	Salah menterjemah hukum pembahagian logaritma	Pengetahuan dan Pengiraan

Item 7b pula menguji pelajar menyelesaikan persamaan $\log_t(2t^3 - 6) = 1$. Manakala analisis hasil kerja mengira tiga peserta kajian menunjukkan terdapat enam jenis kesalahan adalah seperti berikut:

- kesalahan menterjemah hukum pembahagian
- salah guna hukum kuasa logaritma
- kembangkan perkataan “log” untuk pengatas dan pembawah
- membuat andaian bahawa sebutan “log” hanya untuk 2 dan didarabkan dengan pembolehubah
- kesalahan dalam penukaran log ke indek sepatutnya 10^1
- beranggapan punca kuasa tiga mempunyai nilai positif dan negatif.

Jadual 4.7

Kesalahan pelajar dalam menyelesaikan item 2.

Peserta kajian	Kerja Mengira Pelajar	Kesalahan Pelajar	Kategori
M3MI	(a) $\log_2 p = 5$ $2^5 =$ Answer (b) $\log_3 27 = 3^3$ (b) $q = \log_3 27$ $\log_3 3^3 = 27$ $27^3 = 3^3$ $3^3 = 27$ $27^3 =$ (c) $\log_r \sqrt{5} = \frac{1}{2}$ $\log_r \sqrt{5} = \frac{1}{2}$ $\log_r (5^{-\frac{1}{2}}) = 0$ $\log_r 5^{-1} = 0$ $\frac{r}{5} = 0$	1a. Penukaran log ke indeks sepatutnya 2^5 1b. Memansuhkan notasi logaritma '$\log_3$' 2b. Penukaran log ke indeks sepatutnya 3^q 1c. Cuba menyelesaikan persamaan bukan menukar log ke indeks 2c. Aplikasi hukum indeks 3c. Jawapan tidak mengikut soalan (tukar log ke indeks)	Pengetahuan dan Pengiraan
M2FZ	(a) $\log_2 p = 5$ $p = 2^5$ 31 (b) $q = \log_3 27$ $27 = 3$	1a. Bukan dalam bentuk indeks 1b. Jawapan tidak mengikut kehendak soalan (tukar log ke indeks)	Pengetahuan dan Pengiraan
M1FZ	(a) $\log_2 p = 5$ $\log p = 2^5$ $\log_2 p = \log_2 5$ $p = 5^{\log_2}$ (b) $q = \log_3 27$ $q = \log_3 3^3$	1a. Penukaran log ke indeks sepatutnya 2^5 1b. Tidak memahami kehendak soalan 1c. Penukaran log ke indeks sepatutnya $r^{\frac{1}{2}}$	Pengetahuan dan Pengiraan

$$(c) \log_r \sqrt{5} = \frac{1}{2}$$

$$\sqrt{5} = \left(\frac{1}{2}\right)'$$

Jadual 4.7 menunjukkan kesalahan yang dilakukan ketika menyelesaikan item 2. Item ini mengkehendaki pelajar menukarkan persamaan logaritma kepada persamaan indeks. Hasil analisis kerja mengira tiga peserta kajian menunjukkan terdapat lima jenis kesalahan iaitu:

- i. kesalahan dalam penukaran log ke indek
- ii. memansuhkan notasi logaritma
- iii. kesalahan dalam penyelesaian persamaan
- iv. kesalahan aplikasi hukum indek
- v. jawapan tidak mengikut dan memahami kehendak soalan.

Jadual 4.8

Kesalahan pelajar dalam menyelesaikan item 3.

Peserta kajian	Kerja Mengira Pelajar	Kesalahan Pelajar	Kategori
M2FZ	3. $y = a^x$ is said to be in the index form. $x = \log_a y$ is said to be in the logarithmic form. Express the following in the logarithmic form. (a) $7^k = 28$ $k = \log_7 28$ $= \frac{\log 28}{\log 7}$ (b) $4^3 = m$ $3 = \log_4 m$ $3 = \frac{\log m}{\log 4}$ (c) $n^{-1} = 0.6$ $\frac{1}{n} = 0.6$ $n = \frac{1}{0.6}$ $n = \frac{5}{3}$ $k = 4.8$ $(\log 4) 3 = \log m$ $\log m = 1.806$ $m = 10^{1.806}$ $= 64$	1. Jawapan tidak mengikut kehendak soalan (tukar indeks ke log)	Pengetahuan dan Pengiraan
M1FZ	(a) $7^k = 28$ $\log 7^k = \log 28$ (b) $4^3 = m$ $m \log_4 = 3$ (c) $n^{-1} = 0.6$ $\log_n 0.6 = -1$ $0.6 = n^{-1}$ $0.6 = \frac{1}{n}$	1a. Meletakkan notasi 'log' dikedua-dua persamaan. Jawapan tidak mengikut kehendak soalan (tukar indeks ke log) 1b. Penukaran indek ke log 1c. Jawapan tidak mengikut kehendak soalan (tukar indeks ke log)	Pengetahuan dan Pengiraan
M3AA	(a) $7^k = 28$ $\log_k = \log_7 28$ $k = 7^{28}$	1a. Meletakkan notasi logaritma 'log' dikedua-dua persamaan 2a. Mencari nilai	Pengetahuan dan Pengiraan

(b) $4^3 = m$

$$\log_3 = \log_4 m$$

$$3 = \log_4 m$$

(c) $n^{-1} = 0.6$

$$\log_{.1} = \log_n 0.6$$

$$\frac{1}{\log_{.1}} = \log_n 0.6$$

k. Tidak menjawab soalan (tukar indeks ke log)

1c. Meletakkan notasi logaritma 'log' dikedua-dua persamaan

2c. Jawapan tidak mengikut kehendak soalan (tukar indeks ke log)

Item 3 menguji pelajar menukarkan persamaan indeks kepada persamaan logaritma. Analisis hasil kerja mengira tiga peserta kajian menunjukkan terdapat tiga jenis kesalahan iaitu:

- jawapan tidak mengikut soalan
- meletakkan notasi 'log' dikedua-dua belah persamaan
- kesalahan dalam menukarkan indeks ke log.

Jadual 4.9

Kesalahan pelaja dalam menyelesaikan item 11c

Peserta kajian	Kerja Mengira Pelajar	Kesalahan Pelajar	Kategori
M1NI	(c) $\frac{\log_2 27}{\log_2 9}$ $\frac{\log_2 3^3}{\log_2 3^2} = 0$ $\log_2 3^3 - \log_2 3^2 = 0$ $\frac{3^3}{3^2} = 0$ $3^{3-2} = 3^1$ $= 3$	- Dari ungkapan ditukarkan menjadi persamaan - Kesalahan dalam menterjemah hukum pembahagian log - Log dimansuhkan dan ditukar dari tolak ke bahagi	Kefahaman

4. Memperolehi jawapan yang salah

M3AA

(c) $\frac{\log_2 27}{\log_2 9}$

$$\frac{\log_2 27}{\log_2 9}$$

$$\log_2 (27/9)$$

$$\log_2 3$$

1. Memfaktorkan notasi logaritma 'log' dan mengabaikan penulisan log asas 2
2. Memperolehi jawapan yang salah

Kefahaman

M1FZ

(c) $\frac{\log_2 27}{\log_2 9}$

$$\frac{27}{9}$$

$$= 3$$

1. Memansuhkan notasi logaritma 'log' asas 2
2. Memperolehi jawapan yang salah

Kefahaman

M2MS

(c) $\frac{\log_2 27}{\log_2 9}$

$$= \log_2 27 - 9$$

$$= \log_2 18$$

$$= \log_2 2$$

1. Memfaktorkan notasi logaritma 'log' dan kesalahan aplikasi hukum pembahagian
2. Memperolehi jawapan yang salah

Kefahaman

Item 11c merupakan kategori kefahaman yang menguji pelajar menyelesaikan ungkapan $\frac{\log_2 27}{\log_2 9}$. Dari analisis hasil kerja mengira empat peserta kajian menunjukkan terdapat lima jenis kesalahan iaitu:

- i. kesalahan menterjemah hukum pembahagian
- ii. kesalahan menukarkan ungkapan menjadi persamaan
- iii. memfaktorkan notasi "log"
- iv. memansuhkan notasi "log"

- v. memperolehi jawapan yang salah.

Jadual 4.10

Kesalahan pelajar dalam menyelesaikan item 15c.

Subjek Kajian	Kerja Mengira Pelajar	Kesalahan Pelajar	Kategori
M1NI	(d) $\log_x 6 - 2 \log_x 3$ $\log_x 6 - 2 \log_x 3$ $\frac{\log_x 6}{\log_x 3^2} = 0$ $x^{6-9} = 0$ $x^{-3} = 0$ $\frac{1}{x^3} = 0$	1. Kesalahan aplikasi hukum pembahagian & dari ungkapan ditukarkan menjadi persamaan 2. Memansuhkan notasi logaritma 'log' & aplikasi hukum indek 3. Jawapan salah	Kefahaman
M2FZ	(d) $\log_x 6 - 2 \log_x 3$ $\frac{\log_x 6}{\log_x 3^2}$ $= \log_x$	1. Aplikasi hukum kuasa tetapi nilainya salah $3^2 = 9$ & memansuhkan pengatas dan pembawah	Kefahaman
M1FZ	(d) $\log_x 6 - 2 \log_x 3$ $\log_x 6 - \log_x 3^2$ $= \frac{6}{3^2}$	1. Kesalahan aplikasi hukum pembahagian & memansuhkan notasi logaritma 'log' pengatas dan pembawah	Kefahaman
M3AA	$= \frac{6}{9}$ $= \frac{2}{3}$	1. Salah penukaran nilai 6 ke bentuk indek	Kefahaman

$$(d) \log_x 6 - 2 \log_x 3$$

$$= \log_x 2^3 - 2 \log_x 3$$

$$= \frac{\log_x 2^3}{2 \log_x 3}$$

2. Aplikasi hukum pembahagian

Item 15 pula dalam kategori kefahaman mengkehendaki pelajar meringkaskan ungkapan $\log_x 6 - 2 \log_x 3$. Analisis hasil kerja mengira empat peserta kajian menunjukkan terdapat lima jenis kesalahan seperti berikut:

- kesalahan menterjemah hukum pembahagian log
- kesalahan menukarkan nilai enam ke bentuk indeks
- memansuhkan notasi 'log'
- menukarkan ungkapan menjadi persamaan
- memperolehi jawapan yang salah

Jadual 4.11

Kesalahan pelajar dalam menyelesaikan item 12

Subjek Kajian	Kerja Mengira Pelajar	Kesalahan Pelajar	Kategori
M2MS	12. Given $\log_{10} 38.5 = 1.586$ what is the value of $\log_{10} 385$? $\log_{10} 385 = 2.5855$ <i>juz press calculator.</i>	1. Dapatkan jawapan menggunakan kalkulator	Kefahaman
			Kefahaman

M1NI

12. Given $\log_{10} 38.5 = 1.586$ what is the value of $\log_{10} 385$?

$$\begin{aligned} \log_{10} 38.5 &= 1.586 \\ \log_{10} 38.5 \times 10^{-1} &= 1.586 \\ &= 1.586 + 1 \\ \log_{10} 385 &= 2.586 \end{aligned}$$

1. Salah nilai pendaraban sepatutnya darab 10

1. Mendarab 10 dikedua belah persamaan untuk mansuhkan pembawah disebelah kiri

Kefahaman

M3AD

$$\begin{aligned} \log_{10} 385 \\ \log_{10} 38.5 &= 1.586 \\ \left(\log_{10} \frac{38.5}{10} = 1.586 \right) \times 10 \\ \log_{10} 385 &= 15.86 \\ 385 &= 10^{15.86} \end{aligned}$$

2. Mendarab dengan 10 di kedua-dua belah persamaan.

Item 12 menguji pelajar mencari nilai $\log_{10} 385$. Analisis hasil kerja mengira tiga peserta kajian menunjukkan terdapat dua jenis kesalahan iaitu:

- i. mendarab 10 di kedua-dua belah persamaan
- ii. kesalahan dalam operasi algebra
- iii. mendapatkan jawapan dengan menggunakan kalkulator walaupun arahnya tanpa menggunakan kalkulator.

Jadual 4.12

Kesalahan pelajar dalam menyelesaikan item 13

Subjek Kajian	Kerja Mengira Pelajar	Kesalahan Pelajar	Kategori
M2AR	(e) $\log_3 v$ $= \frac{\log_9 v}{\log_9 3} \checkmark$ $= \log_9 v - \log_9 3 \quad \text{---}$ $\log_9 v$ $\log_9 v = \log_9 3 \quad \text{---}$ $v = 3$	1. Kesalahan aplikasi hukum pembahagian 2. Menukarkan ungkapan menjadi persamaan (salah guna tata tanda 'sama dengan')	Penggunaan
M3AA	(e) $\log_3 v$ $= \frac{\log_9 v}{\log_9 v^3} \quad \text{---}$ $= \frac{4}{u^3}$	1. Kesalahan dalam penukaran asas 9	Penggunaan
M3AD	(e) $\log_3 v$ $= \frac{\log_9 v}{\log_9 3}$ $= \frac{4}{\log_9 3} \quad \text{---}$	1. Tidak meringkaskan jawapan	Penggunaan

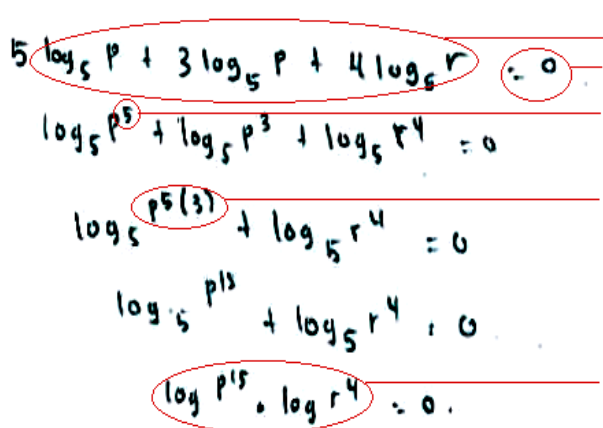
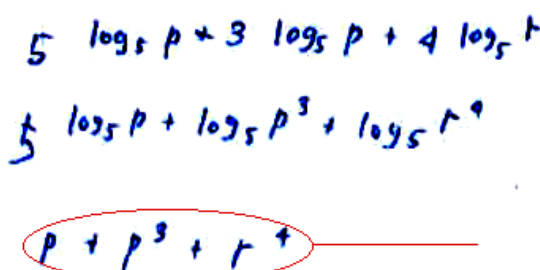
Item 13 menguji pelajar mencari nilai dalam sebutan u . Analisis hasil kerja mengira tiga peserta kajian menunjukkan terdapat empat jenis kesalahan seperti berikut:

- i. Kesalahan menterjemah hukum pembahagian

- ii. menukarkan ungkapan menjadi persamaan
- iii. kesalahan dalam penukaran asas
- iv. tidak meringkaskan jawapan

Jadual 4.13

Kesalahan pelajar dalam menyelesaikan item 16

Peserta kajian	Kerja Mengira Pelajar	Kesalahan Pelajar	Kategori
M3MI		1. Ungkapan diubah menjadi persamaan 2. Kesalahan semasa aplikasi hukum indek 3. Kesalahan penulisan hukum pendaraban log	Penggunaan
M3AD		1. Mansuhkan asas 5 dan kuasa 'log'	Penggunaan

Item 16 pula menguji pelajar meringkaskan ungkapan $5^{\log_5 p + 3\log_5 p + 4\log_5 r}$. Analisis hasil kerja mengira dua peserta kajian menunjukkan terdapat lima jenis kesalahan iaitu:

- i. menukarkan kuasa sama aras dengan asas 5
- ii. ungkapan diubah menjadi persamaan

- iii. kesalahan semasa aplikasi hukum indeks
- iv. kesalahan menterjemah hukum pendaraban
- v. memansuhkan asas 5 dan kuasa 'log'.

Jadual 4.14

Kesalahan pelajar dalam menyelesaikan item 18b

Peserta kajian	Kerja Mengira Pelajar	Kesalahan Pelajar	Kategori
	(b) $\log_3 7 \times \log_7 5 \times \log_5 3$		
M3AA	$= \log_3 7 \times \log_7 5 \times \log_5 3$ $= \frac{\log_3 7}{\log_3 3} \times \frac{\log_7 5}{\log_7 7} \times \frac{\log_5 3}{\log_5 5}$ $= \frac{\log_3 5}{1} + \frac{\log_7 5}{1} + \frac{\log_5 3}{1}$	1. Penukaran asas berbeza dalam satu ungkapan. 2. Tanda 'x' ditukarkan '+', kesalahan aplikasi hukum pendaraban	Penggunaan
M3AD	$\log_3 7 \times \log_7 5 \times \log_5 3$ $\frac{\log_{10} 7}{\log_{10} 3} \times \frac{\log_{10} 5}{\log_{10} 7} \times \frac{\log_{10} 3}{\log_{10} 5}$ $\log_{10} \left(\frac{7}{3} \times \frac{5}{7} \times \frac{3}{5} \right)$ $\log_{10} 1$	1. Memfaktorkan notasi logaritma 'log' pengatas dan pembawah. 2. Memfaktorkan ketiga-tiga notasi logaritma 'log'	Penggunaan
M3MI	(b) $\log_3 7 \times \log_7 5 \times \log_5 3$ $\log_3 7 + \log_7 5 + \log_5 3$ $\frac{\log_3 7}{\log_3 3} + \frac{\log_7 5}{\log_7 7} + \frac{\log_5 3}{\log_5 5}$	1. Tanda 'x' ditukarkan '+', kesalahan aplikasi hukum pendaraban. 2. Penukaran asas berbeza dalam satu ungkapan	Penggunaan

Item 18b pula menguji pelajar meringkaskan ungkapan $\log_3 7 \times \log_7 5 \times \log_5 3$.

Analisis hasil kerja mengira tiga peserta kajian menunjukkan terdapat lima jenis kesalahan seperti berikut:

- penukaran asas berbeza dalam satu ungkapan
- tanda ' $\times$ ' ditukarkan kepada tanda '+' iaitu merupakan kesalahan menterjemah hukum pendaraban
- memfaktorkan notasi logaritma 'log' pengatas dan pembawah
- memfaktorkan ketiga-tiga notasi logaritma 'log'
- menukarkan asas yang berbeza dalam satu ungkapan.

Jadual 4.15

Kesalahan pelajar dalam menyelesaikan item 20

Peserta kajian	Kerja Mengira Pelajar	Kesalahan Pelajar	Kategori
M2MS	20. Find the possible value(s) of x that will make this equation $\log_2(x+1) + \log_2(x-2) = \log_2(3x-5)$ a true statement. Justify your answer.	- Kesalahan menterjemah hukum pembahagian. - Pengembangan "log" & aplikasi hukum pendaraban	Penggunaan

M3AD

$$\begin{aligned} \log_2 (x+1) + \log_2 (x-2) &= \log_2 (3x-5) \\ \log_2 (x+1)(x-2) &= \log_2 (3x-5) \\ \text{Compare} \\ (x+1)(x-2) &= 3x-5 \\ x^2 - 2x + x - 2 &= 3x-5 \\ x^2 - x - 2 - 3x + 5 &= 0 \\ x^2 - 4x + 3 &= 0 \\ (x-3)(x-1) &= 0 \\ x = 3 \quad x = 1 \end{aligned}$$

1. Tidak menyemak jawapan akhir

Penggunaan

Manakala item 20 pula menguji pelajar mencari nilai persamaan $\log_2(x+1) + \log_2(x-2) = \log_2(3x-5)$. Analisis hasil kerja mengira dua peserta kajian menunjukkan terdapat empat jenis kesalahan iaitu:

- i. kesalahan menterjemah hukum pembahagian
- ii. mengembang sebutan 'log'
- iii. kesalahan menterjemah hukum pendaraban
- iv. tidak menyemak jawapan akhir.

Analisis kesilapan dari Jadual 4.5 sehingga Jadual 4.15 menunjukkan terdapat empat kategori kesalahan yang sering dilakukan oleh pelajar dalam kerja mengira pelajar dalam ujian ToSUL iaitu:

1. Kesalahan algebra

I. Menganggap perkataan 'log' adalah suatu pembolehubah, maka proses-proses seperti berikut boleh dilaksanakan:

- a) Mengembangkan notasi 'log'
- b) Memansuhkan notasi 'log'
- c) Memfaktorkan notasi 'log'

Proses-proses diatas dilakukan oleh pelajar kerana ia berkaitan dengan salah faham dalam penggunaan kurungan.

II. Tata tanda ‘sama dengan’

2. Generalisasi mengenai hukum logaritma iaitu kesalahan menterjemah hukum-hukum tersebut semasa penulisan dalam penyelesaian

- a) Hukum pendaraban
- b) Hukum pembahagian
- c) Hukum kuasa

Generalisasi hukum-hukum logaritma ini berlaku kerana salah faham terhadap tujuan simbol-simbol operasi pada ungkapan dan persamaan logaritma.

3. Kesalahan penukaran indeks ke logaritma dan sebaliknya.

- a) Kesalahan konsep indeks

4. Jawapan tidak mengikut kehendak soalan

Dapatan analisis kesilapan peserta kajian ini mempunyai persamaan dengan dapatan kajian oleh Radley (2004), Chua dan Eric (2005) dan Indiogine et al.(2007). Hal ini dibincangkan secara lebih terperinci dalam bab berikutnya.

4.4 Rumusan

Bab ini telah membincangkan analisis data kuantitatif yang berpandukan data dari ujian bertulis ToSUL. Analisis telah dijalankan untuk mengetahui tahap pencapaian pelajar dalam ujian ToSUL, mengenalpasti terdapat perbezaan atau tidak terdapat perbezaan signifikan di antara Modul 1, Modul 2 dan Modul 3 dengan pencapaian pelajar dalam ujian ToSUL dan juga mengenalpasti kategori soalan yang mampu

dijawab oleh pelajar sama ada kategori pengetahuan dan pengiraan, pemahaman dan penggunaan. Dapatan menunjukkan 84.78% pelajar PDT gagal dalam ujian ToSUL dan terdapat perbezaan signifikan antara Modul 2 dan Modul 3. Manakala soalan kategori pengetahuan dan pengiraan antara soalan yang mampu dijawab oleh para pelajar berbanding kategori kefahaman dan aplikasi. Selain itu dari ujian bertulis ToSUL juga telah dikenalpasti empat jenis kesalahan yang sering dilakukan oleh pelajar dalam menjawab soalan yang berkaitan dengan logaritma. Bab yang seterusnya pula membincangkan analisis data kualitatif yang diperolehi dari protokol tembual klinikal.

BAB LIMA

ANALISIS DATA KUALITATIF

5.1 Pengenalan

Data kualitatif diperolehi melalui proses temu bual semi struktur yang telah dijalankan oleh penyelidik ke atas sembilan orang pelajar yang dipilih daripada Modul 1, Modul 2 dan Modul 3 untuk menjadi peserta kajian. Pemilihan peserta kajian ini adalah berdasarkan prestasi mereka di dalam ujian bertulis “Test of Student’s Understanding of Logarithms” (ToSUL). Prestasi pelajar dalam ToSUL adalah dibahagikan kepada empat (4) taraf iaitu ‘cemerlang’, ‘kepujian’, ‘lulus’ dan ‘gagal’. Selain itu, pemilihan pelajar sebagai peserta kajian adalah juga berdasarkan kerja mengira mereka dalam menyelesaikan item-item dalam ujian ToSUL.

Perbincangan tentang analisis data di dalam bab ini dipecahkan kepada tiga (3) bahagian utama. Fokus perbincangan dalam bahagian pertama adalah kepada pemahaman pelajar tentang definisi logaritma. Bahagian kedua pula menumpu kepada andaian dan gambaran pelajar ketika menyelesaikan soalan logaritma. Manakala bahagian ketiga pula membincangkan tentang faktor-faktor yang menyebabkan pelajar menghadapi masalah dalam menggunakan hukum-hukum logaritma.

5.2 Analisis Data Temubual

Jadual 5.1 menunjukkan butiran berkaitan dengan sembilan (9) peserta kajian iaitu *acronym* bagi setiap peserta, jantina, modul yang mereka ikuti dan markah dalam ujian bertulis ToSUL.

Jadual 5.1

Maklumat berkaitan peserta kajian temubual.

Bil.	Peserta kajian	Jantina	Modul yang diikuti	Markah dalam ToSUL	Taraf
1.	M1FZ	Perempuan	Modul 1	11%	Gagal
2.	M1NI	Perempuan	Modul 1	7%	Gagal
3.	M2FZ	Lelaki	Modul 2	27%	Gagal
4.	M2AR	Lelaki	Modul 2	56%	Lulus
5.	M2MS	Lelaki	Modul 2	25%	Gagal
6.	M3AU	Perempuan	Modul 3	87%	Cemerlang
7.	M3AA	Perempuan	Modul 3	17%	Gagal
8.	M3AD	Perempuan	Modul 3	60%	Kepujian
9.	M3MI	Lelaki	Modul 1	67%	Kepujian

Taraf peserta kajian yang ditunjukkan dalam jadual adalah seperti dibincangkan dalam bab tiga (rujuk jadual 3.5) di mana perinciannya adalah berdasarkan julat markah, gred, nilai gred dan kategori mengikut Bahagian Matrikulasi Kementerian Pelajaran Malaysia (BMKPM).

Pemahaman yang mendalam mengenai definisi logaritma dapat membantu pelajar untuk menguasai konsep asas logaritma (Indiogine, 2007). Untuk memahami dengan jelas maksud logaritma, pelajar juga perlu mengetahui maksud indeks terlebih dahulu. Penukaran ungkapan atau persamaan indeks kepada logaritma dan sebaliknya akan menjadi mudah sekiranya pelajar menguasai definisi indeks dan logaritma (Bruner, 1963; Skemps, 1982). Selain itu, hukum-hukum logaritma juga mempunyai persamaan dan perkaitan dengan hukum-hukum indeks (Dienes, 1973). Ini adalah kerana indeks dan logaritma sangat berkait rapat dan ia memberi kesan

untuk pemahaman konsep logaritma dan hukum-hukum logaritma (Hiebert & Carpenter, 1992). Justeru, dalam temu bual yang telah dijalankan, antara soalan yang ditanya adalah berkaitan dengan maksud atau definisi logaritma dan perkaitannya dengan indeks.

5.2.1 Pemahaman tentang Definisi Logaritma

Bahagian ini membincangkan pemahaman pelajar tentang definisi logaritma berdasarkan temu bual semi struktur yang telah dijalankan untuk menjawab soalan utama kajian iaitu “Sejauhmanakah pelajar memahami definisi logaritma?”

Apabila ditanya apakah yang mereka faham tentang istilah ‘logaritma’, M2FZ menjawab “*Saya tak berapa nak pasti apakah konsep yang saya belajar, main belajar sahaja*”. M3AD pula menjawab “*Saya tak ingat*”. Jawapan yang diberikan oleh M3AA adalah serupa dengan respon yang diberikan oleh M3AD iaitu “*Erm.. tah*”. Walau bagaimanapun apabila penemu bual meminta M3AA menulis apa yang diketahui tentang log, dia menjawab “*Log ada.. hukumnya ada tiga*”. Peserta kajian M3AU pula menggelengkan kepalanya apabila diajukan soalan yang sama oleh penemu bual. Apabila penemu bual meminta dia memberikan apa sahaja yang diketahuinya tentang logaritma, M3AU memberi respon “*tak tau*”. Jawapan yang sama juga diberikan oleh M1FZ iaitu “*tak tahu*”.

Peserta kajian M2AR memberi respon “*Log tu... log tu base ten*” apabila ditanya maksud logaritma oleh penemu bual. Apabila penemu bual bertanya “*Ada tak base lain, dia mesti base ten saja ka ?*”, M2AR menjawab “*Dak!. dia ada base lain!... base dua... base lain*”. M3MI pula berpandangan bahawa “*Log ni, dia macam term. Tapi yang saya tau, bila jumpa log kena samakan base, pastu apply*

rule. Itu sahaja.”. M2MS pula dengan ringkasnya telah menjawab “Log dia ada base.”. Manakala M1NI pula berpandangan “ log ini ia ada base...erm... macam base ten”.

Berdasarkan respon-respon yang diberikan oleh kesemua peserta kajian ini dalam temu bual yang telah dijalankan, lima (5) orang peserta kajian (M2FZ, M3AD, M3AA, M3AU dan M1FZ) nampaknya tidak mengetahui definisi logaritma. Tiga (3) peserta kajian pula (M2AR, M2MS dan M1NI) mengaitkan definisi logaritma dengan ‘base’. M2AR nampaknya menyedari bahawa logaritma tidak terbatas kepada ‘base ten’ sahaja, manakala M3MI melihat logaritma sebagai “*term*” dan menyatakan logaritma dalam konteks mengaplikasi peraturan apabila dia menjawab “*bila jumpa log kena samakan base, pastu apply rule. Itu sahaja*”.

5.2.2 Perkaitan Logaritma dengan Indeks

Perbincangan yang seterusnya adalah bertumpu kepada perkaitan antara indeks dan logaritma. Peserta kajian, M2AR telah memberi respon “*log dengan indices seperti ada kaitan... kaitannya tu pada ‘kuasa’ bagi indices*” apabila disoal oleh penemubual tentang perkaitan antara indeks dengan logaritma. M2AR menyambung lagi “*Contoh... kita buat soalan indices, ada suatu situasi yang kita kena guna log apabila nak buat penyelesaian tu, soalan indices ni tak semua kita boleh selesai terus... macam ada sesetengah soalan yang kena guna log balik.*”. Manakala M2FZ menjawab “*Setahu saya ia ada kaitan, tapi untuk menerangkan saya tidak tahu*” dan jawapan yang sama juga diberikan oleh M1FZ “*saya tidak tahu perkaitan yang macamana.*”. Seterusnya jawapan yang diberikan oleh M3AU pula ialah “*Ada perkaitannya... dari segi dia punya base dengan nilai dia*”.

M3AD pula apabila diajukan soalan mengenai pengalaman awal mempelajari logaritma, peserta kajian ini menyatakan seperti berikut “*Pensyarah terangkan principal, kalau tak sama base, samakan basenya dulu, pastu kalau log tu berkaitan dengan powernya, simplifykan dia lah. (Diam lama...) pastu log itu ada kaitannya dengan indices sikitla, macam tu la.*”. Penemubual ingin mendapatkan respon selanjutnya mengenai kaitan indeks dengan logaritma dan telah menyoal “*Ok, tadi awak kata ada kaitan indices dengan log, macam mana perkaitan itu berlaku..*”. M3AD terus menjawab sambil menulis di kertas yang disediakan “*Contohnya $3^x=2$, kalau saya nak cari x ni... berapa dan bagaimana? Saya akan letak log dikedua-dua (sambil menunjuk di kedua-dua belah persamaan).* Jawapan yang diberikan oleh M1NI juga serupa dengan M3AD iaitu “*perkaitan indices dengan log adalah bila kita guna log untuk selesaikan soalan indices... macam letak log di depan indeks*”

Manakala peserta kajian M3AA dengan cepatnya menyatakan “*indices*” sebaik sahaja penemubual bertanyakan “*log ini ada kaitan dengan topik lain tak?*”. Seterusnya apabila ditanya “*Apa yang awak tahu tentang indices itu?*”, M3AA menjawab “*Dia ada kuasa*”. Penemubual cuba mendapatkan maklumat dengan lebih jelas dan menyuruh M3AA menulis. M3AA menulis “ $2^2=4$ ” pada kertas yang disediakan. Seterusnya penemubual menyoal “*Kuasa dia tu yang mana?*” dan dengan pantas M3AA menunjukkan 2 sambil menyebut “*dua*”. Penemubual bertanya lagi “*Dua yang besar itu dipanggil apa?*”. Dalam keadaan yang dahinya berkerut M3AA menjawab “*Aa... tak tahu. Saya hanya tahu kuasa dia sahaja.*”. Kemudian penemubual bertanya lagi “*Tadi awak mengatakan indices ada kaitan dengan log, kaitan yang bagaimana tu?*” M3AA cuba menjawab dengan keadaan teragak-agak “*Letakkan log di depan ni (sambil menunjukkan dengan pennya...*

depan asas 2) selepas tu bawa kuasanya ke depan”. Walau bagaimanapun M3AA memberi respon “*tak tahu*” apabila penemubual bertanya tujuan meletakkan “log” di hadapan persamaan tersebut. Manakala peserta kajian M3MI memberi jawapan mengenai indeks adalah seperti berikut “*Indices tu nombor yang ada power tu.*”. M3MI menyambung “*Ada, rule yang ke berapa tah yang boleh tukar log menjadi indices juga*” apabila ditanya mengenai perkaitan antara indeks dengan logaritma. Jawapan yang lebih kurang sama diberikan oleh M2MS iaitu “*Dari index boleh tukar kepada bentuk log*”.

Berdasarkan respon peserta kajian dalam temu bual yang telah dijalankan, mereka tidak dapat mengaitkan logaritma adalah berlawanan atau sonsangan daripada eksponen atau sinonimnya logaritma adalah kuasa bagi eksponen / indeks iaitu jika $b^e = a$ maka $\log_b a = e$. Dalam kurikulum tradisional, konsep logaritma dibentangkan sebagai songsangan eksponen (Berezovski & Zazkis, 2006). Walaupun begitu empat pelajar iaitu M2AR, M3AD, M3AA dan M3MI yang ditemu bual memahami indeks sebagai suatu nombor yang mempunyai kuasa atau *power*. Hanya dua (2) orang peserta kajian M2MS dan M3MI menyatakan bahawa indeks boleh ditukar ke bentuk logaritma. Manakala empat (4) orang peserta kajian iaitu M2AR, M3AD, M1NI dan M3AA pula menyatakan bahawa persamaan indeks boleh diletakkan notasi logaritma ‘log’ di hadapan kedua-dua belah persamaan bagi tujuan penyelesaian persamaan indeks walaupun M3AA tidak tahu kenapa proses tersebut dilaksanakan. Walau bagaimanapun M1FZ dan M2FZ tidak tahu terdapatnya perkaitan logaritma dengan indeks.

Selain itu, peserta kajian M2FZ menyatakan bahawa beliau tidak pernah diajar maksud logaritma dan aplikasi logaritma tetapi hanya belajar bagaimana

sesuatu soalan itu diselesaikan menggunakan hukum-hukum logaritma. Kenyataan M2FZ adalah *“Dari segi pembelajaran saya tak di ajar apa itu maksud log, saya di ajar untuk solve logarithms mengikut rule-rule dia. Dan dari segi aplikasi log itu saya tidak diajar.”*

5.2.3 Tanggapan Pelajar Mengenai Topik Logaritma

Bahagian ini pula, penyelidik ingin meninjau apakah tanggapan pelajar mengenai topik ini. Peserta kajian M1NI beranggapan bahawa *“...topik logaritma ni susah nak faham terutama bila nak buat penyelesaian menggunakan hukum dia.”*. Anggapan yang sama juga dikemukakan oleh M1FZ yang menyatakan *“... logaritma satu topik yang sukar. Apabila saya mendapat soalan logaritma, saya akan meninggalkan soalan berkenaan”*. M1FZ menyambung lagi, *“Saya tak boleh tengok perkataan ‘log’ terutamanya ‘ln’ rasa macam susah ja!”*.

M3AA ditanya topik manakah sukar baginya dalam subjek matematik. M3AA terus menjawab *“log”* dan menyambung lagi dengan menyatakan *“soalan log memang saya tak jawab ..buat sekerat pastu tak tau.”*. Penemubual menyoal lagi, *“Kamu rasa payah log tu dari segi apa?”* dan M3AA menjawab, *“Nak dapatkan jawapannya, nak pecahkan basenya.”*. Respon yang diberikan oleh M3AD apabila ditanya mengenai pandangannya berkenaan logaritma ialah *“Masa saya sekolah dulu soalan lognya adalah simple-simple. Di sini soalan lognya bukan makin susah tapi soalannya panjang-panjang, pastu log ni macam aplikasi”*. M2AR dan M3AU pula masing-masing berpandangan *“Logarithms ni masa belajar tu faham... lepas-lepas tu tak buat-buat latihan lupa... pastu tak berapa nak mahir sangat la tentang log ni. Pastu lepas habis SPM, masuk sini makin ok, makin faham sikit-sikit tu makin*

bertambah kefahaman.” dan “Masa tingkatan 4 tu saya tak faham langsung log tapi tingkatan 5 baru saya faham masa nak dekat SPM tu”.

Peserta kajian M2FZ berpandangan *“Waktu pertama kali belajar, nampak macam tak berapa nak faham lagi dan mula-mula tak faham saya ambil mudah benda ni dan tak buat latihan dan bila kuiz saya tak boleh buat..., sejak dari itu saya mula mengkaji log dan rule-rule dia dan sejak daripada itu saya mula faham dan log itu sebenarnya mudah dapat”.* Jika dibandingkan peserta-peserta kajian yang lain dengan M3MI, kelihatan M3MI lebih berkeyakinan dalam memberi pendapat dan pandangan mengenai topik logaritma iaitu *“Kalau jumpa log tu jangan takut ja, jangan silap... log base e sama ln... kadang keliru, pastu takut tinggal soalan”* dan apabila ditanya adakah topik logaritma ini suatu topik yang sukar? M3MI menjawab *“sederhana...tapi kalau ada yang susah tu susah juga.”.* Penemubual bertanya lagi *“Contoh soalan yang susah macam mana?”* M3MI menjawab *“Yang ini (menunjuk kepada item 19 dalam kertas ujian ToSUL). Saya ingat lagi.... saya tinggal soalan ini.”* Penemubual ingin mencari sebab kenapa M3MI mengatakan sedemikian dan kemudian menyoal lagi *“Pada awak... memang awak tak boleh buat lansungla. Sebab apa?”.* Lantas M3MI menjawab *“Tak boleh gunakan kalkulator. Manakala M2MS beranggapan bahawa “Log sedikit susah, mungkin dia berkaitan rapat dengan indices”.*

Lima (5) peserta kajian iaitu M1NI, M1FZ, M3AA, M3AD dan M2MS mengatakan logaritma susah atau suatu topik yang sukar manakala tiga (3) peserta kajian (M2FZ, M2AR dan M3AU) mengatakan logaritma boleh difahami sekiranya membuat banyak latihan. M2MS berpandangan bahawa logaritma susah kerana ia ada kaitan dengan indeks. Peserta kajian M2AR dan M3AD mengambil mudah topik

logaritma semasa mempelajari topik berkenaan di tingkatan empat. Bagi M2FZ, logaritma adalah suatu topik yang perlu penelitian konsep asas dan latihan berterusan agar mudah difahami.

Pandangan ini menyamai pandangan M3MI yang menyatakan tidak perlu takut apabila menjawab soalan logaritma kerana yang penting lihat pada asasnya, sekiranya tidak sama asas, kita hanya perlu menukarkan asas menjadi sama dan kemudian selesaikan menggunakan hukum-hukum logaritma. M3MI juga menganggap bahawa logaritma ini tidak dapat diselesaikan sekiranya tidak menggunakan kalkulator. Ini menunjukkan bahawa terdapat pelajar yang hanya mampu menjawab soalan dengan bantuan kalkulator dan beranggapan sesuatu soalan logaritma tidak akan dapat diselesaikan tanpa bantuan teknologi tersebut. Oleh itu dapat digambarkan pelajar tersebut tidak memahami konsep asas logaritma tetapi hanya mengetahui dan mengingat prosedur atau langkah-langkah untuk menyelesaikan ungkapan atau persamaan logaritma.

5.2.4 Kesilapan, Kekeliruan dan Strategi Menjawab Item Ujian ToSUL

Setiap persoalan yang diajukan kepada pelajar akan menentukan cara dan langkah sesuatu penyelesaian dibuat oleh pelajar. Dalam memulakan sesuatu penyelesaian pada suatu soalan, pelajar perlu memikirkan kehendak dan maksud soalan agar pelajar mendapat idea untuk memulakan penyelesaian. Oleh itu, penyelidik ingin meneliti dan menyelidiki kesilapan, kekeliruan dan strategi dalam menjawab item ujian ToSUL. Penyelidik hanya membincangkan hasil temu bual enam peserta kajian berdasarkan kerja mengira mereka dalam ujian bertulis ToSUL. Ini adalah kerana jawapan yang diberikan oleh tiga orang peserta kajian tidak dapat dianalisis

disebabkan hanya jawapan “tidak tahu” diberikan oleh mereka. Antara maklum balas peserta kajian berkaitan dengan persoalan ini adalah seperti berikut.

Peserta Kajian M2FZ

M2FZ tidak memerlukan tips penukaran log ke indek dan sebaliknya kerana sekiranya diberikan tips hanya akan mengelirukannya . Dia tahu menukarkan dari bentuk log ke indeks dan sebaliknya.

First sekali, bila dapat soalan log ini, tak dapat ilham lagi nak buat. Bila renung balik, ingat lecture note macam mana, baru dia mai... dia kena aplikasi rule-rule dia.... Ya, saya tengok ini (merujuk kepada tips yang diberikan pada item 2 dalam ujian ToSUL) lagi pening!.. Bila saya tengok yang diberikan ini (merujuk kepada tips yang diberikan pada item 2 dalam ujian ToSUL) dan kemudian ni (tips), macam mana ni... pastu saya solve terus.(M2FZ, 2011).

M2FZ mengetahui bahawa hukum logaritma ada tiga. Beliau tiada masalah dalam penulisan hukum pendaraban dan hukum kuasa tetapi tidak yakin dengan cara penulisan hukum pembahagian. Berikut adalah kerja yang ditunjukkan oleh M2FZ apabila diminta menulis hukum-hukum logaritma:

Handwritten mathematical work showing three log rules:

1. $\log_7^a + \log_7^b = \log_7^{ab}$ — (1)
2. $\log_7^a - \log_7^c = \frac{\log_7^a}{\log_7^c}$ — (2)
3. $\log_7^7 = 2 \log_7^7$ — (3)

Rajah 5.1. Kerja mengira peserta kajian M2FZ

pembahagian akan digunakan dalam setiap penyelesaian ungkapan dan persamaan logaritma. M2FZ tidak dapat membezakan bentuk operasi penolakan yang bagaimanakah akan melibatkan penggunaan hukum pembahagian logaritma samada $\log(2t^3 - 6)$ atau $\log 2t^3 - \log 6$. Petikan temu bual dengan M2FZ yang membawa kepada kesimpulan ini adalah seperti berikut:

P: Merujuk kepada hukum log yang awak tulis, adakah betul cara penulisan hukum kedua tersebut?

$$\log_7 9 - \log_7 c$$

$$= \frac{\log_7 9}{\log_7 c} - 5$$

Rajah 5.2. Salah terjemah hukum pembahagian

M2FZ: Saya tak berapa pasti. Ia boleh tulis macam ni $\log(a/c)$ ke puan?

P: Apa beza ini (a) dan ini (b), yang mana satu yang betul?

a) $= \frac{\log_n a}{\log_n a}$

b) $\log_n \left(\frac{6}{9} \right)$

Rajah 5.3. Kekeliruan semasa menulis hukum pembahagian

M2FZ: Log ini sama sebenarnya, log atas dan bawah dikeluarkan (maksudnya jadi satu log) dan ditulis a dan c nya.

P: Yang mana satu yang betul?

M2FZ: Pada saya yang ini yang betul (menunjukkan kerja mengira b).

P: So... ini salah la ye?

M2FZ: Ya. (M2FZ memotong yang pertama)

P: So, maksudnya awak masih keliru dari segi penulisan log itu sendiri?

M2FZ: Ya, kadang-kadang, saya tak keliru tapi sat dia mai sat lupa.

P: Saya nak awak bandingkan soalan no 7b ni dengan rule yang awak tulis, Nampak tak ini (rujuk kertas jawapan $\log(2t^3 - 6)$) awak akan dapat

$\log\left(\frac{2t^3}{6}\right)$. Awak cuba bandingkan apa yang awak tulis dengan rule tadi. Adakah sama?

$$\begin{aligned}
 \text{(b) } \log(2t^3 - 6) &= 1 \\
 \log(2t^3 - 6) &= 1 \\
 \log\left(\frac{2t^3}{6}\right) &= 1 \\
 \frac{2t^3}{6} &= 10 \\
 2t^3 &= 60 \\
 t^3 &= 30 \\
 t &= 3.10
 \end{aligned}$$

Rajah 5.4. Kesilapan menggunakan hukum pembahagian

M2FZ: Tidak sama.

P: So, apabila log ada braket $2t^3-6$, bolehkah ditulis begini (rujuk kepada kertas jawapan).

M2FZ: Tidak.

P: Waktu bila yang boleh ditulis divide ini.

M2FZ: Kalau dua-dua dia ada log.

P: Hah... sekiranya log..

M2FZ: $\log 2t^3 - \log 6$.

P: Maka?

M2FZ: Barula boleh ditulis “divide”

P: Ok, apa masalah awak, maksudnya kalau awak nampak minus je awak nak tulis divide ka? Adakah itu masalah awak?

M2FZ: Dia kadang-kadang menjadi keliru.

P: Keliru, adakah awak tak cam betul-betul ini.

M2FZ: First expression saya bila nampak minus, kena guna rule divide. Saya terlupa kalau nak gunakan rule, kedua-duanya perlu ada log.

Walaupun M2FZ mengetahui ‘log’ tidak boleh dikembangkan tetapi peserta kajian tidak yakin dengan pengetahuan tersebut dan tidak memahami kenapa ‘log’ tidak boleh dikembangkan. Menganggap log seperti pembolehubah x , yang boleh dikembangkan, difaktorkan dan dimansuhkan. Kenyataan M2FZ adalah sepertiii berikut:

Dan satu lagi, mula-mula saya tengok, saya ingat log tak boleh expand, pastu saya jadi keliru, tak pa saya buatla.... Saya expand log tu, (gelak),

(b) $\ln(x+1) - \ln x = \ln(3x-1)$

$$\begin{aligned} \ln x + \ln - \cancel{\ln x} &= \ln 3x - \cancel{\ln} \\ \ln &= \ln 2x \\ 1.4 &= \end{aligned}$$

Rajah 5.5. Kesilapan mengembangkan log

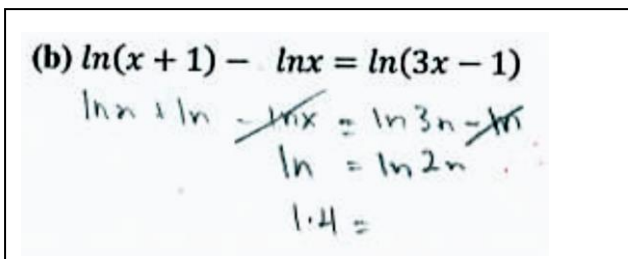
Hasil temu bual peserta kajian M2FZ mendapati bahawa, dia telah mengetahui hukum logaritma ada tiga (3) dan cuba menulis ketiga-tiga hukum tersebut. Walaupun begitu, beliau menghadapi kekeliruan dari segi penulisan pada hukum logaritma iaitu hukum pembahagian. Ini terbukti apabila terdapat beberapa kesalahan penulisan ketika beliau menyelesaikan soalan ujian ToSUL yang berkaitan hukum logaritma yang kedua iaitu yang melibatkan operasi penolakan logaritma seperti berikut:

i)	ii)	iii)
$\log_7^9 - \log_7^c$ $= \frac{\log_7^9}{\log_7^c} - (c)$	$\log_n^6 - 2\log_n^3$ $= \log_n^6 - \log_n^{3^2}$ $= \frac{\log_n^6}{\log_n^9} \log_n\left(\frac{6}{9}\right)$	(b) $\log(2t^3 - 6) = 1$ $\log(2t^3 - 6) = 1$ $\log\left(\frac{2t^3}{6}\right) = 1$

Rajah 5.6. Kesalahan penggunaan hukum pembahagian logaritma.

Rajah 5.6 (i & ii) menunjukkan kesalahan yang dilakukan oleh M2FZ iaitu apabila terdapat operasi penolakan antara dua logaritma, maka M2FZ cuba menukarkannya dalam bentuk bahagi dan masih keliru dengan cara penulisan yang

betul samada $\frac{\log_x 6}{\log_x 9}$ atau $\log_x \left(\frac{6}{9}\right)$. M2FZ juga masih menggunakan konsep yang sama iaitu seperti rajah 5.5 (iii) iaitu apabila terdapat penolakan antara dua nombor dalam persamaan logaritma, M2FZ masih cuba menukarkan kepada bentuk bahagi. Selain itu juga beliau telah menganggap “ln” sebagai suatu pembolehubah yang boleh dikembangkan seperti $x(2y + 1) = 2xy + x$ (Yen, 1999). Peserta kajian M2FZ menyatakan apa yang difikirkan iaitu dari ungkapan $\log_x 6 - \log_x 3^2$, boleh ditulis seperti $\frac{\log_x 6}{\log_x 9}$ dan kemudian difaktorkan “term” log atas dan bawah dan ditulis $\log_x \left(\frac{6}{9}\right)$. Selain itu, kaedah yang sama juga digunapakai seperti contoh di bawah.



(b) $\ln(x + 1) - \ln x = \ln(3x - 1)$
 $\ln x + \ln - \ln x = \ln 3x - \ln$
 $\ln = \ln 2x$
 $1.4 =$

Rajah 5.7. Kesalahan algebra iaitu mengembangkan dan memansuhkan ‘ln’

Punca salah faham ini adalah tanggapan yang salah bahawa ‘log’ dalam ungkapan, adalah satu faktor yang biasa. Kesilapan ini sebenarnya adalah perkara biasa dan sering disebut sebagai kesilapan penentuluaran linear atau “linear extrapolation error” (Matz, 1980).

Peserta Kajian M3MI

M3MI lebih berkeyakinan dalam menyatakan apa yang diketahui dan yang difahami tentang logaritma. Peserta kajian mengatakan apa yang penting dalam logaritma

adalah ‘base atau asas. Penukaran logaritma ke indeks dan sebaliknya juga tiada masalah pada M3MI dan mampu menulis hukum-hukum logaritma dengan baik dan yakin dengan notasi dan cara penulisan yang betul. Berikut adalah kenyataan yang ditunjukkan oleh M3MI apabila diminta menulis hukum-hukum logaritma.

*Macam mana nak tulis, tulis la macam mana yang saya tahu.
(M3MI menulis)*

$$\begin{aligned} \log_a b - \log_a c &= \log \frac{b}{c} \\ \log_a b + \log_a c &= \log b^c \\ \log_a b^c &= c \log_a b \end{aligned}$$

Rajah 5.8. Penulisan hukum-hukum logaritma oleh M3MI

Bila nak menjawab tu, Macam yang tadi saya cakap tu, samakan base. Saya ingat kata-kata cikgu. Jumpa log samakan base dan pastu apply rule.

.... bila tengok yang ada difference base tu, tukar.

.... Saya macam dah hafal dah formula, saya dah tahu. Saya dah ingat konsep dia.

Peserta kajian M3MI memperoleh markah yang memuaskan dalam ujian ToSUL lebih yakin dalam memberi jawapan ketika menjawab soalan logaritma. Jawapan yang diberikan menampakkan M3MI memahami bahawa katakunci logaritma ialah asasnya atau “base” dan M3MI seorang yang mengingati prosedur penyelesaian secara berurutan. Peserta kajian ini juga mampu menulis hukum-hukum logaritma dengan tepat dan betul serta mampu menggunakan hukum-hukum tersebut dalam penyelesaian ujian ToSUL dengan baik.

Peserta Kajian M2MS

Peserta kajian M2MS kurang berkeyakinan dan masih keliru dalam menyatakan apa yang diketahui dan yang difahami tentang logaritma. M2MS mengetahui bahawa hukum logaritma ada tiga tetapi hanya boleh mengingati dua hukum sahaja dan cuba menulis hukum-hukum tersebut. Berikut adalah kenyataan yang ditunjukkan oleh M2MS apabila diminta menulis hukum-hukum logaritma.

P: Boleh tak senaraikan pada saya hukum-hukum log? Ada berapa hukum log?

M2MS: Tiga.(3)

P: Cuba senaraikan. (Rujuk kepada kertas temubual.. M3MS menulisnya sambil menyebut).

$$① \log a + \log b = \log ab$$

$$② \log a \div \log b = \frac{\log a}{\log b}$$

M2MS: Yang ketiga tak ingat la. Saya cuba tulis ye. Eh.. salah..(M2 MS cuba membetulkan), minus.

P: So sama dengan log a per log b, begitu.

$$② \log a \div \log b = \frac{\log a}{\log b}$$

M2MS: Eh.. salah..(MS membetulkan) log (a/b), hah camtu.

$$\log \frac{a}{b}$$

P: Tadi kenapa awak tulis macam tu?

M2MS: Careless.

P: Sebenarnya awak tahu ke tidak dari segi penulisannya itu betul ke tidak.

M2MS: Tahu kena buat excices sokmo, ingatla. Kalu jarang, hilang macam tu je la.

P: So yang ketiga?

M2MS: Yang ketiga. Gapo.. tak ingat.

P: Yang ada kuasa.

MS: (MS menulis – rujuk kertas temubual).

$$③ \log a^b = b \log a$$

Rajah 5.9. Transkrip temu bual M2MS

Peserta kajian ini beranggapan apabila ungkapan atau persamaan logaritma yang melibatkan operasi bahagi, hukum yang digunakan adalah hukum penolakan dan jika operasi tolak maka hukum yang digunakan adalah hukum pembahagian. Kenyataan berikut menunjukkan amalan yang sering dilakukan oleh M2MS dan menjadi suatu tanggapan yang dianggap benar.

(c) $\frac{\log_2 27}{\log_2 9}$

$= \log_2 27 - 9$

$= \log_2 18$

Ini adalah rule Yang kedua. Tapi itu jawapan yang saya buat masa ujian tu, sekarang saya dah pandai... saya cuba ye (M2MS menulis)

$\log_2 27 - \log_2 9$

Saya Nampak 27 bahagi 9, sebab ni overkan, bahagi jadi minus. Saya fikir macam tu.

Rajah 5.10. Kerja mengira dan temu bual M2MS

18. Showing your working clearly, evaluate

(a) $\log_{10} \frac{41}{35} + \log_{10} 70 - \log_{10} \frac{41}{2} + 2$

Samakan base, ishk..ishk (fikir sebentar) .. ya sama kan base

Daripada plus jadi darab, base sama dah. Boleh saya buat?

(MS menulis –rujuk kertas jawapan), ini saya fikirkan sekarang, tak tahu betul ke tidak?

$\log_{10} \frac{\frac{41}{35} \times 70}{\frac{41}{2} + 2}$

(Penemubual menyoal apa yang difikirkan oleh M2MS)

P: Maksudnya dalam kepala awak bila nampak tambah?

M2MS: Darab

P: Bila tolak ?

M2MS: Bahagi.

Rajah 5.11. Kerja mengira M2MS untuk item 18

Hasil temu bual menunjukkan M2MS tidak yakin dalam memberi jawapan semasa sesi temu bual dijalankan. Kekeliruan berlaku dalam penulisan hukum pembahagian logaritma. Peserta kajian ini menyimpulkan bahawa apabila ungkapan atau persamaan logaritma yang melibatkan operasi pembahagian, maka M2MS menggunakan hukum penolakan dan apabila melibatkan notasi 'minus' hukum pembahagian pula digunakan. M2MS tidak meneliti dengan betul cara penulisan dan notasi yang sebenar untuk mengaplikasikan hukum pembahagian ini. Peserta kajian ini mengeneralisasikan bahawa operasi tolak logaritma akan menghasilkan bahagi manakala operasi tambah menghasilkan darab serta mengabaikan bentuk penulisan sebenar hukum-hukum logaritma dan mengandaikannya betul. Ini adalah merupakan kesalahan yang sering dilakukan di kalangan pelajar.

Peserta Kajian M2AR

M2AR adalah peserta kajian yang mempunyai andaian yang sama seperti M2MS. Kekeliruan yang berlaku adalah pada hukum pembahagian. Selain itu juga M2AR sering kali mengabaikan kehendak soalan, ini dapat dilihat pada item nombor dua, menukarkan bentuk logaritma ke indek. Apa yang dilakukan oleh M2AR adalah mencari nilai 'unknown'. Berikut adalah kenyataan M2AR yang mengabaikan kehendak soalan.

(a) $\log_2 p = 5$ (b) $q = \log_3 27$

$p = 2^5$ $\log_3 27 = q$ $3 \log_3 3 = q$
 $p = 32$ $\log_3 3^3 = q$ $q = 3$

Saya nampak ada “an known”, automatik saya fikir dia suruh cari “an known”, nilai” an known” tu.
 Soalan mm.. baca... mmm... dia hilang macam tu je. Serabut nampak log banyak.
 Saya cari nilai p. Patutnya dia nak index form.

Rajah 5.12. Kerja mengira dan temu bual M2AR

(c) $\frac{\log_2 27}{\log_2 9}$

$\log_2 27 - \log_2 9$
 $27 - 9 = 18$

Saya nampak ada bahagi, maka saya buat tolak la puan. Dia bahagi , tolakkan?
 Tapi kalau tolak tu dia, nombor ni sahaja kan (AR lukiskan braket pada nombor shj).

(c) $\frac{\log_2 27}{\log_2 9}$

$\log_2 27 - \log_2 9$
 $27 - 9 = 18$

Dia boleh potong...? Tidak boleh. Confius soalan ni. Saya tak tau.

Rajah 5.13. Kesilapan menterjemah hukum pembahagian

Peserta kajian M2AR pula mengabaikan soalan iaitu tidak membaca dengan teliti kehendak soalan tetapi terus menjawab tanpa merujuk kepada kemahuan sesuatu soalan. Beliau beranggapan soalan yang mempunyai “unknown”, maka jawapannya adalah mencari nilai “unknown” tersebut. Kecuaian pelajar membaca dan memahami kehendak soalan menjadi salah satu faktor pelajar mendapat jawapan yang salah. M2AR juga melakukan kesilapan dalam penulisan hukum pembahagian logaritma. Apa yang diandaikan telah dilakukan oleh peserta kajian ini adalah sama seperti dua peserta kajian sebelum ini iaitu M2FZ dan M2MS.

Peserta Kajian M3AU

M3AU adalah peserta kajian yang memperolehi markah tertinggi iaitu 87 % dalam ujian ToSUL. Apabila di Tanya mengenai berapa bilangan hukum logaritma dan meminta M3AU menyenaraikan, jawapan seperti berikut diberikan oleh M3AU.

Tak ingat..
(M3AU menulis) Ini sahaja.

$$\log_a a = 1$$
$$\log 1 = 0$$
$$\log_a xy = \log_a x + \log_a y$$
$$\log_a \left(\frac{x}{y}\right) = \log_a x - \log_a y$$
$$\log_a b = \frac{1}{\log_b a}$$
$$\log_a b^n = n \log_a b$$

Saya mengingati sendiri hukum-hukum diatas dengan cara membuat latihan.
(Dialog antara penemubual dengan M3AU)
P: Awak buat latihan la ye. Ok.. awak boleh buktikan tak $\log 1$ sama dengan sifar. Atau pun awak memang dah tahu.
M3AU: Saya memang tahu.
P: So, maksudnya ada berapa rule di sini?
M3AU: 6

Rajah 5.14. Kerja mengira dan temu bual M3AU

Selain itu, M3AU juga telah menerangkan bagaimana dia menjawab beberapa item dalam ujian ToSUL. Transkrip temu bual antara penyelidik dengan M3AU boleh dirujuk dalam ruangan lampiran P.

Peserta kajian M3AU adalah pelajar yang memperolehi markah tertinggi iaitu 87% dalam ujian ToSUL. Walaupun begitu, M3AU tidak dapat menyatakan dengan tepat bilangan hukum logaritma serta tidak mampu menulis hukum-hukum logaritma dengan tepat. Namum beliau sangat cekap dalam menyelesaikan soalan logaritma.

Hasil dari semakan kertas jawapan ujian ToSUL dan temubual, dapat disimpulkan bahawa M3AU adalah seorang pelajar yang mampu menyelesaikan soalan logaritma dengan langkah-langkah dan prosedur yang teratur untuk memperolehi penyelesaian dan jawapan betul dan tepat. Kaedah yang diamalkan oleh M3AU adalah hafalan serta mengingat prosedur-prosedur yang berkaitan dengan logaritma dan akhirnya membolehkan dia memperolehi markah yang baik dalam ujian ToSUL ini.

Peserta Kajian M1NI

Peserta kajian M1NI adalah antara peserta kajian yang memperolehi markah rendah dalam ujian ToSUL. Pandangan dan apa yang difikirkan oleh M1NI semasa menyelesaikan item ujian ToSUL adalah seperti peserta kajian M2FZ dan M2MS. M1NI keliru dari segi penulisan yang tepat apabila ingin menggunakan hukum logaritma yang melibatkan operasi bahagi. Selain itu juga, berdasarkan pemahaman sedia ada tentang algebra, M1NI beranggapan bahawa logaritma boleh dikembangkan dan terdapat beberapa tanggapan yang sering kali dilakukan oleh M1NI dalam penyelesaian yang di anggap betul. Berikut adalah kenyataan M1NI yang menunjukkan amalan yang sering dalam menyelesaikan soalan yang berkaitan dengan logaritma.

4. Find the value of

(a) $\log_t \left(\frac{1}{t} \right)$

$$\frac{\log_t 1}{\log_t t} = 1 \quad \text{C}$$

Soalan ini nampak macam susah. Saya langsung tak tau nak buat. Tapi saya cuba pecahkan $\log_t 1$ tolak $\log_t t$. (M1NI cuba menulis)

$$\log_t 1 - \log_t t$$

$\log_t 1$ ni sama ngan satukan puan, eh sekejap saya cuba tekan kalkulator. Kosong... Log satu sama dengan kosong.

(Penemubual menyoal mengenai nilai $\log_t t$)

(M1NI menjawab) Satu dan jawapan nya ialah negative satu. Sebelum ni saya tak dapat buat, tak dak idea.

Rajah 5.15. Kerja mengira dan temu bual M1NI

(b) $\log(2t^3 - 6) = 1$

$$\frac{\log 2t^3}{\log 6} = 1$$

Soalan ini pula... Ni tolak jadi bahagi. Log ini darab yang ini ($2t^3$) dan yang ini (6), (NI cuba expand log). Lepas tu dapat macam ni.

$$\frac{\log 2^1 \cdot \log t^3}{\log 6} = 1$$

$$\frac{\log 2^1 \cdot \log t^3}{\log 6} = 1$$

Penemubual menyoal adakah soalan ini boleh dikembangkan.

Ya, sebab dia ada braket. Log ni untuk yang ni dan yang ni (merujuk kepada $2t^3 - 6$). Selepas saya expand, selepas tulis tolak, bahagi. Inila jawapannya tapi salah.

Rajah 5.16. Kerja mengira dan temu bual M2MS untuk item 18

14. Solve

(a) $\log_3(u \leftarrow 4) = 2$

$$\frac{\log_3 u}{\log_3 4} = 2$$

Soalan ni juga saya buat bahagi. Bila saya Nampak tolak ...Saya akan tulis bahagi. Apabila penemubual menyoal untuk kepastian `Bahagi yang macam mana ... , yang penting asalkan bahagi.

M1NI Ketawa.

Sebenarnya saya tidak kenal bentuk yang betul... bila keadaannya kalau tolak jadi bahagi. Saya tak pernah nak cam dan teliti bentuk tu.

Rajah 5.17. Kesilapan menterjemah hukum pembahagian M1NI

Untuk soalan ini ...Saya cuba samakan basenya. Saya Nampak darab saya tulis tambah.

(b) $\log_3 7 \times \log_7 5 \times \log_5 3$

$$\log_3 7 + \log_7 5 + \log_5 3$$

$$\frac{\log_3 7}{\log_3 3} + \frac{\log_7 5}{\log_7 7} + \frac{\log_5 3}{\log_5 5}$$

Saya juga tukarkan basenya.

Rajah 5.18. Kesilapan menterjemah hukum pendaraban

Peserta kajian M1NI menghadapi masalah dari segi mengenal bentuk penulisan hukum-hukum logaritma dengan betul dan tepat. Pemahaman M1NI mengenai hukum logaritma adalah jika terdapat tanda atau operasi tolak pada ungkapan atau persamaan logaritma maka hasilnya adalah bahagi dan sekiranya bahagi hukum yang digunakan adalah penolakan. Begitu juga pada hukum penambahan yang boleh ditukarkan kepada pendaraban dan sebaliknya. Peserta kajian ini juga menyatakan bahawa dia tidak mengetahui secara tepat cara penulisan hukum-hukum tersebut.

Selain itu M1NI juga mengandaikan bahawa 'log' boleh dikembangkan dan difaktorkan.

5.2.5 Perspektif Pelajar tentang Faktor-faktor Penyebab Kesalahan Penggunaan Hukum-hukum Logaritma dalam Menyelesaikan Logaritma

Bahagian ini adalah untuk mengenalpasti faktor yang menjadi penyebab kesalahan yang sering dilakukan oleh para pelajar semasa menyelesaikan soalan yang berkaitan logaritma dari pandangan para pelajar. Penyelidik hanya membincangkan hasil temu bual empat orang peserta kajian kerana jawapan yang diberikan menjurus kepada persoalan yang ditanya. Antara maklum balas peserta kajian berkaitan dengan persoalan ini adalah seperti berikut:

Peserta Kajian M3AU

Masa tingkatan 4 tu saya tak faham langsung log. Masa tingkatan 5 baru saya faham nak dekat SPM tu. Tingkatan 4 tu saya tak pernah buat langsung soalan. Tingkatan 5 ada cikgu yang lain mengajar. Mungkin masa form 5 tu baru saya faham, mungkin cara dia ajar saya faham. Kalau saya belajar mungkin saya boleh faham. Pandangan saya mengenai seorang guru, mereka sangat penting dalam memahamkan pelajar. Saya banyak dapat dari sekolah, tapi saya bawa kesini apa yg saya faham dari sekolah. Di sini lebih belajar sendiri-sendiri tapi pensyarah membantu juga

Peserta Kajian M2MS

*Nak cari nilai x . Tengok base sama ke tidak. Samakan base. Pada saya soalan ini mudah sahaja.
Penemubual menyoal: Soalan yang bagaimana yang susah?
Yang ni (14b) banyak buat latihan ... yang tadi (11c) tak ingat nak buat lagu mana.*

Peserta Kajian M2FZ

Selalu saya terus menjawabnya tanpa membaca soalan, saya teruja menjawab soalan. ... Ya, saya ambil mudah. Ya senang saja soalan ni, "soalan" ini main peranan.

Peserta Kajian M1NI

Penemubual menyoal mengenai "adakah M1NI boleh menukarkan dari indeks ke logaritma?"
Rasanya macam tak boleh la. Jika diberi tips atau panduan, saya boleh tukar. Jika tak bagi ... Rasanya tak boleh . Untuk ingat... Kena buat latihan l. Masalah saya adalah cara penulisannya. Macam mana nak tukar base, tambah log both side.

Kesimpulan daripada hasil temubual empat peserta kajian tersebut (M3AU, M2MS, M2FZ, dan M1NI) menunjukkan bahawa, daripada perspektif pelajar, terdapat tiga faktor penyebab kepada permasalahan pelajar untuk menggunakan hukum-hukum logaritma secara betul dan tepat iaitu:

a) Guru/ Pensyarah

Guru memainkan peranan yang penting dalam menyampaikan sesuatu ilmu baru agar dapat menarik perhatian dan mudah untuk difahami oleh pelajar. Kaedah penyampaian dan penekanan pada sesuatu konsep sangat penting untuk ketahui dan seterusnya disampaikan dengan cara bersungguh-sungguh serta perlukan pengulangan sehingga pelajar dapat kuasai dengan baik. Konsep penting untuk memperkenalkan logaritma adalah melalui definisi dan perkaitannya dengan indek atau eksponen.

b) Pelajar

Pelajar perlu membuat persediaan awal sebelum dan selepas kelas. Contohnya seperti membuat ulangkaji dan latihan secara berterusan dan konsisten. Pelajar perlu membaca dan memahami kehendak soalan.

c) Soalan

Soalan yang tidak terlalu banyak yang berkisar tentang suatu topik yang tertentu dan perlu bersesuaian. Selain itu 'tips' atau panduan juga dapat membantu dan juga mengganggu calon yang menjawab soalan berkenaan. Maka perlu ada kesesuaian dari segi persembahan dan susunatur arahan dan soalan agar tidak menimbulkan kekeliruan.

5.3 Rumusan

Bab ini telah membincangkan analisis data kualitatif yang diperolehi dari data temu bual semi struktur yang telah siap ditranskrikan. Analisis telah dijalankan berdasarkan persoalan kajian iaitu sejauhmana pelajar memahami definisi logaritma dan adakah dengan memahami definisi logaritma ini ia dapat membantu pelajar di dalam menguatkan pemahaman konsep. Manakala daripada kerja mengira peserta kajian, boleh disimpulkan bahawa terdapat tiga faktor yang menyumbang kepada kesalahan yang sering dilakukan oleh pelajar dalam penyelesaian ujian ToSUL, sehingga mereka menghadapi masalah untuk menggunakan hukum-hukum logaritma secara betul dan tepat. Secara keseluruhan didapati pelajar-pelajar tidak mengetahui definisi

logaritma dan ini menyebabkan pelajar-pelajar tersebut menghadapi masalah dalam logaritma khususnya semasa menyelesaikan soalan logaritma yang melibatkan penggunaan hukum-hukum logaritma. Jenis pemahaman pelajar terhadap logaritma dibincangkan dengan lebih terperinci dalam bab seterusnya. Bab enam merupakan bab terakhir merumuskan dapatan kajian dan seterusnya membuat kesimpulan. Perbincangan seterusnya ialah tentang implikasi kajian dan cadangan kajian lanjutan.

BAB ENAM

PERBINCANGAN DAN IMPLIKASI KAJIAN

6.1 Pengenalan

Bab ini mengandungi ringkasan kajian, perbincangan dapatan kajian, implikasi kajian dan cadangan kajian masa depan. Dalam ringkasan kajian, penyelidik menghuraikan kembali secara ringkas objektif kajian, peserta kajian, instrumen dan teori yang digunakan dalam kajian ini. Manakala perbincangan dapatan kajian akan dibahagikan kepada dua bahagian iaitu dapatan kajian kuantitatif dan dapatan kajian kualitatif. Seterusnya, implikasi kajian pula menghuraikan mengenai implikasi kepada pendidik, pelajar dan ketua jabatan matematik iaitu secara tidak langsung memberi sedikit ruang untuk penggubal kurikulum mengambil manfaat dari kajian ini. Akhir sekali bab ini juga mencadangkan beberapa kajian lanjutan bertitik tolak daripada kajian ini.

6.2 Ringkasan Kajian

Kajian ini mempunyai satu objektif umum iaitu meninjau pemahaman pelajar Kolej Matrikulasi tentang topik logaritma. Manakala objektif khusus dibahagikan kepada lima iaitu dua objektif khusus dikategorikan kepada data kuantitatif dan tiga objektif yang seterusnya adalah merujuk kepada data kualitatif. Bagi fasa kuantitatif, objektifnya adalah mengenal pasti taraf pencapaian pelajar berdasarkan kategori pengetahuan dan pengiraan, kefahaman dan penggunaan dan kedua menentukan sama ada terdapat perbezaan dalam pencapaian pelajar mengikut modul.

Manakala objektif dalam fasa kualitatif pula ialah, pertama, meninjau pemahaman pelajar tentang topik logaritma berdasarkan definisi logaritma; kedua, meneroka pemahaman pelajar tentang topik logaritma jenis pemahaman pelajar tentang topik logaritma, ketiga mengenalpasti faktor- faktor yang menyebabkan kesalahan penggunaan hukum-hukum logaritma dalam menyelesaikan persamaan logaritma. Terdapat dua jenis data dalam kajian ini iaitu data kuantitatif yang diperolehi daripada ujian bertulis “Test of Students’ Understanding of Logarithms” (ToSUL) dan data kualitatif melalui protokol temu bual semi struktur. Seramai 138 orang pelajar matrikulasi program dua tahun di utara Semenanjung Malaysia yang mengikuti Modul 1 (30 orang), Modul 2 (37 orang) dan Modul 3 (71 orang) dipilih sebagai peserta kajian. Ujian bertulis ToSUL yang mengandungi 20 item soalan dan peserta kajian dikehendaki menjawab dalam tempoh 90 minit.

Item ujian tersebut dikategorikan kepada tiga bahagian iaitu kategori pertama pengetahuan dan pengiraan, kedua kefahaman dan ketiga penggunaan yang disusun secara rawak mengikut tahap pendek, sederhana dan panjang. Tahap pendek lebih kepada kategori pengetahuan dan pengiraan seperti penukaran indeks ke logaritma dan sebaliknya. Manakala tahap sederhana dan panjang masing-masing kepada kategori kefahaman dan penggunaan. Item dalam ujian bertulis ToSUL dan item dalam temu bual merangkumi konsep asas logaritma iaitu konsep penukaran logaritma kepada indeks dan sebaliknya, mencari nilai ungkapan, meringkaskan ungkapan serta aplikasi hukum-hukum logaritma dalam penyelesaian ungkapan dan persamaan logaritma. Manakala fasa kedua iaitu fasa temu bual dilaksanakan adalah berdasarkan prestasi pelajar dari ujian bertulis ToSUL dan juga dilihat daripada kerja mengira pelajar dalam ujian tersebut. Seramai sembilan orang pelajar telah dipilih

dan sesi temu bual semi struktur dilaksanakan dengan menggunakan protokol temubual.

Analisis data kuantitatif dianalisis melalui dua pendekatan iaitu secara statistik (deskriptif) dan analisis dokumen iaitu meneliti kerja mengira pelajar untuk mengenalpasti kesalahan yang dilakukan. Analisis secara statistik dilakukan adalah untuk mengenalpasti taraf, menentukan samada terdapat perbezaan yang signifikan di antara ketiga-tiga modul dan mengenalpasti kategori soalan yang manakah mampu dijawab oleh pelajar.

Penyelidik menggunakan pendekatan kualitatif pada fasa kedua untuk mendapatkan gambaran mendalam mengenai pemahaman konsep pelajar mengenai logaritma. Pengumpulan data kualitatif diperolehi melalui dua sesi temu bual semi struktur terhadap sembilan orang pelajar secara individu. Tempoh temu bual sesi pertama bagi semua peserta kajian telah dijalankan selama seminggu dengan merakam perbualan antara penyelidik dengan setiap peserta kajian. Manakala sesi kedua dilaksanakan selepas tiga minggu sesi pertama temu bual siap ditranskrip untuk mendapatkan gambaran dan maklumat lanjut bagi sesi temu bual kedua. Berdasarkan temu bual pertama sebarang persoalan yang kurang jelas dan perlukan huraian lanjut dapat diajukan pada sesi kedua ini. Setiap sesi temu bual yang dijalankan, kamera video digunakan sebagai alat untuk merakam dan merekod data. Video yang terhasil disimpan di dalam komputer dan dinamakan mengikut nama responden. Video ini diulang tayang beberapa kali semasa proses mentranskrip dijalankan (Creswell, 2012). Semua bentuk tingkah laku pelajar mahupun lisan atau bukan lisan diambil kira semasa proses mentranskrip data kepada bentuk bertulis dengan proses mengulang tayang setiap video berkenaan. Semasa proses transkripsi

ini, rujukan juga dibuat kepada nota catatan penyelidik dan kertas jawapan pelajar. Huraian analisis data dibincangkan dengan terperinci dalam bab empat untuk data kuantitatif dan bab lima untuk data kualitatif.

6.3 Perbincangan Dapatan Kajian

Perbincangan dapatan kajian dibahagikan kepada dua bahagian iaitu analisis ujian bertulis dan analisis temubual.

6.3.1 Perbincangan Analisis Ujian Bertulis

Seramai 138 orang pelajar telah menduduki ujian bertulis. Berdasarkan keputusan kajian, seramai 117 orang pelajar (84.78%) pelajar matrikulasi PDT dikategorikan sebagai gagal dalam ujian bertulis ToSUL di mana julat markahnya di antara 0 hingga 49 berbanding 15 orang pelajar (10.87%) mendapat skor markah di antara 50 hingga 59 iaitu berada pada tahap lulus. Oleh kerana 95.65% pelajar berada pada tahap gagal atau lulus, dapatlah dikatakan bahawa topik logaritma merupakan suatu topik yang sukar difahami dan dikuasai oleh pelajar. Maka tidak hairanlah topik logaritma sering dilabelkan sebagai topik yang sukar dan menjadi masalah yang besar kepada pelajar. Wong et al. (2002) menyatakan bahawa kebanyakan pelajar berpendapat logaritma adalah suatu yang sukar. Manakala Chua (2006) pula menegaskan bahawa topik logaritma adalah antara topik yang sukar untuk dipelajari.

Dapatan kajian ini juga menunjukkan hanya seramai empat orang pelajar (2.9%) berjaya mencapai tahap kepujian dengan skor markah di antara 60 hingga 69 dan dua orang pelajar (1.54%) sahaja berada pada tahap cemerlang dengan julat markah di antara 70 hingga 100. Dapatan ini adalah selari dan menyokong dapatan

kajian oleh Chua (2006) dan Wong et al. (2002) iaitu peratus pelajar yang tidak dapat menjawab soalan yang berkaitan logaritma adalah tinggi. Memandangkan ujian ToSUL adalah hasil adaptasi dari item ujian ToSUL Chua (2006), maka dapatan kajian ini mengukuhkan lagi dapatan kajian oleh Chua. Apabila meneliti dapatan kajian mengikut kategori item dalam ujian, pelajar hanya mampu menyelesaikan soalan-soalan logaritma pada peringkat pengetahuan dan pengiraan secara mekanikal berbanding dengan kebolehan menyelesaikan soalan peringkat kefahaman dan penggunaan.

Kenyataan di atas dapat dibuktikan dari hasil analisis mengikut kategori soalan iaitu min peratus skor markah bagi kategori pengetahuan dan pengiraan ialah 52.94% berbanding kategori kefahaman mencatatkan min peratus skor markah 26.70% dan hanya 22.82% bagi kategori penggunaan. Peratus yang tinggi iaitu 52.94% dalam kategori pengetahuan dan pengiraan menunjukkan bahawa kebanyakan pelajar dapat menjawab soalan dalam kategori ini dengan baik berbanding item soalan kefahaman dan penggunaan. Di dapati pelajar kurang berkemampuan untuk menghadapi soalan logaritma yang berada pada peringkat kefahaman dan penggunaan. Kategori kefahaman menjurus kepada definisi dan hukum-hukum logaritma serta konsep logaritma untuk menguji tahap kefahaman melalui ketiga-ketiga aspek berikut. Manakala dalam kategori penggunaan yang memerlukan pelajar mengembangkan teknik yang diketahui dan dikuasai untuk menyelesaikan masalah samada aplikasi dari segi definisi logaritma, hukum-hukum dan konsep logaritma. Dengan ini menggambarkan pelajar akan menghadapi kesukaran jika berada di tahap yang lebih tinggi iaitu diperingkat universiti yang

mana pada peringkat ini tahap yang disoal adalah berkaitan dengan tahap kefahaman, penggunaan, analisis, sintesis dan penilaian dalam sesuatu ujian atau soalan.

Analisis Anova satu hala telah menunjukkan terdapat perbezaan yang signifikan antara Modul 1, Modul 2 dan Modul 3 di kalangan pelajar Matrikulasi PDT dalam ujian bertulis ToSUL. Hasil analisis ujian Post Hoc Gabriel menunjukkan ($p < 0.05$) iaitu hanya terdapat perbezaan yang signifikan antara Modul 2 dengan Modul 3, manakala antara Modul 1 dengan Modul 2 dan Modul 1 dengan Modul 3 menunjukkan tidak terdapat perbezaan yang signifikan dari hasil analisis yang diperolehi. Dapatan ini adalah selari dengan dapatan kajian Abdul Rahim et al. (2007) dan juga dapatan kajian oleh Johari dan Yeong (2010) seperti dibincangkan dalam bab dua. Walau bagaimanapun analisis ujian ini juga menunjukkan tidak terdapat perbezaan yang signifikan antara Modul 1 dengan Modul 2 dan antara Modul 1 dengan Modul 3. Justeru, dapatan kajian ini tidak menyokong dapatan kajian Davrajoo (2007) yang mendapati bahawa tidak terdapat perbezaan yang signifikan mengikut jurusan yang diambil oleh pelajar.

Analisis dokumen telah dijalankan untuk meneliti kerja mengira pelajar dalam mengenalpasti kesalahan-kesalahan yang sering dilakukan oleh pelajar semasa menyelesaikan soalan logaritma. Chua dan Eric (2005) telah mengkategorikan kesilapan-kesilapan yang sering dilakukan oleh pelajar kepada tiga kategori seperti yang telah dibincangkan dalam bab dua iaitu:

1. Paling utama adalah kesilapan yang disebabkan oleh generalisasi keterlaluhan (over-generalisation; OG) ke atas konsep dan kaedah-kaedah. Sebagai contoh,

tukar asas logaritma: $\log 100 = \frac{\log 100}{\log 10}$, kemudian ringkaskan perkataan 'log'

pengatas dan pembawah dan akhirnya jawapannya 10. Ini adalah generalisasi hukum algebra $\frac{wx}{wy} = \frac{x}{y}$.

2. Kesilapan yang disebabkan oleh kekurangan penguasaan konsep, hukum-hukum dan kemahiran sedia ada (deficient mastery - D).

a) $\log_a x + \log_a y = \log_a (x + y) \rightarrow 2x + 2y = 2(x + y)$

- b) $\log_x 6 - 2\log_x 3$ guna hukum dengan betul iaitu $\log_x 6 - \log_x 9$ tetapi menganggap $\log_x$ sebagai “common factor” atau factor biasa dan telah meringkaskan seperti berikut $\log_x(-3)$ yang menjadi “undefined” / tidak tertakrif.

3. Walaupun pada hakikatnya terdapat kategori lain (M) merangkumi beberapa jenis kesilapan, kesilapan ini tidak berapa kerap berlaku (miscellaneous; M).

Sebagai contoh:

a) $\log x \div \log y = \log(x \div y)$

b) $\frac{\log_2 27}{\log_2 9} = \log_2 27 \div \log_2 9 = \log_2 (27 \div 9) = \log_2 3$

Memahami ilmu baru dengan menggunakan pengetahuan sedia ada.

Secara kesimpulan, dapat dirumuskan bahawa terdapat empat jenis kesilapan yang sering dilakukan oleh pelajar semasa menjawab ujian ToSUL iaitu:

1) Kesalahan algebra

- i. Pelajar menganggap notasi ungkapan logaritma ‘log’ adalah suatu pembolehubah yang boleh dilakukan operasi seperti berikut:

- Kembangan notasi persamaan logaritma ‘log’
- Mansuhkan notasi ungkapan logaritma ‘log’

- Memfaktorkan notasi ungkapan logaritma “log”

Keputusan ini selari dengan kenyataan Chua dan Eric (2005), Chua (2006), dan Indigine et al.(2007) bahawa pelajar sering memfaktorkan, memansuhkan dan mengembangkan logaritma dengan mengaplikasikan konsep algebra seperti contoh berikut:

$$\text{a) } 2xy + x^2 = x(2y + x)$$

$$\text{b) } \frac{x^2}{xy} = \frac{x}{y}$$

$$\text{c) } x(x + y) = x^2 + xy.$$

- ii. Analisis dapatan menunjukkan pelajar menghadapi masalah dalam penggunaan tata tanda ‘sama dengan’. Terdapat dalam kalangan peserta kajian kurang mengetahui maksud sebenar penggunaan tata tanda ‘sama dengan’ dalam ungkapan algebra.

Salah faham dalam penggunaan simbol ‘sama dengan’ sering diketengahkan oleh para penyelidik bahawa tata tanda ‘sama dengan’ biasa disalahertikan oleh pelajar dalam semua peringkat penyelesaian soalan matematik, di mana mereka telah salahfaham hukum persamaan (Ketterlin-Geller et al., 2007; Knuth, Alibali, Hattikudur, McNeil & Stephens, 2008). Pelajar seringkali menambahkan tata tanda ‘sama dengan’ kepada soalan-soalan yang berbentuk ungkapan dan cuba menyelesaikan ungkapan tersebut dengan cara penyelesaian persamaan seperti menambah ‘sama dengan’ sifar. Kebanyakan pelajar tidak dapat membezakan

tujuan penggunaan tata tanda ‘sama dengan’ yang menggambarkan langkah kerja atau prosedur sesuatu kerja dengan tata tanda ‘sama dengan’ yang membentuk sesuatu persamaan. Kekeliruan ini menyebabkan pelajar telah mengubah soalan dari ungkapan menjadi persamaan khususnya persamaan logaritma.

2) Generalisasi hukum logaritma

Dapatan dari analisis mendapati bahawa para pelajar telah mengeneralisasikan hukum-hukum logaritma iaitu tanda tolak digeneralisasikan kepada bahagi dan sebaliknya. Manakala tanda tambah digeneralisasikan kepada pendaraban dan sebaliknya. Di antara kesalahan hukum-hukum logaritma adalah seperti berikut:

- i. Hukum pendaraban
- ii. Hukum pembahagian
- iii. Kesalahan hukum kuasa logaritma

Generalisasi hukum-hukum logaritma khususnya hukum pembahagian dan hukum pendaraban adalah salah faham pelajar mengenai operasi tambah, darab, tolak dan bahagi dalam ungkapan dan persamaan logaritma. Seringkali pelajar membuat kesimpulan bahawa operasi tambah logaritma akan menghasilkan pendaraban dan operasi darab menghasilkan penambahan logaritma. Begitu juga pada operasi tolak menghasilkan pembahagian logaritma dan operasi bahagi menghasilkan penolakan logaritma. Ini selari dengan kenyataan Welder (2011) menyatakan kesalahan algebra yang dilakukan oleh pelajar antaranya disebabkan perwakilan simbol iaitu simbol operasi tambah, tolak, bahagi dan darab. Selain itu,

Indiogene et al.(2007) juga menyenarai antara kesalahan yang sering dilakukan oleh pelajar dalam logaritma adalah melibatkan kekeliruan aplikasi hukum logaritma dengan konsep algebra.

3) Kesalahan penukaran indeks ke logaritma dan sebaliknya

i) Kesalahan konsep indeks

Salah konsep mengenai eksponen seperti kesalahan penukaran indeks ke logaritma dan salah guna hukum-hukum indeks merupakan kesalahan yang menjadi kebiasaan dalam kalangan pelajar (Weber, 2002; Radley, 2004; Indiogene, 2007)

4) Jawapan tidak mengikut kehendak soalan

Kenney, Hancewicz, Heuer, Metsisto, and Tuttle (2005) membincangkan satu masalah yang dihadapi oleh pelajar dalam kajian mereka iaitu berkenaan dengan bahasa matematik. Menurut mereka lagi “Sebenarnya pelajar boleh membuat matematik, mereka hanya tidak faham apa yang disoal oleh soalan. Saya perlu meringkaskan, menukar semula perkataan pada soalan untuk pelajar saya dan kemudian mereka boleh melakukannya” (terjemahan penyelidik) (Kenney et al., 2005). Manakala menurut Buchanan (2007) pelajar boleh memahami apa yang diterangkan oleh guru tetapi tidak memahami apa yang disoal dari soalan walaupun mereka telah mempelajarinya. Andaian yang boleh dibuat berdasarkan dapatan kajian ini ialah pelajar sering mengabaikan apa yang dikehendaki oleh soalan atau mereka sememangnya tidak memahami maksud dan kehendak soalan tersebut.

6.3.2 Perbincangan Analisis Temu bual

Dalam kajian ini, perkara utama yang difokuskan adalah pemahaman pelajar mengenai logaritma. Persoalan kajian ini adalah seperti berikut:

Persoalan utama:

Sejauhmana pelajar memahami definisi logaritma dan adakah dengan memahami definisi logaritma ini ia dapat membantu pelajar di dalam menguatkan pemahaman konsep?

Persoalan khusus:

3. Apakah pemahaman pelajar tentang topik logaritma berdasarkan definisi logaritma?
4. Apakah pemahaman pelajar tentang topik logaritma?
5. Apakah faktor-faktor yang menyebabkan pelajar menghadapi masalah untuk menggunakan hukum-hukum logaritma secara betul dan tepat?

Dari analisis ujian dan temu bual di dapati permasalahan utama pelajar adalah dari definisi logaritma itu sendiri. Pelajar tidak mengetahui secara tepat dan yakin bahawa logaritma mempunyai definisinya tersendiri. Dapatan dari bab lima menunjukkan bahawa seramai lima orang peserta kajian (M2FZ, M3AD, M3AA, M3AU dan M1FZ) tidak mengetahui definisi logaritma berbanding empat orang peserta kajian yang lain. Tiga (M2AR, M2MS dan M1N1) dari empat peserta tersebut mengaitkan definisi logaritma dengan asas atau 'base'. Manakala seorang peserta kajian iaitu M3MI pula mengenali logaritma sebagai 'term' dan juga menyatakan logaritma adalah proses menggunakan hukum-hukum logaritma dalam sesuatu penyelesaian.

Selain itu, dapatan menunjukkan pelajar tidak mampu menukarkan bentuk logaritma kepada indeks dan sebaliknya, malahan tidak mengetahui bahawa definisi logaritma sangat berkait rapat dengan indeks atau eksponen dengan kata lain logaritma adalah songsangan eksponen (Berezovski & Zazkis, 2006). Ini selari dengan kenyataan Chua (2006) iaitu keputusan yang diperolehi adalah pelajar kurang faham mengenai logaritma khususnya gagal melihat logaritma sebagai eksponen dan kemudiannya sebagai nombor. Dapatan analisis dari bab lima menunjukkan dua orang peserta kajian iaitu M1FZ dan M2FZ tidak mengetahui perkaitan antara logaritma dengan indeks berbanding M2MS dan M3MI juga menyatakan indeks boleh ditukarkan ke bentuk logaritma. Empat orang peserta kajian (M2AR, M3AD, M3AA dan M3MI) memahami indeks sebagai kuasa atau *power*. Walaupun begitu, tiga orang peserta kajian melihat perkaitan antara logaritma dengan indeks apabila notasi 'log' diletakkan di hadapan kedua-dua persamaan indeks untuk penyelesaian.

Kegagalan melihat logaritma sebagai eksponen dan nombor menjadi sebab mengapa pelajar gagal menjadikan logaritma suatu yang tiada makna kepada mereka dan seterusnya menganggap simbol 'log' adalah suatu pembolehubah yang boleh dimansuhkan, difaktorkan dan dikembangkan. Maka yang penting untuk pelajar bukan sahaja dapat menilai sebutan seperti $\log_2 8$ atau $\log_5 25$, tetapi juga memahami apa yang dimaksudkannya (Sierpinski, 1994). Di dapati kebanyakan pelajar tidak mementingkan definisi logaritma tetapi lebih menekankan kepada langkah penyelesaian sesuatu ungkapan atau persamaan untuk mendapatkan nilai dan jawapan. Kegagalan pelajar mementingkan definisi logaritma dapat dilihat melalui jawapan pelajar dalam ujian bertulis ToSUL iaitu kebanyakan pelajar tidak mampu menjawab dengan baik soalan asas iaitu penukaran indek ke logaritma dan

sebaliknya. Ini menggambarkan pelajar lebih cenderung kepada pemahaman *procedural* atau *instrumental* seperti yang dibincangkan oleh Chua (2006).

Peserta kajian M2FZ menunjukkan bahawa beliau mahukan pembelajaran secara *relational* atau konsepsual tetapi guru mengajar secara pemahaman *instrumental* atau *procedural* (Skemp, 1976, Hiebert & Lefevre, 1986), ini selari dengan kenyataan Skemps (1982) ketidaksepadanan (mismatch) cara mengajar guru dan cara belajar pelajar. Manakala peserta kajian M1NI mendapati beliau belajar secara hafalan (*rule without reason*) iaitu pembelajaran semata-mata kepada pemahaman *instrumental* (Skemps, 1976) dan *procedural* (Hiebert & Lefevre, 1986).

Menurut Kajian oleh Tall dan Mohamad Rashidi Razali (1993) kebanyakan pelajar membuat kesalahan dari segi penggunaan aturan keutamaan di dalam aritmatik iaitu sekiranya pelajar mengetahui hukum-hukum logaritma, maka mudah bagi pelajar tersebut menyelesaikan soalan logaritma. Kebanyakan kesilapan adalah bukan kerana kekurangan ilmu tetapi berdasarkan generalisasi berkaitan dengan hukum algebra (Chua & Eric, 2005, Indiogine, 2007).

Permasalahan yang di hadapi oleh pelajar dapat dilihat adalah dalam aspek penulisan, walaupun diberikan panduan tetapi pelajar tidak mampu menggunakannya dengan betul dan tepat untuk menyelesaikan soalan. Selain itu, jika di rujuk kepada hasil temu bual di dapati terdapat tiga faktor yang dihadapi oleh pelajar dalam penggunaan hukum-hukum logaritma secara betul dan tepat adalah kerana faktor guru, pelajar dan juga soalan.

Dari analisis temu bual di dapati, guru perlu mempunyai gaya dan teknik pengajaran yang mampu memberi pemahaman konsep terutama mengenai definisi pada peringkat permulaan pengajaran topik logaritma agar dikuasai oleh pelajar dan

kemudian baru difokuskan kepada penyelesaian dengan menggunakan hukum-hukum logaritma. Manakala faktor pelajar itu sendiri yang perlukan persediaan sebelum dan mengulangkaji semula selepas pembelajaran agar apa yang diperolehi semasa sesi pengajaran mampu dikuasai oleh pelajar. Selain itu, soalan yang diberikan kepada pelajar semasa proses pengujian memberi sedikit tekanan kepada pelajar jika soalan-soalan tersebut mempunyai kuantiti yang banyak dan hanya berkenaan topik logaritma yang kurang digemari oleh pelajar. Kemungkinan faktor ini juga memberi sedikit kesan dan alasan kenapa para pelajar tidak menjawab dengan baik dan meninggalkan soalan-soalan tanpa menjawab dan seterusnya menyebabkan markah yang diperolehi tidak memuaskan.

Secara kesimpulan, didapati bahawa pelajar tidak mementingkan definisi logaritma dan sebab ini juga menjadikan pelajar gagal menguasai pemahaman konsep logaritma. Pelajar lebih cenderung kepada pemahaman *procedural* atau *instrumental* iaitu lebih menekankan kepada penyelesaian untuk mendapatkan jawapan yang betul dan tepat sahaja. Manakala beberapa andaian pelajar yang selama ini telah dikuasai berkenaan konsep algebra sering digunapakai dalam konsep logaritma seperti penggunaan hukum-hukum logaritma yang membawa kepada kesalahan menterjemah hukum pembahagian dan pendaraban yang memberi kesan kepada penulisan dan penggunaan hukum-hukum tersebut. Oleh itu, didapati bahawa pelajar-pelajar ini perlu persediaan yang lebih dari segi pemahaman konsep logaritma khususnya dan umumnya pemahaman konsep secara keseluruhan dalam subjek matematik agar mampu bersaing dengan pelajar-pelajar lain di peringkat yang lebih tinggi iaitu di IPT nanti (Ruzlan, 2005). Ini menggambarkan persediaan pelajar dari sekolah menengah dan disambung di peringkat matrikulasi belum mencukupi

untuk menjadikan mereka pelajar yang mempunyai pemahaman *relational* dan dengan kata lainnya mempunyai pertindanan yang besar dalam pemahaman onsepsual yang membolehkan mereka mampu menghadapi pelbagai peringkat kesukaran seperti peringkat aplikasi, analisis, sintesis dan penilaian ketika di IPT nanti (Ruzlan, 2005).

6.4 Implikasi Kajian

Hasil penyelidikan ini memberikan gambaran bahawa pemahaman konsep logaritma yang dimiliki oleh pelajar adalah tidak mantap. Dalam masa yang sama juga, penyelidikan ini dapat melihat dan meneroka pemahaman pelajar mengenai logaritma yang masih kabur, samar dan keliru. Didapati pelajar gagal melihat logaritma sebagai suatu nombor atau sinonimnya eksponen bagi b seperti takrifan berikut jika $b^e = a$ maka $\log_b a = e$. Pelajar juga masih keliru dalam penggunaan hukum-hukum logaritma dari segi penulisannya, bentuk, cara mengaplikasikannya dan membuat kesalahan dalam menterjemah hukum-hukum tersebut. Maka dengan itu, penyelidik telah membahagikan perbincangan kepada dua bentuk iaitu implikasi terhadap teori dan implikasi terhadap praktis seperti yang dibincangkan berikutnya.

6.4.1 Implikasi Terhadap Teori

Kesukaran yang dihadapi oleh pelajar untuk mempelajari konsep logaritma memang diakui oleh ramai pendidik. Cara serta kaedah yang bersesuaian untuk menghasilkan pembelajaran yang efektif dan bermakna kepada pelajar sangat penting agar konsep yang ingin diterap kepada pelajar mampu memberikan pemahaman yang sebenar dan mantap. Walaubagaimanapun, dapatan kajian menunjukkan peserta kajian memiliki

pemahaman *instrumental* dan boleh dikatakan mirip kepada pemahaman *procedural*. Ini dapat dibuktikan dengan pencapaian pelajar yang mengambil ujian ToSUL memperoleh markah yang rendah seperti M1NI dan apabila ditemu bual mendapati mereka hanya mementingkan langkah kerja agar memperoleh jawapan yang betul untuk mendapat markah yang tinggi. Peserta kajian M3AU yang memperoleh markah cemerlang tetapi tidak mampu menerangkan apa yang difahami tentang logaritma dan dari setiap langkah kerja yang dilaksanakan.

Jika dibandingkan peserta kajian yang mendapat markah kategori lulus dan gagal, seperti M2AR dan M2MS, mampu menerangkan serba sedikit apa yang difahami tentang topik logaritma seperti, logaritma mempunyai base dan menyenaraikan hukum-hukum logaritma dengan betul. Jika pelajar hanya mempunyai pemahaman *instrumental* oleh Skemp (1976) atau mirip kepada pemahaman *procedural* yang dikemukakan oleh Hiebert dan Lefevre (1986), iaitu mereka hanya mementingkan penghafalan formula, prosedur kerja serta hukum-hukum dan mampu menyelesaikan masalah matematik yang hampir serupa dan tidak berupaya menggunakannya dalam situasi yang baru. Pelajar-pelajar yang mengamalkan pemahaman *instrumental* yang mempunyai pertindanan yang besar dengan pemahaman *procedural* mampu mendapat markah yang tinggi dan cemerlang tetapi tidak memahami apa yang dipelajari. Maka dengan ini menunjukkan jika pelajar hanya mementingkan dua jenis pemahaman ini sahaja, ilmu yang diperolehi tidak kekal lama dan tidak bermakna. Pemahaman *instrumental* merujuk kepada kebolehan seseorang guru atau pelajar menerangkan “bagaimana” untuk memperoleh sesuatu jawapan tanpa mengetahui “kenapa” sesuatu langkah, cara, operasi, rumus atau seumpamanya digunakan dalam proses pengiraan atau

penyelesaian masalah (Skemp 1987). Begitu juga definisi pemahaman *Prosedural* oleh Hiebert dan Lefevre (1986) iaitu penyusunan dari bahasa formal atau sistem penggambaran simbol yang mengandungi algoritma atau hukum untuk menyelesaikan sesuatu soalan matematik.

Berbanding pelajar yang mampu menerangkan dengan baik apa yang dipelajari dan difahami iaitu mempunyai pemahaman *relational* atau konseptual kadang-kadang hanya memperolehi markah yang rendah atau sekadar lulus sahaja. Perkara ini berlaku kerana dalam proses ujian dan penilaian di Negara kita lebih menekankan kepada kebolehan prosedur dalam penyelesaian soalan. Dalam masa yang sama pelajar berkenaan hanya memahaminya tetapi tidak mengetahui atau mengabaikan pemahaman *instrumental* atau *procedural*. Begitu juga pemahaman *relational* atau konseptual yang mengabaikan prosedur pun akan mempunyai kepincangannya. Maka dengan itu, pemahaman yang mantap dan sebenar adalah melibatkan gabungan pemahaman *instrumental* dan *relational* atau pemahaman *procedural* dan konseptual.

Selain itu, temu bual kepada seorang peserta kajian M2FZ mendapati bahawa peserta kajian berkenaan mahukan pembelajaran secara *relational* atau konseptual iaitu peserta kajian ingin pengajaran yang menerangkan apakah yang dimaksudkan dengan logaritma dan kenapa perlu mempelajari logaritma terlebih dahulu. Walaupun begitu menurut M2FZ, pembelajaran yang diperolehi samada di sekolah atau matrikulasi kenapa lebih menggunakan hukum-hukum, formula dan langkah kerja yang perlu dihafal tanpa mengetahui kenapa ia pelajari dan difahami. Ini selari dengan kenyataan Skemps (1976) ketidakpadanan (*mismatch*) cara mengajar guru dan cara belajar pelajar.

6.4.2 Implikasi Terhadap Praktis

Bahagian ini membincangkan implikasi terhadap praktis yang dibahagikan kepada empat bahagian iaitu melibatkan peranan pendidik, amalan pelajar, panduan kepada penyelarasan kurikulum matematik dan implikasi kepada kurikulum serta sistem penilaian dan pengujian.

6.4.2.1 Peranan Pendidik

Pengetahuan tentang pemahaman konsep logaritma yang dipunyai oleh pelajar merupakan satu aset penting bagi para pendidik di semua peringkat sama ada di sekolah menengah, matrikulasi atau institut pengajian tinggi. Pengetahuan ini bukan sahaja boleh membantu pendidik dalam memahami tindakan pelajar semasa menyelesaikan sesuatu masalah matematik, tetapi ia juga dapat membantu pendidik untuk membuat persediaan yang sewajarnya. Seringkali pendidik terlalu menumpukan kepada proses pengajaran pembelajaran yang hanya menekankan kepada kemahiran menyelesaikan sesuatu masalah melibatkan logaritma dan mengabaikan penekanan kepada definisi logaritma dan perkaitannya dengan topik lain iaitu indeks. Pendidik sekadar menjelaskan secara sambil lalu konsep asas logaritma seperti definisi logaritma dan perkaitan antara indeks dengan logaritma dan dalam masa yang sama membiarkan pelajar mencari-cari hubungan atau kaitan antara konsep yang dipelajari serta gambaran keseluruhan topik logaritma ini.

Peranan guru sepatutnya sebagai pembimbing untuk membantu pelajar membentuk konsep yang betul. Oleh itu, apabila memperkenalkan topik logaritma, strategi pengajaran yang baik adalah dengan meluangkan sedikit masa pada

permulaan pengajaran dan menekankan serta menjelaskan definisi logaritma secara terperinci sehingga pelajar mampu memahaminya dengan baik dan tepat. Kemudian, para pendidik boleh meneruskan sesi pengajaran dengan mencari nilai, menyelesaikan ungkapan, persamaan logaritma dan sebagainya.

Penekanan antara gabungan penulisan dan penerangan secara berulang mampu meninggalkan kesan yang kekal pada pemikiran pelajar (Brennan, n.d)). Sebagai contoh apabila pendidik ingin menerangkan bagaimana mencari nilai $\log_2 8$, dalam masa yang sama pendidik perlu menyebut $\log 8$ asas 2 bermaksud eksponen apa yang diperlukan bagi asas 2 untuk menghasilkan 8 dan dalam masa yang sama pelajar perlu memikir serta memberi jawapan. Sekiranya teknik ini diulang, maka pelajar mampu memahami secara jelas berdasarkan definisi logaritma dan mengingatnya. Maka apabila pelajar melihat logaritma sebagai eksponen, nilai-nilai ungkapan logaritma dapat ditentukan dengan mudah. Selain itu untuk memperkukuhkan lagi, pendidik boleh meminta pelajar untuk mencari nilai $\log_8 2$ dan $\log_3 \frac{1}{9}$ dan juga menerangkan maksud ungkapan logaritma tersebut.

Pendidik umpama gedung ilmu kepada pelajar. Segala kaedah, teknik dan gaya pengajaran sangat memberi kesan kepada pelajar dalam penerimaan sesuatu ilmu. Pelajar wajar didedahkan dengan tugas yang lebih bermakna berasaskan kehidupan seharian. Perkara ini mampu menjadikan pengajaran lebih bermakna dan menarik, bukan formula atau peraturan yang perlu dihafal sahaja. Ilmu aplikasi matematik dalam kehidupan seharian penting kepada pelajar kerana ia mampu memberi gambaran secara realiti kehidupan dan pelajar mengetahui tujuan sesuatu ilmu itu perlu dipelajari. Maka, ini dapat menarik minat pelajar dalam menguasai

konsep asas sesuatu ilmu itu dan akhirnya pemahaman sebenar dapat digunapakai dalam kehidupan harian mahupun alam pekerjaan.

6.4.2.2 Implikasi Pembelajaran Matematik Pelajar

Keputusan kajian mendapati terdapat beberapa jenis kesilapan yang sering dilakukan oleh pelajar antaranya kesalahan algebra, generalisasi hukum logaritma, kesalahan konsep indeks dan memberi jawapan tidak mengikut kehendak soalan. Jelas menunjukkan bahawa pelajar telah mendapat gambaran yang salah semasa pengajaran guru. Gambaran yang salah ini menjadi halangan kepada pelajar memperolehi konsep logaritma dengan betul. Mereka sering percaya bahawa mereka memahami apa yang diajar walaupun tidak sepadan dengan matlamat pengajaran yang ditetapkan oleh guru.

Selain itu, pelajar gagal untuk melihat logaritma sebagai nombor. Sebagai contoh pelajar telah memansuhkan perkataan "log" kerana mengandaikan "log" sebagai pembolehubah yang boleh dimansuhkan sekiranya ia berada dalam bentuk pecahan atau operasi bahagi seperti $\frac{\log_2 27}{\log_2 9}$. Pelajar tidak melihat "log" sebagai suatu pengoperasi untuk menghasilkan sesuatu nilai bagi sesuatu ungkapan. Pelajar membayangkan perkataan "log" adalah suatu notasi yang mempunyai persamaan dalam notasi algebra seperti pembolehubah x , y dan z yang mereka sering temui dalam penyelesaian ungkapan mahupun persamaan algebra. Maka, ini menyebabkan pelajar menggunakan konsep algebra dalam aplikasi hukum-hukum logaritma untuk menyelesaikan ungkapan dan persamaan logaritma. Kesannya, pelajar-pelajar ini akan meneruskan pemahaman mereka ini sehingga ke peringkat yang lebih tinggi

seperti ke universiti jika perkara ini tidak diatasi di peringkat yang lebih rendah seperti di sekolah menengah mahupun di peringkat matrikulasi.

6.4.2.3 Penyelaras Kurikulum Matematik

Hasil dari kajian ini dapat memberi input kepada Ketua Jabatan Matematik kolej matrikulasi mengenai pemahaman pelajar mengenai topik logaritma dan seterusnya mengambil perhatian dan merancang sesuatu agar ia dapat diatasi. Didapati pelajar menghadapi masalah dalam memahami konsep asas logaritma dan seterusnya memberi kesan kepada pencapaian dalam topik ini dan subjek matematik khususnya dan subjek-subjek lain contohnya kimia dan fizik umumnya. Ini adalah kerana topik logaritma adalah topik permulaan yang diajar pada semester pertama samada pelajar PST mahupun PDT dalam subjek matematik. Jika topik pertama ini, pelajar menghadapi masalah pemahaman konsep asas logaritma, ia memberi kesan yang berpanjangan kepada topik-topik yang lain terutamanya yang melibatkan secara langsung subtopik yang memerlukan penguasaan konsep asas logaritma seperti topik-topik berikut.

Jadual 6.1

Topik yang dipelajari oleh pelajar PDT yang berkaitan logaritma

SEMESTER	TOPIK	SUBTOPIK
I (5 TOPIK)	1: Number System	1.3.Indices, Surds and Logarithms
	2: Equations, Inequalities and Absolute Values	2.1 Solve equations involving surds, indices and logarithms.
	5: Functions and Graphs	5.4 Exponential and Logarithmic Functions
	4. Differentiation	4.3 Differentiation Exponential and Logarithmic Functions.
II (5 TOPIK)	3. Integration	3.1 c) Find $\int \frac{1}{x} dx = \ln x + c$
		1.4 Techniques of Integratif
III (5 TOPIK)	4. First Order Differential Equations	2.3 Application – Newton law of cooling, electric circuits, population growth & radioactive decay

Sebanyak 12% subtopik yang melibatkan logaritma secara langsung mahupun tidak langsung dalam silibus matematik matrikulasi. Jika pelajar menghadapi masalah di awal konsep logaritma dan telah menganggap serta memikirkan bahawa logaritma itu susah maka ia memberi kesan yang buruk kepada topik-topik lain dan dalam masa yang sama memberi kesan kepada pencapaian pelajar dalam subjek matematik (Tew, 2003) Maka dengan ini, pihak yang bertanggungjawab dapat merancang sesuatu dalam menangani situasi ini agar ia

tidak berlarutan dan akan menjadi stigma bahawa ‘logaritma itu sukar’ pada tanggapan pelajar. Selain itu ia juga memberi kesan kepada pelajar apabila melanjutkan pelajaran ke peringkat yang lebih tinggi iaitu di IPT yang melibatkan pelajar jurusan kejuruteraan dan sains kerana jika asasnya tidak kukuh, kesannya akan berpanjangan hingga mereka ke universiti.

6.4.2.4 Implikasi kepada Kurikulum dan Sistem Pentaksiran

Kurikulum sekolah menengah mahupun matrikulasi disaratkan dengan matlamat agar para pelajar mampu menguasai konsep dan aplikasi dalam matematik serta menguasai kemahiran agar dapat menyelesaikan masalah (Kementerian Pelajaran Malaysia, 2006). Kehendak kurikulum ini seperti tidak selari dengan sistem penilaian dan pengujian yang lebih menekankan kepada menguji kemahiran dan kebolehan pelajar semata-mata seperti mencurahkan semula apa yang mereka hafal mengikut prosedur dan langkah demi langkah tanpa mengetahui secara mendalam konsep dan pemahaman sebenar sesuatu topik. Amat jarang pengujian dan penilaian matematik dilaksanakan secara praktikal atau amali seperti yang dilaksanakan oleh matapelajaran sains iaitu menguji pemahaman sebenar mereka mengenai sesuatu konsep matematik contohnya logaritma.

Pengalaman pelajar dari peringkat sekolah rendah, sekolah menengah dan seterusnya matrikulasi seperti peperiksaan UPSR, PMR, SPM dan Peperiksaan Semester Peringkat Matrikulasi (PSPM) yang lebih menjuruskan kepada menggunakan koleksi peraturan-peraturan, hukum-hukum dan formula-formula matematik secara hafalan agar dapat menghasilkan jawapan betul dan tepat untuk memperolehi markah yang tinggi. Rutin dan kebiasaan ini menjadikan para pelajar

berpendapat bahawa apa yang penting adalah mampu menjawab soalan dengan betul tanpa perlu memahami secara mendalam tentang sesuatu teorem, definisi dan konsep matematik kerana semua itu tidak disoal dalam ujian mahupun peperiksaan. Peperiksaan dan ujian-ujian seperti ini yang biasa diamalkan di sekolah tidak dapat mengukur atau mengesan pemahaman sebenar pelajar. Oleh itu kurikulum dan sistem penilaian dan pengujian perlu mempunyai hubungan dan saling bekerjasama bagi memenuhi matlamat pendidikan negara sebagaimana yang digariskan dalam kurikulum di sekolah mahupun diperingkat matrikulasi. Pengujian dan penilaian kemahiran dan penyelesaian masalah perlu diseimbangkan dengan menguji pemahaman sebenar pelajar tentang sesuatu konsep agar ia mampu bertahan dalam erti kata dapat diaplikasikan sesuatu ilmu itu dalam kehidupan dan alam pekerjaan.

6.5 Refleksi ke atas Proses Kajian

Kajian ini telah memberi beberapa pengajaran yang berharga dalam mengkaji mengenai pemahaman pelajar dalam sesuatu topik dalam matapelajaran matematik khususnya logaritma. Jelas menunjukkan bahawa pemahaman dalam erti kata yang sebenar adalah suatu proses yang sebenarnya sukar untuk diperolehi oleh pelajar dan diberikan oleh para guru kepada pelajarnya. Markah yang tinggi dan jawapan dari seorang pelajar yang mengatakan “saya faham cikgu” sebenarnya tidak menggambarkan bahawa pelajar berkenaan benar-benar memahami apa yang telah disampaikan oleh seseorang guru. Dari kajian ini, penyelidik telah mengetahui bahawa pemahaman boleh dibahagikan kepada pemahaman yang semata-mata kepada proses menghafal formula, hukum dan prosedur tanpa mengetahui sebab musabab kenapa ia digunakan dan juga pemahaman yang lebih bermakna iaitu

mengetahui serta memahami kenapa sesuatu prosedur, hukum dan formula itu digunakan serta mampu menerangkannya.

Selain itu, dari kajian ini juga jelas menunjukkan bahawa pemahaman pelajar adalah suatu proses yang mengabungjalinkan kemahiran-kemahiran matematik, konsep-konsep dan proses-proses dalam menyelesaikan sesuatu masalah matematik. Jika proses ini melibatkan gabungjalinkan dari kemahiran dan konsep-konsep yang salah, maka perkara ini yang menyebabkan pelajar memperoleh ilmu yang menyalahi sesuatu konsep yang sebenar seperti telah melakukan kesalahan dalam aplikasi hukum-hukum logaritma. Dari kajian ini juga penyelidik mendapati beberapa kekangan dan masalah yang timbul dari pihak peserta kajian dan juga instrumen kajian. Peserta kajian temu bual dipilih dari sekumpulan pelajar yang telah menjawab ujian bertulis ToSUL yang telah dikategori mengikut markah yang diperolehi.

Seramai sembilan orang peserta kajian telah ditemubual, hasilnya segelintir peserta kajian yang kurang memberi respon yang baik dan kurang membantu dalam mendapatkan maklumat. Seringkali peserta kajian ini akan memberi jawapan “tidak tahu” untuk mengelakkan dirinya disoal secara lebih terperinci. Ini menyukarkan penyelidik untuk menyelidik dan meneroka pemahaman pelajar mengenai logaritma secara mendalam. Selain itu peserta kajian juga mengatakan bahawa instrumen ujian bertulis ToSUL mempunyai bilangan item soalan yang banyak dan semuanya berkaitan tentang logaritma yang merupakan topik yang kurang digemari oleh pelajar. Ia memberi sedikit tekanan kepada pelajar untuk menjawab soalan tersebut dengan bersungguh-sungguh tambahan pula ujian ini tidak memberi sebarang

ganjaran dan habuan dari segi markah penilaian berterusan, ujian mahupun peperiksaan.

6.6 Cadangan Kajian Lanjutan

Bagi penyelidik yang berminat untuk meneruskan kajian ini, terdapat beberapa cadangan yang ingin dikemukakan sebagai garis panduan. Antaranya adalah seperti berikut:

1. Kajian lanjutan boleh dijalankan ke atas pelajar program satu tahun dan program dua tahun untuk melihat perbezaan pemahaman mengenai logaritma di antara dua program tersebut.
2. Kajian lanjutan juga boleh dijalankan kepada tiga peringkat pelajar iaitu pelajar sekolah menengah atas yang mengambil matematik tambahan, pelajar matrikulasi dan pelajar IPT untuk meninjau sejauhmana pemahaman logaritma dari awal pembelajaran di sekolah memberi kesan positif atau negatif mengenai pemahaman logaritma untuk di aplikasi oleh pelajar di matrikulasi dan IPT.
3. Kajian lanjutan juga boleh dilaksanakan yang melibatkan analisis kesilapan yang menggunakan model analisi kesilapan Newman (1977) atau analisis kesilapan Casey (1978) agar kesilapan yang dilakukan oleh pelajar dapat ditentukan mengikut kategori supaya kesilapan tersebut dapat diperbetulkan dengan kaedah yang sesuai.
4. Kajian lanjutan yang melibatkan kaedah trigulasi boleh dilaksanakan agar pemahaman pelajar mengenai logaritma dapat dilihat dari sudut pengajaran guru di dalam kuliah atau bilik tutorial selain dilaksanakan ujian bertulis,

temu bual dan pemerhatian dari segi tingkah laku pelajar ketika temu bual dijalankan.

6.7 Penutup

Penyelidikan ini telah mengkaji pemahaman pelajar mengenai topik logaritma dalam kalangan pelajar matrikulasi. Kebanyakan pendidik mengakui kesukaran pelajar dalam memahami topik logaritma dan mengandaikan kesalahan yang sering dilakukan oleh pelajar adalah kerana tidak mampu menyelesaikan masalah berkaitan dengan aplikasi hukum logaritma. Dari kajian ini, penyelidik telah membuktikan bahawa masalah yang dihadapi oleh pelajar mengenai topik ini adalah berkenaan pemahaman konsep logaritma pelajar. Pelajar sepatutnya memahami konsep logaritma secara mendalam seperti memahami definisi logaritma serta mampu menggunakan definisi tersebut dalam menyelesaikan masalah matematik asas yang berkaitan dengan definisi logaritma terlebih dahulu sebelum mereka didedahkan terus kepada penyelesaian yang melibatkan aplikasi hukum-hukum logaritma.

Ini selari dengan pandangan Sierpinska (1994) dalam teori pemahaman beliau menyatakan bahawa pemahaman adalah suatu tindakan menguasai makna/maksud (1990, hlm. 27). Pelajar sepatutnya memahami logaritma secara pemahaman *relational* oleh Skemp (1982) yang mempunyai pertindihan yang besar dengan pemahaman konsepsual oleh Hiebert & Lefevre (1986) yang mampu mengaitkan ilmu yang diperolehi dengan situasi yang baru atau mampu mengaitkan topik logaritma ini dengan topik yang lain. Pelajar yang mampu mengaitkan topik logaritma dengan topik indeks menunjukkan bahawa mereka memiliki pemahaman *relational* (Skemp, 1982) atau mirip kepada pemahaman konsepsual oleh Hiebert

dan Lefevre (1986), contohnya mereka mampu melaksanakan proses penukaran bentuk indeks ke logaritma dan sebaliknya dalam pelbagai situasi atau bentuk soalan. Hafalan hukum-hukum logaritma secara sambil lewa tanpa cuba meneliti bentuk serta notasi yang betul dan tepat sering menjadi masalah yang besar kepada pelajar apabila mengaplikasikan hukum-hukum tersebut dalam penyelesaian ungkapan atau persamaan logaritma. Pelajar yang mengamalkan hafalan formula, hukum-hukum atau prosedur menggambarkan pemahaman *instrumental* (Skemp, 1982) atau mirip kepada pemahaman Prosedural (Hiebert & Lefevre, 1986).

Menurut Sierspinka (1994), gambaran mental merupakan punca kepada halangan mental seperti dapatan kajian menunjukkan bahawa setengah dari peserta kajian membayangkan ungkapan atau persamaan logaritma mempunyai operasi bahagi akan menghasilkan penolakan atau operasi tolak menghasilkan pembahagian, manakala operasi darab akan menghasilkan penambahan dan sebaliknya. Pelajar sering mengabaikan bentuk dan notasi yang betul dan tepat dalam penulisan hukum-hukum logaritma. Ini menjadi punca masalah dan kesilapan yang seringkali dilakukan oleh pelajar.

Semua faktor yang telah dibincangkan ini menjadi punca kepada pencapaian yang sangat membimbangkan dalam ujian ToSUL kerana 117 (84.78%) orang pelajar yang terlibat sebagai peserta kajian telah dikategorikan sebagai gagal berbanding 138 orang. Ini menunjukkan pelajar tidak menguasai pemahaman *relational* atau mirip kepada pemahaman konseptual tetapi lebih kepada pemahaman *instrumental* atau mirip kepada pemahaman *procedural* dalam topik logaritma ini. Didapati bahawa dalam memahami konsep logaritma pelajar sepatutnya memahami konsep definisi logaritma di permulaan pembelajaran topik ini. Jika pelajar mampu

menerangkan apakah logaritma, mampu membezakan kedudukan asas, indeks pada ungkapan logaritma dan menggunakan hukum-hukum logaritma dengan betul, maka dengan ini pelajar tersebut telah menguasai pemahaman *relational* atau boleh juga dikatakan mempunyai pemahaman konsepsual kerana terdapat pertindanan yang besar antara dua pemahaman tersebut.

RUJUKAN

- Abdul Rahim Hamdan, Mohamad Najib Ghaffar, Azlina Kosnin, Jamaluddin Ramli, & Mahani Mokhtar, (2007). Gaya Pembelajaran, Kemahiran Generik dan Motivasi Pelajar Merentasi Bidang Sains Tulen, Kejuruteraan dan Sains Sosial di UTM. *Persidangan Pengajaran dan Pembelajaran di Peringkat Pengajian Tinggi 2007*. Serdang: Universiti Putra Malaysia. 39–51.
- Adams W.L, McIlvain H.E, Lacy N.L, Maysi H, Crabtree B.F, Yenny S.K & Sitorius M.A., (2002). Primary care for elderly people: Why do doctors find it so hard? *Gerontologist*, 42(6): 835-42.
- Anastasi, A. & Urbina, S. (1997). *Psychological testing* (7th ed). Singapore: Prentice Hall Simon & Schuster (Asia) Pte Ltd.
- Ausubel, D. P. (1963). *The psychology of meaningful verbal learning*. New York: Grune & Stratton.
- Aziz A. Hamid, Yahya Majri, Hamdan Ariffin & Zakaria Ismail. (1988). *Pergerakan analisis matematik untuk penuntut perniagaan & ekonomi*. Jilid 1. Kementerian Pendidikan Malaysia, Kuala Lumpur: DBP.
- Aziz B. Nordin (2006). Pelaksanaan Kurikulum Kimia KBSM dari Perspektif Pelajar. *Buletin Persatuan Pendidikan Sains dan Matematik Johor*, Bil 15: 1-26.
- Azizi Yahaya, Shahrin Hashim, Jamaludin Ramli, Yusof Boon, & Abdul Rahim Hamdan. (2007). *Menguasai penyelidikan dalam pendidikan*. Selangor: PTS Professional Sdn.Bhd.
- Azizi Yahaya, & Elanggoran A/L M Savarimuthu. (2010). *Kepentingan kefahaman konsep dalam matematik*.
- Baker, D. R. (1991). A Summary of Research in Science Education 1989. *Journal of Science Education*. 75(3). 255 - 402.
- Baroody, A.J., & Wilkins, J. L. M. (1991). The development of informal counting, number and arithmetic skills and concepts. 48-65. Diakses dari <http://scholar.vt.edu/acces/content/user/wilkins/.../Earlynumber.pdf>
- Berezovski, T.(2004). *An Inquiry Into High School Students' Understanding of Logarithms* (Master's thesis). Faculty of Education, Lviv State University, Ukraine.
- Berezovski, T. (2006). Manifold nature of logarithms: Numbers, operations and functions. *PME-NA 2006 Proceedings*. 2: 62-64. Simon Fraser University.

- Berezovski, T. & Zazkis, R. (2006). Logarithms: Snapshots from Two Tasks. *Proceedings of 30th International Conference for Psychology of Mathematics Education*. Vol. 2. (pp. 145-152). Prague, Czech Republic.
- Bobis, J., & Gould, P. (1999). The mathematical achievement of children in the Count Me in Too program. In J. Truran & K. Truran (Eds.), *Proceedings of the 22nd Annual Conference of the Mathematics Education Research Group of Australasia*, 84–90.
- Boix Mansilla, V. & Gardner, H. (1999). *What are the Qualities of Understanding? In Teaching for Understanding, a practical framework*. Stone Wiske Ed. San Francisco: Jossey Bass.
- Borg, W.R., & Gall, M.D. (1979). *Educational research: An introduction* (3rd ed.). New York: Longman.
- Brown, N. J. S. (2004). Performance analysis: Characterizing knowing in a clinical interview. *American Educational Research Association*.
- Bruner, J. S. (1961). The act of discovery. *Harvard Educational Review*, 31, 21–32.
- Bruner, J. S. (1963). *Needed: A Theory of Instruction*. *Educational Leadership*, 20(8), 523-532.
- Bruner, J. S., & Kenney, H. J. (1965). “Representation and Mathematics Learning”. *Monograph of the Society for Research in Child Development*, 30(1), 50-59.
- Buchanan, T. (2007). *The Importance of Teaching Students How to Read to Comprehend Mathematical Language* (Degree project report). University of Nebraska-Lincoln.
- Byers, V., & Erlwanger, S. (1984). *Content and form in mathematics*. *Educational Studies in Mathematics*, 15(3), 259-275.
- Cai, J. (2002). Assessing and understanding US and Chinese students’ mathematical thinking: Some insight from cross-national study. *Zentralblatt fuer Didaktik der Mathematik (International Review on Mathematics Education)*, 34(6), 278-290.
- Campbell, D., & Fiske, D. (1959). “Convergent and Discriminant Validation”, *Psychological Bulletin*, Vol. 56.
- Carpenter, T. P., & Lehrer, R. (1999). Teaching and learning mathematics with understanding. In E. Fennema, & T.A. Romberg (Eds.), *Classrooms that promote mathematical understanding*. Mahwah, NJ: Erlbaum.

- Casey, D.P. (1978). Failing students: A strategy of error analysis. In P. Costella (ed.), *Aspect of Motivation* (pp.295-306). Melbourne: Mathematical Association of Victoria.
- Cetin, Y. (2004). *Teaching logarithm by guided discovery learning and real life applications*. (Master's thesis). The Middle East Technical University.
- Chua, B. L., & Wood, E. (2005). Working with Logarithms: Students' Misconceptions and Errors. *The Mathematics Educator* 2005, 8, (2), 53-70.
- Chua, B.L. (2006). *Secondary school students' foundation in mathematics. The case of logarithms*. Diakses dari [http://.math.ecnu.edu.cn/earcome3/TSG4/EARCOME3_CHUA_Boon_liang_TSG4f\(\).doc](http://.math.ecnu.edu.cn/earcome3/TSG4/EARCOME3_CHUA_Boon_liang_TSG4f().doc).
- Chua, Y. P. (2006). *Kaedah dan statistik penyelidikan kaedah penyelidikan*. Malaysia: Mc Graw Hill Sdn Bhd.
- Creswell, J. W. (1998). *Qualitative inquiry and research design: Choosing among five traditions*. Thousand Oaks, CA: Sage Publications.
- Creswell, J. W. (2002). *Educational research: Planning, conducting, and evaluating quantitative and qualitative approaches to research*. Upper Saddle River, NJ: Merrill/Pearson Education.
- Creswell, J. W. (2003). *Research design: Qualitative, quantitative, and mixed methods approaches* (2nd ed.). Thousand Oaks, CA: Sage Publications.
- Creswell, J. W., Plano Clark, V. L., Gutmann, M. L., & Hanson, W. E. (2003). *Advanced mixed methods research designs*. In A. Tashakkori & C. Teddlie (Eds.) *Handbook of mixed methods in social & behavioural research*. hlm 209-240. Thousand Oaks, CA: Sage Publications.
- Creswell, J. W. (2008). *Educational research planning, conducting, and evaluating quantitative and qualitative research* (3rd ed.). New Jersey: Pearson Merrill Prentice Hall.
- Creswell, John W., & Vicki L. Plano Clark (2007). *Designing and conducting mixed methods research*. Thousand Oaks, CA: Sage Publications.
- Creswell, J. W., & Plano Clark, V. L. (2011). *Designing and conducting mixed methods research* (2nd ed.). Thousand Oaks, CA: Sage.
- Collins, K. M. T., Onwuegbuzie, A. J. & Jioa, Q. G. (2006). A Mixed Methods Investigation of Mixed Methods Sampling Designs in Social and Health Science Research. *Journal of Mixed Methods Research*, 1, 267-294.

- Davis, R. B. (1992). Understanding “understanding”. *Journal of Mathematical*, 11, 225-241.
- Davis, A. (2001). Teaching for Understanding in primary mathematics. *Evaluations and Research in Education*, 15(3), 136-142.
- Davrajoo, E. (2007). *Mathematics Anxiety and Its Relationship with Form Four Students’ Achievement in the Klang District, Malaysia*. (Master’s thesis). Universiti Putra Malaysia.
- Denzin, N. K., & Lincoln, Y.S (2000). *Handbook of qualitative research*. Thousand Oaks, CA: Sage Publications, Inc.
- Denzin, N.K. (1978). *The research act: A theoretical introduction to sosio logical method*. New York: McGraw-Hill.
- Dicicco_Bloom B, Crabtree B.F. (2006). The qualitative research interview. *Medic Education*. 42(4): 314-21.
- Dienes, Z. (1973). *Building up Mathematics: Psychological foundations*. Ohio U.S.A: Charles A Jones Pub. Co.
- Encyclopaedia Britannica (2013)
<http://global.britannica.com/EBchecked/topic/369194/mathematics>
- Erlwanger, S.H. (1973). Benny’s concept of rules and answers in IPI mathematics. *Journal of Children’s Mathematical Behavior*, 1, 7-26.
- Frankel, J.R., & Wallen, N.E. (1996). *How to Design and Evaluate Research*. USA :Mc. Fraw-Hill Inc.
- Frankel, J.R., & Wallen, N.E. (2006). *How to Design and Evaluate Research in Education*. (6th ed.) The McGraw-Hill Companies, Inc.
- Fischbein, E. (1993). The interaction between the formal, the algorithmic and the intuitive components in a mathematical activity. In R. Biehler, R. W. Scholz, R. Straser, & B. Winkelmann (Eds.), *Didactics of Mathematics as a Scientific Discipline*, 231-245.
- Fuson, K. C. (1990). Conceptual structures for multiunit numbers: Implication for learning and teaching multidigit addition, subtraction, and place value. *Cognition and Instruction*, 7, 343-404.
- Gardella, F. J. (2009). *Introducing difficult mathematics topics in the elementary classroom: A teacher’s guide to initial lessons*. New York, NY: Routledge, Taylor and Francis.

- Gagne, R. M. (1965). *The conditions of learning*. New York: Holt, Rinehart & Winston.
- Ginsburg, H. P. (1977). Learning to Count. Computing with Written Numbers. Mistakes. In Ginsburg, H., *Children's Arithmetic: How They Learn It and How You Teach It* (pp. 1-29, 79-129).
- Ginsburg, H. P. (1981). Piaget and education: The contributions and limits of genetic epistemology. In I. E. Sigel, D. M. Brodzinsky & R. M. Golinkoff (Eds.), *New directions in Piagetian theory and practice* (pp. 315-330). Hillsdale, Ny: Erlbaum.
- Ginsburg, H. P. (1997). *Entering the child's mind: The clinical interview in Psychological research and practice*. UK: Cambridge University Press.
- Goos, M. (2004). Learning mathematics in a classroom community of inquiry. *Journal for Research in Mathematics Education*, 35(4), 258-291.
- Green, J. C., Caracelli, V. J., & Graham, W. F. (1989). Toward a conceptual framework for mixed-method evaluation designs. *Educational Evaluation and Policy Analysis*, 11(3), 255-274.
- Hair, J. F., Money, A. H., Samouel, P. & Page, M. (2007). *Research methods for business*. England: John Wiley & Sons, Ltd.
- Heirdsfield, A. (2005). Understanding and knowledge. *The Interview in Mathematics Education: The Case of Mental Computation*. In *Annual Conference of the Australian Association for Research in Education*, Brisbane: Australia.
- Hiebert, J., & Carpenter, T. P. (1992). Learning and teaching with understanding. In D. A. Grouws (Ed.), *Handbook of research on mathematics teaching and learning*. (pp 65-97). New York: Macmillan.
- Hiebert, J. & Lefevre, P. (1986). Procedural and Conceptual Knowledge. In J.Hiebert, (Ed.), *Conceptual and procedural knowledge: The case of Mathematics*. (pp 1-27). Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Hiebert, J., & Wearne, D. (1996). Instruction, understanding, and skill in multidigit addition and subtraction. *Cognition and Instruction*, 14, 251-283.
- Hunting, R. P., & Doig, B. A. (1997). Clinical assessment in mathematics: Learning the Craft. *Focus on Learning Problems in Mathematics*, 19(3), 29-48.
- IBM Corporation. (2011). One –Way ANOVA Post Hoc Test. Diakses daripada http://publib.boulder.ibm.com/infocenter/spssstat/v20r0m0/index.jsp?topic=%2Fcom.ibm.spss.statistics.help%2Fidh_ones_post.htm

- Indiogene S.E., Piccolo D., Wright K., Yetkiner Z.E., Ozel S., Capraro R. (2007). Module Research Component. Assessing the Mathematics Content Knowledge of Fraction and Place Value Concepts in Early Grades Preservice Teachers. *Aiming for Excellence in Mathematics Teacher Preparation*, May 18-20, College Station, TX
- Isoda, M. (2006). Developing mathematical thinking in classroom. Paper presented at the meeting of the APEC-Tsukuba International Conference, Japan.
- Johari Hassan & Yeong Wai Chung. (2010). *Keupayaan dan kelemahan menyelesaikan masalah matematik dalam kalangan pelajar tingkatan lima*. Fakulti Pendidikan. Universiti Teknologi Malaysia.
- Kamus Dewan* (2005). Edisi keempat. Dewan Bahasa dan Pustaka. Kuala Lumpur.
- Kastberg, S. E. (2002). *Understanding Mathematical Concepts: The Case of The Logarithmic Function*. (Doctoral dissertation). Faculty of the University of Georgia. Athens. Georgia.
- Katagiri, S. (2004). *Mathematical thinking and how to teach it*. Tokyo: Meijitosyo.
- Kenney, J. M., Hancewicz, E., Heuer, L., Metsisto, D., & Tuttle, C. L. (2005). Mathematics as language. In *Literacy strategies for improving mathematics instruction* (chap. 1). Assn for Supervision & Curriculum.
- Kenney, J. M., Hancewicz, E., Heuer, L., Metsisto, D. & Tuttle, C. L. (2005). Reading in the mathematics classroom. In *Literacy strategies for improving mathematics instruction* (chap. 2). Assn for Supervision & Curriculum.
- Ketterlin-Geller, L. R., Jungjohann, K., Chard, D. J., & Baker, S. (2007). From arithmetic to algebra. *Educational Leadership*, 65(3), 66-71.
- Khaled, M. (2006). Mathematical thinking in Brunei curriculum: Implementation issues and challenges. *APEC-Tsukuba International Conference*, Japan.
- Kieran, C. (1979). Children's operational thinking within the context of bracketing and the order of operations. In D. Tall (Ed.), *Proceedings of the Third International Conference for the Psychology of Mathematics Education* (pp. 128-133). Coventry, England: Warwick University, Mathematics Education Research Centre.
- Knuth, E. J., Alibali, M. W., Hattikudur, S., McNeil, N. M., & Stephens, A. C. (2008). The importance of equal sign understanding in the middle grades. *Mathematics Teaching in the Middle School*, 13(9), 514-519.
- Krejcie, R. V., & Morgan, D. W. (1970). Determining sample size for research activities. *Educational and Psychological Measurement*, 30, 607-610.

- Kung, D. & Speer, N. (n.d). *Do They Really Get It? Evaluating Evidence of Student Understanding of Power Series*. St. Mary's College of Maryland University of Maine.
- Kementerian Pendidikan Malaysia. (2002). *Kurikulum Bersepadu Sekolah Menengah Huraian Sukatan Pelajaran Matematik Tambahan Tingkatan 4*. Kuala Lumpur: Pusat Perkembangan Kurikulum.
- Lesh, R., Tom P., & Merlyn, B. (1987). "Representations and Translations among Representations in Mathematics Learning and Problem Solving," In *Problems of Representation in the Teaching and Learning of Mathematic*. (pp. 33–40). Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Laporan Prestasi (Matematik Tambahan Tingkatan 4) Sijil Pelajaran Malaysia*. (2003).
<http://www.moe.gov.my/lp/files/kmj/2003/SPM/SPM%20jilid%201/MATEMATIK%20TAMBAHAN%202.pdf>
- Laporan Prestasi (Matematik Tambahan Tingkatan 4) Sijil Pelajaran Malaysia*. (2005).
http://www.moe.gov.my/lp/index.php?option=com_content&view=article&id=77:kmjspm2005&catid=7:kupasan-mutu-jawapan&Itemid=47
- Lim Chap Sam. (2002). *Guru M: Dari kaca mata ahli matematik*. Pusat Pengajian Ilmu Pendidikan. USM. Malaysia.
- Lim, C. S., & Hwa, T. Y. (2006). Promoting mathematical thinking in the Malaysian classroom: Issues and challenges. *APEC-Tsukuba International Conference*, Japan. Diakses dari
<http://www.recsam.edu.my/cosmed/cosmed09/AbstractsFullPapers2009/Abstract/Mathematics%20Parallel%20PDF/Full%20Paper/M12.pdf>
- Lim, C. S., & Chee, K. M. (2010). Kesahan dan kebolehpercayaan penyelidikan. Dalam Noraini Idris (Ed). *Penyelidikan dalam pendidikan*. (hlm. 164-177). Kuala Lumpur: Mc Graw-Hill (M) Sdn. Bhd.
- Linchevski, L. (1995). Algebra with numbers and arithmetic with letters: A definition of prealgebra. *Journal of Mathematical Behavior*, 14(1), 113-120.
- Lutfiyya, L. A. (1998). Mathematical thinking of high school student in Nebraska. *International Journal of Mathematics Education and Science Technology*, 29(1), 55-64.
- Marohaini Yusoff. (2001). *Penyelidikan kualitatif pengalaman kerja lapangan kajian*. Kuala Lumpur: Universiti Malaya.

- Matz, M. (1980). Towards a computational theory of algebraic competence. *Journal of Mathematical Behaviour*, 3(1), 93-166.
- Ministry of Education Malaysia. (2006a). *Mathematics QM016 Syllabus Specification*. Matriculation Division.
- Ministry of Education Malaysia. (2006b). *Mathematics -Two Year Programme Syllabus Specification*. Matriculation Division.
- Maxcy, S. J. (2003). Pragmatic threads in mixed methods research in the social sciences: The search for multiple modes of inquiry and the end of the philosophy of formalism. In Tashakkori, A., & Teddlie, C. (Eds.), *Handbook on mixed methods in the behavioral and social sciences* (pp. 51-89). Thousand Oaks, CA: Sage Publications.
- Merrifield, M., & Pearn, C. (1999). Mathematics intervention. In Early Years of Schooling Branch (Eds.), *Targeting excellence: Continuing the journey* (pp. 62-70). Melbourne; Author.
- Mohd. Majid Konting. (2005). *Kaedah penyelidikan pendidikan*. Edisi Ke-7. Kuala Lumpur: Dewan Bahasa dan Pustaka.
- Nabilah Abdullah, Rohaya Abdul Wahab, Ghaziah Ghazali, Shireena Basree Abdul Rahman & Norshidah Nordin (2010). Ciri-ciri penyelidikan kualitatif. Dalam Noraini Idris (Ed). *Penyelidikan dalam pendidikan*. (hlm. 164-177). Kuala Lumpur: Mc Graw-Hill (M) Sdn. Bhd.
- National Council of Teachers of Mathematics [NCTM] (2000). *Principles and standards for school mathematics*. Reston, VA: National Council of Teachers of Mathematics.
- Newman, M. A. (1977). An analysis of sixth-grade pupils' errors on written mathematical tasks. *Victorian Institute for Educational Research Bulletin*, 39, 31-43.
- Nik Azis Nik Pa (1999). *Pendekatan konstruktivisme radikal dalam pendidikan matematik*. Kuala Lumpur: Universiti Malaya.
- Nilson, R. (2009). Student understanding and achievement when focusing on peer-led reviews. *Action Research Projects*. Diakses dari <http://digitalcommons.unl.edu/mathmidactionresearch/50>
- Noor Aziah bt. Abdul Ghani (2012). Pencapaian pelajar PDT mengenai konsep logaritma dalam "Test of Student Understanding Logarithm (ToSUL)". *Seminar Penyelidikan Pendidikan Program Matrikulasi*. Putrajaya: BMKPM.

- Noraini Idris. (2010). Persampelan. Dalam Noraini Idris (Ed). *Penyelidikan dalam pendidikan*. (hlm. 112-134). Kuala Lumpur: Mc Graw-Hill (M) Sdn. Bhd.
- Noraini Idris, Roslinda Ithnin, Latifah Ismail & Norjoharuddeen Mohd Nor. (2009). *Mathematical and scientific thinking of pre-university students in Malaysia and Japan*. McGraw-Hill (Malaysia) Sdn. Bhd. Shah Alam , Selangor.
- Onwuegbuzie, A. J., & Collins, K. M. T. (2007). A typology of mixed methods sampling designs in social science research. *The Qualitative Report*, 12, 281-316. Diakses dari <http://www.nova.edu/ssss/QR/QR12-2/Onwuegbuzie2.pdf>
- Pantazi, D.P., Christou, C., & Zachariades, T. (2007). Secondary school students' levels of understanding in computing exponents. *Journal of Mathematical Behavior*, 26, 301-311. Diakses dari <http://www.elsevier.com/locate/jmathhb>
- Park, K. M., & Leung, F.K.S. (2003). Factors contributing to East Asian students' high achievement in mathematics: the case Korea. *The Mathematics Educator*, 1, 7-19.
- Patton, M. Q. (1990). *Qualitative evaluation methods*. (2nd Edition). Beverly Hills, CA: Sage.
- Pelan Induk Pembangunan Pendidikan (PIPP)*. 2006-2010. (RMK-9).
- Pollatsek, A., Lima, S., & Well, A.D. (1981). Concept or computation: Students' Understanding of the Mean. *Educational Studies in Mathematics*, 12, 191-204.
- Posner, G. J., & Gertzog, W. A. (1982). The clinical interview and the measurement of conceptual change. *Science Education*, 66, 195-209.
- Putnam, R., Lampert, M., & Peterson, P. (1990) Alternative perspectives on knowing mathematics in elementary schools. *American Educational Research Association*, 16, 57-150.
- Radley, M. (2004). An Exponential Function: Is its Description not Problematic?. *The Mathematics Education into the 21st Century Project, the Future of Mathematics Education*. Diakses dari http://math.unipa.it/~grim/21_project/CiechMahlobo.pdf
- Robert J. M. D., & Paul D. S. (1996). *Health Education Evaluation and Measurement : A Practitioner's Perspective*. (2nd Ed), New Jersey: Prentice Hall Englewood.
- Roid, G. H., & Haladyna, T. M. (1982). *Toward a technology of test-item writing*. NewYork: Academic.

- Ruzlan Md. Ali (2005). *Teachers' Indication and Pupils' Construal and Knowledge of Fractions: The Case of Malaysia*. (Unpublished PhD thesis). University of Warwick.
- Schmittau, J. (2004). Uses of concept mapping in teacher education in mathematics. *Proc. of the First Int. Conference on Concept Mapping*, 37(1), 16-22.
- Schoenfeld, A.H. (1988). When good teaching leads to bad results: The disasters of "well-taught" mathematics courses. *Educational Psychologist*, 23(2), 145-166.
- Sekaran, U. (2005). *Research methods for business: A skill-building approach*. (4th ed). New York: John Wiley & Sons.
- Sharifah Norul Akmar bt Syed Zamri (1997). Skim Penolakan Integer Pelajar Tingkatan 2 (Form Two students Subtraction of integers schemes), *Journal of Education*, 18, 75-96.
- Sierpinska, A. (1994). *Understanding in mathematics*. Washington, DC: Falmer Press.
- Skemp, R.R. (1976). *Relational understanding and instrumental understanding. mathematics teaching*. Department of Education, University of Warwick.
- Skemp, R. R. (1982). *The psychology of learning mathematics*. Harmondsworth, UK: Penguin.
- Skemp, R. R. (1971). *The Psychology of Learning Mathematics*, Harmondsworth: Penguin.
- Steele, CDC. (2011). The false revival of the logarithm. *School of Mathematics*, 7(1), 17-19.
- Suhaidah Tahir. (2006). *Pemahaman konsep pecahan dalam kalangan tiga kelompok pelajar secara keratan lintang* (Tesis Doktor Falsafah). Universiti Teknologi Malaysia.
- Tabachnick, B. G., & Fidell, L. S. (2000). *Using multivariate statistics*. New York, NY: Allyn & Bacon.
- Tabaghi, S.G. (2007). APOS Analysis of Students' Understanding of Logarithms. (Master's thesis). Teaching of Mathematics at Concordia University Montreal. Quebec. Canada. Diakses dari <http://spectrum.library.concordia.ca/975433/>
- Tall, David & Mohamad Rashidi Razali. (1993). Diagnosing students' difficulties in learning mathematics. *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology*, 24(2). 209-222.

- Tall, D., & Vinner, S. (1981). Concept image and concept definition in mathematics with particular reference to limits and continuity. *Educational Studies in Mathematics*, 12(2), 151-169.
- Tan, O. S. (2004). Cognition, metacognition, and Problem-based Learning. In O.-S. Tan (Ed.), *Enhancing thinking through Problem-based Learning approaches: International perspective*. (pp.1-16). Singapore: Thomson Learning.
- Tashakkori, A., & Teddlie, C. (Eds.). (2003). *Handbook on mixed methods in the behavioral and social sciences*. Thousand Oaks, CA: Sage Publications.
- Tashakkori, A., & C. Teddlie. (1998). *Mixed methodsology: Combining qualitative and quantitative approaches*. Thousand Oaks, CA: Sage Publications.
- Tengku Zawawi (1999). dalam NorAfzan bt Aziz, Pembangunan Perisian Pembelajaran Berbantuan Komputer dengan Mengaplikasikan Model Polya bagi Tutorial Garis Lurus (2007).
- Tew, Y. T. (2003). Penguasaan Konsep Asas Matematik (Ungkapan Algebra) Mempengaruhi Pencapaian Matematik Pelajar Menengah Atas (Tesis Sarjana, Universiti Utara Malaysia). Diakses dari <http://elib.uum.edu.my/kip/Record/0000223185/Cite>.
- Vagliardo, J. J. (2004). Substantive knowledge and mindful use of logarithms: A conceptual analysis for mathematics educators. *Proceedings of the First International Conference on Concept Mapping, I*, 611-618.
- Von Glasersfeld, E. (1992). "An exposition of constructivism: Why some like it radical, Dalam R. Davis, C. Maher, & N. Noddings (ed), *Constructivist View on the Teaching and Learning of Mathematics*. Reston, NA: National Council of Teachers of Mathematics.
- Walker, D. A. & Young, D. Y. (2003). Example Of The Impact Of Weights And Design Effects On Contingency Tables And Chi-Square Analysis. *Journal of Modern Applied Statistical Methods*, 2(2), 425-432.
- Watters, D.J. & Watters, J.J. (2006). Student Understanding of pH: "I don't know what the log actually is, i only know where the button is on my calculator". *Biochemistry and Molecular Biology Education*, 34(4), 278-284.
- Weber, K. (2002). Student Understanding of Exponential and Logarithmic Function. *Second International Conference on the Teaching of Mathematics*, (pp 1-10). Crete, University of Crete. Diakses dari <http://www.eric.ed.gov/PDFS/ED477690.pdf>

- Welder, R. M. (2011). *Improving algebra preparation: Implication from research on student misconceptions and difficulties* (Doctoral dissertation). Hunter College, City University of New York. New York.
- Wong, N.Y., Lam, C.C., & Wong, K. M. P, Leung, F.K.S, & Mok, I.A.C. (2002). How do Hong Kong students think about the mathematics curriculum and teaching. *EduMath*, 15, 2-16.
- Wu, H. (2011). "The Mis-Education of Mathematics Teachers", *Notices Amer. Math. Soc*, 58(2011), 372-384.
- Yeap, B. H. (2006). *Developing mathematical thinking in Singapore elementary schools*. Paper presented at an international symposium on the APEC HRD 02/2007 Project on Collaborative Studies on Innovation on Teaching and Learning Mathematics in Different Cultures (II): Lesson Study Focusing on Mathematical Thinking in Tokyo, Japan. Diakses dari http://www.criced.tsukuba.ac.jp/math/apec/apec2007/progress_report/
- Yen, R. (1999). Reflection on higher school certificate examinations: Learning from their mistakes, High School Certificate 1998. *Reflections*, 24(3), 3-8.
- Zazkis, R., & Hazzan, O. (1999). Interviewing in Mathematics Education Research: Choosing the Questions. *Journal of Mathematical Behavior*, 17(4), 429-439.