

KEBERKESANAN INTERVENSI PEMBELAJARAN TERHADAP
KEUPAYAAN KEPEKAAN NOMBOR DALAM KALANGAN
GURU PELATIH SEKOLAH RENDAH

ZULKIFLI

Tesis ini dikemukakan sebagai memenuhi
syarat penganugerahan ijazah
Doktor Falsafah (Pendidikan Matematik)

Fakulti Pendidikan
Universiti Teknologi Malaysia

SEPTEMBER 2014

PENGHARGAAN

Alhamdulillah, atas limpahan rahmat dan kurniaNya penulis telah dapat menyelesaikan penulisan tesis ini.

Pada kesempatan ini saya ingin merakamkan penghargaan yang tidak terhingga kepada penyelia saya, Prof. Madya Dr. Mohini Mohamed, yang telah mengorbankan banyak masa dan tenaga dalam memberikan panduan bagi penyediaan tesis ini. Begitu juga kepada pemeriksa yang telah memberikan banyak cadangan yang berguna dalam pembedulan tesis ini.

Saya ingin merakamkan penghargaan yang tulus kepada Ketua Jabatan Pendidikan Guru Sekolah Dasar, Universitas Almuslim beserta semua staf pendidikan matematik yang telah mengorbankan banyak masa dan tenaga untuk menyokong dan terlibat dalam penyelidikan ini. Peranan mereka sangat bermakna bagi kejayaan penyelidikan ini. Saya juga ingin mengucapkan terima kasih banyak kepada Prof. Dr. Der-Ching Yang yang telah mengizinkan penggunaan instrumen ujian kepekaan nombor dalam kajian ini, Saudara Dr. Ahmad Muhaimin Muhamad yang telah banyak membantu dalam pembedulan bahasa, serta Saudara Fajri Kurniawan atas kerjasama dalam pembinaan perisian komputer untuk keperluan kajian ini.

Seterusnya saya ingin menyampaikan terima kasih yang setinggi-tingginya kepada semua pihak yang telah membantu pengajian saya sama ada dari segi pembiayaan dan kemudahan berkaitan. Selama pengajian ini, saya telah banyak mendapat bantuan dan sokongan daripada Pemerintah Aceh, Universiti Teknologi Malaysia, dan Universitas Almuslim.

Tidak lupa kepada orang tua dan semua keluarga yang telah mengiringi setiap langkah saya dalam pengajian ini dengan sokongan dan doa yang tiada henti.

ABSTRAK

Penyelidikan ini bertujuan untuk membina bahan pembelajaran yang dapat mempertingkatkan keupayaan kepekaan nombor dalam kalangan guru pelatih sekolah rendah. Bahan pembelajaran ini dibina berasaskan kepada tahap keupayaan kepekaan nombor guru pelatih dengan menggunakan teori pendidikan matematik realistik. Kajian ini dilaksanakan dalam tiga fasa utama iaitu kajian pendahuluan, kitaran 1 dan kitaran 2. Bilangan subjek atau sampel yang digunakan adalah masing-masing seramai 44, 38, dan 35 guru pelatih. Kajian pendahuluan dilaksanakan untuk mendapatkan maklumat secukupnya berkaitan dengan tahap keupayaan kepekaan nombor guru pelatih sebelum bahan pembelajaran dibina. Kitaran 1 dilaksanakan dengan pembinaan bahan pembelajaran dan pelaksanaan intervensi di kelas. Kitaran 2 dilaksanakan dengan penambahbaikan bahan pembelajaran pada kitaran 1 dan dilengkapi dengan pembangunan satu perisian komputer bagi memudahkan guru pelatih untuk memahami makna asas nombor dan operasi. Kajian ini dijalankan dengan menggunakan kedua-dua kaedah kualitatif dan kuantitatif dalam setiap fasa kajian. Pada fasa kajian pendahuluan, data diambil dengan pelaksanaan ujian kepekaan nombor dan temubual. Pengambilan data pada fasa kitaran 1 dan kitaran 2 dilakukan dengan mengikut kaedah kajian rekabentuk dalam pembinaan bahan pembelajaran dan intervensi di kelas, selanjutnya keberkesanan intervensi diukur dengan melaksanakan ujian pra dan ujian pos pada kedua-dua kitaran. Analisis data kualitatif menunjukkan tahap keupayaan kepekaan nombor dalam kalangan guru pelatih sekolah rendah adalah kurang memuaskan. Setelah terlibat dalam intervensi pembelajaran dengan pendekatan pendidikan matematik realistik, guru pelatih mendapati bahawa kepekaan nombor sangat bermanfaat dalam mempelajari matematik, khususnya dalam topik nombor dan operasi. Analisis data kuantitatif menunjukkan bahawa intervensi pembelajaran dengan pendekatan pendidikan matematik realistik adalah lebih berkesan dalam mempertingkatkan tahap keupayaan kepekaan nombor. Kajian ini telah menghasilkan bahan pembelajaran yang didapati berkesan dalam mempertingkatkan keupayaan kepekaan nombor guru pelatih sekolah rendah. Bahan pembelajaran ini boleh digunapakai dalam latihan ikhtisas perguruan guru sekolah rendah. Di samping itu, hasil kajian ini memberikan kesedaran bahawa pembelajaran nombor dan operasi dengan menekankan kepada makna asas perlu diutamakan.

ABSTRACT

This research aims to develop instructional materials that can improve pre-service primary school teachers' number sense competencies. The instructional materials were developed based on the existing knowledge of number sense of pre-service primary school teachers using the theory of realistic mathematics education. This research was conducted in three phases which are preliminary study, cycle 1, and cycle 2. The number of subjects or sampels used for these three phases are 44, 38, and 35 pre-service primary teachers respectively. The preliminary study was carried out to find out sufficient information concerning pre-service primary school teachers' number sense competencies before instructional materials were developed. Cycle 1 was carried out by developing instructional materials and enacting instructional interventions in classrooms. Cycle 2 was carried out by utilising refined instructional materials of cycle 1 and equipped with a developed software to enable pre-service primary school teachers to understand the basic meaning of numbers and operations. This research utilises both qualitative and quantitative methods on each phase. For preliminary study phase, data were collected by administering test on number sense and interviews. Data collection for phases of cycle 1 and cycle 2 were performed by following the design research methods in developing instructional materials and interventions in classrooms, and the influence of intervention was measured by pre-test and post-test design for the two cycles. Qualitative data analysis showed that number sense competencies among pre-service primary school teachers were less satisfactory. After engaging in instructional interventions with realistic mathematics education approach, pre-service primary school teachers found that number sense was very useful in learning mathematics, especially on the topic of numbers and operations. Quantitative data analysis showed that instructional interventions with realistic mathematics education approach has a significant influence in improving number sense competencies. This research has produced instructional materials to be effective in improving number sense competencies. The instructional materials may be used in pre-service primary school teachers education. Besides that, the results of this study have contributed to the awareness that the instruction on numbers and operations with the emphasis on their meanings should be prioritised.

SENARAI KANDUNGAN

BAB	TAJUK	MUKA SURAT
	PENGAKUAN	ii
	PENGHARGAAN	iii
	ABSTRAK	iv
	ABSTRACT	v
	SENARAI KANDUNGAN	vi
	SENARAI JADUAL	x
	SENARAI RAJAH	xii
	SENARAI SINGKATAN	xiv
	SENARAI LAMPIRAN	xv
1	PENDAHULUAN	1
	1.1 Pengenalan	1
	1.2 Latar Belakang Masalah	2
	1.3 Pernyataan Masalah	6
	1.4 Objektif Kajian	7
	1.5 Persoalan Kajian	8
	1.6 Hipotesis Kajian	8
	1.7 Kepentingan Kajian	9
	1.8 Kerangka Teori	10
	1.9 Batasan Kajian	13
	1.10 Definisi Operasi	14
	1.11 Rumusan	15

2	KAJIAN LITERATUR	18
	2.1 Pengenalan	18
	2.2 Falsafah Konstruktivisme dalam Pendidikan Matematik	18
	2.3 Pendidikan Matematik Realistik	22
	2.4 Pembelajaran dengan Pendidikan Matematik Realistik	24
	2.5 Kepekaan Nombor	26
	2.5.1 Definsi dan Komponen Kepekaan Nombor	27
	2.5.2 Penyelidikan Kepekaan Nombor Berkaitan dengn Guru	38
	2.5.3 Pembelajaran Kepekaan Nombor dan Matematik Realistik	39
	2.6 Rumusan	41
3	METODOLOGI	43
	3.1 Pengenalan	43
	3.2 Reka Bentuk Kajian	43
	3.2.1 Reka Bentuk Kajian Kualitatif	44
	3.2.2 Reka Bentuk Kajian Kuantitatif	50
	3.3 Instrumen	52
	3.4 Kesahan dan Kebolehpercayaan	55
	3.5 Subjek Kajian	58
	3.6 Analisis Data	60
	3.6.1 Analisis Data Kualitatif	60
	3.6.2 Analisis Data Kuantitatif	61
	3.7 Penghasilan Bahan Pembelajaran	64
	3.7.1 Ujian Pendahuluan	64
	3.7.2 Pembinaan Bahan Pembelajaran	65
	3..7.2.1 Penerokaan di Kelas	65
	3.7.2.2 Kitaran 1	66
	3.7.2.3 Pembinaan Perisian Komputer	68
	3.7.2.4 Kitaran 2	70
	3.8 Rumusan	71

4	ANALISIS DATA DAN KEPUTUSAN KAJIAN	72
	4.1 Pengenalan	72
	4.2 Kajian Pendahuluan	74
	4.2.1 Ujian Kepekaan Nombor	74
	4.2.2 Penggunaan Bahan Pembelajaran di Kelas	84
	4.3 Kitaran 1	87
	4.3.1 Ujian Pra	88
	4.3.2 Intervensi Pembelajaran	89
	4.3.2.1. Komponen 1	90
	4.3.2.2. Komponen 2	98
	4.3.2.3. Komponen 3	104
	4.3.3 Ujian Pos	111
	4.3.4 Analisis Retrospektif	114
	4.3.4.1 Gambaran Keputusan Kitaran 1	114
	4.3.4.2 Maklum Balas Untuk Kitaran Selanjutnya	115
	4.4 Pembinaan Perisian Komputer	116
	4.5 Kitaran 2	123
	4.5.1 Ujian Pra	123
	4.5.2 Intervensi Pembelajaran	130
	4.5.2.1 Komponen 1	130
	4.5.2.2 Komponen 1A	133
	4.5.2.3 Komponen 2	134
	4.5.2.4 Komponen 3	137
	4.5.3 Ujian Pos	138
	4.5.4 Analisis Retrospektif	147
5	PERBINCANGAN DAN CADANGAN	149
	5.1 Pengenalan	149
	5.2 Perbincangan	149
	5.2.1 Tahap Keupayaan Kepekaan Nombor	149
	5.2.2 Intervensi Pembelajaran dan Bahan Pembelajaran	152
	5.2.3 Keberkesanan Intervensi Pembelajaran dan	

Bahan Pembelajaran	156
5.3 Implikasi Kajian	158
5.4 Cadangan Penyelidikan Lanjutan	160
5.5 Penutup	160
RUJUKAN	162
Lampiran A – X	173 – 284

SENARAI JADUAL

NO. JADUAL	TAJUK	MUKA SURAT
2.1	Klasifikasi Pendidikan Matematik	23
2.2	Perbezaan Matematik Tradisi dan Realistik	26
2.3	Komponen kepekaan nombor (Yang, 2004)	29
2.4	Komponen kepekaan nombor (McIntosh, 1992)	32
2.5	Komponen kepekaan nombor (Berch, 2005)	37
3.1	Hubungkait antara objektif dan instrumen	53
3.2	Subjek kajian mengikut tahap dan tahun akademik	60
3.3	Hubungkait antara objektif, instrumen dan analisis data	62
3.4	Topik kepekaan nombor dalam kitaran 1	67
3.5	Topik kepekaan nombor dalam perisian komputer	68
4.1	Masa pelaksanaan kajian	73
4.2	Bilangan soalan betul dan penukaran ke peratus setiap subjek	75
4.3	Jawapan subjek dan penukaran ke peratus mengikut komponen kepekaan nombor	76
4.4	Min peratus dan sisihan piawai jawapan subjek mengikut komponen kepekaan nombor	77
4.5	Bilangan betul dan peratus setiap soalan ujian kepekaan nombor mengikut tiga komponen kepekaan nombor	78
4.6	Min peratus dan sisihan piawai soalan yang dijawab betul oleh subjek mengikut komponen kepekaan nombor	79

4.7	Soalan yang digunakan pada temu bual	80
4.8	Jawapan subjek pada masa temu bual dan helaian	82
4.9	Jenis nombor dan kesukaran yang didapati pada guru pelatih	85
4.10	Rumusan aktiviti pelaksanaan kitaran 1 2009/2010	88
4.11	Bilangan soalan betul ujian pra 2009/2010 dan penukaran markah dalam peratus masing-masing subjek	89
4.12	Hasil ujian komponen 1	93
4.13	Hasil ujian komponen 2	100
4.14	Hasil ujian komponen 3	107
4.15	Maklum balas dari subjek	110
4.16	Bilangan soalan betul ujian pos 2009/2010 dan penukaran ke peratus masing-masing subjek	111
4.17	Hasil ujian pra dan pos 2009/2010	112
4.18	Ujian normaliti markah ujian pra dan ujian pos kitaran 1	112
4.19	Ujian-t markah ujian pra dan ujian pos kitaran 1	113
4.20	Maklum balas terhadap perisian komputer	122
4.21	Rumusan aktiviti pelaksanaan kitaran 2	123
4.22	Bilangan soalan betul dan penukaran ke peratus masing-masing subjek	124
4.23	Hasil ujian komponen 1	132
4.24	Hasil ujian komponen 1A	134
4.25	Hasil ujian komponen 2	137
4.26	Hasil ujian komponen 3	138
4.27	Bilangan soalan betul dan penukaran ke peratus masing-masing subjek ujian pos 2011/2012	139
4.28	Hasil ujian pra dan pos 2011/2012	145
4.29	Ujian normaliti markah ujian pra dan ujian pos kitaran 2	146
4.30	Statistik deskriptif ujian pra dan ujian pos kitaran 2	147

SENARAI RAJAH

NO. RAJAH	TAJUK	MUKA SURAT
1.1	Kerangka teori kajian	13
3.1	Hubungkait yang refleksif antara perancangan dan pelaksanaan	52
3.2	Kitaran mikro dan makro kajian reka bentuk	52
3.3	Reka bentuk kajian kuantitatif	53
3.4	Struktur pelaksanaan kajian	54
3.5	Perbandingan Pecahan	72
3.6	Antaramuka perisian komputer	73
4.1	Perwakilan bergambar untuk $1/2$ atau $5/10$	95
4.2	Perwakilan bergambar pecahan $1/4$	96
4.3	Perwakilan bergambar pecahan $1/4$ atau $25/100$	96
4.4	Gambar pembahagian 3 ha lahan kepada 4 orang oleh Ik	98
4.5	Gambar pembahagian dengan cara lain oleh Ik	99
4.6	Gambar pembahagian 3 ha lahan kepada 4 orang oleh Ay	100
4.7	Gambar pembahagian 5 ha lahan kepada 6 orang oleh Ay	101

4.8	Gambar pembahagian 7 ha lahan kepada 8 orang oleh Ay	101
4.9	Gambar pembahagian 3 ha lahan kepada 4 orang oleh Yu	102
4.10	Contoh hasil kerja kumpulan tentang soalan penolakan	111
4.11	Hasil kerja kumpulan berkaitan dengan anggaran pengiraan	112
4.12	Plot normal ujian normaliti ujian pra dan ujian pos kitaran 1	113
4.13	Laman depan perisian komputer	117
4.14	Sub-topik dari makna dan besar nombor (membandingkan nombor)	118
4.15	Antaramuka untuk menentukan perbandingan magnitud dua nombor	119
4.16	Contoh input dua nombor pecahan ($1/2$ dan $1/3$)	119
4.17	Contoh visualisasi dalam membandingkan besar $1/2$ dan $1/3$	120
4.18	Antaramuka untuk memilih “mengurutkan nombor”	120
4.19	Antaramuka yang sudah diisi dengan nombor diurutkan	121
4.20	Visualisasi dari nombor-nombor yang diurutkan dari nombor yang kecil ke nombor yang besar	121
4.21	Perwakilan bergambar daripada $7/13$ dan $3/8$	125
4.25	Plot normal ujian normaliti ujian pra dan ujian pos	146

SENARAI SINGKATAN

PGSD	-	Pendidikan Guru Sekolah Dasar
SD	-	Sekolah Dasar
SPSS	-	Statistical Package for Social Sciences
TIL	-	Teori Instruksi Lokal
PMR	-	Pendidikan Matematik Realistik
ha lahan	-	hektar lahan (ukuran besar lahan atau kebun)

SENARAI LAMPIRAN

LAMPIRAN	TAJUK	MUKA SURAT
A	Instrumen Ujian Kepekaan Nombor	173
B	Hasil Ujian Kajian Pendahuluan	184
C	Contoh Nota Temu Bual pada Kajian Pendahuluan	185
D	Contoh Helaian Hasil Pemerhatian Proses Pembelajaran	187
E	Contoh Maklum Balas Proses Pembelajaran Kepekaan Nombor	189
F	Contoh Maklum Balas Terhadap Penggunaan Perisian komputer	191
G1	Hasil Ujian Pra Kitaran 1	193
G2	Hasil Ujian Pos Kitaran 1	194
H	Teori Instruksi Lokal	195
I	Bahan Instruksional Kitaran 1	206
J	Ujian Kitaran 1 (Komponen 1,2, dan 3)	219
K	Contoh Helaian Kerja Kumpulan Dalam Kitaran 1	222
L	Contoh Hasil Ujian Dalam Kitaran 1	228
M1	Instrumen Ujian Pra Kitaran 2	233
M2	Instrumen Ujian Pos Kitaran 2	237
N1	Hasil Ujian Pra 2011/2012	241
N2	Hasil Ujian Pos 2011/2012	242
O	Teori Instruksi Kitaran 2	243

P	Bahan Instruksi Kitaran 2 (Tambahkan Daripada Kitaran 1)	249
Q	Ujian Kitaran 2 (Komponen 1,1A, 2, dan 3)	257
R	Contoh Helaian Kerja Kumpulan Dalam Kitaran 2	261
S	Contoh Hasil Ujian Dalam Kitaran 2	265
T	Surat Kebenaran Menggunakan Instrumen	268
U	Surat Pernyataan Pembentukan Mata Kuliah (Subjek)	269
V	Topik-Topik Untuk Mata Kuliah Kepekaan Nombor	270
W	Publikasi Paper	271
X1	Suasana Intervensi Pembelajaran Kitaran 1	272
X2	Suasana Kelas Pada Masa Percubaan Perisian Komputer	273
X3	Suasana Intervensi pembelajaran kitaran 2	274

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Pengenalan

Kepekaan nombor merupakan topik yang seringkali dibincangkan dalam kurikulum matematik di peringkat antarabangsa (Anghileri, 2000; National Council of Teachers of Mathematics, 2000; Australian Council of Education, 1991; Kilpatrick *et al.*, 2001). Perkara ini dilihat oleh para penyelidik akan betapa pentingnya penekanan kepada pengetahuan dan kemahiran kepekaan nombor (Yang, 2009; Munirah Ghazali, 2000; Tsao, 2005; Menon, 2004; Singh, 2009).

Walaupun begitu, kepekaan nombor merupakan topik yang masih kurang dikenali sama ada dalam kalangan pelajar atau guru (Reys dan Yang, 1998 ; Tsao, 2005). Kepekaan nombor bukan sekadar topik baru lantaran maksud dan definisinya masih diperdebatkan bahkan tiada dua orang pakar memberikan definisi yang sama (Gersten dan Chard, 1999). Hal ini bertambah rumit kerana definisi yang diberikan oleh pakar kognitif sangat berbeza dengan definisi yang diberikan oleh pakar pendidikan matematik (Berch, 2005). Namun demikian, ciri-ciri individu dengan kepekaan nombor dapat dikenali dengan mudah (Munirah Ghazali, 2000).

Kepekaan nombor merujuk kepada kefahaman tentang nombor, operasi matematik, dan kemampuan untuk mengendalikan masalah harian yang berkaitan dengan nombor. Kemahiran ini juga digunakan untuk membina strategi yang bermanfaat dan berkesan dalam mengendalikan masalah yang berkaitan dengan nombor (McIntosh, *et al.*, 1992; Reys dan Yang, 1998; Yang, 2003). Kepekaan

nombor memberikan kemahiran untuk memahami secara mendalam, memberikan hujah yang baik terhadap nombor, dan kecekapan pengiraan (Reys dan Yang, 1998). Pelajar tidak bekerja menggunakan nombor yang sebenarnya tidak difahami makna nombor itu. Pelajar juga bukan sebagai pelaksana yang hanya menyesuaikan nombor-nombor berkaitan dengan formula pengiraan sedia ada.

Merujuk hasil kajian sebelum, didapati sebahagian besar penyelidikan berkaitan dengan kepekaan nombor sama ada dalam kalangan pelajar atau guru masih kurang (Menon, 2004). Tambahan pula, kajian berkenaan sekadar mengkaji tahap keupayaan kepekaan nombor, manakala kajian yang berkaitan dengan usaha untuk mempertingkatkan keupayaan kepekaan nombor masih kurang (Kaminski, 2002). Tinjauan literatur juga menunjukkan guru masih cenderung menjawab soalan kepekaan nombor yang diberikan dengan menggunakan formula walaupun disarankan untuk tidak menggunakannya (Tsao, 2005; Yang, 2009). Ini adalah suatu petunjuk bahawa kepekaan nombor memerlukan pengenalan yang lebih baik lagi terutamanya kepada guru matematik kerana mereka mempunyai peranan penting dalam usaha mempertingkatkan keupayaan kepekaan nombor dalam kalangan pelajar.

1.2 Latar Belakang Masalah

Keupayaan kepekaan nombor yang baik amat penting dimiliki oleh guru matematik, sebaliknya beberapa hasil kajian menunjukkan bahawa tahap keupayaan kepekaan nombor guru matematik berada pada paras rendah (Menon, 2004; Tsao, 2005; Yang, 2009). Keupayaan kepekaan nombor merupakan salah satu perkara penting dalam menentukan kejayaan dalam matematik yang lebih tinggi (Kaminski, 2002; Yang, 2007a; Jordan, 2010).

Keupayaan kepekaan nombor yang kurang baik dan penekanan utama pada penggunaan simbol dan formula dalam matematik cenderung membuat para guru keliru dalam menilai pekerjaan pelajar. Misalnya, pengiraan merupakan salah satu komponen kepekaan nombor boleh menyebabkan guru menghadapi ketidakfahaman dalam menilai pekerjaan siswa yang mempunyai kepekaan nombor yang baik.

Pelajar mungkin memahami permasalahan dalam kerangka kepekaan nombor dan mereka dapat menyelesaikannya dengan pelbagai cara, tetapi bukan dengan prosedur yang betul tetapi hasil pekerjaannya dianggap tidak betul oleh guru (Sembiring *et al.*, 2008). Hal ini sesuai dengan pendapat Yetkin (2003) iaitu sering berlaku situasi pelajar mengalami kesukaran dalam menyelesaikan pengiraan menggunakan formula yang standard, sebaliknya dapat menyelesaikan masalah berkenaan dengan bantuan bahan konkrit. Sebagai contoh, dalam satu situasi seperti dilaporkan McIntosh *et al.*, (1992), seorang pelajar yang mahir dengan pengiraan secara mental tetapi tidak faham dengan prosedur atau algoritma yang diajar oleh gurunya, ketika pelajar itu ditanyakan bagaimana menyelesaikan $37 + 25$, dia mengatakan bahawa 37 ditambah 20 (diambil daripada 25 dan ada baki 5) menghasilkan 57, selepas itu ditambah 5 (baki) sehingga hasilnya menjadi 62. Pelajar tersebut tidak mahu gurunya mengetahui cara dia menyelesaikan kerana akan disalahkan sebab tidak mengikut prosedur yang diajarkan. Hal ini dilakukan kerana pelajar tersebut tidak faham dengan prosedur yang diajarkan oleh gurunya.

Keadaan yang serupa juga berlaku dalam nombor pecahan. Guru memperkenalkan nombor pecahan dan operasinya dengan memberikan contoh langkah demi langkah untuk melakukan prosedur rutin untuk menjalankan empat operasi aritmetik pada nombor pecahan. Prosedur standard untuk penambahan dan penolakan adalah dengan menyamakan pengangka kedua pecahan dan disesuaikan dengan pembilangnya. Kemudian kedua pembilang pada penambahan atau penolakan (Sembiring *et al.*, 2008; Idris dan Narayanan, 2011) ditambah atau ditolak. Kunci utama adalah penyamaan pengangka pecahan sebelum dilakukan penambahan dan penolakan. Prosedur rutin untuk pendaraban tidak begitu sukar, ini kerana hanya mendarabkan nombor-nombor pada pecahan, pengangka didarab dengan pengangka dan penyebut didarab dengan penyebut. Hasil yang diperoleh adalah hasil pendaraban daripada kedua pecahan tersebut (Sudwiyanto *et al.*, 2007; Shanty *et al.*, 2011). Manakala untuk pembahagian, prosedurnya adalah dengan menukarkan pembilang dengan pengangka pada pecahan pembahagi, diteruskan dengan menggunakan prosedur pendaraban. Hasil pendaraban inilah yang merupakan hasil pembahagian nombor pecahan yang dimaksudkan (Sudwiyanto *et al.*, 2007; Kilpatrick, 2001; Tirosh, 2000).

Bagi nombor perpuluhan, proses pelaksanaan empat operasi aritmetik hampir sama dengan proses yang berlaku pada nombor bulat. Perbezaannya hanya pada titik perpuluhan yang memisahkan nombor utama dengan nombor perpuluhan. Pada penambahan dan penolakan, nombor diletakkan pada dua baris titik perpuluhan pada posisi yang sama untuk kedua nombor itu. Manakala bagi pendaraban dan pembahagian, prosedurnya hampir sama dengan nombor bulat. Perbezaannya hanya pada proses peletakan titik peruluhannya. Pada pendaraban, titik perpuluhan disesuaikan dengan jumlah digit yang ada di belakang titik kedua nombor perpuluhan. Manakala pada pembahagian, titik perpuluhan dihilangkan sementara, kemudian diletakkan semula sesuai dengan berapa digit yang dipindahkan (Sudwiyanto *et al.*, 2007; Widjaja, 2008;).

Dalam proses pembelajaran sebegini, tugas pelajar hanya mengingat prosedur walaupun mereka tidak memahami mengapa berlaku demikian. Akibat dari proses pembelajaran seperti menyebabkan pelajar seperti ‘mekanik berfungsi pada nombor mengikut formula ditetapkan’ atau dengan kata lain, tidak memerlukan intuisi selain mengikut prosedur standard. Tetapi bila pelajar menghadapi permasalahan yang sedikit berbeza namun masih dalam konsep yang sama maka mereka akan menghadapi kesukaran. Yang (2005) mendapati bahawa dua pertiga pelajar tingkatan 6 dapat menyelesaikan pengiraan $12/13 + 7/8$ dengan betul. Sebaliknya, lebih tiga perempat pelajar ini tidak dapat menjawab untuk anggaran hasil dari soalan ini (jawapan sebenar adalah menghampiri 2). Ini menunjukkan ramai pelajar menjawab dengan betul pengiraan tersebut dengan menggunakan formula sebenarnya tetapi tidak memahami apa yang mereka lakukan (operasi). Reys dan Yang (1998) menyatakan bahawa pelajar yang mempunyai keupayaan tinggi dalam hal pengiraan belum tentu mempunyai kemahiran dalam kepekaan nombor.

Kesusahan akan dialami oleh pelajar yang tidak sanggup untuk menghafal formula dan mereka akan menjawab berdasarkan apa yang diingati. Sering sekali berlaku, pelajar peringkat menengah menjawab $1/2 + 1/3$ adalah $2/5$. Begitu juga pelajar peringkat menengah rendah menjawab $40 - 36 = 16$. Ini disebabkan oleh pelajar menerapkan formula tetapi tidak mengikut langkah-langkah yang harus diikuti. Ashlock (1994) mencadangkan guru harus membina pelajar yang ‘berfikiran anggaran’. Jika pelajar memiliki kemahiran anggaran, mereka boleh melihat kembali

logik hasil pengiraan yang diperoleh. Di samping itu, pelajar yang memiliki anggaran yang baik secara logik memiliki kepekaan nombor yang baik. Konsep-konsep nombor lebih mudah difahami dengan kefahaman kepekaan nombor. Begitu juga dengan asas aritmetik.

Permasalahan dinyatakan mungkin boleh diselesaikan apabila pelajar atau guru mempunyai kepekaan nombor yang baik. Di samping itu, kepekaan nombor dapat menjadi faktor utama dalam pencapaian matematik lebih tinggi (Jordan, 2010). Oleh itu, jelas menunjukkan betapa pentingnya keupayaan kepekaan nombor.

Walaupun kepekaan nombor adalah penting (Reys dan Yang, 1998) serta membantu kemampuan matematik pelajar (Jordan *et al.*, 2007; Yang dan Lin, 2007), kepekaan nombor masih belum mendapatkan keutamaan dalam kurikulum pendidikan Indonesia (Kementerian Pendidikan Nasional, 2007) serta buku teks matematik sekolah rendah (Sidik *et al.*, 2007; Sudwiyanto *et al.*, 2007). Di samping itu, kajian berkaitan kepekaan nombor dalam kalangan guru ataupun guru pelatih kurang dilaksanakan. Ini bermakna kepekaan nombor belum mendapat tempat dalam kalangan guru ataupun guru pelatih.

Bagi mewujudkan pembelajaran kepekaan nombor dalam bilik darjah, guru matematik perlu memiliki pengetahuan yang kuat sebelum membimbing pelajar menjadi lebih baik (Yang *et al.*, 2009). Permasalahan utama adalah guru yang sedang mengajar di sekolah pada masa ini adalah guru yang tidak diperkenalkan kepada kepekaan nombor sejak awal (Tsao, 2005). Mereka hanya diperkenalkan kepada prosedur kiraan dengan algoritma standard. Akibatnya adalah mereka mengajar seperti yang mereka pelajari (Armanto, 2002; Sembiring *et al.*, 2008).

Dengan permasalahan seperti di atas dan juga mengingat pembinaan konsep asas matematik iaitu kepekaan nombor sangat penting di peringkat sekolah rendah, dalam hal ini pengkaji berminat untuk mengkaji dan mencari penyelesaian bagi memperkuat konsep asas matematik dalam bentuk kepekaan nombor bagi guru pelatih yang akan mengajar matematik di sekolah rendah. Yang *et al.*, (2009) menyatakan bahawa jika ingin mempertingkatkan pencapaian kepekaan nombor

kepada pelajar, maka langkah pertama yang harus kita lakukan dalam melengkapkan guru dengan pengetahuan tersebut.

1.3 Pernyataan Masalah

Kaedah hafalan dan latih tubi seringkali digunakan dalam pembelajaran matematik pada masa ini. Peranan guru matematik ialah memperkenalkan simbol dan formula untuk diingat oleh pelajar dan digunakan semula dalam permasalahan matematik yang sesuai (Armanto, 2002; McIntosh *et al.*, 1992; Widjaja, 2008). Akibatnya adalah pembelajaran hanya sebagai penghafalan formula yang berdasarkan algoritma untuk menyelesaikan masalah (soalan yang berkaitan dengan formula).

Corak yang sama juga berlaku pada nombor dan operasi. Pelajar tidak diajarkan untuk mempelajari nombor dan operasi secara lebih bermakna. Kepekaan nombor merupakan salah satu topik yang sangat menekankan kepada makna dan hubung kait antara nombor berserta operasi, merupakan sebuah istilah yang belum dikenal secara luas sama ada bagi pelajar mahupun bagi guru (Tsao, 2005; Yang *et al.*, 2009). Padahal pada masa kemajuan teknologi maklumat dan komunikasi (ICT), kepekaan nombor berfungsi sebagai pemisah antara manusia (pelajar) dan kalkulator dalam hal pengiraan (Munirah Ghazali, 2000).

Perkara lain yang sangat penting adalah latar belakang guru pelatih itu sendiri. Di Indonesia, jabatan pendidikan guru sekolah rendah wujud di institut perguruan tinggi awam dan di institut perguruan tinggi swasta. Proses pemilihan pelajar bagi kemasukan pengajian perguruan tinggi awam sangat ketat dan berbeza dengan proses yang berlaku pada perguruan tinggi swasta. Situasi semasa menunjukkan pelajar yang cemerlang mengikuti pengajian ke perguruan tinggi awam, manakala pelajar yang agak lemah mengikuti pengajian di perguruan tinggi swasta. Mereka tidak dikhususkan untuk menjadi guru matematik, tetapi diberi latihan untuk mengajar semua mata pelajaran. Semasa pengajian mereka menerima pengajian matematik yang mana proses dan bahannya mengikut matematik tradisi. Bahan pembelajaran

matematik tidak membincangkan kepekaan nombor, sebaliknya proses pembelajaran adalah berbentuk sehalu.

Kecenderungan guru mengajarkan nombor dan operasi pada masa kini adalah mengikut sebagaimana mereka diajarkan pada masa bersekolah (Tsao 2005; Yang *et al.*, 2009). Di samping itu, kajian berkaitan kepekaan nombor bagi guru masih terbatas (Menon, 2004). Hasil kajian menunjukkan bahawa keupayaan kepekaan nombor guru adalah rendah (Tsao, 2005; Yang *et al.*, 2009). Bagi mempertingkatkan pengetahuan dan keupayaan guru dalam pembelajaran nombor dan operasi, maka adalah perlu bahan pembelajaran dan pembelajaran yang berkaitan. Setakat ini, walaupun topik kepekaan nombor ini sangat penting, topik ini belum terdapat dalam kurikulum matematik di Indonesia (Kementerian Pendidikan Nasional, 2007) serta bahan pembelajaran yang sesuai masih kurang diperolehi. Di samping itu, masih terlalu kurang buku teks matematik sekolah rendah yang membincangkan secara khusus topik kepekaan nombor. Situasi sebegini menunjukkan betapa penting untuk melatih guru sekolah rendah menguasai kepekaan nombor sehingga dapat mengembangkannya dengan lebih baik pada masa hadapan. Apabila guru pelatih tidak dilengkapi dengan bahan kepekaan nombor, maka kemungkinan mereka dapat mengajarkan kepekaan nombor kepada pelajar adalah rendah.

1.4 Objektif Kajian

Objektif kajian ini ialah:

- (i) Mengkaji tahap keupayaan kepekaan nombor yang dimiliki oleh guru pelatih sekolah rendah.
- (ii) Membina bahan pembelajaran dan intervensi pembelajaran dengan pendekatan pendidikan matematik realistik untuk mempertingkatkan keupayaan kepekaan nombor bagi guru pelatih sekolah rendah.

- (iii) Menguji keberkesanan implementasi bahan pembelajaran dan intervensi pembelajaran terhadap keupayaan kepekaan nombor guru pelatih sekolah rendah.

1.5 Persoalan Kajian

Persoalan kajian ini adalah sebagai berikut:

- (i) Setakat manakah tahap keupayaan (pengetahuan awal) kepekaan nombor dalam kalangan guru pelatih sekolah rendah?
- (ii) Bagaimanakah membina bahan pembelajaran dan intervensi pembelajaran dengan pendekatan pendidikan matematik realistik untuk mempertingkatkan keupayaan kepekaan nombor dalam kalangan guru pelatih sekolah rendah?
- (iii) Apakah implementasi bahan pembelajaran dan intervensi pembelajaran dapat memberi kesan secara signifikan terhadap keupayaan kepekaan nombor secara signifikan dalam kalangan guru pelatih sekolah rendah?

1.6 Hipotesis Kajian

Hipotesis untuk kajian kuantitatif ialah, ‘terdapat keberkesanan yang signifikan peranan implementasi bahan pembelajaran dan intervensi pembelajaran terhadap peningkatan keupayaan kepekaan nombor dalam kalangan guru pelatih sekolah rendah.

Untuk tujuan pengujian, hipotesis yang diajukan adalah seperti berikut:

H_0 : Tiada perbezaan markah sebelum dan selepas intervensi pembelajaran.

H_a : Wujud perbezaan markah sebelum dan selepas intervensi pembelajaran.

1.7 Kepentingan Kajian

Objektif kurikulum pendidikan matematik pada peringkat sekolah rendah bertujuan pelajar dapat memahami konsep matematik, memberikan hujah terhadap corak dan sifat-sifat matematik, menyelesaikan masalah, mengaitkan idea-idea, dan menghargai kegunaan matematik (Kementerian Pendidikan Nasional, 2007).

Berdasarkan kepada objektif kurikulum di atas, jelas menunjukkan matematik pada masa ini di sekolah rendah masih jauh dari matlamat. Diakui bahawa usaha dan insentif di peringkat sekolah rendah adalah memadai, tetapi majoriti pembelajaran matematik sekolah terutamanya di luar bandar masih jauh dari matlamat. Pembelajaran matematik sangat menekankan kepada penghafalan formula dan prosedur tetapi tidak pada mengenal makna dan hubung kait yang diperlukan untuk pengembangan hujah dan idea. Pengajaran utama dalam pembelajaran matematik adalah menghafal formula dengan baik dan digunakan sesuai dengan keperluan sehingga jawapan yang dikehendaki diperoleh.

Dengan memperhatikan situasi seperti dinyatakan dan bagi mencapai matlamat yang telah digariskan dalam kurikulum, adalah sangat penting proses pembelajaran matematik khususnya pembelajaran nombor dan operasinya diubah ke arah yang sesuai dengan arah pencapaian matlamat. Pembelajaran yang nampak sesuai untuk mencapai matlamat kurikulum adalah proses pembelajaran yang bermakna dan difahami. Langkah pertama yang dapat dilakukan adalah dengan mempersiapkan guru yang akan mengajar di sekolah rendah pada masa hadapan. Oleh itu, kajian yang dapat memberikan jawapan bagi masalah ini adalah sangat diperlukan.

Kajian ini bertujuan mendapatkan penyelesaian permasalahan dinyatakan dengan matlamat dapat membantu usaha perbaiki kualiti pembelajaran matematik khususnya pembelajaran nombor dan operasi. Disamping itu, kajian ini dimaksudkan untuk menyedarkan guru pelatih sekolah rendah bahawa sangat penting mengajarkan matematik dengan bermakna pada masa teknologi informasi sekarang ini. Guru pelatih sekolah rendah diharapkan dapat sedar bahawa kerja pengiraan dapat dilakukan dengan cepat oleh komputer dan kalkulator, tugas guru adalah bagaimana

mengarahkan pelajar untuk memberi makna dengan menilai hasil pengiraan yang dijalankan dengan komputer ataupun kalkulator. Hal ini penting kerana kepekaan nomborlah yang dapat membezakan antara pelajar dan komputer ataupun kalkulator.

Hasil yang diperoleh dalam kajian ini diharapkan dapat dimanfaatkan oleh Jabatan Pendidikan Guru Sekolah Dasar sebagai salah satu bahan pembelajaran tambahan untuk mata pelajaran matematik. Perkara ini sangat penting kerana pembinaan bahan pembelajaran dalam kajian ini dihasilkan berasaskan tahap keupayaan awal yang dimiliki oleh guru pelatih.

Bagi menjadikan hasil kajian ini memberi manfaat, khususnya bagi Jabatan Pendidikan Guru Sekolah Dasar dan juga sebagai asas pembinaan kurikulum matematik untuk masa hadapan, pengkaji melibatkan semua pensyarah yang mengajar subjek matematik ikut terlibat dalam kajian ini. Selepas pelaksanaan kajian ini semua pensyarah bersetuju bahawa bahan pembelajaran ini sangat penting bagi memperkukuh asas matematik bagi bakal guru sekolah rendah dan bersetuju untuk menjadikan hasil kajian ini sebagai satu subjek matematik (Lampiran U).

1.8 Kerangka Teori

Kajian ini dijalankan dengan berasaskan kepada falsafah konstruktivisme. Falsafah konstruktivisme merupakan salah satu cabang daripada falsafah psikologi kognitif (Piaget, 1952; Nurhadi dan Senduk, 2003). Ada dua pandangan mengenai falsafah konstruktivisme, iaitu antara falsafah konstruktivisme oleh Piaget dan oleh Vygotsky (Carruthers, 2006; Piaget, 1952; Vygotsky, 1978).

Falsafah konstruktivisme yang dipelopori oleh Piaget melihat pengetahuan dibina oleh pelajar sendiri walaupun dalam persekitaran interaksi dengan individu sekeliling (Piaget, 1952). Manakala falsafah konstruktivisme oleh Vygotsky melihat pelajar membina pengetahuannya melalui bantuan orang lain yang mempunyai pengetahuan yang lebih baik daripadanya (Vygotsky, 1978).

Dalam kajian ini, pengkaji menggabungkan kedua-dua pandangan iaitu pelajar membina sendiri pengetahuannya dan berinteraksi dengan rakan-rakan mereka dalam kumpulan. Dalam pendidikan sains ataupun matematik, kedua pandangan ini perlu digabung supaya proses pembelajaran dilaksanakan dengan baik (Ernest, 1994; Bauersfeld, 1992; Lerman, 1992). Bauersfeld (1992) berpendapat bahawa asas daripada falsafah konstruktivisme sosial adalah konstruktivisme radikal.

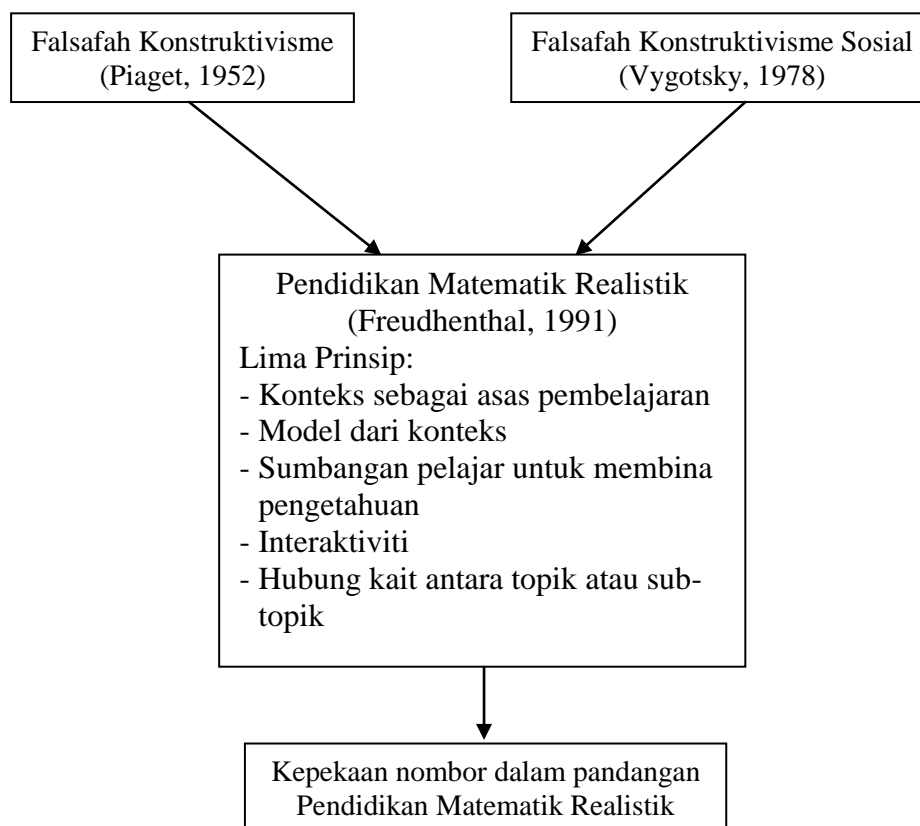
Salah satu pendekatan dalam pendidikan matematik yang berasaskan kepada falsafah konstruktivisme ialah pembelajaran matematik realistik, atau yang dikenal dengan pendidikan matematik realistik (Freudenthal, 1991). Pendidikan matematik realistik menganjurkan pembelajaran matematik bermula daripada apa yang telah diketahui pelajar. Dengan kata lain, pembelajaran bermula daripada pengetahuan sedia ada sehingga apa yang dipelajari dapat bermakna. Realistik yang dimaksudkan di sini adalah nampak terlihat oleh minda pelajar sama ada bahan pembelajarannya konkrit ataupun abstrak (Gravemeijer, 2010).

Penggunaan pendekatan pendidikan matematik realistik (PMR) dalam kajian ini dimaksudkan untuk membangun program intervensi pembelajaran yang berasaskan kepada prinsip-prinsip PMR seperti mana yang dinyatakan oleh Treffers (1987). Prinsip-prinsip tersebut adalah seperti berikut:

- Penerokaan konteks (fenomena). Dalam pandangan PMR, pembelajaran berlaku sekiranya bahan pembelajaran dapat dikaitkan dengan pengetahuan sedia ada.
- Model sebagai penghubung antara matematik informal dan matematik formal. Pembelajaran berlangsung dengan pentafsiran bahan-bahan yang informal dan konkrit dalam pandangan pelajar dengan diarahkan dengan model-model untuk menuju bentuk matematik yang konkrit.
- Sumbangan pelajar. Pelajar perlu membina sendiri proses penyelesaian masalah sesuai dengan kemampuan masing-masing secara bebas.

- Interaktif. Interaktif dapat berlaku dalam pelbagai bentuk sama ada antara pelajar dengan pelajar ataupun antara pelajar dengan guru.
- Terdapat hubung kait. Bahan-bahan pembelajaran mempunyai hubung kait antara topik-topik berkenaan ataupun antara matematik dengan mata pelajaran lain.

Berkaitan dengan implementasi PMR, pembelajaran kepekaan nombor sangat memerlukan penglibatan aktif dan kreativiti pelajar. Untuk membina pengetahuan sama ada dari diri sendiri atau dengan bantuan rakan-rakan atau guru. Hal ini dapat diwujudkan dengan mengimplementasikan pembelajaran dengan pendekatan pendidikan matematik realistik. Maka dengan itu, wujud implementasi falsafah konstruktivisme dalam pembelajaran keupayaan kepekaan nombor dengan pendekatan PMR. Kerangka teori dibentuk untuk menjelaskan pernyataan ini adalah seperti berikut ini.



Rajah 1.1: Kerangka teori kajian

Berdasarkan kerangka teori pada Rajah 1.1 di atas, bahan pembelajaran dan intervensi pembelajaran dalam kajian ini merujuk kepada prinsip PMR. Bahan pembelajaran dibina dalam bentuk masalah kontekstual sebagai asas pembelajaran untuk mempertingkatkan keupayaan kepekaan nombor. Tahap kesukaran masalah kontekstual yang dibina berdasarkan tahap keupayaan yang dimiliki oleh guru pelatih. Bahan pembelajaran dibina mengikut tiga komponen utama kepekaan nombor. Intervensi pembelajaran juga merujuk kepada prinsip PMR yang sangat menekankan kepada peran serta pelajar dalam aktiviti pembelajaran.

1.9 Batasan Kajian

Kajian ini menggabungkan kajian kualitatif dan kajian kuantitatif dengan subjek kajian terdiri dari guru pelatih sekolah rendah. Data untuk kajian kualitatif dan kuantitatif diperolehi daripada subjek yang sama sehingga hasil kajian ini dapat dianggap sebagai kajian kualitatif dengan kajian kuantitatif sebagai penyokongnya. Oleh itu, hasilnya tidak boleh digeneralisasikan sebagaimana hasil kajian kuantitatif tulen.

Berkaitan dengan set nombor yang digunakan dalam kajian ini adalah terhad kepada nombor bulat, nombor pecahan, dan nombor perpuluhan dengan melibatkan empat operasi pengiraan iaitu penambahan, penolakan, pendaraban, dan pembahagian. Mengingat bahan yang termasuk dalam topik-topik tersebut sangat banyak dan luas (seperti komponen-komponen yang dicadangkan oleh ramai pakar), maka untuk tujuan intervensi dalam kajian ini hanya dipilih topik yang berkaitan dengan komponen yang sangat asas yang mencakupi semua komponen iaitu pengetahuan nombor, pengetahuan operasi, dan aplikasi pengetahuan nombor dan operasi.

Untuk komponen pertama (pengetahuan nombor), topik yang dipilih dalam kajian ini adalah pengetahuan nombor pecahan dan nombor perpuluhan. Hal ini mengingat pengetahuan tentang nombor bulat tidak begitu sukar difahami oleh guru pelatih. Untuk komponen kedua (pengetahuan operasi), semua operasi pengiraan

dilibatkan (penambahan, penolakan, pendaraban, dan pembahagian). Manakala untuk komponen ketiga (aplikasi pengetahuan nombor dan operasi), dipilih topik pengiraan mental, anggaran kiraan, dan kelogikan.

1.10 Definisi Operasi

Beberapa istilah yang digunakan dalam kajian ini:

(a) Kepekaan nombor

Kepekaan nombor adalah kefahaman seseorang terhadap nombor dan operasi serta keupayaan untuk menyelesaikan masalah harian yang meliputi nombor (termasuk keupayaan untuk mengembangkan strategi yang bermanfaat, fleksibel, dan efisien) (Reys et al., 1999). Kepekaan nombor merupakan suatu kecenderungan dan keupayaan untuk menggunakan nombor dan kaedah kuantitatif sebagai alat untuk berkomunikasi, memproses, dan menterjemahkan informasi.

(b) Tahap keupayaan kepekaan nombor

Tahap keupayaan kepekaan nombor adalah keupayaan yang dimiliki oleh guru pelatih dalam menjawab soalan-soalan kepekaan nombor. Tahap keupayaan diukur berdasarkan jumlah soalan yang dapat dijawab dengan betul serta jawapan yang diberikan pada masa temubual bagi menyesuaikan jawapan dan pandangan diberikan.

(c) Keberkesanan

Keberkesanan dalam kajian ini diukur dengan menguji secara kuantitatif perbezaan tahap keupayaan kepekaan nombor sebelum dan selepas intervensi pembelajaran. Pengukurannya juga dilaksanakan dengan analisis retrospektif mengikut kajian reka bentuk.

(d) Pendidikan Matematik Realistik (PMR)

Pendidikan Matematik Realistik (PMR) adalah pendidikan matematik yang memfokuskan pembelajaran matematik yang “*real*” dan mengikut tahap kemampuan awal pelajar. *Real* yang dimaksudkan di sini adalah wujud secara pengalaman ertinya bahan yang dipelajari dapat dijangkakan oleh minda pelajar dan bermakna (Treffers, 1987; Freudenthal, 1991; van den Heuvel-Panhuizen, 2001; Gravemeijer, 2010). Pelaksanaan intervensi diwujudkan dengan mengikut lima prinsip utama PMR seperti dalam Rajah 1.1.

(e) Teori instruksi lokal

Teori instruksi lokal dengan merujuk Gravemeijer (2004) iaitu arah yang akan dilalui guru pelatih mengikut kemampuan awal mereka (jangkaan bahan pembelajaran dan proses pembelajaran yang sanggup diikuti oleh guru pelatih).

(f) Perisian komputer

Perisian komputer yang dimaksudkan dalam kajian ini adalah perisian yang dibina untuk pembelajaran kepekaan nombor. Perisian yang dibina berdasarkan hasil retrospektif analisis pada kitaran 1 tentang perlunya gambaran konkrit bagi memudahkan pemahaman terhadap kepekaan nombor. Perisian ini digunakan dalam kitaran 2 bersama dengan bahan pembelajaran kitaran 1 yang telah disemak.

1.11 Rumusan

Nombor dan operasi merupakan sebahagian topik utama yang digariskan dalam kurikulum matematik sekolah rendah (Kementerian Pendidikan Nasional, 2007). Sebagaimana topik-topik lain, nombor dan operasi termasuk dalam kekangan bagi majoriti pelajar. Tinjauan mendapati antara matlamat awal diperkenalkan matematik dalam kalangan pelajar ialah untuk memudahkan penyelesaian masalah pada masa berkenaan (Boyer, 1968; Burton, 2006) tetapi situasi kini menunjukkan

matematik menjadi sumber masalah (Makkink, 2010). Ini adalah sesuatu yang sangat bertentangan dan mungkin terdapat faktor menyebabkan hal sedemikian berlaku. Oleh itu sangat perlu untuk menemukan jawapan yang tepat untuk masalah ini.

Pembelajaran nombor dan operasi dengan bermakna (kepekaan nombor) adalah sangat penting supaya kefahaman mengenai simbol dan operasi pada nombor dapat terwujud (Armanto, 2002). Pembelajaran nombor dan operasi hanya secara latih tubi akan membuat pelajar belajar secara mekanik dan membosankan serta tidak bermakna yang memberi kesan pelajar tidak dapat mengaplikasikannya dan juga tidak menghargai pembelajaran nombor dan operasi (Widjaja, 2008). Kesan lain ialah pelajar hanya akan menjadi penghafal nombor dan tidak wujud kepekaan terhadap nombor. Kesimpulannya, semua ini akan menyebabkan pelajar tidak menghargai matematik secara umum.

Guru mempunyai peranan penting bagi memastikan pembelajaran nombor dan operasi memberi makna kepada pelajar. Berkaitan dengan perkara ini, hal yang sangat penting yang harus dikuasai oleh guru, terutamanya guru sekolah rendah, adalah pengetahuan keupayaan kepekaan nombor (Munirah Ghazali *et al.*, 2010). Guru perlu menguasai kepekaan nombor dengan baik sebelum terlibat dalam pengajaran di dalam kelas, sebab guru cenderung mengajarkan mengikut pengetahuan yang dimilikinya (Anghileri, 2000; Yang *et al.*, 2009).

Beberapa hasil kajian tentang kepekaan nombor pada guru menunjukkan bahawa keupayaan kepekaan nombor dalam kalangan guru berada dalam kategori rendah (Menon, 2004; Tsao, 2005; Yang *et al.*, 2009; Sengul, 2013). Hal ini tidak menghairankan kerana mereka kurang diperkenalkan semasa di peringkat persekolahan (Yang, 2007). Pembelajaran yang nombor dan operasi yang diperolehi pada masa bersekolah adalah pembelajaran nombor dan operasi dengan algoritma standard sahaja.

Untuk mendapatkan guru masa hadapan yang mempunyai kepekaan nombor yang baik, prosesnya haruslah bermula pada masa mereka dipersiapkan untuk menjadi guru (Yang *et al.*, 2009). Oleh itu, bagi tujuan memperolehi pengetahuan

yang baik tentang kepekaan nombor, guru pelatih sekolah rendah perlu diperkenalkan dan dilatih dalam menguasai pengetahuan tersebut.

RUJUKAN

- Anghileri, J. (2006). *Teaching Number Sense*. London: Continuum International Publishing Group.
- Akker, J., Gravemeijer, K., McKenney, S., & Nieveen, N. (2006). *Educational Design Research*. New York: Routledge
- Armanto, D. (2002). *Teaching Multiplication and Division Realistically in Indonesian Primary Schools: A prototype of local instructional theory*. Ph.D. Thesis, University of Twente.
- Ashlock, R.B. (1994). *Error Pattern in Computation*. New Jersey: Prentice Hall, Inc.
- Australian Education Council. (1991). *A National Statement on Mathematics for Australian School*. Melbourne: Curriculum Corporation.
- Bakker, A. (2004). *Design research in Statistics Education: On Symbolizing and Computer Tools*. Ph.D. Thesis, Freudenthal Institute, Utrecht.
- Barab, S. A., Hay, K. E., Barnett, M., & Keating, T., (2000) Virtual Solar System Project: Building Understanding through Model Building. *Journal of Research in Science Teaching*, 37(7), 719-756.
- Barab, S. & Squire, K. (2004). Design-Based Research: Putting a Stake in the Ground. *The Journal of Learning Sciences*, 13(1), 1-14.
- Bauersfeld, H. (1992). Classroom Cultures from a Social Constructivist's Perspective. *Educational Studies in Mathematics*, 23, 467-481.
- Beckman, S. (2008). *Mathematics for Elementary Teacher*. Boston: Pearson Education, Inc.
- Bender, W. N. (2005). *Differentiating Math Instruction. Strategies That Work for K-8 Classroom*. Thousand Oaks: Corwin Press.
- Bennett, A. B. & Nelson, L.T. (2000). *Mathematics for Elementary Teachers: A Conceptual Approach*. New York: McGraw-Hill.

- Berch (2005). Making Sense of Number Sense: Implications for Children with Mathematics Disabilities. *Journal of Learning Disabilities*, 38, 333 – 339.
- Billstein, R., Libeskind, S., & Lott, J. W. (2006). *A Problem Solving Approach to Mathematics for Elementary School Teachers*. Boston: Pearson Education, Inc.
- Beswick, K. (2004). Why does $0,999\dots=1$? A Perennial Question and Number Sense. *Australian Mathematics Teacher*, 4, 7-9.
- Boyer, C. B. (1968). *A History of Mathematics*. New York: John Wiley & Son, Inc.
- Burton (2006). *The History of Mathematics: An Introduction, Sixth Edition*. New York: McGraw-Hill Companies Inc.
- Caney, A. & Watson, J. M. (2003). Mental Computation Strategies for Part-whole Numbers. *International Educational Research Conference, Auckland*.
- Callingham, R. (2005). A Whole-School Approach to Developing Mental Computation Strategies. *Proceeding of the 29th Conference of the National Group for the Psychology of Mathematics Education*, 2, 201-208.
- Carruthers, E. & Worthington, M. (2006). *Children Mathematics. Making Mark, Making Meaning*. London: Sage Publication Company.
- Clements, M. A. (2011) Beyond Methodological Straightjackets: Designing Research to Meet the Mathematics Education Needs of Southeast Asian Nations. *Proceedings of the Fourth International Conference on Science and Mathematics Education*. Penang, Malaysia 15 – 17 November 2011.
- Dantzig, T. (1954). *Number: The Language of Science (The Masterpiece Science Edition, 2005)*. New York: Pi Press).
- Diptoadi, V.L. (1997). Perbedaan Kelas Tradisional dan Kelas Konstruktivis. *Makalah disajikan dalam seminar "Pembelajaran Unggul Menyongsong Abad XXI: Perspektif IKIP Malang*. Malang, Indonesia.
- Edelson, D. C. (2002). Design research: What We Learn When We Engage in Design. *The Journal of the Learning Sciences*, 11(1), 105-121.
- Ernest, P. (1994). What is Social Constructivism in the Psychology of Mathematics Education? *Proceedings of PME XVIII Conference*, Lisbon, Portugal, 2, 304-311.
- Forrester, R. (2003). *It's not Calculators but How They're Used . . .*. Maidenhead: Open University Press.

- Fraenkel, J. R. & Wallen, N. E., (2003). *How to Design and Evaluate Research in Education*. New York: McGraw-Hill.
- Freudenthal, H. (1991). *Revisiting Mathematics Education*. China Lectures. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers.
- Gersten, R. & Chard, D. (1999). Number Sense: Rethinking Arithmetic Instruction for Students with Mathematical Disabilities. *The Journal of Special Education*, 33, 18-28.
- Gravemeijer, K. (1994a). *Developing Realistic Mathematics Education*. Utrecht: Freudenthal Institute.
- Gravemeijer, K. (1994b). Educational Development and Developmental Research in Mathematics Education. *Journal for Research in Mathematics Education*, 25(5), 443-471.
- Gravemeijer, K. & Doorman, M. (1999). Context Problem in Realistic Mathematics Education: A Calculus Course as an Example. *Educational Studies in Mathematics*, 39, 112-129.
- Gravemeijer, K. (1999). How Emergent Models may Foster the Constitution of Formal Mathematics. *Mathematical Thinking and Learning*, 1(2), 155-177.
- Gravemeijer, K. (2004). Local Instruction Theories as Means of Support for Teachers in Reform Mathematics Education. *Mathematical Thinking and Learning*, 6(2), 105-128.
- Gravemeijer, K. & Cobb, P. (2006). Design research from learning perspective. In Akker, J., Gravemeijer, K., McKenney, S., & Nieveen, N. (Ed.). *Educational Design Research*. New York: Routledge.
- Gravemeijer, K. (2010). Realistic Mathematics Education Theory as a Guideline for Problem-Centered, Interactive Mathematics Education. In Sembiring, R., Hoogland, K., & Dolk, M. (Ed.). *A Decade of PMRI in Indonesia*. Bandung & Utrecht: Ten Brink.
- Gravemeijer, K. (2011). How Concrete is Concrete? *IndoMS Journal on Mathematics Education*, 2(1), 1-14.
- Griffin, S. (2004). Teaching Number Sense. *Educational Leadership*, 61(5), 39-42.
- Hadi, S.(2002). *Effective Teacher Professional Development for the Implementation of Realistic Mathematics Education in Indonesia*. Ph.D. Thesis, University of Twente.

- Hadi, S. (2003). PMR: Menjadikan Pelajaran Matematika Lebih Bermakna Bagi Siswa. (*Makalah disampaikan pada Seminar Nasional Pendidikan Matematika di Universitas Sanata Dharma*). Yogyakarta, 27-28 Maret 2003.
- Heirdsfield, A. (2000). Mental Computation: Is It More Than Mental Architecture? (*Paper Presented at the Annual Meeting of the Australian Association for Research in Education*). Sydney, 4-7 December 2000.
- Hinkle, D. E, Wiersma, W., & Jurs, S.G. (2003). *Applied Statistics for Behavioral Sciences*. Boston: Houghton Mifflin Company.
- Hjalmarson, M. A. & Lesh, R. (2008). Design Research (Engineering, Systems, Products, and Process for Innovation). In English, L. D. (Ed.). *Handbook of International Research in Mathematics Education*. New York: Routledge.
- Hudojo, H. (1998). Pembelajaran Matematika Menurut Pandangan konstruktivistik. *Makalah disampaikan pada Seminar Nasional: Upaya-upaya Meningkatkan Peran Pendidikan Matematika Dalam Menghadapi Era Globalisasi*. Program Pascasarjana IKIP Malang. Malang, Indonesia.
- Idris, N. & Narayanan, L. M. (2006). *Teaching and Learning of Mathematics. Making Sense and Developing Cognitive Abilities*. Kuala Lumpur: Utusan Publication & Distribution Sdn Bhd.
- Idris, N. (2011). Error Patterns in Addition and Subtraction of Fractions among Form Two Students. *Journal of Mathematics Education*, 4(2), 35-54.
- Iuculano, T. & Butterworth, B., (2011). Rapid Communication; Understanding the Real Value of Fractions and Decimals. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology*. 00(0), 1-11.
- Johnson, D. W., Johnson, R. T. & Holubec, E. J. (1994). *Cooperative Learning in the Classroom*. VA: Association for Supervision and Curriculum Development.
- Jordan, N. C., Glutting, J., & Ramineni, C. (2010). The importance of number sense to mathematics achievement in first and third grades. *Learning and Individual Differences*, 20, 82-88.
- Kaminski, E. (1997). Teacher Education Students' Number Sense: Initial Explorations. *Mathematics Education Research Journal*. 9(2), 225-235.
- Kaminski, E. (2002). Promoting Mathematical Understanding: Number Sense in Action. *Mathematics Education Journal*. 14(2), 133-149.

- Kelly, A. E., Lesh, R. A., & Baek, J. Y. (2008). *Handbook of Design Research in Education: Innovations in Science, Technology, Engineering, and Mathematics Learning and Teaching*. New York: Routledge.
- Kementerian Pendidikan Nasional. (2007). *Standar Isi Kurikulum Tingkat Satuan Pendidikan*. Jakarta.
- Kennedy, L.M., Tipss, S., & Johnson, A. (2004). *Guiding Children's Learning of Mathematics*. Belmont: Thomson Learning, Inc.
- Kilpatrick, J., Swafford, J., & Findell, B. (Eds.). (2001). *Adding It up: Helping Children Learn Mathematics*. Washington, DC: National Academy Press.
- Lemaire, P., Arnaud, L., & Lecacheur, M. (2004). *Adults' Age-Related Differences in Adaptivity of Strategy Choices: Evidence From Computational Estimation*. American Psychological Association.
- Lemaire, P., Lecacheur, M., & Farioli, F. (2000). Children's Strategy Use in Computational Estimation. *Canadian Journal of Experimental Psychology*, 54(2) 141-148.
- Lerman, S. (1992). The Function of Language in Radical Constructivism: A Vygotskian Perspective, *Proceedings of PME XVI Conference*, Durban, New Hampshire, USA, 2, 40-47.
- Lesh, R. A., Kelly, A. E., & Yoon, C. (2008). Multitiered Design Experiments in Mathematics, Science, and Technology Education. In Kelly, A. E., Lesh, R. A., & Baek, J. Y. (Ed.). *Handbook of Design Research Method in Education. Innovation in Science, Technology, Engineering, and Mathematics Learning and Teaching*. New York: Routledge.
- Lin, C. Y. (2010). Web-Based Instruction on Preservice Teachers' Knowledge of Fraction Operations. *School Science and Mathematics*, 110(2), 59-70.
- Makkink, A. K. (2010). My Involvement with PMRI. In Sembiring, R., Hoogland, K., & Dolk, M. (Ed.). *A Decade of PMRI in Indonesia*. Bandung & Utrecht: Ten Brink.
- Mangatur S., Sugiarto, J., Sudwiyanto, Sidik, H. M., dan Suropto (2007). *Terampil Berhitung Matematika untuk SD Kelas IV*. Jakarta: Erlangga.
- McIntosh, A., Reys, B. J, & Reys, R. E. (1992). A Proposed Framework for Examining Basic Number Sense. *For the Learning Mathematics*, 12, 2-8.
- McIntosh, A. (2002). *Approaching Computation Through Mental Computation*. University of Tasmania.

- Menon, R. (2004). *Preservice Teachers' Number Sense*. California State University: Focus on Learning Problems in Mathematics.
- Miles, M.B., & Huberman, A.M. (1994). *Qualitative Data Analysis*. London: Sage.
- Mohini Mohamed, Zulkifli, & Jasmaniah (2008). *Number Sense of Preservice Primary Teacher*. The 4th IMT-GT 2008 Conference on Mathematics, Statistics and Applications. Banda Aceh, Indonesia, 9-11 Jun 2008.
- Mohini Mohamed, Zulkifli, & Jasmaniah (2008). *What Happen with Number at Our Primary School*. The 3th International Conference on Mathematics and Statistics. Bogor, Indonesia, 5-6 August 2008.
- Mohini Mohamed, Zulkifli, & Jasmaniah (2011) Instructional Material for Mental Computation and Computational Estimation to Enhance Number Sense of Preservice Primary Teachers. *Fourth International Conference on Science and Mathematics Education*. Penang, Malaysia 15 – 17 November 2011.
- Mohini Mohamed, Zulkifli, & Jasmaniah (2012). Teaching Decimal as a Special Form of Fraction. *Prosiding Seminar Majlis Dekan-dekan IPTA 2012*. Johor Baharu: Universiti Teknologi Malaysia, 7-9 Oktober 2012.
- Moleong, L. J. (2006). *Metodologi Penelitian Kualitatif*. Bandung: PT Remaja Rosdakarya.
- Munirah Ghazali & Noor Azlan Ahmad Zanzali (1998). Konsep “Number Sense” dan Implikasinya kepada Pendidikan Matematik Sekolah Rendah di Malaysia dalam Era Sekolah Bestari. (*Paper pada Seminar Kebangsaan Pendidikan di Institut Teknologi Tun Hussein Onn*). Johor, 1998.
- Munirah Ghazali (2000). *Kepekaan Nombor Dikalangan Murid Tahun Lima*. Thesis Ph.D. (tidak diterbitkan), Universiti Teknologi Malaysia.
- Munirah Ghazali (2003). Development of a Framework to Assess Primary Students' Number Sense in Malaysia. (*Paper presented at the International Conference The Decidable and the Undecidable in Mathematics Education*). Brno, Czech Republic, September 2003.
- Munirah Ghazali, Abdul Razak, Rohana Alias, dan Fatimah Saleh (2010). Development of Teaching Models for Effective Teaching of Number Sense in the Malaysian Primary Schools. *Procedia Social and Behavioral Science* 8, 344-350.

- Nur, Mohamad. 2005. *Pembelajaran Kooperatif*. Surabaya: Pusat Sains dan Matematika Sekolah UNESA.
- National Council of Teachers of Mathematics (NCTM). (2000). *The Principles and Standards for School Mathematics*. Reston, VA: Author.
- Naylor, M. (2002). *Calculating Fun*. Teaching PreK-8. 32, 28-29.
- Naylor, M. (2007). *Alternate Algorithms*. Teaching PreK-8. 37, 30-31.
- Noor Azlan Ahmad Zanzali, Zulkifli Mohamed, & Ahamat Bachik (1996). *Curriculum Development and Implementation: Implications Toward Teacher Training*. Paper to be presented at the International Conference on Schooling in Changing Societies at the Cracow Pedagogical University, Cracow, Poland, 6-9th August 1996.
- Noornia, A. (2007). *Meningkatkan Kemampuan Metakognitif Melalui Pembelajaran Kooperatif yang Menggunakan Tugas-tugas Matematika Pada Kelas PMRI*. Prosiding Seminar Nasional Matematika: Permasalahan Matematika dan Pendidikan Matematika Terkini. Bandung, Indonesia.
- Nurhadi & Senduk, A. G. (2003). *Pembelajaran Kontekstual dan Penerapannya Dalam KBK*. Malang, UM Press.
- O'Dafer, P. (2006). *Mathematics for Elementary School Teachers*. Boston: Pearson Education, Inc.
- Orton, A. (2004). *Learning Mathematics. Issues, Theory, and Classroom Practice*. London: Continuum.
- Panhuizen, M. H. (1998). *Realistic Mathematics Education*. Available on-line: <http://www.fi.uu.nl/en/rme/>.
- Parsons, R. D. & Brown, K. S. (2002). *Teacher as Reflective Practitioner and Action Researcher*. Belmont: Thomson Learning, Inc.
- Pedro, L. A. C. (2006). *Using Calculator In Primary Mathematics*. Available on-line: <http://www.recsam.edu.my/html/onlineJ.html>.
- Piaget, J. (1952). *The Origins of Intelligence in Children*. New York: International Universities Press, Inc.
- Rasmussen, C. & Stephan, M. (2008). A Methodology for Documenting Collective Activity. In Kelly. A. E., Lesh, R. A., & Baek, J. Y. (Ed.). *Handbook of Design Research Methods in Education. Innovation in Science, Technology, Engineering, and Mathematics Learning and Teaching*. New York: Routledge.

- Reys, R. E., Suydam, M. N., & Lindquist, M. M. (1995). *Helping Children Learn Mathematics*. Needham Heights: A Simon & Schuster Company.
- Reys, R. E. & Yang, D. C. (1998). Relationship between Computational Performance and Number Sense among Seventh-Grade Students in Taiwan. *Journal for Research in Mathematics Education*, 29(2) 225-227.
- Saefuddin, A. (2002). *Pola Induksi Seorang Eksperimentalis*. Bogor: IPB Press.
- Sa'dijah, C. (2000). *Pembelajaran Matematika Secara Konstruktivis. Suatu Upaya Meningkatkan Kebermaknaan Pemahaman Matematika Bagi Siswa*. . Makalah disampaikan pada Seminar Nasional Pengajaran Matematika Sekolah Menengah. Malang, Indonesia.
- Sembiring, R. K., Hadi, S., & Dolk, M. (2008). Reforming Mathemamatics Learning in Indonesian Classrooms through RME. *ZDM-The International Journal on Mathematics Education*, 40(6), 927-939.
- Sengul, S. (2013). Identification of Number Sense Strategies Used by Preservice Elementary Teacher. *Educational Science: Theory & Practice*, 13(3), 1965-1974.
- Shanty, N. O., Hartono, Y., Indra Putri, R.I., & de Haan, D. (2011). Design Research on Mathematics Education: Investigating The Progress of Indonesian Fifth Grade Students' Learning on Multiplication of Fractions With Natural Numbers. *IndoMS Journal on Mathematics Education*, 2(2), 147-162.
- Shull, R. M. (1998). *Investigation of the Development of Number Sense in Seventh- and Eleventh-Grade Students Over a Three-Year Period of Time*. Unpublished Ph.D Dissertation, University of Missouri, USA.
- Sidik, H. M., Sugiarto, J., Sinaga, M., Sudwiyanto, Suropto (2007). *Terampil Berhitung. Matematika Untuk SD Kelas VI*. Jakarta: Erlangga.
- Singh, P. (2009). An Assessment of Number Sense among Secondary School Students. *International Journal for Mathematics Teaching and Learning*, 1-27.
- Slavin, R. E. (1995). *Cooperative Learning: Theory, Research and Practice*. Boston: Allyn and Bacon.
- Sowder, J. T. & Kelin, J. (1993). Number Sense and Related Topics. In Owens D. T. (Ed.). *Research Ideas for the Classroom: Middle Grades Mathematics*. (pp. 41-57). New York: Macmillan.

- Stacey, K., Sue, H., Steinle, V., Baturo, A., Irwin, K., & Bana, J. (2001). Preservice Teachers' Knowledge Of Difficulties In Decimal Numeration. *Journal of Mathematics Teacher Education*, 4, 205-225.
- Stoddard, E. (1994). *Speed Mathematics Simplified*. New York: Dover Publications Inc.
- Sudwiyanto, Sugiarto, J.. M., Sinaga, Sidik, H. M., Suropto (2007). *Terampil Berhitung. Matematika Untuk SD Kelas V*. Jakarta: Erlangga.
- Tirosh, D. (2000). Enhancing prospective teachers' knowledge of children's conceptions: The case of division of fractions. *Journal for Research in Mathematics Education*, 31(1), 5-25.
- Treffers, A. (1987). *Three dimensions. A model of goal and theory description in mathematics instruction - The Wiskobas project*. Dordrecht, the Netherlands: Reidel Publishing Company.
- Tsao, Y. L. (2004). Exploring The Connections Among Number Sense, Mental Computation Performance, And The Written Computation Performance Of Elementary Preservice School Teachers *Journal of College Teaching & Learning*, 1(12), 71-90.
- Tsao, Y. L. (2005). The Number Sense of Preservice Elementary School Teachers. *College Student Journal*, 39(4), 647-679.
- Tsao, Y. L. & Lin, Y. C. (2011). The Study of Number Sense and Teaching Practice. *Journal of Case Study in Education*, 2, 1-14.
- U.S. Department of Education, (2004). *Highlights From the Trends in International Mathematics and Science Study (TIMSS) 2003*. Washington, DC: National Center for Education Statistics.
- Van den Heuvel-Panhuizen, M. (2001). Realistic Mathematics Education as work in Progress. *Proceedings of 2001 The Netherlands and Taiwan Conference on Mathematics Education, Taipei, Taiwan, 19 – 23 November 2001*.
- Varol, F. & Farran, D. (2007). Elementary School Students Mental Computation Proficiencies. *Early Childhood Education Journal*, 35, 89-94.
- Vygotsky, L. (1978). Interaction Between Learning and Development. *From: Mind and Society*. Harvard University Press.
- Volkova, T. N. (2005). Characterizing Middle School Students' Thinking in Estimation. *Proceedings of the 29th Conference of the International Group for the Psychology of Mathematics Education*, 4, 289-296.

- Weist, L.R. (2006). Fostering Number Sense Through Digits and Dice. *Australian Primary Mathematics Classroom*, 4, 10-14.
- Whitecare, I. & Nickerson, S. D. (2006). Pedagogy That Make Number Sense: A Classroom Teaching Experiment Around Mental Math. *Proceedings of the 28th annual meeting of the North American Chapter of the International Group for the Psychology in Education*.
- Widjaja, W. & Stacey, K. (2006). Promoting Pre-Service Teachers' Understanding of Decimal Notation and Its Teaching. *Proceedings 30th Conference of the International Group for the Psychology of Mathematics Education*. Prague.
- Widjaja, D. (2008). *Local Instruction Theory on Decimal: The Case of Indonesian Pre-Service Teachers*. Ph.D. Thesis, The University of Melbourne.
- Widjaja, W., Dolk, M., & Fauzan, A. (2010). The Role of Context's and Teacher's Questioning to Enhance Students' Thinking. *Journal of Science and Mathematics Education in Southeast Asia*, 33(2), 168-186.
- Yackel, E., Underwood, D., Elias, N. (2007). Mathematical tasks designed to foster a reconceptualized view of early arithmetic. *Journal of Mathematics Teacher Education*, 10, 351-367.
- Yang, D. C. (1995). *Number Sense Performance and Strategies Possessed by Sixth- and Eight-Grade Students in Taiwan*. Unpublished Ph.D Dissertation, University of Missouri, USA.
- Yang, D.C. (2003). Teaching and Learning Number Sense. An Intervention Study of Fifth Grade Students in Taiwan. *International Journal of Scientific and Mathematics Education*, 1, 115-134.
- Yang, D.C., Hsu, C.J. & Huang, M.C. (2004) A Study of Teaching and Learning Number Sense for Sixth Grade Students in Taiwan. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 2, 407-430.
- Yang, D.C. (2005). Number Sense Strategies Used by 6th-Grade Students in Taiwan, *Educational Studies*, 3, 317-333.
- Yang, D.C. (2005) Developing Number Sense Through Mathematics Diary Writing. *Australian Primary Mathematics Classroom*, 4, 10-14.
- Yang, D.C., Li, N. & Lin, C. (2007a). A Study of The Performance of 5th Grades in Number Sense and Its Relationship to Achievement in Mathematics. *International Journal of Science and Mathematics Education*.

- Yang, D.C. (2007b). Investigating the Strategies Used by Preservice Teacher in Taiwan When Responding to Number Sense Questions. *School Science and Mathematics*, 107(7), 293 – 301.
- Yang, D.C., Reys, R.E., & Reys, B.J. (2009). Number Sense Strategies Used by Preservice Teachers in Taiwan. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 7, 383-403.
- Yetkin, E. (2003). *Student Difficulties in learning Elementary Mathematics*. ERIC-DIGEST.
- Yuwono, I. (2000). RME: Paradigma Baru Dalam Pembelajaran Matematika. *Makalah disampaikan pada Seminar Nasional Pengajaran Matematika Sekolah Menengah*. Malang, Indonesia.
- Noor Azlan Ahmad Zanzali & Munirah Ghazali (1999). Assessment of School Children's Number Sense (*Paper presented at International Conference on Mathematics Education into 21st Century*). Cairo 14-18 Nov. 1999.
- Zulkifli & Mohini Mohamed (2007). Number Sense: Jiwa Matematika yang Masih Terabaikan. *Prosiding Seminar Nasional Matematika: Permasalahan Matematika dan Pendidikan Matematika Terkini*. Bandung, Indonesia, 8 Desember 2007.
- Zulkifli & Mohini Mohamed (2008). Number Sense: Membuat Matematika Lebih Bermakna. *Jurnal Pendidikan Mutiara Ilmu*, 3, 16-20.
- Zulkifli, Mohini Mohamed, & Jasmaniah (2011). Perlukah Pembelajaran Bilangan dan Operasinya di SD direformasi? *Prosiding Seminar Nasional Matematika dan Terapannya*. Universitas Almuslim, 28-29 November 2011.