

Pengetahuan Pedagogi Isi Kandungan Guru Matematik bagi
Tajuk Pecahan: Kajian Kes di Sekolah Rendah
(*Pedagogical Content Knowledge of Mathematic Teachers on
Fraction: A Case Study at Primary Schools*)

TENGGU ZAWAWI TENGGU ZAINAL
RAMLEE MUSTAPHA
ABDUL RAZAK HABIB

ABSTRAK

Kajian ini bertujuan untuk menjawab tiga persoalan utama, iaitu (a) apakah konsepsi guru baru dan guru berpengalaman tentang pecahan?, (b) bagaimanakah cara guru baru dan guru berpengalaman menyampaikan pengajaran tentang konsep dan operasi ke atas pecahan kepada pelajar?, dan (c) pada perspektif guru baru dan guru berpengalaman, apakah masalah dan kesilapan konsep yang biasa dialami murid sekolah rendah bagi tajuk pecahan? Ketiga-tiga persoalan di atas berkait rapat dengan tiga komponen penting iaitu Pengetahuan Pedagogi dan Isi Kandungan (PPIK) yang perlu dimiliki oleh seseorang guru berkaitan dengan konsep pecahan. PPIK adalah sejenis pengetahuan yang unik bagi seseorang guru dan ia merujuk kepada cara guru menyampaikan isi kandungan agar mudah difahami dan dapat menggalakkan kefahaman konseptual pelajar. Kajian kes yang melibatkan lapan orang guru Matematik baru dan berpengalaman ini, memperoleh data melalui sesi temu bual, pemerhatian dan pemeriksaan dokumen. Teknik pemetaan konsep dan grid repertori turut digunakan untuk mencungkil pengetahuan guru. Kajian ini mendapati bahawa kebanyakan guru Matematik yang baru menyampaikan konsep asas dan operasi pecahan berdasarkan kepada kefahaman instrumental. Langkah penyampaian dilakukan secara prosedural dan berpusatkan guru dengan menggunakan simbol dan istilah yang abstrak. Manakala bagi guru Matematik berpengalaman, sebahagian daripada mereka memiliki kefahaman relasional dengan langkah pengajaran berdasarkan pendekatan konseptual. Walaupun begitu, masih terdapat dalam kalangan guru Matematik berpengalaman yang memiliki kefahaman instrumental dan mengemukakan langkah penyampaian secara prosedural dengan menggunakan simbol dan istilah yang abstrak.

ABSTRACT

The purpose of this study was to answer the three main questions: (a) what are the conceptual understanding of new and experienced teachers regarding

fraction?, (b) how do the new and experienced teachers teach fraction to students?, and (c) what are the common misconceptions of fraction among primary school students? The three questions are closely related to the three main elements of Pedagogical Content Knowledge (PPIK). PPIK is the content knowledge and the delivery skill that a teacher is supposed to acquire. This case study examined eight primary mathematics teachers (four new and four experienced teachers). Data were collected through interview, observation and document analysis. Concept mapping and repertoire grid techniques were also utilised to unravel the teachers' pedagogical content knowledge. This study found that most new mathematics teachers deliver fundamental and operational concepts of fraction based on their instrumental understanding. The teaching conducted was mainly teacher-centred and procedural in nature. Some were using symbols and abstract terms. For experienced mathematics teachers, some of them possess relational understanding and thus, their teaching was based mainly on conceptual understanding. Nevertheless, there are several experienced mathematics teachers who possess instrumental understanding and teach procedurally using symbols and abstract terms.

PENGENALAN

Setelah sekian lama Kurikulum Bersepadu Sekolah Rendah (KBSR) dan Kurikulum Bersepadu Sekolah Menengah KBSM dilaksanakan, prestasi dan minat pelajar terhadap Matematik masih kurang memuaskan (Jemaah Nazir Sekolah Persekutuan 1996). Malah, beberapa kajian terdahulu telah menemui beberapa bentuk kesilapan konsep yang dialami pelajar dalam topik-topik penting, seperti pecahan, perpuluhan dan peratusan (Aida Suraya, Syarifah & Habsah 1992; Asiah 1994; Abd. Aziz 2002; Mohd Johan 2002). Dapatan kajian lepas juga menunjukkan amalan pengajaran masih berpusatkan kepada guru dan terikat dengan kaedah tradisional (Abd. Razak; Abd. Rashid; Abdullah & Puteh 1996; Jemaah Nazir Sekolah Persekutuan 1996; Voo 1996; Wan Mohd Rani 1999). Dari sudut pedagogi, amalan guru masih sama dengan dasar kurikulum lama yang menekankan kaedah hafalan (Jemaah Nazir Sekolah Persekutuan 1996).

Kelemahan dan kepincangan yang berlaku dalam proses pengajaran dan pembelajaran antaranya berpunca daripada kepercayaan (Von Glasersfeld 1994) dan tahap penguasaan pengetahuan pedagogi isi kandungan (PPIK) yang lemah dalam kalangan guru (Bromme 1994; Howey 1999; Wang, Guo, Chiang & Cheng 1999). Beberapa kajian lepas mendapati bahawa kebanyakan guru masih lemah PPIK (Lampert 1986; Even 1993; Wilson 1994; Swafford, Jones & Thornton 1997; Ma 1999). Di samping itu juga, terdapat perbezaan yang ketara antara guru baru dengan guru berpengalaman dari segi tahap PPIK dan pengajaran mereka dalam bilik darjah (Marks 1990; Schempp, Manross, Tan & Fincher 1998). Di Malaysia, kajian tentang PPIK dalam kalangan guru sekolah, sama ada rendah atau menengah, masih terlalu sedikit, khususnya dalam pendidikan Matematik.

KONSEP PENGETAHUAN PEDAGOGI ISI KANDUNGAN (PPIK)

Pada suatu masa dahulu, asas pengetahuan bagi pendidikan guru banyak berfokus kepada pengetahuan isi kandungan (Shulman 1986). Hanya sejak akhir-akhir ini, pendidikan guru mula memberi tumpuan kepada bidang pedagogi (Magnusson, Borko & Krajcik 1998). Penyelidikan ke atas pedagogi lebih banyak tertumpu kepada penggunaan amalan pedagogi am dalam bilik darjah dan berasingan daripada sebarang mata pelajaran yang berkaitan. Bagaimanapun, terdapat beberapa orang penyelidik yang cuba menghidupkan semula perbincangan berhubung dengan perkaitan antara pengetahuan isi kandungan sesuatu topik, dengan amalan pengajaran bagi seseorang guru (Borko et al. 1992; Borko & Putnam 1996; Magnusson et al. 1998).

Shulman (1986) telah memperkembangkan satu kerangka baru untuk pendidikan guru dengan memperkenalkan konsep pengetahuan pedagogi isi kandungan (PPIK). PPIK yang dicadangkan oleh Shulman (1986) telah dikembangkan dalam projek "*Knowledge Growth in Teaching*" sebagai satu model perspektif yang lebih luas untuk memahami proses pengajaran dan pembelajaran. Projek ini mengkaji bagaimana guru-guru memperoleh kefahaman baru tentang isi kandungan dan bagaimana kefahaman baru ini mempengaruhi amalan pengajaran mereka. Menurut Shulman (1987: 15):

PPIK ialah satu jenis pengetahuan yang unik bagi seseorang guru dan ia berdasarkan kepada cara guru mengaitkan pengetahuan pedagogi (pengetahuan tentang cara mengajar) yang dimiliki kepada pengetahuan isi kandungan (apa yang perlu diajar). Integrasi kedua-dua jenis pengetahuan tersebut menghasilkan pengetahuan pedagogi isi kandungan.

Menurut Shulman (1987) lagi, PPIK adalah salah satu daripada tujuh asas pengetahuan yang perlu dimiliki oleh seseorang pendidik. Tujuh asas pengetahuan tersebut ialah (a) pengetahuan isi kandungan, (b) pengetahuan pedagogi am, (c) pengetahuan kurikulum (d) pengetahuan pedagogi isi kandungan, (e) pengetahuan tentang pelajar dan ciri-ciri pelajar, (f) pengetahuan tentang konteks pendidikan dan (g) pengetahuan tentang matlamat-matlamat pendidikan. Beliau turut berhujah bahawa PPIK ialah pengetahuan yang unik kepada profesion perguruan. Pengetahuan ini membezakan seorang guru daripada seorang pakar bidang. Menurut Shulman (1987), PPIK berkaitan dengan kebolehan seseorang guru untuk mengubah pengetahuan isi kandungan yang dimilikinya kepada bentuk yang sesuai untuk pengajaran serta sesuai dengan kebolehan dan latar belakang pelajar.

Ini menunjukkan bahawa kefahaman dan keupayaan guru bukan sahaja bergantung kepada pengetahuan isi kandungan dan pengetahuan pedagogi tetapi juga bergantung kepada pengetahuan guru berkenaan dengan pedagogi yang berkaitan dengan subjek tertentu untuk pelajar yang khusus. Bagi konteks latihan perguruan pula, ini bermakna program pendidikan guru tidak boleh lagi

menghadkan aktiviti berkaitan pedagogi dan penyeliaan bebas daripada konteks (Lilia 1997). Konteks di sini bermaksud subjek yang diajar atau isi kandungan.

Shulman juga mencadangkan supaya setiap orang guru mempunyai kefahaman tentang isi kandungan mata pelajaran untuk tujuan pengajaran. Seperti yang diperkatakan oleh Bromme (1994), idea utama yang mendasari konsep PPIK ialah guru mengubah suai isi kandungan untuk tujuan pengajaran. Menurut Grossman, Wilson & Shulman (1989), konsep PPIK adalah di mana guru perlu "*psychologize*" sesuatu isi pelajaran untuk pelajar. Dengan kata lain, guru perlu fikirkan bagaimana hendak membina jambatan di antara kefahaman guru tentang isi kandungan dengan kefahaman pelajar berkenaan isi kandungan yang sama. Menurut Feiman-Nemser dan Buchmann (1986) serta Feiman-Nemser dan Remillard (1996), untuk membina jambatan ini, guru perlu memikir secara pedagogikal di mana guru perlu menimbangkan cara mengajar sesuatu mata pelajaran daripada perspektif pelajar, guru sendiri dan isi kandungan subjek tersebut.

Satu lagi ciri penting PPIK ialah PPIK merupakan pengetahuan mengenai bagaimana hendak mengajar topik yang spesifik yang dapat meningkatkan kefahaman konseptual (Grossman 1990; Fernandez-Balboa & Stiehl 1995; De Corte, Greer & Verschaffel 1996). Menurut Shulman (1986), bagi sesuatu topik, PPIK melibatkan (a) analogi, contoh, penerangan dan demonstrasi yang efektif, (b) kefahaman tentang aspek-aspek yang membuatkan pembelajaran topik itu senang atau susah, (c) miskonsepsi pelajar tentang topik dan (d) pengetahuan tentang strategi pengajaran yang efektif.

PENGETAHUAN PEDAGOGI ISI KANDUNGAN GURU MATEMATIK

Lubinski (1990) dalam kajiannya terhadap lima orang guru Matematik mendapati bahawa perancangan dan pelaksanaan proses pengajaran pembelajaran yang dijalankan oleh guru, banyak dipengaruhi oleh kepercayaan dan pengetahuan pedagogi isi kandungan yang dimiliki oleh guru tersebut. Guru-guru yang kepercayaannya selaras dengan pengajaran berasaskan kognitif dan mempunyai pengetahuan pedagogi isi kandungan yang tinggi lebih memberi perhatian kepada penyelesaian masalah dan akan (a) melibatkan pelbagai soalan bercerita, (b) mendengar penerangan daripada pelajar dengan teliti, (c) menggalakkan interaksi dalam kalangan pelajar, (d) menilai tindak balas lisan lebih daripada kerja bertulis, (e) berusaha membuat penerangan yang ringkas dan padat mengikut keperluan pelajar, (f) menyediakan pelbagai bahan konkrit untuk membantu pelajar menyelesaikan masalah, serta (g) kurang bergantung kepada buku teks sebagai panduan utama untuk mengajar.

Berhubung dengan penguasaan kefahaman konsep Matematik, kebanyakan guru memiliki kefahaman instrumental atau prosedural berbanding dengan kefahaman relasional atau konseptual (Macgehee 1990; Francis 1992; Hutchison

1992; Lee 1992; Even 1993). Kedua-dua jenis kefahaman ini adalah sebahagian daripada pengetahuan pedagogi isi kandungan (Carpenter et al. 1988). Kefahaman instrumental atau prosedural 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 (Hiebert 1986; Skemp 1987; Sierpiska 1994).

Kajian oleh Macgehee (1990) mendapati bahawa guru-guru Matematik sekolah menengah memiliki pengetahuan prosedur yang berasaskan kefahaman instrumental. Kebanyakan daripada mereka tidak memiliki kefahaman relasional yang kukuh ketika menerangkan konsep fungsi. Walaupun mereka dapat menunjukkan kebolehan yang tinggi dalam penguasaan kemahiran tajuk tersebut, tetapi masih sukar untuk membuat perkaitan antara elemen-elemen yang terlibat. Analisis terhadap pengetahuan pedagogi isi kandungan menunjukkan bahawa guru-guru tersebut mengamalkan pendekatan prosedural dalam cara penyampaian. Namun begitu, terdapat sebilangan guru yang berjaya mengembangkan pengetahuan konseptual berasaskan kefahaman relasional, setelah melalui kursus dalaman berhubung dengan pengkaedahan mengajar.

Kajian oleh Wallace (1990) pula mendapati bahawa guru-guru Matematik yang berpengalaman telah menunjukkan perkaitan yang amat rapat antara pengetahuan isi kandungan yang dikuasai dengan pengetahuan pedagogi isi kandungan dalam bidang geometri. Pengetahuan pedagogi isi kandungan banyak diperoleh dan dikembangkan melalui aktiviti-aktiviti kursus dalaman dan kursus dalam perkhidmatan serta melalui pembacaan yang luas. Manakala Marks (1990) dalam kajiannya telah membandingkan tahap pengetahuan pedagogi isi kandungan di antara guru yang memiliki pengetahuan Matematik yang tinggi dan berpengalaman dengan guru yang kurang pengetahuan Matematik (bukan opsyen Matematik tetapi mengajar Matematik). Amat jelas didapati bahawa guru berpengalaman dan mempunyai pengetahuan Matematik yang tinggi, memiliki pengetahuan pedagogi isi kandungan yang baik. Selari dengan dapatan Wallace (1990), guru-guru berpengalaman memperoleh dan memperkembangkan pengetahuan pedagogi isi kandungannya melalui pelbagai sumber akademik dan ilmiah.

Selain daripada guru-guru berpengalaman, terdapat juga beberapa kajian yang dijalankan ke atas bakal guru dan guru permulaan (baru) (Hutchison 1992; Lee 1992; Bolte 1994; Ebert 1994; Stump 1996). Stump (1996) telah membandingkan pengetahuan pedagogi isi kandungan bagi konsep lengkung (*curve*) di antara bakal guru (guru pelatih) dengan guru dalam perkhidmatan (guru terlatih). Kedua-dua kumpulan responden didapati mempunyai masalah untuk mengenal pasti parameter-parameter yang terlibat dalam persamaan linear dan menjawab persoalan yang melibatkan kadar pertukaran serta perwakilan trigonometri bagi lengkung. Bagaimanapun, beberapa perbezaan dikenal pasti antara bakal guru dengan guru terlatih. Guru terlatih didapati banyak memberi respons kepada

pelajar, memiliki kefahaman yang lebih baik, dan membuat lebih banyak rujukan untuk mengetahui dan memahami sesuatu tajuk berbanding dengan bakal guru.

OBJEKTIF DAN METODOLOGI KAJIAN

Kajian ini bertujuan untuk menjawab tiga persoalan utama, iaitu (a) apakah konsepsi guru baru dan berpengalaman tentang pecahan?; (b) bagaimanakah cara guru baru dan berpengalaman menyampaikan konsep asas dan operasi pecahan kepada pelajar?; dan (c) pada perspektif guru baru dan berpengalaman, apakah masalah dan kesilapan konsep yang biasa dialami pelajar bagi tajuk pecahan? Ketiga-tiga persoalan tersebut berkait rapat dengan tiga komponen penting PPIK yang perlu dimiliki oleh seseorang guru Matematik khususnya bagi tajuk pecahan.

Kajian kes yang melibatkan lapan orang guru Matematik iaitu empat orang guru baru dan empat orang guru berpengalaman di sekolah rendah di negeri Terengganu. Data diperolehi melalui sesi temu bual, pemerhatian dan pemeriksaan dokumen. Dalam lima sesi temu duga, teknik pemetaan konsep dan grid repertori turut digunakan untuk mencungkil pengetahuan guru berkaitan dengan PPIK bagi tajuk pecahan. Semua data yang diperolehi dari empat orang guru Matematik baru dan empat orang guru Matematik berpengalaman dianalisis satu per satu mengikut kes berdasarkan kepada tema atau kategori yang telah dikenal pasti.

Analisis data melibatkan lima peringkat utama. Peringkat pertama ialah membuat perihalan dan transkripsi. Dalam peringkat ini, semua peta konsep dan grid repertori yang dihasilkan oleh peserta kajian diperihalkan satu per satu dengan memberi penekanan kepada bentuk dan sifat yang ketara serta berkaitan dengan persoalan kajian. Komponen dan subkomponen dalam peta konsep serta konstruk dalam grid repertori dikelaskan untuk membentuk kategori dan subkategori. Manakala temu duga ditranskrikan dalam bentuk bertulis. Transkripsi tersebut meliputi catatan peserta kajian, catatan penemu duga, tingkah laku bukan lisan peserta kajian dan interaksi lisan yang berlaku semasa temu duga dijalankan. Peringkat kedua ialah membuat reduksi, iaitu satu proses menyaring semula transkrip agar kandungan temu duga yang benar-benar bermakna dan berkaitan sahaja diterima.

Peringkat ketiga ialah membentuk kategori yang berdasarkan kepada kaedah induktif, di mana kategori tersebut dibentuk dan dipilih sepanjang dan selepas proses pengumpulan data. Pembentukan atau pembinaan kategori adalah bergantung kepada data yang dikumpulkan. Pembentukan kategori ini juga telah mengambil kira tujuan aktiviti dan persoalan kajian. Peringkat keempat ialah mengenal pasti pola individu melalui tingkah laku peserta kajian yang konsisten dalam konteks yang berbeza. Seterusnya peringkat terakhir ialah mengenal pasti pola kumpulan untuk membolehkan satu gambaran umum dibentuk tentang pengetahuan berpola yang dimiliki oleh guru Matematik baru dan berpengalaman.

Kesahan dan kebolehpercayaan data ditentukan melalui proses triangulasi, *member check* dan *peer examination* dan didapati indeks purata kebolehpercayaan berada pada tahap tinggi ($K = 0.82$).

DAPATAN KAJIAN & PERBINCANGAN

PEMAHAMAN GURU TENTANG KONSEP ASAS PECAHAN

Kajian mendapati penggunaan ayat yang berbeza oleh guru baru dan lama. Guru baru menganggap pecahan sebagai “sebahagian daripada keseluruhan”. Sementara guru berpengalaman pula menganggap pecahan sebagai “sebahagian daripada sekumpulan benda”. Walau bagaimanapun semua peserta kajian mengkategorikan pecahan mengikut jenis, iaitu pecahan wajar, pecahan tak wajar dan nombor bercampur. Mereka mendefinisikan jenis pecahan tersebut berdasarkan nilai penyebut dan pengangka. Semua peserta kajian juga menganggap bahawa pecahan $\frac{a}{b} = a \div b$ berdasarkan hasil bahagi yang menghasilkan nilai perpuluhan yang sama. Bagaimanapun, tiada interpretasi lain diberikan kepada konsep pecahan. Dapatan ini selari dengan apa yang diperolehi oleh Lehrer dan Franke (1992) dalam kajian mereka terhadap dua orang guru Matematik baru dan berpengalaman. Kedua-dua orang guru tersebut melihat pecahan sebagai (a) sebahagian daripada keseluruhan (*fraction as part of a whole*), (b) hasil bahagi ($\frac{8}{8} = 1$) dan (c) ungkapan yang mempunyai dua nombor, disebut pengangka dan penyebut. Pemahaman terhadap konsep pecahan yang terhad ini mungkin berpunca daripada amalan pengajaran yang terlalu menekankan penguasaan kemahiran, tanpa kefahaman konsep yang sebenar. Jika melalui pendekatan pengajaran secara konseptual, para guru akan menghurai dan menjelaskan sesuatu konsep dengan melibatkan pelbagai interpretasi yang berkaitan.

PEMAHAMAN GURU TENTANG KONSEP ASAS OPERASI PECAHAN

Bagi guru Matematik baru, hanya dua daripada empat orang peserta kajian mempunyai kefahaman prarelasional berhubung dengan konsep penambahan dan penolakan pecahan yang sama penyebut. Kefahaman prarelasional dianggap berada antara kefahaman instrumental dan kefahaman relasional. Mereka telah memberi justifikasi kepada petua yang digunakan dengan melakarkan rajah untuk mewakilinya. Dua orang lagi guru baru didapati mempunyai kefahaman instrumental, di mana mereka tidak dapat memberi justifikasi dan menganggap langkah “menambah pengangka dengan pengangka dan menyamakan penyebut” dan “menolak pengangka dengan pengangka dan menyamakan penyebut” sebagai petua atau kaedah yang perlu diketahui. Keadaan ini mungkin disebabkan oleh amalan pengajaran yang berasaskan kaedah hafalan dan latih tubi. Pelajar

biasanya diminta untuk menghafal petua tersebut dan dilatih menggunakannya dalam siri latih tubi. Dapatan ini menyokong dapat kajian Ball (1988), iaitu guru-guru baru lebih banyak bergantung kepada rumus dan petua yang dihafal tanpa memahami konsep di sebaliknya. Tidak hairanlah jika kajian oleh NCATE (2001) selepas itu mendapati bahawa, kebanyakan guru Matematik baru masih menganggap Matematik sebagai himpunan peraturan atau rumus. Manakala bagi guru Matematik berpengalaman, kesemua daripada mereka mempunyai kefahaman prarelasional berhubung dengan konsep penambahan dan penolakan pecahan yang sama penyebut, di mana mereka telah menyatakan alasan dan tidak hanya bergantung kepada “petua” semata-mata.

Bagi konsep penambahan dan penolakan pecahan yang tidak sama penyebut, kebanyakan daripada guru berpengalaman menggunakan petua, iaitu “menambah atau menolak pengangka dengan pengangka dan menyamakan penyebut”. Mereka tidak dapat mengemukakan penjelasan yang konkrit untuk memberi justifikasi kepada petua yang digunakan, dan hanya melakar gambar rajah yang agak abstrak. Konsepsi guru Matematik berpengalaman berhubung dengan penambahan dan penolakan pecahan yang tidak sama penyebut dalam kajian ini, didapati tidak jauh berbeza dengan dapatan yang diperolehi oleh Omar (1994) dan Tirosh et al. (2000). Dalam kajian Omar (1994) terhadap guru-guru Matematik berpengalaman dari Kelantan didapati bahawa, lapan daripada 17 orang peserta kajian tidak dapat memberi penerangan yang bermakna bagi ungkapan $\frac{2}{3} + \frac{1}{6}$. Mereka menyelesaikan masalah tersebut dengan menggunakan petua penambahan pecahan tanpa dapat memberi sebarang justifikasi. Begitu juga dengan dapatan kajian Tirosh et al. (2001), di mana sebahagian besar daripada 14 orang guru Matematik baru tidak dapat menerangkan kenapa penambahan pecahan tidak boleh dilakukan dengan cara “ $\frac{\text{Pengangka} + \text{Pengangka}}{\text{Penyebut} + \text{Penyebut}}$ ”. Mereka mengatakan:

Soalan tersebut tidak sepatutnya ditanya. Penambahan berbeza dengan operasi lain. Terdapat beberapa petua dalam Matematik yang sering digunakan mengikut kesesuaiannya. Walaupun petua-petua ini nampak pelik, tapi kita perlu menggunakannya ... Kita perlu menerima dan menggunakan petua-petua ini seperti mana sedia ada, dan tidak perlu bimbang tentangnya (Tirosh 2000).

Berhubung dengan konsep pendaraban pecahan, didapati hanya seorang daripada guru baru yang telah memberi justifikasi dan tidak hanya bergantung kepada petua semata-mata. Bagi pendaraban nombor bulat dengan pecahan, beliau menggunakan konsep penambahan berulang-ulang, iaitu

. Manakala bagi pendaraban pecahan dengan nombor bulat, beliau menggunakan konsep “daripada”, iaitu $\frac{1}{2} \times 8 = (\frac{1}{2} \text{ daripada } 8) = 8 \div 2$.

Manakala tiga orang guru baru yang lain menggunakan “kaedah pemansuhan” dan “kaedah darab dan bahagi”, tanpa dapat menerangkan proses yang berlaku di sebaliknya. Konsep pendaraban pecahan berkait rapat dengan konsep pendaraban nombor bulat. Jika seseorang tidak memahami konsep pendaraban nombor bulat, sukar baginya untuk menghuraikan konsep pendaraban pecahan. Konsep pendaraban nombor bulat, seperti “konsep penambahan berulang-ulang” dan “konsep daripada” amat sesuai digunakan untuk memberi makna kepada pendaraban pecahan.

Kebanyakan guru baru menggunakan “kaedah darab dan bahagi” jika nombor bulat tidak boleh dibahagi dengan penyebut (Contohnya, $4 \times \frac{2}{5} = \frac{4 \times 2}{5}$). Namun begitu, mereka tidak dapat menjelaskan kenapa $4 \times \frac{2}{5}$ tidak sama dengan $\frac{4 \times 2}{4 \times 5}$. Sedangkan, persoalan tersebut boleh ditunjukkan secara induktif dengan memerhatikan beberapa contoh jawapan yang diperoleh melalui konsep penambahan berulang-ulang, sepertimana berikut:

$$3 \times \frac{1}{4} = \frac{1}{4} + \frac{1}{4} + \frac{1}{4} = \frac{3}{4} \qquad 4 \times \frac{2}{3} = \frac{2}{3} + \frac{2}{3} + \frac{2}{3} + \frac{2}{3} = \frac{8}{3}$$

$$5 \times \frac{3}{4} = \frac{3}{4} + \frac{3}{4} + \frac{3}{4} + \frac{3}{4} + \frac{3}{4} = \frac{15}{4}$$

$$2 \times \frac{1}{3} = \frac{1}{3} + \frac{1}{3} = \frac{2}{3} \qquad \text{Didapati bahawa: } c \times \frac{a}{b} = \frac{c \times a}{b}$$

$$\text{Oleh itu, Nombor bulat} \times \frac{\text{Pengangka}}{\text{Penyebut}} = \frac{\text{Nombor bulat} \times \text{Pengangka}}{\text{Penyebut}}$$

Bagi guru-guru berpengalaman, kesemua daripada mereka didapati mempunyai kefahaman relasional berhubung dengan konsep pendaraban pecahan. Ini berdasarkan kepada justifikasi yang diberikan kepada langkah-langkah yang digunakan. Bagi pendaraban nombor bulat dengan pecahan, masing-masing menggunakan konsep penambahan berulang-ulang, iaitu $3 \times \frac{2}{3} = \frac{2}{3} + \frac{2}{3} + \frac{2}{3}$. Manakala bagi pendaraban pecahan dengan nombor bulat, mereka menggunakan konsep “daripada”, iaitu $\frac{1}{2} \times 8 = \frac{1}{2}$ daripada $8 = 8 \div 2$. Mereka juga telah menggambarkan kedua-dua konsep tersebut dengan bantuan gambar rajah yang sesuai. Rajah yang dikemukakan oleh guru berpengalaman didapati bertepatan dengan konsep pendaraban pecahan sepertimana yang dihuraikan dalam kurikulum Matematik KBSR (Pusat Perkembangan Kurikulum 1998) dan beberapa buah buku lain (Sgroi & Sgroi 1993; Bahagian Pendidikan Guru 1999).

CARA GURU MENYAMPAIKAN KONSEP ASAS PECAHAN

Berhubung dengan penyampaian konsep asas pecahan dalam kalangan guru baru, terdapat dua cara bagaimana pecahan mula diperkenalkan, iaitu (a) menulis dahulu pecahan di papan hitam dan ditunjukkan gambar rajah, dan (b) menunjukkan gambar rajah dan menamakan pecahannya. Langkah seterusnya, tata tanda pecahan serta istilah “pengangka” dan “penyebut” diperkenalkan. Pelajar tidak dibimbing secara konseptual untuk mengenali dan memahami pecahan sebagai “sebahagian daripada keseluruhan”.

Keadaan yang sama ditunjukkan oleh guru-guru Matematik berpengalaman, di mana kebanyakan daripada mereka memperkenalkan konsep asas pecahan dengan cara menunjukkan gambar rajah kepada pelajar dan seterusnya diberikan istilah-istilah yang berkaitan. Mereka mempelbagaikan gambar rajah dan kadangkala hanya menulis pecahan tertentu di papan hitam. Namun demikian, terdapat juga seorang daripada guru Matematik berpengalaman yang menjalankan aktiviti konkrit dan berpusatkan pelajar untuk memperkenalkan konsep asas pecahan. Beliau menyediakan aktiviti melipat kertas untuk menghasilkan beberapa bahagian yang sama besar dan kemudian pelajar melorek beberapa bahagian tertentu. Nama pecahan diperkenalkan berdasarkan bahagian berlerek dan jumlah bahagian keseluruhan.

Berhubung dengan konsep perbandingan pecahan, semua guru Matematik berpengalaman dan sebahagian daripada guru Matematik baru telah menyampaikan konsep tersebut secara konseptual dengan aktiviti konkrit. Pelajar diminta melipat atau membahagikan helaian kertas kepada bilangan bahagian tertentu, kemudian melorek kawasan berkenaan dan seterusnya membuat perbandingan. Semua helaian kertas yang digunakan adalah sama dari segi bentuk dan saiz. Kaedah tersebut dapat memberi peluang kepada pelajar untuk memahami konsep perbandingan pecahan dengan baik (Bahagian Pendidikan Guru 1999) berbanding dengan cara yang digunakan oleh dua orang guru baru yang lain. Kedua-dua orang guru tersebut menggunakan kaedah bahagi, di mana pelajar diminta membahagikan pengangka dengan penyebut bagi semua pecahan yang diberi dan kemudian membandingkan hasil bahagi untuk menentukan susunan yang betul. Guru ini mungkin tidak mengetahui cara lain yang sesuai dan terikat atau biasa dengan kaedah logikal seperti itu.

CARA GURU MENYAMPAIKAN KONSEP OPERASI PECAHAN

Berhubung dengan konsep penambahan dan penolakan pecahan, keempat-empat orang guru Matematik baru menyampaikannya secara prosedural. Mereka menggunakan petua, seperti “tambah pengangka dengan pengangka dan samakan penyebut”, untuk melatih pelajar menyelesaikan masalah penambahan pecahan. Bagi dua pecahan yang tidak sama penyebut, maka proses menyamakan penyebut dilakukan terlebih dahulu. Pelajar diminta menghafal petua tersebut

tanpa memahaminya. Pelajar juga diminta membezakan antara nombor bulat dengan pecahan. Petua tersebut, yang juga dipanggil “kaedah penambahan” biasanya diperkenalkan di awal pengajaran dengan beberapa contoh mudah sebelum menyelesaikan bentuk soalan yang lebih sukar. Cara penyampaian guru-guru baru didapati selari dengan jenis kefahaman yang mereka miliki berkaitan dengan konsep operasi pecahan. Kebanyakan daripada guru baru mempunyai kefahaman instrumental berhubung dengan konsep penambahan dan penolakan pecahan. Mereka dapat menyelesaikan sesuatu masalah, tetapi tidak dapat memberi justifikasi kepada setiap langkah yang digunakan dalam penyelesaian tersebut (*knowing how without reason*).

Kajian ini mendapati bahawa, kebanyakan daripada guru Matematik berpengalaman menggunakan pendekatan secara konseptual bagi menyampaikan konsep penambahan dan penolakan pecahan kepada pelajar. Mereka menggunakan aktiviti konkrit yang berpusatkan pelajar bersama alat bantu seperti kertas dan papan pecahan. Penggunaan kertas, kad jalur dan papan pecahan didapati berkesan untuk menyampaikan konsep asas dan operasi pecahan kepada pelajar (Bezuk & Cramer 1989). Berhubung dengan cara membimbing pelajar menyelesaikan masalah pendaraban pecahan, didapati guru-guru baru dan sebahagian daripada guru berpengalaman telah mengemukakan langkah-langkah penyelesaian yang agak kompleks dan abstrak bagi pelajar-pelajar sekolah rendah. Contohnya:

Soalan: $\frac{2}{3}$ daripada satu nombor ialah 108. Berapakah nombor itu?

Penyelesaian: $\frac{2}{3} \times X = 108$, di mana X ialah nombor itu

$$2X = 1083 = 324$$

$$X = 3242 = 162$$

Dapatan kajian ini menunjukkan bahawa, guru-guru Matematik baru dan berpengalaman membimbing pelajar menyelesaikan masalah bercerita dengan cara mengenal pasti perkataan atau frasa yang boleh dipadankan dengan operasi, algoritma atau simbol tertentu. Penyelesaian masalah bercerita bukan setakat mencari jawapan akhir, tetapi membabitkan kefahaman dan penguasaan strategi yang lebih kompleks, seperti memahami maksud soalan, menghubungkan maklumat dengan operasi, menjalankan operasi yang telah dikenal pasti dan mendapatkan penyelesaian yang dikehendaki (Lewis & Mayer 1987). Walau bagaimanapun, kebanyakan pelajar cenderung menyelesaikan masalah Matematik dengan menggunakan teknik menghafal prosedur dan operasi Matematik, menggunakan angka-angka dan istilah yang menjadi kata kunci (Jemaah Nazir Sekolah Persekutuan 1996). Tidak dinafikan bahawa, teknik menghafal prosedur dan operasi dapat menghasilkan penyelesaian yang betul, tetapi pelajar tidak harus dikongkong oleh satu teknik penyelesaian sahaja.

KESILAPAN KONSEP YANG BIASA DIALAMI PELAJAR BAGI
TAJUK PECAHAN

Guru Matematik baru dan berpengalaman dapat mengenal pasti beberapa bentuk dan punca kesilapan yang dilakukan pelajar berkaitan konsep asas pecahan. Berhubung dengan kesilapan pelajar dalam perbandingan pecahan, guru-guru tersebut menyatakan bahawa pelajar yang terlibat telah membuat perbandingan antara dua rajah yang tidak sama saiz. Kesilapan konsep seperti ini berpunca daripada konsep pecahan setara yang tidak difahami atau dikuasai sepenuhnya oleh pelajar. Manakala dalam masalah penyusunan pecahan, mereka mendapati pelajar-pelajar tidak dapat membezakan antara nombor bulat dengan nombor pecahan. Akibatnya, terdapat pelajar yang menyusun pecahan secara menaik, sama ada berdasarkan nilai pengangka ataupun nilai penyebut. Masalah ini biasanya berlaku di peringkat awal pembelajaran tajuk pecahan. Guru-guru baru dan berpengalaman juga menyebut bahawa, kemungkinan pelajar berkenaan langsung tidak mengetahui tentang pecahan atau belum mempelajarinya.

Kajian ini juga mendapati bahawa, guru-guru Matematik dapat mengenal pasti cara penyelesaian yang akan digunakan oleh pelajar untuk menyelesaikan masalah. Dapatan ini selari dengan kesimpulan yang telah dibuat oleh Carpenter, Fennema, Peterson & Carey (1988) dalam kajiannya yang bertujuan untuk menentukan hubungan antara PPIK guru dengan pengetahuan dan pencapaian pelajar. Beliau menyimpulkan bahawa (a) guru-guru Matematik dapat membezakan bentuk soalan atau masalah yang berkaitan dengan operasi penambahan dan penolakan, (b) kebanyakan guru dapat mengenal pasti strategi penyelesaian yang digunakan oleh pelajar, (c) kebanyakan guru mempunyai pengetahuan untuk meramal kebolehan pelajar serta strategi yang akan digunakan dan (d) kebolehan guru meramal kejayaan pelajar menyelesaikan masalah mempunyai korelasi dengan ukuran kejayaan pelajar. Bagaimanapun, kebolehan meramal strategi yang digunakan pelajar tidak berkorelasi dengan ukuran kejayaan pelajar.

PPIK DAN GAYA PENGAJARAN GURU MATEMATIK BARU DAN
GURU BERPENGALAMAN

Kesimpulan awal dapat dibuat bahawa, gaya dan amalan pengajaran seseorang guru tidak semestinya selaras dengan pengetahuan dan kefahaman yang dimiliki bagi sesuatu tajuk. Guru yang memiliki kefahaman relasional bagi konsep asas dan operasi pecahan didapati menyampaikannya kepada pelajar secara prosedural dengan aktiviti berpusatkan guru. Walau bagaimanapun, tidak terdapat guru yang memiliki kefahaman instrumental membuat penyampaian secara konseptual dengan aktiviti konkrit yang berpusatkan pelajar.

Dapatan tersebut di atas, seolah-olah mengulangi dapatan yang telah diperoleh oleh beberapa pengkaji lain sebelum ini berhubung dengan amalan dan gaya pengajaran guru. Jemaah Nazir Sekolah Persekutuan (1996) misalnya, mendapati bahawa kebanyakan guru (70%) mempunyai pengetahuan, kefahaman

dan kemahiran yang baik dalam isi kandungan pelajaran termasuk pelbagai kaedah atau teknik pengajaran, tetapi dari segi gaya pengajaran, masih berpusatkan guru. Guru lebih berperanan sebagai penyampai maklumat atau penunjuk cara dengan pelajar berperanan sebagai penerima pengetahuan dan pemerhati. Pelaksanaan teras KBSM berlaku secara kebetulan sahaja. Tidak hairanlah, pelajar masih menganggap pecahan sebagai salah satu daripada tajuk yang paling susah dan memberitahu bahawa, pengajaran guru sukar difahami kerana terlalu abstrak.

PERANAN PENGALAMAN DALAM PROSES PENGEMBANGAN PPIK

Kajian ini mendapati bahawa kebanyakan guru Matematik baru dan berpengalaman mempunyai pengetahuan yang agak terhad, khususnya berhubung dengan kefahaman konsep pecahan. Kefahaman berbentuk instrumental telah dijelmakan dalam proses pengajaran secara prosedural dengan aktiviti yang berpusatkan guru. Pendekatan seperti ini menyebabkan pelajar tidak dapat melihat konsep pecahan secara menyeluruh dan bermakna. Akibatnya, pelajar tidak berpeluang membina kefahaman relasional, sebaliknya mengenali pecahan melalui hafalan fakta, petua dan prosedur. Guru-guru tersebut seolah-olah tidak menyedari kekurangan yang dialami, walaupun telah berpengalaman mengajar selama berbelas tahun serta mengajar topik yang sama beberapa kali.

Huraian di atas menunjukkan bahawa pengalaman mengajar seseorang guru tidak menjamin pengembangan dan kemantapan PPIK. Kajian oleh Marks (1991) pernah mendapati bahawa, terdapat guru Matematik yang walaupun berpengalaman mengajar selama 30 tahun, tetapi masih mempunyai tahap PPIK yang lemah. Oleh sebab itu, Grossman et al. (1989) pernah mengatakan bahawa, pembelajaran melalui pengalaman semata-mata tanpa latihan khusus tidak berupaya untuk mengembangkan PPIK seseorang guru. Tiga orang guru berpengalaman dalam kajian beliau mempunyai pengetahuan yang baik tentang masalah dan kesukaran yang dihadapi oleh pelajar, tetapi tidak mampu merancang aktiviti pengajaran yang sesuai untuk mengatasi masalah pelajar tersebut. Keadaan yang sama dihadapi oleh guru-guru Matematik berpengalaman dalam kajian ini.

PENGARUH PPIK AM TERHADAP PERKEMBANGAN PPIK KHUSUS

Dapatan kajian ini mendapati bahawa PPIK am tidak banyak mempengaruhi pembentukan dan perkembangan PPIK khusus. Guru-guru yang mengetahui sifat Matematik dan strategi am pengajaran Matematik masih tidak berupaya untuk memperkembangkan kefahaman relasional dan merancang aktiviti pengajaran secara bermakna. Ini menunjukkan bahawa, pemahaman sepenuhnya konsep yang terlibat serta penguasaan strategi pengajaran topik khusus amat diperlukan untuk mengembangkan PPIK seseorang guru Matematik. Salleh (2003) pernah menyebut bahawa, sebahagian guru bertindak sebagai ahli profesional

yang “*conformist*”, iaitu lebih mudah berperanan sebagai penerus tradisi daripada bersifat kreatif atau inovatif.

Dapatan kajian ini juga menunjukkan bahawa, kurikulum pendidikan Matematik dan program latihan perguruan lebih tertumpu kepada pengetahuan isi kandungan dan pedagogi am, berbanding dengan pembinaan PPIK secara khusus. Malah, kajian oleh kumpulan pengkaji dari Universiti Perguruan Sultan Idris (Nagendralingan, Noor Shah dan Rajendran 2002) yang memeriksa kurikulum pendidikan guru di universiti tersebut telah merumuskan bahawa, (a) 14 daripada 18 kursus major Matematik memberi penekanan kepada pengetahuan isi kandungan, (b) tiga daripada 18 kursus memberi penekanan kepada ilmu pedagogi umum, (c) dua daripada 18 kursus memberi penekanan kepada ilmu konteks, dan (d) kesemua kursus major Matematik tidak memberi tumpuan dan penekanan kepada PPIK. Kurikulum program pendidikan Matematik hanya memberi tumpuan kepada pemerolehan pengetahuan dan kemahiran guru pelatih, dan tidak mendidik mereka untuk mengajar Matematik di sekolah. Pengetahuan isi kandungan dan pedagogi diajar secara berasingan. Sedangkan, isu-isu yang berkaitan dengan pengajaran di bilik darjah sebenarnya berlaku secara bersepadu. Hal sedemikian juga pernah dikemukakan oleh Lilia (1997) dalam kajiannya yang berkaitan dengan program latihan guru sains di universiti.

RINGKASAN DAPATAN KAJIAN

Berdasarkan kepada analisis dapatan kajian maka dapat diringkaskan hasil kajian berhubung pengetahuan pedagogi isi kandungan bagi tajuk pecahan dalam kalangan guru Matematik sekolah rendah yang baru dan berpengalaman:

- a. Kebanyakan guru-guru Matematik yang baru, menyampaikan konsep asas dan operasi pecahan berdasarkan kepada kefahaman instrumental yang dimiliki. Langkah-langkah pengajaran dilakukan secara prosedural dan berpusatkan guru dengan menggunakan simbol dan istilah yang abstrak. Sedangkan PPIK sebenarnya melibatkan pengetahuan mengenai bagaimana hendak mengajar sesuatu topik spesifik, seperti pecahan, yang dapat menggalak kefahaman konseptual dalam kalangan pelajar (Grossman 1990; Fernandez-Balboa & Stiehl 1995; De Corte, Greer & Verschaffel 1996). Menurut Shulman (1986), guru yang memiliki PPIK yang baik akan menyampaikan isi pelajarannya dengan menggunakan analogi, contoh, penerangan dan demonstrasi yang efektif, di samping mengambil kira kesukaran dan kesilapan konsep yang dialami pelajar berkaitan dengan isi pelajaran tersebut.
- b. Berdasarkan langkah-langkah penyampaian yang diberikan serta dari pemerhatian di bilik darjah, didapati bahawa para pelajar lebih banyak didedahkan dengan “petua” atau “rumus” yang perlu dihafal dan digunakan dalam proses pengiraan. Contohnya, petua “tambah pengangka dengan

pengangka dan samakan penyebut” digunakan dengan ketara sekali semasa menyampaikan konsep penambahan pecahan. Pelajar dikehendaki menghafal “petua” tersebut dan dilatih menggunakannya dengan beberapa siri latihan tubi. Pelajar tidak ditunjukkan atau dibimbing untuk menerbitkan rumus atau petua tersebut. Suasana di atas seolah-olah membenarkan pendapat Meissner (1983) yang mengatakan bahawa, kefahaman instrumental adalah berkait dengan aktiviti sintetik seperti menghafal sesuatu hukum Matematik dan menggunakannya dalam urutan tertentu.

- c. Aktiviti pengajaran bermula dan berakhir dengan himpunan pelbagai simbol dan istilah Matematik yang abstrak di samping beberapa petua dan peraturan yang perlu dihafal. Pendekatan sebegini tidak memberi sebarang makna kepada proses pembelajaran pelajar (Peterson 1988; Nik Azis 1992; Amin 1993). Sebaliknya, amalan tersebut boleh mengakibatkan kesilapan konsep dalam kalangan pelajar. Tidak hairanlah dalam kajian ini, semua peserta kajian daripada guru baru dan berpengalaman telah mengenal pasti beberapa bentuk kesilapan konsep yang dialami oleh para pelajar mereka. Paling ketara adalah yang berhubung dengan konsep penambahan dan penolakan pecahan,

contohnya $\frac{2}{6} + \frac{1}{6} = \frac{2+1}{6+6}$ dan $\frac{2}{3} - \frac{1}{6} = \frac{2-1}{6-3} = \frac{1}{3}$. Kajian yang telah dijalankan

oleh beberapa orang sarjana pendidikan Matematik, antaranya Ashlock (1976), Hart (1981), Rees dan Barr (1984) telah menunjukkan bahawa pelajar sentiasa mengalami “salah pemahaman” yang bersifat konseptual.

- d. Gaya dan amalan pengajaran guru-guru baru dan berpengalaman berkait rapat dengan pengetahuan dan kefahaman yang mereka miliki berhubung dengan sesuatu konsep atau tajuk. Hakikat ini turut ditunjukkan oleh Francis (1992) dan Ferrell (1995) dalam kajiannya, yang telah menunjukkan bahawa, pengetahuan isi kandungan mata pelajaran guru akan mempengaruhi cara guru merancang dan mengajar mata pelajaran tersebut. Dengan erti kata lain, tindak tanduk dan sikap guru dalam proses pengajaran pembelajaran di bilik darjah adalah dipengaruhi oleh proses pemikiran guru, termasuk pengetahuan isi kandungan mata pelajarannya. Malah, dapatan kajian Macgehee (1990) juga menunjukkan bahawa guru-guru Matematik yang memiliki kefahaman instrumental lebih cenderung kepada pendekatan secara prosedural dalam pengajaran mereka.
- e. Kebanyakan daripada guru Matematik berpengalaman memiliki kefahaman prarelasional berhubung dengan konsep asas dan operasi pecahan. Jenis kefahaman ini telah dijelmakan dalam langkah-langkah pengajaran melalui pendekatan secara konseptual. Kefahaman konsep ditekankan sebelum penguasaan sesuatu kemahiran dengan melibatkan bahan konkrit seperti papan pecahan di samping gambaran secara piktorial. Kajian oleh Wallace (1990) juga mendapati bahawa, guru-guru Matematik yang berpengalaman telah menunjukkan perkaitan yang amat rapat antara pengetahuan isi

kandungan yang dikuasai dengan pengetahuan pedagogi isi kandungan. Pengetahuan pedagogi isi kandungan banyak diperoleh dan dikembangkan melalui aktiviti-aktiviti kursus dalaman dan kursus dalam perkhidmatan selain daripada pengalaman mengajar itu sendiri. Keempat-empat orang guru Matematik berpengalaman dalam kajian ini juga telah terlibat dengan beberapa kursus dalam pendidikan Matematik, sama ada yang dianjurkan oleh pihak Jabatan Pendidikan Negeri ataupun Kementerian Pendidikan Malaysia. Pengetahuan dan pengalaman yang diperoleh daripada kursus-kursus tersebut barangkali telah dapat mengembangkan PPIK mereka.

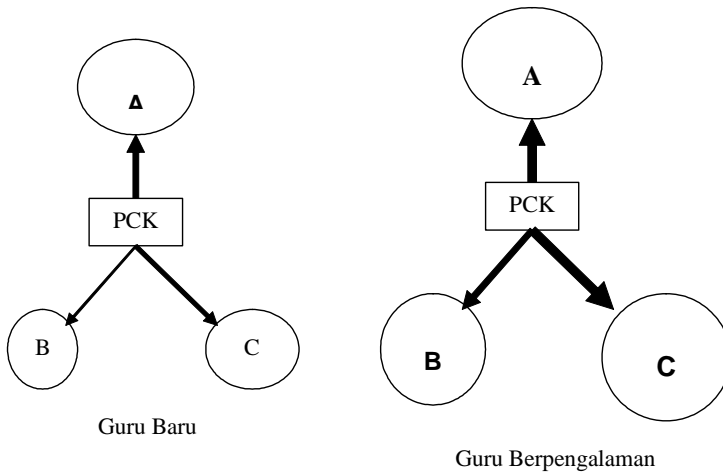
- f. Masih terdapat dalam kalangan guru berpengalaman yang memiliki kefahaman instrumental berhubung dengan konsep pecahan dan sekali gus mengemukakan langkah-langkah penyampaian secara prosedural dengan menggunakan simbol dan istilah yang abstrak. Beberapa kajian sebelum ini yang melibatkan guru-guru berpengalaman (Zheng 1992; Clermont 1994; Fuller 1996; Roulet 1998; Wang et al. 1999) juga menunjukkan bahawa, masih terdapat guru-guru tersebut yang mengajar sesuatu tajuk dengan kefahaman konsep yang tidak mencukupi dan tidak mampu untuk mewujudkan suasana pembelajaran yang bermakna dan mencabar.
- g. PPIK yang dimiliki oleh guru Matematik berpengalaman tidak sepadan dengan pengalaman mengajar yang mereka lalui. Walaupun berpengalaman mengajar melebihi sepuluh tahun, tetapi dari segi pengetahuan dan kefahaman konsep yang dimiliki, masih tidak menyeluruh dan lebih cenderung kepada kefahaman instrumental. Terdapat penerangan dan interpretasi yang diberikan masih berbentuk simbolik, terutama yang berhubung dengan konsep penambahan dan penolakan pecahan tidak sama penyebut. Lantaran itu, langkah-langkah pengajaran yang dikemukakan, walaupun secara konseptual, tetapi masih tidak berpusatkan pelajar sepenuhnya. Cara sebegini tentunya tidak mampu untuk mengembangkan potensi dan minat pelajar secara menyeluruh. Pendekatan yang digunakan juga didapati sama untuk semua tahap pelajar mereka. Sedangkan, guru yang menguasai PPIK sepatutnya berupaya mengolah isi pelajaran dan merancang pendekatan yang terbaik berdasarkan latar belakang pelajarinya (Shulman 1987). Malah Berliner (1986) menyatakan bahawa, guru yang telah mengajar melebihi lima tahun sepatutnya mempunyai pengetahuan dan kemahiran yang mencukupi serta berkebolehan untuk mengesan maklumat yang wujud dalam semua situasi dan mampu membuat ramalan tentang sesuatu kejadian dengan tepat.
- h. Guru-guru baru dan berpengalaman biasanya mengulangi sesi pengajaran sehingga beberapa kali, sekiranya terdapat kumpulan pelajar yang masih tidak faham. Bagaimanapun, sesi pengajaran tambahan ini lebih berbentuk bimbingan menyelesaikan soalan latihan dengan menjadikan “petua” sebagai alat utama. Pelajar dianggap telah faham dan menguasai sesuatu topik apabila mereka dapat menyelesaikan beberapa latihan yang disediakan oleh guru. Namun begitu, terdapat pelajar lemah yang terpaksa mempelajari konsep

dan kemahiran yang lebih tinggi, walaupun isi pelajaran terdahulu belum dikuasai atau difahami sepenuhnya. Keadaan ini menjadi punca utama kepada masalah dan kesukaran pelajar dalam pembelajaran Matematik, kerana konsep dan kemahiran dalam Matematik bersifat hierarki (Shahrir 1994).

- i. Setelah melalui beberapa aktiviti temu bual, pemeriksaan dokumen dan pemerhatian di bilik darjah, pengkaji tidak dapat mengesan ciri-ciri pembelajaran bestari, seperti kadar sendiri, akses sendiri dan terarah sendiri. Langkah-langkah pengajaran yang dikemukakan oleh guru-guru Matematik baru dan berpengalaman tidak banyak melibatkan pengintegrasian dengan beberapa kemahiran generik, seperti kemahiran berfikir secara kreatif dan kritis (KBKK), kemahiran fasilitator, kemahiran teknologi maklumat, dan kemahiran belajar. Semua kemahiran ini penting, khususnya untuk mewujudkan suasana pembelajaran berfikir yang dapat meningkatkan daya fikir, kreativiti dan kematangan pelajar (MPKTBR 1999). Pendidikan bestari menegaskan bahawa, semua pelajar mampu belajar asalkan mereka diberi peluang yang mencukupi dengan pendekatan yang sesuai (Tengku Zawawi 2000).
- j. Ketiga-tiga komponen PPIK yang dimiliki oleh guru-guru Matematik baru dan berpengalaman didapati tidak berkembang secara seimbang. Guru-guru tersebut dapat mengenal pasti kelemahan dan kesilapan konsep yang biasa dialami oleh pelajar mereka berhubung dengan tajuk pecahan, tetapi masih mengemukakan langkah-langkah penyampaian secara prosedural yang berpusatkan guru, berasaskan kepada kefahaman instrumental yang dimiliki. Gaya pengajaran berorientasikan guru adalah refleks kepada kefahaman instrumental, di mana Matematik dilihat sebagai satu himpunan fakta dan peraturan (Skemp 1978).

Secara ringkasnya, perbezaan PPIK antara guru Matematik baru dan berpengalaman dalam kajian ini boleh digambarkan sepertimana dalam Rajah 1. Gambaran ini dibuat berdasarkan kepada model yang dikemukakan oleh Magnusson et al. (1998). Model ini tidak bermaksud untuk menilai atau menunjukkan perbezaan tahap pengetahuan antara dua kumpulan peserta kajian, yang tentu sekali tidak sesuai dengan metodologi kajian yang menggunakan pendekatan kualitatif. Bulatan yang lebih besar dan garisan yang lebih tebal melambangkan penguasaan “pengetahuan” yang dimiliki, sama ada pengetahuan isi kandungan, pedagogi ataupun pengetahuan tentang pelajar. “Pengetahuan” di sini tentunya merujuk kepada kefahaman relasional bagi konsep asas pecahan dan operasinya dan kemampuan membuat penyampaian secara konseptual serta huraian tentang masalah dan kesukaran pelajar.

Proses pengembangan PPIK seharusnya bermula di peringkat awal program latihan perguruan. Kekurangan dan kelemahan dalam sistem pendidikan guru akan menyebabkan guru-guru baru tidak mempunyai persediaan yang sewajarnya untuk memulakan tugas sebagai seorang pendidik. Penyiasatan terhadap PPIK



Petunjuk:

A – Pengetahuan isi kandungan

B – Penyampaian isi kandungan

C – Pengetahuan tentang pelajar

RAJAH 1. Perbezaan model PPIK antara guru Matematik baru dan berpengalaman

dalam kalangan beberapa orang guru Matematik baru dan berpengalaman dalam kajian ini menunjukkan bahawa, perlunya satu program sokongan dan pemantauan berterusan diberikan kepada guru-guru yang baru keluar dari pusat-pusat latihan perguruan, sama ada dari universiti ataupun maktab-maktab perguruan. Di samping itu, sukatan dan pengelolaan program pendidikan Matematik perlu dimurnikan supaya benar-benar dapat mengembangkan PPIK guru pelatih. Beberapa cadangan praktikal yang berkaitan dengan struktur dan pengisian latihan perguruan dikemukakan, antaranya melibatkan: (a) integrasi bidang pengkaedahan dan latihan mengajar, (b) pengajaran mikro, (c) kursus dalam perkhidmatan, (d) sukatan dan pengelolaan kursus pendidikan Matematik, dan (e) program induksi guru baru.

KESIMPULAN

Pendidik Matematik bertanggungjawab untuk memastikan para pelajar memahami sepenuhnya isi kandungan supaya mereka mampu menyelesaikan masalah yang berkaitan, di samping mengelak daripada berlakunya kesilapan konsep. Untuk tujuan ini, aktiviti pengajaran haruslah dijalankan secara bermakna dengan memberi perhatian kepada gaya, masalah dan keperluan pelajar. Matematik akan dihayati sebagai satu subjek yang mudah dan menyeronokkan jika pelajar diberi

peluang terlibat secara aktif dalam aktiviti yang membina kefahaman, sikap dan kreativiti mereka. Kebijaksanaan dan kecemerlangan guru dalam bilik darjah bergantung kepada pengetahuan dan kemahiran yang dimiliki, khususnya yang berhubung dengan isi kandungan dan cara penyampaian. Gabungan kedua-dua jenis pengetahuan tersebut yang dikenali sebagai pengetahuan pedagogi isi kandungan (PPIK) adalah merupakan keperluan utama pendidik bestari. Keberkesanan pengajaran bergantung kepada sejauh mana tahap PPIK yang dikuasai oleh seseorang guru. Pengalaman serta amalan refleksi terhadap setiap tingkah laku pengajaran dapat mengembangkan PPIK, di samping memantapkan pemikiran guru dan meningkatkan kecaknaan mereka terhadap masalah dan keperluan pelajar. Proses pengembangan PPIK seharusnya bermula di peringkat awal program latihan perguruan. Kekurangan dan kelemahan dalam sistem pendidikan guru akan menyebabkan guru-guru baru tidak mempunyai persediaan yang sewajarnya untuk memulakan tugas sebagai seorang pendidik. Penyiasatan terhadap PPIK dalam kalangan beberapa orang guru Matematik baru dan berpengalaman dalam kajian ini menunjukkan bahawa perlunya satu program sokongan dan pemantauan berterusan diberikan kepada guru-guru yang baru keluar dari pusat-pusat latihan perguruan, sama ada dari universiti ataupun maktab-maktab perguruan.

RUJUKAN

- Abd. Aziz Omar. 2002. Transformasi masalah Matematik berayat dan ayat Matematik pecahan dalam kalangan murid Tahun 5. Projek Sarjana Pendidikan. Bangi: Universiti Kebangsaan Malaysia.
- Abd. Razak Habib, Abd. Rashid Johar, Abdullah Mohd Noor & Puteh Mohamad. 1996. Pelaksanaan KBSM dalam mata pelajaran Matematik, Sains dan Sains Sosial di sekolah. Kertas kerja Seminar Kebangsaan Penilaian KBSM. Institut Aminuddin Baki, 9-11 Disember.
- Aida Suraya Md. Yunus, Sharifah Mohd Nor & Habsah Ismail. 1992. Analisis kesilapan masalah-masalah berkaitan nombor perpuluhan dan pecahan bagi pelajar Tahun Lima sekolah rendah. *Jurnal Pendidik dan Pendidikan* 12: 15-33.
- Asiah Ismail. 1994. Beberapa pola kesilapan dalam kefahaman konsep nombor perpuluhan dalam kalangan murid tingkatan satu. *Jurnal Pendidikan Matematik Sains BPG* 1: 10-13.
- Ball, D.L. 1988. Knowledge and reasoning in mathematical pedagogy: Examining what prospective teachers bring to teacher education. Unpublished doctoral dissertation, Michigan State University.
- Bezuk, N. & Cramer, K. 1989. *New directions for elementary school mathematics*. Reston, VA: National Council of Teachers of Mathematics.
- Bolte, L. A. 1994. Pre-service teachers' content knowledge of function: Status, organization, and envisioned application (concept maps) (Doctoral dissertation, University of Missouri, 1993). *Dissertation Abstracts International*, A 55/04, 895.

- Borko, H., Eisenhart, M., Brown, C.A., Underhill, R.G., Jones, D. & Agard, P.C. 1992. Learning to teach hard mathematics: Do novice teachers and their instruction give up too easily? *Journal for Research in Mathematics Education* 23(3): 194-222.
- Borko, H. & Putnam, R.T. 1996. Learning to teach. Dlm Berliner, D. & Calfee, R. (pnyt.). *Handbook of Educational Psychology*, page 673-708. San Diego: Academic Press.
- Bromme, R. 1994. Beyond subject matter: A psychological topology of teachers' professional knowledge. Dlm Biehler, R., Scholz, R.W., Straber, R., & Winkelmann, B. (pnyt.). *Mathematics didactics as a scientific discipline: The state of the art*, page 73-88. Dordrecht: Kluwer.
- Carpenter, T.P., Fennema, E., Peterson, P.L. & Carey, D.A. 1988. Teachers' pedagogical content knowledge of students' problem solving in elementary arithmetic. *Journal for Research in Mathematics Education* 19(5): 385-401.
- Chang, I.J. 1997. Prospective elementary teachers' knowledge of multiplicative structures in Taiwan (atas talian). <http://www.asu.edu/lib/resources/db/dissabs.htm> (6 Oktober 2000).
- Cooney, T.J. 1992. Classroom process: Conceptual considerations and design of the study. Dlm Burstein, L. (pnyt.). *The IEA study of mathematics III: Student growth and classroom processes*, hlm 15-27. USA: Pergamon Press.
- De Corte, E., Greer, B. & Verschaffel, L. 1996. Mathematics teaching and learning. Dlm Berliner, D. & Calfee, R. (pnyt.), *Handbook of educational psychology*, hlm 491-549). New York: Macmillan.
- Ebert, C. L. 1994. An assessment of prospective secondary teachers' pedagogical content knowledge about function and graphs (Doctoral dissertation, University of Delaware, 1994). *Dissertation Abstracts International*, A 56/08, 3039.
- Even, R. D. 1993. Subject matter knowledge and pedagogical content knowledge: Prospective secondary teachers and the function concept. *Journal of Research in Mathematics Education* 24(2): 94-116.
- Faux, R. 1995. Pedagogical content knowledge revisited: The role of folk theory in learning to teach (atas talian). <http://www.asu.edu/lib/resources/db/dissabs.htm> (7 Oktober 2000).
- Feiman-Nemser, S. & Buchmann, M. 1986. The first year teacher preparation: Transition to pedagogical thinking. *Journal of Curriculum Studies* 18(3): 239-256.
- Feiman-Nemser, S. & Remillard, J. 1996. Perspectives on learning to teach. Dlm Murray, F.B (pnyt.). *The teacher educator's handbook: Building a knowledge base for the preparation of teachers*, hlm 63-91. San Francisco: Jossey-Bass Publishers.
- Fernandez-Balboa, J.M., & Stiehl, J. 1995. The generic nature of pedagogical content knowledge among college professors. *Teaching and Teacher Education*, 11: 293-306.
- Francis, E. J. 1992. The concept of limit in college calculus: Assessing student understanding and teacher beliefs (Limit concept) (Doctoral dissertation, University of Maryland). *Dissertation Abstracts International*, A 53/10, 3465.
- Grossman, P.L. 1990. *The making of a teacher: Teacher knowledge and teacher education*. New York: Teachers College Press.
- Grossman, P., Wilson, S.M. & Shulman, L.S. 1989. Teacher of substance: Subject matter knowledge for teaching. Dlm Reynolds, M.C. (pnyt.). *Knowledge base for beginning teacher*. New York: Pergamon.

- Grouws, D.A. & Schultz, K.A. 1996. Mathematics teacher education. Dlm Sikula, J. (pnyt.). *Handbook of research on teacher education*, hlm 442-458. USA: Macmillan.
- Hiebert, J. 1986. *Conceptual and procedural knowledge: The case of mathematics*. Hillsdale: Lawrence Erlbaum Associates.
- Howey, K. 1999. Designing coherent and effective teacher education programs. Dlm Sikula, J. (pnyt.). *Handbook of research on teacher education*. Ed. ke-2, hlm 143-169. USA: Macmillan.
- Hutchison, L.S. 1992. How does prior subject matter knowledge affect the learning of pedagogical content knowledge in a mathematics methods course at the preservice level? (Doctoral dissertation, University of Washington, 1992). *Dissertation Abstracts International*. A 54/01, 117.
- Jemaah Nazir Sekolah Persekutuan. 1996. Pelaksanaan program KBSM dalam bilik darjah. Kertas kerja Seminar Kebangsaan Penilaian KBSM. Institut Aminuddin Baki, 9-11 Disember.
- Lampert, M. 1986. Knowing, doing, and teaching multiplication. *Cognition and Instruction* 3(4): 305-342.
- Lee, B.S. 1992. An investigation of prospective secondary mathematics teachers' understanding of the mathematics limit concept (atas talian). <http://www.asu.edu/lib/resources/db/dissabs.htm> (22 November 2000).
- Lehrer, R. & Franke, M.F. 1992. Applying personal construct psychology to the study of teachers' knowledge of fractions. *Journal for Research in Mathematics Education* 23(3): 223-241.
- Lewis, A.B. & Mayer, R.E. 1987. Students' miscomprehension of relational statements in arithmetic word problems. *Journal of Educational Psychology* 79: 363-71.
- Lilia Halim. 1997. A critical appraisal of secondary science teacher training programmes in Malaysia with an emphasis on pedagogical content knowledge. Unpublished Doctoral Dissertation. King's College, London.
- Lubinski, C.A. 1990. Cognitively-guided mathematics instructions and teachers' decision-making (atas talian). <http://www.asu.edu/lib/resources/db/dissabs.htm> (5 Oktober 2000).
- Ma, L. 1999. *Knowing and teaching elementary mathematics: Teachers' understanding of fundamental mathematics in China and the United States*. Yale: Lawrence Erlbaum Associates.
- Macgehee, J.J. 1990. Prospective secondary teachers' knowledge of the function concept. (Doctoral dissertation, University of Texas, 1989). *Dissertation Abstracts International*, A 52/02, 456.
- Magnusson, S., Borko, H. & Krajcik, J. 1998. Nature, source, and development of pedagogical content knowledge for science teaching. Dlm Gess-Newsome, J. & Lederman, N. (pnyt.). *Knowledge for science teaching*, USA: Kluwer.
- Maktab Perguruan Kuala Terengganu (MPKTBR). 1999. *Pengenalan Sekolah Bestari Malaysia*. Kuala Terengganu: Unit Matematik MPKTBR.
- Marks, R. 1990. Pedagogical content knowledge: From a mathematical case to a modified conception. *Journal of Teacher Education* 41(3): 3-12.
- Mohd Johan Zakaria. 2002. Perkaitan antara pendekatan belajar dan kemahiran menyelesaikan masalah dengan keupayaan penyelesaian masalah bagi tajuk pecahan. Tesis Dr. Fal. UKM.

- Nagendralingan Ratnavadivel, Noor Shah Saad, Rajendran Nagappan. 2002. *Pembinaan Ilmu Kandungan Pedagogi (Pedagogical Content Knowledge) Di Kalangan Guru Matematik: Antara Retorik Dan Realiti*. Kertas Seminar. Universiti Pendidikan Sultan Idris.
- Nik Azis Nik Pa. 1992. *Agenda Tindakan: Penghayatan Matematik KBSR dan KBSM*. Kuala Lumpur: Dewan Bahasa dan Pustaka.
- Omar Hamat. 1994. Gaya dan amalan pengajaran Matematik peserta kursus KSPK di MPKB. *Jurnal Pendidikan Matematik & Sains* 1: 51-56.
- Raymond, A.M. 1997. Understanding relationships between beginning elementary teachers' mathematics beliefs and teaching practices (atas talian). <http://www.asu.edu/lib/resources/db/dissabs.htm> (7 November 2000).
- Shulman, L.S. 1987. Knowledge and teaching: Foundations of the new reform. *Harvard Educational Review* 57: 1-22.
- Shulman, L.S. 1986. Those who understand: Knowledge growth in teaching. *Educational Researcher* 15(2): 4-14.
- Skemp, R.R. 1978. Relational understanding and instrumental understanding. *Arithmetic Teacher* 26: 9-15.
- Sierpinska, A. 1994. *Understanding in mathematics*. London: The Falmer Press Ltd.
- Swafford, J.O., Jones, G.A., & Thornton, C.A. 1997. Increased knowledge in geometry and instructional practice. *Journal for Research in Mathematics Education*, 28(4): 467-483.
- Tengku Zawawi Tengku Zainal. 2000. Kurikulum Matematik sekolah bestari. *Jurnal Akademik Maktab Perguruan Kuala Terengganu* 11: 4-11.
- Tirosh, D. 2000. Enhancing prospective teachers' knowledge of children conceptions: The case of division of fractions. *Journal for Research in Mathematics Education* 30(1): 5-25.
- Vacc, N.N. & Bright, W.B. 1999. Elementary preservice teachers; changing beliefs and instructional use of children's mathematics thinking. *Journal for Research in Mathematics Education* 29(1): 89-110.
- Von Glasersfeld, E. 1994. A radical constructivist view of basic mathematical concept. Dlm Erness, P. (pnyt.). *Constructing mathematical knowledge: Epistemology and mathematical education*. London: The Falmer Press.
- Voo, A. 1996. Kesepaduan dalam pengajaran dan pembelajaran Matematik KBSM. Kertas kerja Seminar Kebangsaan Penilaian KBSM. Institut Aminuddin Baki, 9-11 Disember.
- Wallace, M.L.T. 1990. How do teachers know geometry? A multi-case study of secondary school geometry teachers' subject-matter and pedagogical (Doctoral dissertation, University of Minnesota, 1989). *Dissertation Abstracts International*, A 51/12, 4052.
- Wan Mohd Rani Abdullah. 1999. Mempertingkatkan keberkesanan pelaksanaan pendidikan Matematik dan Sains. Kertas kerja Seminar Pengajaran Sains & Matematik. Kuala Terengganu, 4-6 Mei.
- Wang, S.Y.P., Guo, C.J., Chiang, W.H., & Cheng, S.S. 1999. Teaching for meaningful understanding: A school-based science and mathematics teacher development project (atas talian). <http://www.narst.org/conference/wangetal/wangetal.html> (28 Januari 2001).

Wilson, M.R. 1994. One preservice secondary teacher's understanding of function: The impact of a course integrating mathematical content and pedagogy. *Journal for Research in Mathematics Education* 25(4): 346-370.

Untuk maklumat lanjut sila hubungi:
Tengku Zawawi Tengku Zainal
Institut Pendidikan Guru Malaysia
Kampus Dato' Rozali Ismail
21030 Batu Rakit
Kuala Terengganu
Terengganu Darul Iman