

Hubungan antara Kepercayaan Matematik, Metakognisi dan Perwakilan Masalah dengan Kejayaan Penyelesaian Masalah Matematik (The Relationship between Mathematical Beliefs, Metacognition and Problem Representation with Mathematical Problem Solving Performance)

ROSLINA RADZALI, T. SUBAHAN MOHD MEERAH & EFFANDI ZAKARIA

ABSTRAK

Kajian ini bertujuan untuk menentukan hubungan antara kepercayaan matematik, metakognisi dan perwakilan masalah dengan kejayaan penyelesaian masalah matematik pelajar. Sampel terdiri daripada 644 pelajar tingkatan empat di Selangor, yang dipilih menggunakan teknik multistage cluster sampling. Tiga instrumen digunakan, iaitu Instrumen Kepercayaan Matematik, Instrumen Metakognisi dan Instrumen Penyelesaian Masalah Matematik. Data telah dianalisis menggunakan teknik statistik analisis regresi berganda. Keputusan kajian menunjukkan terdapat hubungan yang signifikan antara faktor kepercayaan matematik, metakognisi dan perwakilan masalah dengan kejayaan pelajar menyelesaikan masalah matematik.

Kata kunci: Kepercayaan matematik, metakognisi, perwakilan masalah, penyelesaian masalah

ABSTRACT

The purpose of this study was to determine the relationship between students' mathematical beliefs, metacognition, problem representation and their mathematical problem solving performance. The sample consisted of 644 form four students from the state of Selangor, selected via multistage cluster sampling technique. Three instruments were used: Mathematical Beliefs Instrument, Metacognition Instrument and Problem Solving Instrument. The data collected was analysed using standard multiple regression analysis. The result showed that there was significant relationship between students' mathematical beliefs, metacognition and problem representation students' with mathematical problem solving performance.

Keywords: Mathematical beliefs, metacognition, problem representation, problem solving

PENGENALAN

Kemahiran penyelesaian masalah sering diperkatakan sebagai antara aset yang perlu dimiliki pelajar dalam menyediakan mereka sebagai modal insan yang progresif. Kemahiran ini telah mendapat tumpuan kerana pelbagai aspek positif dapat dibangunkan dalam diri pelajar. Pelajar dapat mengukuhkan pengetahuan dan membina pemahaman baru, mengaplikasikan dan menyesuaikan pengetahuan dan strategi, memantau dan membuat refleksi ke atas proses berfikir, menanamkan sifat ingin tahu, yakin, tekun dan kreatif (Kilpatrick 2001; Kilpatrick & Swafford 2002; NCTM 2000; Tall 1991; Wieman 2004). Elemen kemahiran yang dinyatakan dapat menyediakan pelajar untuk memanfaatkan situasi supaya dapat bergerak seiring dengan perkembangan sains dan teknologi.

Beberapa model penyelesaian masalah matematik yang dikemukakan oleh penyelidik pendidikan matematik iaitu Polya (1957), Davis (1984), Schoenfeld (1985), Krulik dan Rudnick (1996), Goldin (1998) dan Stylianou (2002) telah diteliti. Analisis mendapati, kejayaan pelajar menyelesaikan

masalah bergantung kepada banyak faktor. Analisis ini dapat disokong dengan kenyataan oleh Goldin (1992) yang menyatakan penyelesaian masalah matematik adalah suatu proses yang sangat kompleks. Beliau menyatakan penyelesaian masalah melibatkan himpunan proses psikologi yang kompleks termasuk antaranya proses lisan dan sintaktik, perwakilan, penggunaan pelbagai heuristik yang kompleks, pemahaman konseptual, pelbagai respons afektif, proses metakognitif dan sistem kepercayaan tentang matematik.

Dalam kajian ini, tiga faktor utama pelajar telah diberi tumpuan. Faktor tersebut ialah kepercayaan matematik, metakognisi dan perwakilan masalah. Peranan perwakilan masalah dalam penyelesaian masalah telah dinyatakan oleh Polya (1957), Davis (1984), Krulik dan Rudnick (1996), serta Stylianou (2002) dalam Model Penyelesaian Masalah Matematik yang mereka kemukakan. Kejayaan pelajar menyelesaikan masalah banyak bergantung kepada kebolehan mereka untuk membina perwakilan masalah yang bersesuaian. Pelajar menggunakan perwakilan masalah sebagai bantuan untuk memahami maklumat dan hubungan

yang terdapat dalam situasi masalah (Cifarelli 1998). Perwakilan masalah dapat membantu pelajar menjana idea, dan dengannya mereka akan lebih luwes dalam mengaplikasikan pengetahuan dan strategi untuk menyelesaikan masalah matematik (Stix 1994).

Metakognisi memainkan peranan yang penting dalam kejayaan pelajar menyelesaikan masalah matematik. Peranan metakognisi telah dinyatakan oleh Polya (1957), Davis (1984), Schoenfeld (1985), Krulik dan Rudnick (1996), Goldin (1998), dan Stylianou (2002) dalam model yang telah mereka kemukakan. Pelajar yang menggunakan ciri metakognisi sedar tentang proses pemikiran mereka apabila menyelesaikan masalah matematik. Mereka bukan sahaja tahu fakta dan prosedur, tetapi tahu bagaimana dan bila mahu menggunakan fakta dan prosedur dengan berkesan. Pelajar juga dapat mengawal, memantau, dan mengesan perkembangan proses penyelesaian mereka dengan baik. Sementara itu, kepentingan kepercayaan matematik dalam penyelesaian masalah matematik telah dinyatakan oleh Goldin (1998) dan Schoenfeld (1985) dalam model penyelesaian masalah yang telah mereka kemukakan. Kepercayaan pelajar terhadap matematik boleh mempengaruhi tingkah laku mereka apabila mereka belajar matematik dan menyelesaikan masalah matematik. Pelajar yang mempunyai kepercayaan tegar dan negatif terhadap pembelajaran matematik akan menjadi pelajar yang pasif, dan mereka memberi penekanan kepada pembelajaran secara hafalan bukannya secara pemahaman (Pehkonen & Törner 1996).

Dalam kajian ini, kepercayaan matematik diertikan sebagai kerangka rujukan atau struktur matematik yang terbina dalam minda pelajar, yang bertanggungjawab terhadap tingkah laku, interpretasi, respons afektif yang ditunjukkan pelajar apabila berhadapan dengan situasi pembelajaran matematik dan penyelesaian masalah matematik (Malmivouri 2001). Kepercayaan matematik pelajar diukur berdasarkan tiga faktor utama, iaitu kepercayaan pelajar (i) terhadap kemampuan dirinya sebagai pelajar matematik, (ii) tentang disiplin matematik, dan (iii) tentang pembelajaran dan pengajaran matematik.

Metakognisi pula ialah pengetahuan metakognitif dan regulasi pelajar terhadap kognisi mereka (Flavel 1976; Flavell 1979; Schoenfeld 1985; Slife et al. 1985; Schraw & Dennison 1994; Schraw 1998; Pintrich 2002). Ciri metakognisi pelajar yang diukur adalah seperti pengetahuan metakognitif, iaitu pengetahuan pelajar tentang strategi kognitif penyelesaian masalah matematik, regulasi terhadap kognisi yang berkaitan dengan perancangan, dan pemantauan serta penilaian.

Perwakilan masalah pula didefinisikan sebagai ialah sebarang konsep, teknik atau strategi matematik yang ada dalam minda pelajar apabila mereka menyelesaikan masalah matematik (Davis 1984). Pelajar menggunakan perwakilan sebagai alat untuk mereka memformalkan idea matematik dengan menggunakan entiti matematik tertentu, bagi menjelaskan proses penyelesaian masalah matematik yang dilakukan (Goldin 1998). Untuk membina perwakilan pelajar

dianggap akan membuat gambaran tentang proses matematik yang ada dalam pemikiran, dan mewakilkannya dengan cara yang lebih konkrit dengan menulis di atas kertas (Presmeg 1986; Janvier 1987; Dreyfus 1991).

Pengkaji khususnya di luar negara telah memberi tumpuan untuk mengkaji setiap faktor yang dinyatakan secara berasingan, namun kajian yang menggabungkan ketiga-tiga faktor dalam sebuah kajian kurang diberi tumpuan sama ada di luar mahupun dalam negara. Oleh itu, kajian ini cuba melihat ketiga-tiga faktor tersebut dikaji secara serentak dalam usaha untuk mengenal pasti hubungan faktor tersebut dengan kejayaan pelajar menyelesaikan masalah matematik. Secara khususnya, objektif kajian ini adalah untuk menentukan hubungan antara kepercayaan matematik, metakognisi, perwakilan masalah, dengan kejayaan pelajar menyelesaikan masalah matematik.

METODOLOGI

Kajian ini adalah sebuah kajian tinjauan dan populasi sasarannya ialah pelajar tingkatan empat di Selangor. Sejumlah 644 pelajar terlibat dalam kajian ini daripada 22 buah sekolah menengah di sembilan daerah di dalam negeri Selangor. Pemilihan sampel dibuat menggunakan teknik *multistage cluster sampling*.

Instrumen Kepercayaan Matematik, Instrumen Metakognisi, dan Instrumen Penyelesaian Masalah Matematik telah digunakan untuk mengumpul data. Kesemua instrumen yang digunakan adalah hasil penyesuaian daripada beberapa instrumen yang sedia ada supaya dapat memenuhi keperluan kajian. Format Instrumen Kepercayaan Matematik adalah dalam bentuk soal selidik dengan menggunakan skala Likert. Skor bagi setiap item adalah pada skala enam mata, bermula dengan 1 untuk "Sangat tidak setuju", 2 untuk "Tidak setuju", 3 untuk "Sederhana tidak setuju", 4 untuk "Sederhana setuju", 5 untuk "Setuju", dan 6 untuk "Sangat setuju". Instrumen adalah hasil adaptasi daripada *Beliefs About Mathematical Problem Solving* (Kloosterman & Stage 1992) dan *Students' Mathematics Related Beliefs Questionnaire* (Op't Eynde & De Corte 2003).

Item Instrumen Metakognisi adalah hasil adaptasi item yang terdapat dalam instrumen yang dibina oleh O'Neil dan Abedi (1996), O'Neil dan Brown (1997), dan Panaoura et al. (2003). Instrumen ini juga adalah dalam format soal selidik dengan menggunakan skala Likert. Skor bagi setiap item adalah pada skala lima mata, bermula dengan 1 bagi "Langsung tidak pernah", 2 bagi "Hampir tidak pernah", 3 bagi "Kadang-kadang", 4 bagi "Hampir selalu", dan 5 bagi "Sangat selalu".

Kedua-dua instrumen yang dinyatakan telah melalui proses bagi mendapatkan kesahan dan kebolehpercayaan berdasarkan pelajar tempatan. Kedua-dua proses kesahan kandungan dan kesahan konstruk telah diusahakan yang mana kesahan kandungan adalah melalui penghakiman oleh

pakar, manakala kesahan konstruk adalah secara empirikal dengan menggunakan teknik analisis faktor. Kebolehpercayaan instrumen yang dilakukan adalah tentang konsistensi dalaman melalui perkiraan pekali *alpha Cronbach*. Kesemua instrumen yang digunakan mempunyai bukti kesahan dan kebolehpercayaan yang boleh diterima pakai.

Instrumen Penyelesaian Masalah Matematik adalah untuk mengumpul maklumat tentang pengetahuan konsep matematik melalui perwakilan masalah yang dibina pelajar, dan kejayaan pelajar menyelesaikan masalah matematik. Instrumen ini mengandungi enam masalah matematik berayat menggunakan format soalan terbuka yang telah diadaptasi daripada Krulik dan Rudnick (1996). Ciri masalah matematik yang dimuatkan adalah mencabar, dan memerlukan pelajar membuat pemahaman, analisis dan interpretasi, serta dalam konteks kehidupan harian. Instrumen ini juga telah melalui proses untuk mendapatkan kesahan kandungan sesuai untuk pelajar tempatan.

Teknik statistik analisis regresi berganda standard telah digunakan dalam kajian ini untuk melihat hubungan antara

kejayaan pelajar menyelesaikan masalah matematik dengan faktor yang dikaji iaitu kepercayaan matematik, metakognisi, dan konsep yang dinyatakan pelajar melalui perwakilan masalah. Seterusnya kekuatan setiap faktor penyumbang diteliti berdasarkan nilai sr_i^2 , korelasi semi separa kuasa dua.

DAPATAN KAJIAN

Jadual 1 menunjukkan regresi R berbeza daripada sifar adalah signifikan, $F(5,638) = 902.200$, $p < 0.05$. Ini menunjukkan terdapat hubungan yang signifikan antara gabungan faktor kepercayaan matematik, metakognisi, dan konsep yang dinyatakan pelajar pada perwakilan masalah, dengan kejayaan penyelesaian masalah matematik. Faktor kepercayaan matematik, metakognisi, dan konsep secara bersama menyumbang sebanyak 87.6% daripada varians terhadap kejayaan penyelesaian masalah matematik pelajar.

Seterusnya, bagi mengkaji sumbangan setiap faktor kajian, keputusan analisis univariat (Jadual 2) telah diteliti. Dapatan menunjukkan hanya metakognisi ($p < 0.05$) dan

JADUAL 1. Analisis Varians Regresi Berganda bagi Faktor Kepercayaan Matematik, Metakognisi dan Konsep yang Mempengaruhi Kejayaan Penyelesaian Masalah Matematik

Sumber	Jumlah Kuasa Dua	Darjah Kebebasan	Min Kuasa Dua	Nilai- F	Tahap Signifikan
Regressi	1357.218	5	271.444	902.200	0.000
Reja	191.954	638	0.301		
Jumlah	1549.172	643			
	$R^2 = 0.876$				
	R^2 diubah suai = 0.875				
	$R = 0.936^*$				

* $p < 0.05$

JADUAL 2. Analisis Regresi Berganda bagi Faktor Kepercayaan Matematik, Metakognisi dan Konsep yang Mempengaruhi Kejayaan Penyelesaian Masalah Matematik

Pemboleh Ubah	Min	Sisihan Piawai	B	Beta β	Nilai t	Sig- t	sr^2
Skor penyelesaian masalah matematik	2.32	1.552					
Metakognisi	54.41	8.54	-0.010	-0.053	-3.556*	0.000	2.5×10^{-3}
Skor konsep	13.39	7.59	0.194	0.948	60.801*	0.000	0.7174
Kepercayaan Matematik							
- Diri sebagai pelajar matematik	18.19	3.44	0.002	0.005	0.352	0.725	2.5×10^{-5}
- Disiplin matematik	24.80	3.88	0.007	0.018	1.245	0.214	2.9×10^{-4}
- Pembelajaran dan pengajaran	8.30	1.32	-0.031	-0.027	-1.863	0.063	6.8×10^{-4}
Pintasan			0.194	0.948	60.801	0.000	

* $p < 0.05$

sr^2 : Korelasi semi separa kuasa dua

konsep ($p < 0.05$) menunjukkan sumbangan yang signifikan terhadap kejayaan penyelesaian masalah matematik. Namun semakan mendapati sumbangan konsep ($sr^2 = 0.7174$) adalah begitu besar, iaitu 71.74% terhadap varians, manakala sumbangan faktor kepercayaan matematik begitu kecil ($sr^2 = 2.5 \times 10^{-5}$; $sr^2 = 2.9 \times 10^{-4}$; $sr^2 = 6.8 \times 10^{-4}$). Kemungkinan faktor konsep bertindak sebagai *supressor variable* yang menyebabkan sumbangan signifikan faktor kepercayaan

matematik tidak dapat dikesan (Tabachnick & Fidell 2001) telah disemak. Korelasi antara semua pemboleh ubah bebas (pembelajaran dan pengajaran matematik, diri sebagai pelajar matematik, disiplin matematik, metakognisi, konsep) dengan pemboleh ubah bersandar (skor kejayaan penyelesaian masalah matematik) yang terlibat dalam analisis regresi tersebut juga telah disemak (lihat Jadual 3).

JADUAL 3. Korelasi antara Faktor Kepercayaan Matematik, Metakognisi, Konsep dan Kejayaan Penyelesaian Masalah Matematik

Pemboleh Ubah	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
Skor kejayaan penyelesaian masalah (1) matematik	1					
Kepercayaan matematik						
• Pembelajaran dan pengajaran (2) matematik	.134	1				
• Diri sebagai pelajar matematik (3)	.288	.070	1			
• Disiplin matematik (4)	.259	.179	.221	1		
Metakognisi (5)	.231	-.050	.266	.051	1	
Konsep (6)	.934	.163	.311	.261	.296	1

Semakan dalam Jadual 3 mendapati korelasi antara skor konsep dengan skor kejayaan penyelesaian masalah matematik adalah sangat tinggi ($r = .93$), dan juga berkorelasi dengan pemboleh ubah kepercayaan matematik dan metakognisi. Perbandingan antara nilai pemberat β dan indeks korelasi bagi konsep dan metakognisi (dua pemboleh ubah yang signifikan dalam analisis Jadual 2) mendapati wujud tanda-tanda kemungkinan adanya *supressor variable*, iaitu koefisien korelasi antara metakognisi dengan skor penyelesaian masalah matematik ($r = 0.231$) mempunyai tanda yang bertentangan dengan nilai pemberat β ($= -0.053$). Manakala bagi konsep, koefisien korelasinya dengan skor penyelesaian masalah ($r = 0.934$) adalah lebih kecil berbanding nilai pemberat β ($= 0.948$). Perkara yang dinyatakan adalah tanda-tanda adanya *supressor variable*. Oleh itu, langkah seterusnya ialah mengeluarkan pemboleh

ubah *supressor* dan analisis regresi dilakukan semula (Tabachnick & Fidell 2001). Pemboleh ubah konsep telah dikeluarkan dan keputusan analisis regresi berganda (standard) adalah seperti yang terdapat dalam Jadual 4 dan Jadual 5.

Keputusan analisis (lihat Jadual 4) menunjukkan regresi R berbeza daripada sifar adalah signifikan, $F(4,639) = 30.01$, $p < 0.05$. Ini bermakna terdapat hubungan yang signifikan antara metakognisi dan faktor-faktor kepercayaan matematik (diri sebagai pelajar matematik, disiplin matematik, pembelajaran dan pengajaran matematik) dengan kejayaan penyelesaian masalah matematik pelajar. Analisis menunjukkan metakognisi dan faktor-faktor kepercayaan matematik secara bersama didapati menyumbang sebanyak 15.8% daripada varians terhadap kejayaan penyelesaian masalah matematik.

JADUAL 4. Analisis Varians Regresi Berganda bagi Faktor Kepercayaan Matematik dan Metakognisi yang Mempengaruhi Kejayaan Penyelesaian Masalah Matematik

Sumber	Jumlah Kuasa Dua	Darjah Kebebasan	Min Kuasa Dua	Nilai- F	Tahap
Regresi	244.987	4	61.247	30.009	0.000
Reja	1304.185	639	2.041		
Jumlah	1549.172	643			

$R^2 = 0.158$
 R^2 diubah suai = 0.153
 $R = 0.398^*$

* $p < 0.05$

JADUAL 5. Analisis Regresi Berganda bagi Faktor Kepercayaan Matematik dan Metakognisi yang Mempengaruhi Kejayaan Penyelesaian Masalah Matematik

Pemboleh Ubah	<i>B</i>	Beta β	Nilai- <i>t</i>	Sig- <i>t</i>	Korelasi Semi Separa Kuasa Dua sr^2
Metakognisi	.032	.175	4.634*	0.000	0.028
Kepercayaan Matematik					
- Diri sebagai pelajar matematik	.087	.192	4.984*	0.000	0.033
- Disiplin matematik	.076	.191	5.051*	0.000	0.034
- Pembelajaran dan pengajaran matematik	.112	.095	2.579*	0.000	0.009
Pintasan	-		-6.315	0.000	
	3.812				

* $p < 0.05$

Keputusan dalam Jadual 5 pula menunjukkan kesemua pemboleh ubah bebas iaitu metakognisi ($p < 0.05$), kepercayaan terhadap keupayaan diri sebagai pelajar matematik ($p < 0.05$), kepercayaan tentang disiplin matematik ($p < 0.05$), dan kepercayaan tentang pembelajaran dan pengajaran matematik ($p < 0.05$) memberi sumbangan yang signifikan terhadap kejayaan penyelesaian masalah matematik. Sumbangan yang paling besar adalah daripada faktor kepercayaan tentang disiplin matematik ($\beta = 0.191$; $sr^2 = 0.034$) dan kepercayaan terhadap keupayaan diri sebagai pelajar matematik ($\beta = 0.192$; $sr^2 = 0.033$), diikuti dengan metakognisi ($\beta = 0.175$; $sr^2 = 0.028$) dan kepercayaan tentang pembelajaran dan pengajaran matematik ($\beta = 0.095$; $sr^2 = 0.009$).

PERBINCANGAN

Hasil analisis dua siri regresi berganda (standard) yang telah dibincangkan sebelum ini menunjukkan bahawa pernyataan konsep melalui perwakilan masalah adalah faktor penyumbang yang paling besar terhadap kejayaan penyelesaian masalah matematik pelajar. Sumbangan unik sebanyak 71.74% oleh faktor tersebut terhadap varians penyelesaian masalah matematik merupakan suatu saiz kesan yang sangat besar (Cohen 1988). Keputusan analisis ini menunjukkan bahawa membina perwakilan masalah adalah penting dan melalui perwakilan yang dibina pelajar dapat menggambarkan masalah dan dapat menyatakan konsep dan prosedur matematik yang diperlukan untuk berjaya menyelesaikan masalah matematik.

Hasil daripada analisis regresi berganda yang kedua menunjukkan bahawa faktor kepercayaan matematik dan metakognisi turut memberi sumbangan yang signifikan atas kejayaan penyelesaian masalah matematik pelajar. Walaupun nilai peratusan sumbangan oleh faktor-faktor kepercayaan matematik dan metakognisi agak kecil jika dibandingkan dengan sumbangan oleh faktor pernyataan konsep atas varians kejayaan penyelesaian masalah, tetapi perbandingan tidak boleh dilihat secara relatif (Cohen 1988).

Cohen menjelaskan faktor kognitif lebih mudah diuji berbanding aspek yang berkaitan dengan sains tingkah laku. Justeru, sumbangan faktor kepercayaan matematik dan metakognisi terhadap kejayaan penyelesaian masalah matematik tidak boleh diketepikan.

Penyataan pengetahuan konsep melalui perwakilan masalah didapati sebagai penyumbang terbesar terhadap kejayaan pelajar menyelesaikan masalah matematik. Schoenfeld (1985) telah menyatakan pengetahuan konsep matematik adalah aset utama yang perlu dimiliki pelajar. Pengetahuan konsep adalah pengetahuan tentang domain masalah matematik yang hendak diselesaikan yang meliputi fakta, definisi, algoritma dan rumus yang berkaitan. Pengetahuan yang baik dalam matematik, mesti juga seiring dengan kemahiran pelajar membuat imejan (membina perwakilan) tentang masalah yang hendak diselesaikan. Sementara itu, segala pengetahuan konsep yang diperlukan untuk menyelesaikan masalah dinyatakan oleh pelajar melalui perwakilan yang dibinanya. Dapatan menunjukkan bahawa membina perwakilan masalah amat perlu dalam penyelesaian masalah matematik seperti diterangkan oleh Polya (1957), Davis (1984), Krulik dan Rudnick (1996), Goldin (1998) dan Stylianou (2000). Melalui perwakilan masalah dan dengan berfikir analitis pelajar menggunakan perwakilan yang dibina sebagai 'perantara' untuk mereka memahami masalah, dan untuk menghubungkan konsep yang terdapat dalam masalah. Perwakilan masalah juga dapat membantu memudahkan pelajar untuk mengingat kembali pengetahuan berkaitan dengan tajuk masalah, dan mereka dapat mengintegrasikan maklumat yang diketahui dengan maklumat baru yang terdapat dalam masalah matematik.

Selanjutnya, hasil kajian ini mendapati faktor kepercayaan matematik memberi sumbangan yang signifikan terhadap kejayaan pelajar menyelesaikan masalah matematik. Keputusan kajian menepati saranan yang dikemukakan oleh Schoenfeld (1985) dan Goldin (1998) dalam model penyelesaian masalah matematik mereka, iaitu kepercayaan matematik penting dalam membantu pelajar berjaya, dalam penyelesaian masalah matematik. Dapatan

kajian ini menunjukkan, pegangan kepercayaan matematik yang dibawa pelajar dalam situasi pembelajaran matematik tidak boleh diketepikan.

Antara tiga faktor utama kepercayaan matematik (iaitu kepercayaan terhadap keupayaan diri sebagai pelajar matematik, kepercayaan tentang disiplin matematik, kepercayaan terhadap pembelajaran dan pengajaran matematik), kajian ini mendapati kepercayaan terhadap keupayaan diri sebagai pelajar matematik, dan kepercayaan tentang disiplin matematik menerangkan varians yang paling besar terhadap kejayaan penyelesaian masalah matematik. Dapatan adalah sama dengan hasil kajian Pajares dan Miller (1994), Mason (2003) serta Schommer-Aikins et al. (2005). Pajares dan Miller serta Mason mendapati kepercayaan terhadap keupayaan diri mempengaruhi kejayaan pelajar menyelesaikan masalah matematik, manakala kajian Schommer-Aikins et al. pula menunjukkan bahawa kepercayaan tentang disiplin matematik mempunyai hubungan dengan kejayaan penyelesaian masalah matematik.

Hasil kajian yang menunjukkan bahawa metakognisi turut mempengaruhi kejayaan pelajar menyelesaikan masalah matematik bertepatan dengan model yang dikemukakan oleh Polya (1957), Davis (1984), Schoenfeld (1985), Krulik dan Rudnick (1996), Goldin (1998) serta Stylianou (2000), iaitu metakognisi memainkan peranan penting terhadap kejayaan pelajar menyelesaikan masalah matematik. Pengetahuan strategi (seperti menterjemahkan masalah dalam bentuk berbeza, menulis semula data, menyusun semula pernyataan masalah, menggunakan lakaran), melakukan perancangan (iaitu memahami maksud dan menentukan kehendak masalah sebelum memulakan penyelesaian), serta membuat pemantauan dan penilaian (seperti menyemak langkah kerja, menilai ketepatan kerja dan membetulkan kesilapan) semasa menyelesaikan masalah adalah ciri penting yang perlu dimiliki pelajar untuk berjaya menyelesaikan masalah matematik. Dapatan yang diperoleh adalah serupa dengan hasil kajian oleh Stillman dan Galbraith (1998), Desoete et al. (2001), Kapa (2001), Kramarski et al. (2002) dan Fuchs et al. (2003). Walaupun pendekatan berlainan telah digunakan oleh pengkaji di atas dengan yang digunakan dalam kajian ini, namun keputusan masih menunjukkan metakognisi menyumbang kepada kejayaan pelajar menyelesaikan masalah matematik.

IMPLIKASI KAJIAN

Kajian ini boleh memberikan maklumat yang penting kepada mereka yang terlibat dalam pengajaran dan pembelajaran matematik, iaitu, guru matematik yang terlibat secara langsung dengan pelajar, dan pensyarah pendidikan matematik yang bertanggungjawab dalam membentuk amalan guru matematik di bilik darjah. Dapatan ini juga penting kepada personel di Bahagian Buku Teks, Kementerian Pelajaran Malaysia (KPM) yang bertanggungjawab terhadap kandungan dan kualiti pakej buku teks

matematik (terdiri daripada buku teks dan myCD) yang digunakan oleh pelajar. Dapatan juga boleh membantu personel di Pusat Perkembangan Kurikulum dan Bahagian Teknologi Pendidikan (KPM) dalam menangani kandungan dan mutu pakej perisian komputer, pengajaran dan pembelajaran matematik untuk kegunaan pelajar dan juga guru.

KESIMPULAN

Kajian ini dapat menjelaskan hubungan antara faktor kepercayaan matematik, metakognisi dan perwakilan masalah dengan kejayaan penyelesaian masalah matematik pelajar. Hasil kajian ini menunjukkan bahawa ketiga-tiga faktor tersebut secara bersepadu adalah faktor penyumbang yang penting kepada kejayaan pelajar menyelesaikan masalah matematik. Dapatan kajian ini merupakan satu sumbangan yang penting kerana belum ada kajian yang mengkaji kesemua faktor yang dinyatakan, secara serentak dalam sebuah kajian dan melibatkan sampel yang sama. Dapatan dapat menjelaskan bahawa kejayaan pelajar kita menyelesaikan masalah matematik bukan hanya bergantung kepada pengetahuan konsep matematik yang baik yang dinyatakan mereka melalui perwakilan masalah yang mereka bina, tetapi perlu disokong dengan ciri metakognisi penyelesaian masalah matematik yang efisien dan kepercayaan matematik yang positif.

RUJUKAN

- Cifarelli, V.V. 1998. The development of mental representations as a problem solving activity. *Journal of Mathematical Behaviour* 17(2): 239-264.
- Cohen, J. 1988. *Statistical Power Analysis for the Behavioral Sciences*. Ed. ke-2. Hillsdale, New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates, Publishers.
- Davis, R.B. 1984. *Learning mathematics: the cognitive science approach to mathematics education*. New Jersey: Ablex Publishing Corporation.
- Desoete, A., Roeyers, H. & Buyse, A. 2001. Metacognition and mathematical problem solving in grade 3. *Journal of Learning Disabilities* 34(5): 435-449.
- Dreyfus, T. 1991. Advanced mathematical thinking processes. Dlm. *Advanced mathematical thinking*, Tall, D. (pnyt.). hlm. 25-41. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers.
- Flavell, J.H. 1976. Metacognitive aspects of problem solving. Dlm. *The nature of intelligence*, hlm. 231-235. New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates.
- Flavell, J.H. 1979. Metacognition and cognitive monitoring: a new era of cognitive-development inquiry. *American Psychologist* 34: 906-911.
- Goldin, G.A. 1992. Meta-analysis of problem-solving studies: a critical response. *Journal for Research in Mathematics Education* 23(3): 274-283.
- Goldin, G.A. 1998. Representational systems, learning, and problem solving in mathematics. *Journal of Mathematical Behaviour* 17(2): 137-165.
- Janvier, C. 1987. Representation and understanding: the notion of function as an example. Dlm. *Problems of representation*

- in the teaching and learning of mathematics*, Janvier, C. (pnyt.) hlm. 67-71. Hillsdale, New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates, Inc.
- Kapa, E. 2001. A metacognitive support during the process of problem solving in a computerized environment. *Educational Studies in Mathematics* 47: 317-336.
- Kilpatrick, J. 2001. Understanding mathematical literacy: the contribution of research. *Educational Studies in Mathematics* 47: 101-116.
- Kilpatrick, J. & Swafford, J. 2002. *Helping children learn mathematics*. Washington, DC: National Academy Press.
- Kloosterman, P. & Stage, F.K. 1992. Measuring beliefs about mathematical problem solving. *School Science and Mathematics* 92(3): 109-115.
- Kramarski, B., Mevarech, Z.R. & Arami, M. 2002. The effects of metacognitive instruction on solving mathematical authentic tasks. *Educational Studies in Mathematics* 49: 225-250.
- Krulik, S. & Rudnick, J.A. 1996. *The new sourcebook for teaching reasoning and problem solving in junior and senior high school*. Boston: Allyn & Bacon.
- Malmivouri, M. 2001. The dynamics of affect, cognition, and social environment in the regulation of personal learning processes: the case of mathematics. *Research Report 172*. Department of Education, University of Helsinki. <http://ethesis.helsinki.fi/julkaisut/kas/kasva/vk/malmivuori/> [1 Disember 2004].
- Mason, L. 2003. High school students' beliefs about maths, mathematical problem solving, and their achievement in maths: a cross-sectional study. *Educational Psychology* 23(1): 73-85.
- National Council for Teachers of Mathematics (NCTM). 2000. *Principles and standards for school mathematics*. Reston, VA: NCTM.
- O'Neil, Jr. H.F. & Abedi, J. 1996. Reliability and validity of a state metacognitive inventory: potential for alternative assessment. *CSE Technical Report 469*, National Centre for Research on Evaluation, Standards, and Student Testing (CRESST), Centre for the Study of Evaluation (CSE), Graduate School of Education & Information Studies, University of California, Los Angeles. <http://www.cse.ucla.edu/CRESST/Reports?TECH469.PDF> [1 Januari 2005].
- O'Neil, Jr. H.F. & Brown, R.S. 1997. Differential effects of question formats in math assessment on metacognition and affect. *CSE Technical Report 449*, National Centre for Research on Evaluation, Standards, and Student Testing (CRESST), Centre for the Study of Evaluation (CSE), Graduate School of Education & Information Studies, University of California, Los Angeles. <http://www.cse.ucla.edu/CRESST/Reports?TECH449.PDF> [1 Januari 2005].
- Op't Eynde, P. & De Corte, E. 2003. Junior high school students' mathematics-related belief systems: their internal structure and external relations, hlm. 1-25. Paper Presented at Annual Meeting of the American Educational Research Association, Chicago, April 21-25. Washington, DC: AERA. <http://www.icme.org/organisers.dk/tsg24/Documents/OptEyndeDeCorte.doc> [11 Januari 2005].
- Pajares, F. & Miller, M.D. 1994. Role of self-efficacy and self-concept beliefs in mathematical problem solving: a path analysis. *Journal of Educational Psychology* 86(2) : 143-203.
- Panaoura, A., Philippou, G. & Christou, C. 2003. Young pupils' metacognitive ability in mathematics. European Research in Mathematics Education III. *Proceedings of the Third Conference of the European Society for Research in Mathematics Education*. 28Feb-3Mac 2003, Bellaria, Italia. http://www.dm.unipi.it/~didattical/CERME/proceedings/Groups/TG3/TG3_Panaoura_cerme.pdf [12 Januari 2005].
- Pehkonen, E. & Törner, G. 1996. Mathematical beliefs and different aspects of their meaning. *International Reviews on Mathematical Education (=ZDM)* 28(4): 101-8.
- Pintrich, P.R. 2002. The role of metacognitive knowledge in learning, teaching, and assessing. <http://www.findarticles.com> [29 Mac 2004].
- Polya G. 1957. *How to solve it: a new aspect of mathematical method*. Ed. ke-2. New Jersey: Princeton University Press.
- Presmeg, N.C. 1986. Visualisation in high school mathematics. *For the Learning of Mathematics* 6(3): 42-46.
- Schoenfeld, A.H. 1985. *Mathematical problem solving*. Orlando: Academic Press, Inc.
- Schommer-Aikins, M., Duell, O.K. & Hutter, R. 2005. Epistemological beliefs, mathematical problem-solving beliefs, and academic performance of middle school students. *The Elementary School Journal* 105(3): 290-304.
- Schraw, G. 1998. Promoting general metacognitive awareness. *Instructional Science* 26:113-125.
- Schraw, G. & Dennison, R.S. 1994. Assessing metacognitive awareness. *Contemporary Educational Psychology* 19: 460-475.
- Slife, B.D., Weiss, J. & Bell, T. 1985. Seperability of metacognition and cognition: problem solving in learning disabled and regular students. *Journal of Educational Psychology* 77 (4): 437-445.
- Stillman, G.A. & Galbraith, P.L. 1998. Applying mathematics with real world connections: metacognitive characteristics of secondary students. *Educational Studies in Mathematics* 36: 157-195.
- Stylianou, D.A. 2002. On the interaction of visualization and analysis: the negotiation of a visual representation in expert problem solving. *Journal of Mathematical Behavior* 21: 303-317.
- Tabachnick, B.G. & Fidell, L.S. 2001. *Using multivariate statistics*. Ed ke-4. Boston: Allyn and Bacon.
- Tall, D. 1991. The psychology of advanced mathematical thinking. Dlm. *Advanced mathematical thinking*, Tall, D. (pnyt.) hlm. 3-21. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers.

Untuk maklumat lanjut sila hubungi
 Effandi Zakaria
 Jabatan Perkaedahan dan Amalan Pendidikan
 Fakulti Pendidikan
 Universiti Kebangsaan Malaysia
 43600 Bangi
 Selangor D.E.