

FAKTOR PENYUMBANG KEPADA KEMEROSOTAN PENYERTAAN PELAJAR DALAM ALIRAN SAINS: SATU ANALISIS SOROTAN TESIS

Fatin Aliah Phang
Mohd Salleh Abu,
Mohammad Bilal Ali
Fakulti Pendidikan
Universiti Teknologi Malaysia

Salmiza Salleh
Pusat Pengajian Ilmu Pendidikan
Universiti Sains Malaysia

Abstrak: Pada tahun 196, kerajaan Malaysia mensasarkan kadar peratusan penyertaan pelajar dalam aliran sains berbanding sastera pada nisbah 60:40. Sehingga tahun 2012, peratusan penyertaan pelajar dalam aliran sains tidak pernah mencapai 60%malahan berlaku trend penyusutan yang membimbangkan. Sehingga kini, terdapat banyak kajian yang telah dijalankan untuk mengenalpasti faktor yang menyumbang kepada senario ini. Sehubungan itu, satu kajian analisis sorotan tesis telah dijalankan ke atas 344 tesis peringkat sarjana dan ijazah kedoktoran yang telah dilakukan di sembilan buah IPTA bagi tempoh 2001-2010. Tujuan utama kajian ini adalah untuk merumuskan faktor yang dikenalpasti sebagai penyumbang utama kepada kekurangan penyertaan pelajar dalam aliran sains di negara ini dan seterusnya mencadangkan tindakan yang perlu diambil untuk memperbaiki ketidakseimbangan ini. Kajian mendapati bahawa ramai pelajar lepasan menengah rendah mempunyai kelayakan yang diperlukan untuk meneruskan pengajian dalam aliran sains. Mereka juga mempunyai minat yang tinggi dan sikap yang positif terhadap bidang sains dan matematik. Bagaimanapun, kerisauan mengenai kesukaran pembelajaran dan tahap keyakinan akademik yang rendah dalam matapelajaran sains dan matematik dikenalpasti sebagai faktor utama menyebabkan ramai dalam kalangan mereka tidak memilih aliran sains di peringkat tingkatan empat dan ke atas. Selain itu, faktor pengajaran guru, sistem penilaian, faktor demografi dan pengurusan sekolah juga menyumbang kepada sebab mengapa pelajar kurang menyertai aliran sains. Sebanyak empat cadangan teras telah diutarakan untuk menangani masalah ini.

Pengenalan

Pada tahun 1962, sebuah jawatankuasa untuk mengkaji hala tuju pembangunan sumber manusia telah ditubuhkan (Bahagian Perancangan dan Penyelidikan Dasar Pendidikan (BPPDP), 1989a). “Jawatankuasa Perancangan Pelajaran Tinggi”, pada tahun 1967, telah melaporkan bahawa 4% daripada pelajar sekolah bakal meneruskan pengajian ke peringkat pengajian tinggi. Untuk memastikan bahawa negara mempunyai sumber manusia dalam bidang sains dan teknologi, 60% pelajar sekolah harus mengikuti aliran sains. Semenjak itu, polisi nisbah 60:40 sains:sastera telah diamalkan dalam sistem pendidikan negara sehingga hari ini di mana dalam Dasar Pendidikan Kebangsaan, perkara 4.9, dinyatakan bahawa sekolah menengah perlu mencapai nisbah tersebut

(Kementerian Pelajaran Malaysia (KPM), 2004b). Dasar ini juga disebut dalam Pelan Pembangunan Pendidikan Malaysia 2001-2010 (KPM, 2001b).

“The provision of science and technology education is part of a continuing effort to create a scientific, progressive and knowledgeable society as well as critical, creative and competent students. ... Pedagogical innovations such as the implementations of F1 Technology Challenge and Robotics programmes were introduced to attract more students”

Education in Malaysia: Towards Excellence, KPM (2009: 39)

Kenyataan di atas menunjukkan komitmen tinggi KPM dalam memajukan pendidikan sains di Malaysia. Selain itu, “Wawasan 2020” yang dilancarkan pada 28 Februari 1991 juga meletakkan harapan dan cabaran menjadikan Malaysia sebagai sebuah masyarakat yang saintifik dan progresif pada tahun 2020 (Mahathir, 1991). Untuk itu, pendidikan sains perlu memberi penekanan terhadap pembangunan modal insan sebagaimana yang dinyatakan dalam Model Ekonomi Baru negara (*National Economic Advisory Council* (NEAC), 2010).

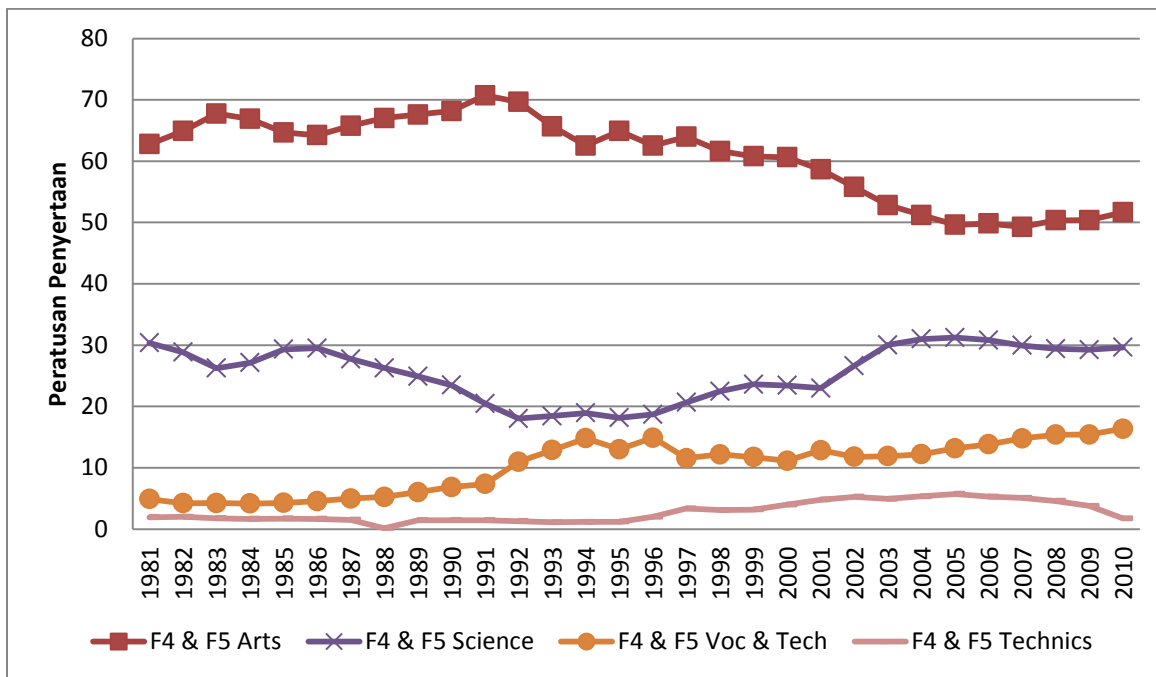
Pelbagai inisiatif telah diadakan dan banyak peruntukan telah dicurahkan ke dalam usaha untuk mencapai nisbah ini sejak nisbah ini diperkenalkan. Antara tahun 1971 sehingga 1973, 10 buah Sekolah Menengah Sains telah dibina (Jabatan Pendidikan Teknik, 1996) untuk menampung pelajar aliran sains. Begitu juga dengan Maktab Rendah Sains MARA (MRSM) (BPPDP, 2000). Untuk menarik lebih ramai pelajar ke aliran sains, sekolah diperuntukkan RM30 setiap tahun bagi setiap orang pelajar yang memilih satu matapelajaran elektif sains (BPPDP, 2000) yang kemudiannya dikaji semula menjadi RM14 per kapita per matapelajaran (KPM, 2010). Ini juga termasuk menempatkan pelajar yang mendapat C6 dan ke atas dalam SRP dan PMR ke dalam aliran sains secara mandatori dan memberikan biasiswa kepada pelajar cemerlang aliran sains untuk melanjurkan pelajaran ke luar negara. Dasar Pendidikan Kebangsaan (KPM, 2004b) mencadangkan supaya ditambah bilangan makmal sains tulen.

Selain KPM, Kementerian Sains, Teknologi dan Inovasi turut memainkan peranan untuk meningkatkan penyertaan pelajar dalam aliran sains. Dalam Pelan Tindakan Pembangunan Teknologi Perindustrian, sebanyak RM3.6 juta telah diperuntukkan untuk 12 projek di sekolah dan maktab perguruan bagi meningkatkan kesedaran sains dan teknologi (BPPDP, 1996). Pada tahun 1994 sehingga 1999, sebanyak RM34.5 juta diperuntukkan oleh kementerian yang sama untuk pelaksanaan 97 projek kesedaran sains dan teknologi.

Namun begitu, penyertaan pelajar sekolah menengah dalam aliran sains masih belum berjaya mencapai nisbah yang telah ditetapkan pada tahun 1967 ini. Menurut statistik yang diterbitkan oleh KPM dari tahun 1981 sehingga 2010, peratusan pelajar sekolah menengah yang menyertai aliran sains belum pernah mencapai nisbah 60:40. Merujuk kepada Rajah 1, didapati bahawa

tahun 2005 mencapai peratusan tertinggi dalam bilangan pelajar menyertai aliran sains (31.22%). Namun demikian, peratus pelajar dalam aliran sastera tetap melebihi aliran-aliran yang lain sepanjang 1981-2010. Perlu dinyatakan di sini bahawa pengelasan seseorang pelajar (Tingkatan 4 dan Tingkatan 5) sebagai pelajar jurusan sains atau jurusan sastera adalah mengikut klasifikasi berikut (BPPD, 2000):

- a. Seorang pelajar diklasifikasikan sebagai pelajar jurusan sains sekiranya beliau mengambil sekurang-kurangnya dua mata pelajaran dalam kumpulan Elektif Sains.
- b. Pelajar jurusan sastera adalah pelajar selain dari mereka yang diklasifikasikan sebagai pelajar sains.



Sumber: Statistik Pendidikan Malaysia (KPM, 2000 ke 2010)

Rajah 1: Peratusan penyertaan pelajar sekolah menengah dalam pelbagai aliran (1981-2010)

Selain kemerosotan penyertaan, pencapaian sains dan matematik pelajar sekolah menengah juga menunjukkan penurunan. Berdasarkan laporan *Trends in International Mathematics and Science Study* (TIMSS) pada tahun 1999, 2003 and 2007, skor sains dan matematik pelajar berumur 14 tahun semakin menurun (rujuk Jadual 1). Selain kedudukan dan skor, TIMSS juga membahagikan pelajar kepada kelompok “Advanced Benchmark”, “High Benchmark”, “Intermediate Benchmark” dan “Low Benchmark”. Didapati hanya 3% pelajar Malaysia berada pada kelompok tertinggi pada 2007 (IEA, 2008) tetapi pada tahun 1999, 5% pelajar Malaysia berada di kelompok tertinggi. Jika dibandingkan dengan negara jiran, Singapura, 32% pelajar mereka berada di kelompok tertinggi pada tahun 2007 berbanding 29% pada tahun 1999.

Jadual 1: Kedudukan dan skor TIMSS Malaysia pada tahun 1999, 2003 dan 2007

Tahun	Sains		Matematik	
	Kedudukan / Bil negara menyertai TIMMS	Skor	Kedudukan / Bil negara menyertai TIMMS	Skor
1999	22 / 38	492	16 / 38	519
2003	20 / 50	510	10 / 50	508
2007	21 / 60	471	20 / 60	474

Sumber: *The International Association for the Evaluation of Educational System (IEA)*, (2000); (2004); (2008)

Seperti dinyatakan sebelum ini, kerajaan telah menggubal dasar sediaada dan memperkenalkan pelbagai dasar dan pelan pendidikan sertamengambil pelbagai pendekatan untuk memperbaiki masalah kekuranganpelajar yang mengikuti jurusan sains (termasuk Kejuruteraan, Teknologi, Teknikal serta Vokasional). Bagaimanapun, setakat ini, kejayaan yangdicapai adalah jauh dari yang disasarkan. Kegagalan mencapai sasaran,berserta fakta dan senario yang dinyatakan di atas pastinya menimbulkanbanyak persoalan asas kepada pelbagai pihak, khususnya golonganpendidik dan profesional yang terlibat secara langsung dengan prosespendidikan di negara ini. Antaranya persoalan yang boleh ditimbulkianialah:

- a. Apakah punca serta faktor utama yang menyumbang kepada masalah kekurangan penglibatan pelajar dalam jurusan sains?
- b. Apakah langkah yang harus diambil oleh semua pihak dalam mempertingkatkan penglibatan pelajar dalam bidang sains?

Sehingga kini, banyak kajian dalam pendidikan sains dan matematik sekolah rendah dan menengah telah dijalankan oleh pelbagai pihak seperti pensyarah, KPM (melalui BPPDP), pelajar pasca siswazah pendidikan dan agensi antarabangsa. Usaha ini dilakukan dalam pelbagai saiz danpendekatan meliputi pelbagai isu dan perspektif yang pastinya menghasilkan pelbagai cadangan dan dapatan. Dalam banyak keadaan, perbincangan danwacana lazimnya memberikan tumpuan ke atas isu ad hoc sementarakebanyakan penyelidikan akademik dilaksanakan bukan dalam fokustertentu serta gagasan inisiatif yang bersepadu. Akibatnya, akses ke ataspelbagai cadangan dan dapatan penyelidikan ini menghadapi kesukaransementara isu yang dikaji pula terlalu pelbagai tetapi kurang diteliti secaramendalam. Setakat ini, terdapat beberapa agensi dan unit (misalnyaBPPDP dan beberapa pusat sumber pendidikan di seluruh negara) yangtelah mengambil tindakan mengumpulkan pelbagai hasil perbincangandan dapatan penyelidikan pendidikan yang diperoleh. Bagaimanapun,setakat ini masih tiada usaha spesifik berskala besar yang dilaksanakanuntuk meneliti dan membuat reviews bagi membantu pihak berwajibmengambil tindakan susulan yang bersesuaian secara berfokus danbersepadu bagi mengatasi masalah yang dinyatakan di atas.

Oleh itu, kesemua kajian ini perlu dikumpul dan dianalisis untuk mengenalpasti faktor-faktor yang menghalang pelajar menyertai aliran sains serta kemerosotan pencapaian sains di Malaysia seperti yang dilaporkan oleh TIMSS. Jadi kajian ini bertujuan untuk menghasilkan sorotan kajian ke atas segala dapatan kajian tesis pasca siswazah yang dikumpulkan bagi tahun 2001-2010 berkaitan dengan pendidikan sains dan matematik di peringkat sekolah di Malaysia.

Kajian ini melibatkan pengumpulan dan *reviews* ke atas hasil penyelidikan dan laporan berkaitan pendidikan sains dan matematik yang dijalankan di negara ini dan dilaporkan dalam tempoh Tahun 2001 – 2010. Bukan semua tesis pasca siswazah yang diambil tanpa diteliti kualiti kajian. Sebaliknya, disebabkan kekangan masa, kewangan dan sumber tenaga, kajian ini hanya memuatkan hasil penyelidikan dan laporan yang terdapat di dalam sumber pangkalan data di seluruh negara yang boleh diakses oleh penyelidik. Berdasarkan pengetahuan dan peluang yang ada, penyelidik berusaha untuk melaksanakan analisis dokumen dengan mengekalkan maksud dan konteks sebenar sesuatu hasil penyelidikan yang dipetik. Bagaimana pun, *reviews* ke atas sesuatu hasil kajian adalah dibuat berdasarkan pengetahuan, tafsiran dan pandangan penyelidik ke atas maklumat yang diperolehi. Akibatnya, mungkin berlaku *unintended errors* and *mis-interpretation* dalam analisis dokumen dan *reviews* dalam laporan kajian ini.

Kaedah Kajian

Kajian ini menggunakan kaedah analisis dokumen secara kualitatif seperti yang dicadangkan oleh Hodder (2000). Setiap dokumen dianalisis untuk menentukan kategorinya oleh empat orang penyelidik dan dibantu oleh seorang pembantu penyelidik. Dalam kajian ini, langkah-langkah berikut diambil untuk mendapatkan dan mengasingkan data:

- a. Mengenalpasti sumber untuk mendapatkan tesis pasca siswazah di IPTA di Malaysia (populasi), khususnya (dan tidak terhad kepada) tesis dari Universiti APEX dan Universiti Penyelidikan.
- b. Mendapatkan kebenaran daripada pihak yang boleh membekalkan data. Dalam kajian ini, kebenaran telah diperolehi daripada BPPDP dan perpustakaan universiti.
- c. Tesis pasca siswazah bagi tahun 2001-2010 dikumpulkan dan hanya tesis yang berkaitan dengan pendidikan sains dan matematik di peringkat sekolah diambil, sama ada dari pangkalan data atau tesis yang disimpan.
- d. Selain itu, semua tesis dan laporan kajian yang disimpan di BPPDP dan berkaitan dengan pendidikan sains dan matematik juga diambil.
- e. Semua abstrak dibaca satu demi satu dan bagi abstrak yang kurang jelas, tesisnya dibaca untuk mendapatkan maklumat lebih lanjut khususnya maklumat berkaitan sampel kajian, tempat kajian, kaedah kajian, kaedah analisis dan keputusan kajian.
- f. Kajian-kajian ini kemudian dianalisis untuk menentukan kategorinya.

Secara keseluruhannya, terdapat enam kategori yang berjaya dikenalpasti melalui analisis 344 abstrak tesis ini, iaitu:

- a. Kajian berkaitan pelajar sains (137 tesis)
- b. Kajian berkaitan guru sains dan matematik (97 tesis)
- c. Kajian berkaitan penilaian sains dan matematik (19 tesis)
- d. Kajian berkaitan pengurusan dan kepimpinan sekolah (7 tesis)
- e. Kajian berkaitan faktor demografi sekolah dan kemudahan P&P (51 tesis)
- f. Kajian berkaitan dasar pendidikan sains dan matematik (20 tesis)

Hasil Kajian

Daripada semua tesis yang diperoleh, majoriti kajian pelajar pasca siswazah tertumpu kepada P&P pelajar dan guru. Adalah amat sedikit kajian dalam pendidikan sains dan matematik yang berkaitan dengan pengurusan dan kepimpinan sekolah. Kertas kerja ini tidak dapat membincangkan setiap satu daripada 344 tesis ini secara terperinci tetapi kesimpulan daripada setiap kategori yang diperoleh daripada semua tesis ini adalah diringkaskan dan dilaporkan dalam kertas kerja ini. Beberapa contoh tesis dinyatakan dalam setiap kategori tersebut. Laporan lengkap boleh dirujuk di Mohd Salleh et al. (2011).

Kajian Berkaitan Pelajar Sains - Minat, Sikap, Persepsi dan Kerisauan Pelajar

Kajian-kajian lepas menunjukkan bahawa pelajar mempunyai minat dan sikap yang positif terhadap sains dan matematik sementara terdapat kepelbagaian yang luas mengenai persepsi pelajar mengenai sains dan matematik (contoh tesis - Syed Abdul Hakim, 2007; Ghandiswari, 2009). TIMSS 2007 juga melaporkan bahawa sikap dan penghargaan pelajar terhadap sains dan matematik adalah tinggi manakala keyakinan diri pelajar dalam sains dan matematik adalah rendah. Walaupun ramai pelajar mempunyai sikap dan minat yang positif terhadap sains dan matematik, terdapat pelbagai faktor yang dikenal pasti telah menyebabkan mereka yang layak untuk mengikuti aliran sains tetapi memilih untuk tidak mengikutnya di Tingkatan 4, Tingkatan 5 dan diperingkat pendidikan tertari. Antara yang dominan ialah:

- a. Faktor yang berkaitan dengan persepsi dan kerisauan pelajar terhadap pencapaian yang rendah dan kesukaran penguasaan konsep sains dan matematik yang lazimnya berkaitan dengan kaedah dan amalan P&P dalam sains dan matematik; penilaian mata pelajaran sains yang ketat; kesukaran untuk mencapai keputusan yang cemerlang dalam mata pelajaran sains dan matematik
- b. Kurikulum mata pelajaran sains dan matematik yang dianggap sukar untuk dipelajari
- c. Pengaruh rakan sebaya dan ibubapa yang tidak kondusif terhadap sains dan matematik
- d. Tanggapan bahawa peluang melanjutkan pengajian diperingkat tertari yang lebih kecil bagi pelajar lepasan jurusan sains.
- e. Kekurangan pengetahuan dan pendedahan berkaitan kerjaya graduan sains; pengetahuan bimbingan pemilihan kerjaya dalam bidang sains dan matematik yang terhad

Selain itu, wujud fenomena kerisauan (*anxiety*) terhadap sains dan matematik dalam kalangan pelajar aliran sains yang juga dikaitkan dengan pencapaian mereka dalam sains dan matematik. Tahap kerisauan ini bergantung kepada pelbagai faktor, khususnya tahap pencapaian pelajar, *nature* matapelajaran sains dan matematik yang lazimnya lebih sukar untuk dipelajari berbanding matapelajaran lain, faktor gurudan kemudahan P&P, kaedah penilaian yang digunakan dalam matapelajaran sains dan matematik serta pelbagai faktor luaran seperti peluang melanjutkan pelajaran, pengetahuan mereka mengenai kerjaya dalam bidang sains dan matematik (contoh tesis - Aslindah, 2006; Davrajoo, 2007).

Kajian Berkaitan Pelajar Sains - Kefahaman dan Konsepsi

Pada umumnya, pelajar beranggapan bahawa matapelajaran sains dan matematik adalah sukar untuk dipelajari. Ramai pelajar mengalami kesukaran pembelajaran dan mendapat pencapaian yang rendah dalam sains dan matematik. Masalah lazim yang dihadapi adalah seperti berikut (contoh tesis – Teng, 2002; Rojahan, 2004; Hanafi, 2005):

- a. Kesilapan konsep dan miskonsepsi
- b. Kefahaman konsep sains dan matematik yang tidak mencukupi
- c. Kelemahan penguasaan pengetahuan sains dan matematik
- d. Kesukaran membina dan menguasai konsepsi sains

Beberapa faktor dikenalpasti untuk menentukan keupayaan pelajar dalam memahami, membina dan menguasai konsep sains dan matematik. Antaranya ialah (contoh tesis – Abd Rahman, 2003; Rahayu, 2008):

- a. Keupayaan pelajar membina dan menguasai konsepsi saintifik.
- b. Tahap pemikiran kognitif pelajar (khususnya tahap pemikiran formal dan konkrit).
- c. Strategi pengajaran guru
- d. Kemahiran proses sains yang lemah

Kajian Berkaitan Guru Sains dan Matematik – Strategi P&P dan Pengetahuan Pedagogikal Kandungan

Hasil kajian menunjukkan bahawa masalah berkaitan amalan strategi pengajaran yang kurang sesuai masih diamalkan walaupun telah banyak usaha, langkah dan pendekatan penambahbaikan yang dilaksanakan oleh KPM. Misalnya kelemahan strategi pengajaran yang dilaporkan pada tahun 1990-an oleh Jemaah Nazir Sekolah Persekutuan masih diulangi pada abad baru, khususnya pengajaran berpusatkan guru, pengajaran bercorak '*chalk and talk*', pengajaran yang tidak mengamalkan penerapan nilai-nilai murni dan pengajaran berorientasikan peperiksaan. Didapati guru menggunakan strategi pengajaran yang lebih cenderung serta berorientasikan peperiksaan (khususnya pendekatan behavioris medan latihan yang berfokus kepada hafalan) berbanding pengajaran yang menitikberatkan kemahiran berfikir (contoh tesis -

Ooi, 2002; Lim, 2007).

Secara umumnya, kebanyakan kajian mendapati bahawa wujud perbezaan yang ketara dalam tahap Pengetahuan Pedagogikal Kandungan (*Pedagogical Content Knowledge*) guru baru berbanding guru berpengalaman. Tahap PPK dalam kalangan guru baru dan bakal guru amat bergantung kepada algoritma dan hafalan rumus, petua dan peraturan, tidak mampu memberikan alasan berasaskan pengetahuan konseptual serta tidak berupaya menyelesaikan masalah yang memerlukan "dua peringkat atau proses" penyelesaian. Kebanyakan guru berpengalaman pula mempamerkan PPK yang berpusatkan kepada isi kandungan dan kefahaman serta aktiviti pembelajaran berpusatkan pelajar. Beberapa kajian mendapati bahawa wujud miskonsepsi sains dan matematik dalam kalangan guru khususnya guru baru dan bakal guru. Guru yang lemah konsep sains dan matematik dan strategi pengajaran telah menyebabkan pelajar mengalami masalah pembelajaran dalam sains dan matematik (contoh tesis – Noorashikim, 2003; Maizatul, 2008; Yazid, 2008).

Kajian Berkaitan Pengurusan Dan Kepimpinan Sekolah - Pengurusan Sekolah & Peranan Pemantau Guru

Di peringkat sekolah menengah, terdapat perkaitan yang signifikan antara pencapaian pelajar dalam sains dan matematik berbanding pengurusan dan gaya kepimpinan sekolah khususnya Pengetua dan Panitia matapelajaran sains dan matematik. Pemantauan guru sains dan matematik terletak pada Panitia matapelajaran sains dan matematik, Guru Kanan sains dan matematik, Pengetua, Pejabat Pendidikan Daerah dan Jabatan Pelajaran Negeri. Pemantauan sesi P&P guru sains dan matematik dapat memastikan mutu P&P guru adalah terjamin. Walau bagaimanapun, pemantauan guru sains dan matematik adalah belum mencapai tahap yang memuaskan (contoh tesis – Ahmad Sabri, 2002; Mazlan, 2005).

TIMSS 2007 menekankan bahawa faktor kehadiran pelajar ke sekolah mempengaruhi pencapaian sains dan matematik kerana didapati bahawa negara-negara yang berkedudukan tinggi mempunyai peratus kehadiran pelajar yang jauh lebih tinggi berbanding dengan Malaysia walaupun pelajar mereka mempunyai tahap keyakinan dan penghargaan yang hampir serupa dengan Malaysia.

Kajian Berkaitan Penilaian Sains dan Matematik - Pentaksiran

Pentaksiran dalam pendidikan adalah penting untuk mengenalpasti masalah pembelajaran sains dan matematik pelajar dan membantu mengatasi masalah tersebut melalui P&P yang lebih sesuai. Namun, beberapa hasil kajian mendapati bahawa kebanyakan ujian yang digunakan oleh guru tidak dibina mengikut prosedur pengukuran yang betul. Hasil ujian mungkin memberi maklumat yang kurang sah, interpretasi tentang tahap kebolehan murid kurang tepat dan tidak member maklumat tentang apa yang sudah dikuasai dan apa yang belum dikuasai oleh seseorang murid untuk membantu guru menambahbaik P&P di bilik darjah (contoh tesis – Siaw, 2006;

Rosmawati, 2007).

Kajian Berkaitan Penilaian Sains dan Matematik - Amali Sains dan PEKA

Kebanyakan guru dan pelajar mempunyai persepsi dan penerimaan yang baik terhadap kepentingan aktiviti amali dalam pembelajaran sains. Aktiviti amali dalam pembelajaran sains diakui dan diterima sebagai penting dalam menambahkan minat pelajar terhadap Sains, menguatkan pemahaman pelajar terhadap konsep sains dan dapat meningkatkan kemahiran saintifik pelajar. Namun, kajian mendapati bahawa penguasaan kemahiran proses sains bersepadu pelajar adalah rendah.

Secara keseluruhannya, kebanyakan dapatan kajian menyatakan bahawa pelaksanaan aktiviti amali dalam pembelajaran sains dilaksanakan pada tahap sederhana. Guru berpandangan bahawa faktor utama yang mempengaruhi keberkesanan penerapan kemahiran proses sains dalam kalangan pelajar ialah faktor pengetahuan dan kemahiran guru, strategi pengajaran/gurudan disiplin pelajar semasa amali manakala faktor sampingan pula ialah faktor pencapaian pelajar dalam mata pelajaran Sains. Faktor strategi pengajaran guru dan kekangan masa merupakan penghalang kepada penerapan kemahiran proses sains yang berkesan (contoh tesis – Khalidah, 2002; Zarina, 2005; Umi Rohafizah, 2008).

Kajian juga mendapati pelaksanaan Pentaksiran Kerja Amali (PEKA) belum mencapai tahap memuaskan. Beberapa faktor dikenali pasti yang menjadi kekangan dan halangan kepada pelaksanaan PEKA yang lebih berkesan, khususnya bagi pembelajaran sains diperingkat menengah. Antara faktor yang dikenali pasti ialah (contoh tesis - Ruslina, 2001; Ros Ayu, 2007):

- a. Guru kurang mendapat pendedahan dan latihan mengenai konsep dan pelaksanaan PEKA.
- b. Guru kurang kemahiran dalam melaksanakan aktiviti penilaian dan pengurusan yang berkaitan PEKA.
- c. Peralatan makmal tidak mencukupi dan sekolah mempunyai masalah kewangan untuk membeli alat dan radas.
- d. Bilangan pelajar yang ramai (antara 43 hingga 45 orang) dalam kelas amali.
- e. Kekurangan masa untuk pelajar menyelesaikan ujikaji dan menghantar laporan mereka.
- f. Bilangan Laporan Kerja Amali Pelajar yang banyak (antara 86 hingga 120 laporan) yang perlu disemak setiap minggu mengakibatkan beban kerja guru bertambah.
- g. Elemen yang hendak ditaksir terlalu banyak. Skema penskoran yang terlalu berasaskan rubrik.
- h. Pemilihan eksperimen yang sesuai untuk ditaksir.
- i. Kesukaran mendapatkan sumber rujukan untuk guru.
- j. Pelajar yang bersikap negatif, pasif dan kurang kerjasama.
- k. Ketiadaan pemantauan terhadap pelaksanaan PEKA Sains di sekolah.

Perlaksanaan PEKA ini dikenalpasti dapat mengurangkan gejala pontengkelas dan menyebabkan pelajar menjadi lebih serius dan bersungguh-sungguh menjalankan ujikaji dan menyiapkan laporan. Pelajar didapati menunjukkan minat yang tinggi dan seronok menjalankan aktiviti-aktiviti PEKA sains walaupun mereka mungkin kurang pasti tentang kemahiran yang harus dikuasai. Namun, terdapat juga sebilangan pelajar yang terlalu memberitumpuan kepada penyiapan laporan sehingga tidak memberikan tumpuan kepada pengajaran teori oleh guru (contoh tesis – Azidah, 2005).

Kajian Berkaitan Faktor Demografi Sekolah Dan Kemudahan P&P - Lokasi Sekolah

Terdapat jurang yang besar antara pelajar sekolah bandar dan luar bandar dalam perspektif pendidikan sains dan matematik. Peratusan pelajar sekolah bandar yang mengikuti mata pelajaran Fizik, Kimia, Biologi dan Matematik Tambahan sentiasa jauh tinggi berbanding rakan mereka diluar bandar. Keputusan peperiksaan sains dan matematik di peringkat PMR dan SPM rata-rata menunjukkan bahawa pelajar sekolah Bandar jauh lebih baik daripada pelajar diluar bandar. Misalnya peratusan pelajar mendapat A (PMR) atau A1-A2 (SPM) seperti yang ditunjukkan dalam Jadual 2.

Jadual 2: Perbandingan peratusan pelajar memperoleh A (PMR) atau A1-A2 (SPM) di sekolah bandar dan luar Bandar

	Sekolah Bandar	Sekolah Luar Bandar
PMR Sains 2008	21.5%	9.8%
PMR Matematik 2008	31.2%	15.9%
SPM Sains 2008	10.9%	7.9%
SPM Matematik 2008	31.4%	17.4%
SPM Fizik 2008	18.1%	8.3%
SPM Kimia 2008	19.7%	9.1%

Hasil perbandingan keputusan SPM bagi mata pelajaran Sains, Matematik, Fizik, Kimia, Biologi dan Matematik Tambahan menunjukkan bahawa peratusan pelajar sekolah luar Bandar yang mendapat Gred A1 dan A2 tidak pernah melebihi pencapaian pelajar sekolah bandar. Keputusan Sains dan Matematik PMR yang rendah diluar bandar sehingga bilangan pelajar yang layak mengambil Elektif Sains tidak mencukupi bagi sekolah berkenaan membuka kelas Sains Tulen. Beberapa faktor yang mendorong kepada fenomena kurangnya peratusan pelajar sekolah luar bandar menyertai aliran sains dikenalpasti. Antaranya (contoh tesis Junaidi, 2007):

- a. Kelemahan kemahiran belajar dan berfikir yang baik, pengurusan masa yang tidak terancang dan kurang pendedahan teknik menjawab soalan.
- b. Pelajar juga tiada daya saing, kurang bermotivasi untuk belajar kerana perlu bekerja dan

- kedudukan sekolah jauh dari padarumah selaintiadakemudahan asas dirumah untuk belajar
- c. Kurang pendedahan konsep dan manfaat mengambil aliran sains kepada pelajar di sekolah luar bandar.
 - d. Kurang kemudahan amali dan makmal yang lengkap serta bahan rujukan.
 - e. Kurangnya galakan ibu bapa kepada pelajar untuk memasuki aliran sains (kesedaran ibu bapa kurang, tahap pendidikan ibu bapa rendah, kurang penegasan) serta dipengaruhi rakan sebaya.
 - f. P&P guru sekolah luar bandar yang kurang berkesan (berpusat kanguru, sehalu, kurang kepada pemikiran pelajar, persediaan kurang, kurang BBM) dan guru tinggal jauh dari sekolah selain kekurangan guru sains dan guru bukan opsyen mengajar matapelajaran Sains.

Kajian Berkaitan Faktor Demografi Sekolah Dan Kemudahan P&P - Penggunaan ICT

Secara keseluruhan, hasil kajian mendapati bahawa penggunaan pelbagai bentuk ICT dalam P&P adalah dilaksanakan dalam pendidikan sains dan matematik di hampir keseluruhan sekolah di negara ini. Di peringkat perancangan, KPM telah menggariskan dengan jelas fokus dan penekanan ke atas agenda penggunaan ICT dalam P&P ini. Di peringkat pelaksanaan, tahap kesesuaian penggunaan ICT dalam P&P, khususnya dalam pendidikan sains dan matematik ini amat bergantung kepada:

- a. Kelengkapan kemudahan dan infrastruktur yang diperlukan untuk pelaksanaan P&P berbantuan ICT secara berkesan.
- b. Kepakaransertadayak kreativiti dan inovasi guru dan staf sokongan teknikal.
- c. Minat dan kesediaan guru dan pelajar untuk melaksanakan P&P berbantuan ICT.
- d. Pengurusan dan penekanan pihak pengurusan sekolah ke atas P&P berbantuan ICT.

Kajian mendapati bahawa tahap minat, kesediaan dan keupayaan guru sains dan matematik dalam menggunakan ICT dalam P&P adalah positif. Terdapat juga banyak hasil kajian yang menunjukkan tahap keupayaan guru dan profesional pendidikan yang tinggi dalam menggunakan pelbagai perisian aplikasi serta mereka bentuk dan membangunkan pelbagai perisian multimedia pendidikan, khususnya untuk kegunaan P&P dalam pendidikan sains dan matematik. Semua hasil kajian mendapati bahawa penggunaan pelbagai bentuk ICT dapat membantu keberkesanan P&P dalam sains dan matematik, sama ada daripada perspektif kognitif, afektif dan juga psikomotor (Pani Malar, 2006; Saifulnizan, 2007; Nurfaiza, 2008).

Cadangan

Daripada hasil analisis tesis-tesis berkaitan kajian pendidikan sains dan matematik di Malaysia, berikut diberikan beberapa cadangan untuk meningkatkan dan memperkasakan pendidikan sains dan matematik justeru meningkatkan penyertaan serta pencapaian pelajar aliran sains.

1. Mempertingkatkan penyertaan pelajar dalam aliran sains di peringkat sekolah menengah dan pendidikan tertiar.
 - a. Pendedahan, kempen dan ceramah melibatkan agensi kerajaan dan bukan kerajaan diadakan di sekolah kepada semua pelajar menengah rendah (termasuk ibu bapa) supaya dapat menarik minat mereka untuk menyertai aliran sains dan mempertimbangkan bidang kerjaya yang luas dalam bidang sains dan matematik.
 - b. Kemudahan dan makmal sekolah luar bandar perlu dipertingkatkan.
 - c. Polisi kemasukan pelajar ke Sekolah Berasrama Penuh (SBP) pada 70% pelajar sekolah luar bandar harus dipantau dan dilaksanakan.

2. Memantapkan mutu kurikulum dan latihan guru:
 - a. Melibatkan golongan profesional dalam bidang sains dan matematik untuk memurnikan kurikulum sains dan matematik yang lebih kontekstual dan berasaskan kehidupan seharian. Mereka juga boleh dijemput ke sekolah untuk mengajar pelajar tentang beberapa konsep sains dalam satu sesi pengajaran.
 - b. P&P berasaskan peperiksaan, berpusatkan guru dan secara bersyarahan (*chalk and talk*) perlu diminimakan. Ini perlu digantikan dengan pengajaran yang berpusatkan pelajar dan menerapkan pembelajaran bermakna (*meaningful learning*) menggunakan pelbagai teknik dan alat bantu seperti ICT dan objek yang boleh didapati di sekeliling pelajar dan sekolah.
 - c. Sekurang-kurangnya 50% amali sains yang dicadangkan dalam kurikulum mesti dilaksanakan supaya pelajar dapat memahami konsep sains dengan lebih mendalam dan menguasai kemahiran proses sains yang penting.
 - d. Guru-guru sains dan matematik perlu diambil daripada kalangan pelajar yang cemerlang dan ditawarkan program pengajian Ijazah Sarjana Muda Pendidikan yang membekalkan pengetahuan kandungan dan pedagogi yang seimbang.
 - e. Aspek *Pedagogical Content Knowledge* (PCK) mesti dititikberatkan dengan mengambil kira kurikulum Ijazah Sarjana Muda Pendidikan yang seimbang dari segi kandungan pengetahuan sains dan matematik dan kemahiran pedagogi.
 - f. Guru-guru sains dan matematik yang telah tamat pengajian peringkat pasca siswazah mereka dengan menggunakan skim cuti belajar seperti Hadiah Latihan Persekutuan (HLP) mesti bersetuju untuk berkhidmat di sekolah luar bandar sekurang-kurangnya 5 tahun.
 - g. Program latihan guru siswazah sains dan matematik di institusi pengajian tinggi perlu diperkasakan. Mahasiswa pendidikan sains dan matematik serta kerjaya perguruan sains dan matematik perlu dilihat sebagai satu bidang yang penting dan kritikal bagi pembangunan negara. Guru sains dan matematik perlu digalakkan untuk mendapatkan kelayakan sekurang-kurangnya Ijazah Sarjana Pendidikan. Antara negara yang paling berjaya dalam pendidikan sekolah adalah Finland (Burridge, 2010) di mana guru-guru menjalani program pengajian dan latihan selama 5 tahun yang meliputi dua ijazah, iaitu

Ijazah Sarjana Muda Pendidikan dan Ijazah Sarjana Pendidikan (Smith, 2005; OAJ, 2008).

- h. Kursus Dalam Perkhidmatan (KDP) dan Pembangunan Profesional yang dijalankan secara *in-house* perlu dipantau keberkesanannya.
 - i. Pemantauan dan penyeliaan P&P guru sains dan matematik perlu dilakukan sekurang-kurangnya 4 kali setahun sama ada oleh Panitia sains dan matematik, Guru Bidang sains dan matematik, Pengetua, Pegawai Pelajaran Daerah, Pegawai Jabatan Pelajaran Negeri atau Jemaah Nazir. Laporan penyeliaan perlu dibincangkan dengan guru berkenaan dan boleh dijadikan sebagai penilaian pemberian elaun kritikal.
 - j. Sistem mentor-mentee antara guru yang berpengalaman dan guru baru perlu dilaksanakan dengan lebih terbuka.
 - k. Isu lambakan guru sains dan matematik juga memberi petanda bahawa sekolah adalah mampu untuk membuka lebih banyak kelas sains dan matematik yang mempunyai saiz kelas yang lebih kecil dan optimum. Nisbah guru sains dan matematik kepada bilangan pelajar sains dan matematik serta kelas sains dan matematik perlu diteliti.
3. Menyemak semula dan memperkasakan sistem penilaian bagi matapelajaran sains dan matematik
- a. Melaksanakan Pentaksiran Berasaskan Sekolah (PBS) yang memberi tumpuan kepada peningkatan kefahaman konsep, kemahiran proses sains dan kemahiran berfikir secara kreatif dan kritis serta inovatif.
 - b. PEKA perlu diberikan perhatian yang serius oleh guru dan pelajar dengan mengambil kira markahnya ke dalam pengiraan markah SPM.
4. Meningkatkan dan memantapkan penyelidikan berkaitan pendidikan sains dan matematik
- a. Perlu ada sikap terbuka bagi pihak KPM, JPN, PPD dan sekolah untuk menyatakan masalah dan kelemahan dalam sistem pendidikan sains dan matematik masa kini supaya penyelesaiannya dapat diusahakan bersama-sama golongan penyelidik yang berpengalaman dan pakar dalam bidang pendidikan sains dan matematik.
 - b. Pelbagai masalah dalam pendidikan sains dan matematik yang perlu dikaji dan diteliti hendaklah disenaraikan dengan jelas dan telus oleh pihak berkuasa khususnya KPM bagi mendapatkan khidmat daripada pakar penyelidik pendidikan sains dan matematik.
 - c. Geran penyelidikan disediakan bagi menyelesaikan masalah-masalah pendidikan sains dan matematik yang telah ditetapkan oleh KPM seperti perkara (b) di atas.
 - d. Guru-guru sains dan matematik yang diberikan biasiswa cuti belajar seperti HLP mestilah menjalankan kajian di sekolah mengikut bidang kajian yang ditetapkan oleh KPM seperti perkara (b) di atas.
 - e. Antara KPI atau penilaian prestasi guru cemerlang sains dan matematik juga perlu meliputi kajian yang mereka lakukan untuk meningkatkan P&P serta penghasilan modul atau kertas kerja yang bertujuan untuk menyebarkan amalan terbaik (*Best Practice*) guru

dalam P&P. Bahan-bahan ini perlu diedarkan ke semua Pusat Kegiatan Guru untuk rujukan guru-guru sains dan matematik yang kurang berpengalaman dan kepakaran.

Penutup

Perlu diingatkan bahawa penyelidik telah berusaha sedaya upaya, di bawah kekanganyang dihadapi, untuk menjaga ketepatan kandungan, analisis dokumen dan reviews yang dimuatkan dan juga kesesuaian cadangan yang disarankan. Bagaimana pun, penyelidik tidak dapat memastikan ketepatan kandungan, analisis dokumen, reviews dan cadangan yang disarankan. Penyelidik juga tidak dapat memastikan kemungkinan berlakunya kesilapan atau sebarang implikasi negatif akibat dari yang berlaku akibat sebarang ketidaktepatan kandungan, analisis dokumen, *reviews* dan cadangan yang disarankan. Sehubungan dengan ini, pembaca dicadangkan membuat penilaian dan penelitian terperinci ke atas setiap cadangan yang disarankan sebelum mengambil sebarang tindakan susulan.

Sebagai renungan kepada penggubal dasar pendidikan sains dan matematik di Malaysia, pendidikan STEM (*Science, Technology, Engineering & Mathematics*) boleh mula dikaji kemungkinan untuk dilaksanakan di Malaysia sebagaimana di Amerika Syarikat yang mengintegrasikan empat bidang yang sangat berkait rapat antara satu sama lain sejak peringkat sekolah. Ini adalah sebab dengan mengintegrasikan keempat-empat bidang ini, teori dan aplikasi ilmu pengetahuan dalam bidang sains dan matematik ini dapat dilihat dengan lebih jelas dan dipelajari dengan lebih bermakna (Katehi, Pearson & Feder, 2009). Ini bukan sahaja dapat menarik minat pelajar kepada sains dan matematik malahan menjadikan pelajar dapat melihat ilmu sains dan matematik sebagai suatu ilmu yang perlu dikuasai untuk menjalani kehidupan seharian yang semakin bergantung kepada teknologi.

Rujukan

- Abd Rahman Ismail (2003). *Kefahaman Konsep Sains dan Perhubungannya dengan Tahap Kognitif dan Jantina Pelajar Tingkatan 3*. Tesis Sarjana, UM.
- Ahmad Sabri Mohd Yazid (2002). *Pelaksanaan Amalan Kemahiran Berfikir Guru dalam Matapelajaran Sains di Sekolah Rendah: Suatu Kajian Kes*. Tesis Sarjana, UKM.
- Aslindah Ayob (2006). *Keresahan Kimia (Kemofobia) Pelajar Tingkatan 5 di Sekolah Menengah Teknik dan Perkaitannya dengan Pencapaian*. Tesis Sarjana, UM.
- Azidah Hashim (2005). *Tahap Penguasaan Peka Fizik dan Hubungannya dengan Pencapaian Penilaian Amali Kertas 3 di Kalangan Pelajar Sains*. Tesis Sarjana, UKM.
- BPPDP (1989a). *Dasar Pendidikan Berasaskan Sains dan Teknologi: Ke arah Pencapaian Nisbah Penyertaan 60:40 Sains:Sastera*. Kuala Lumpur: BPPDP.

- BPPDP (1996). *Laporan Pelaksanaan dan Kewangan Projek di Bawah Program Pelan Tindakan Pembangunan Teknologi Perindustrian Perakuan 36 Kementerian Sains, Teknologi dan Alam Sekitar*. Kuala Lumpur: BPPDP.
- BPPDP (2000). *Mesyuarat Jawatankuasa Perancangan Pendidikan Ke-146: Dasar 60:40 Aliran Sains/Teknikal:Sastera: Sejauh mana pelaksanaannya tercapai*. Kuala Lumpur: BPPDP.
- Burridge, T. (2010). Why do Finland's schools get the best results? BBC News. <http://news.bbc.co.uk/2/hi/8601207.stm>
- Davrajoo, E. (2007). *Kebimbangan Matematik dan Hubungannya dengan Pencapaian Pelajar Tingkatan Empat di Daerah Klang, Malaysia*. Tesis Sarjana, UPM.
- Ghandiswari Paniandi (2009). *Persepsi Pelajar Terhadap Saintis dan Kefahaman Pelajar dalam Sains (Sekolah Menengah)*. Tesis Sarjana Muda, UTM.
- Hanafi Jasman (2005). *Salah Tanggapan Tentang Konsep Elektrik di Kalangan Pelajar-Pelajar Tingkatan Enam Rendah di Daerah Kluang, Johor*. Tesis Sarjana, UTM.
- Hodder, I. (2000). The interpretation of documents and material culture. In N. K. Denzin, & Y. S. Lincoln (Eds.), *Handbook of qualitative research* (2nd ed.) (pp. 703-715). Thousand Oaks, CA: Sage Publications.
- IEA (2008). *TIMSS 2007 International Science Report*. Chestnut Hill: IEA.
- Jabatan Pendidikan Teknik (1996). *Mesyuarat Jawatankuasa Perancangan Pendidikan: Meningkatkan dan Memperluaskan Pendidikan Sains dan Teknikal*. Kuala Lumpur: BPPDP.
- Junaidi Awang Besar (2007). *Polisi Pengajaran dan Pembelajaran Sains dan Matematik dalam Bahasa Inggeris (PPSMI): Kajian Impak di Selangor dan Terengganu*. Tesis Sarjana, UKM.
- Katehi, L., Pearson, G. & Feder, M. (2009). *Engineering in K-12 Education: Understanding the status and improving the prospects*. Washington: The National Academies Press.
- Kementerian Pengajian Tinggi (2007). *Malaysian Higher Education Statistics 2007*. Putrajaya: Kementerian Pengajian Tinggi.
- Khalidah Haji Ahmad (2002). *Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Keberkesanan Penerapan Kemahiran Proses Sains: Amalannya di Kalangan Guru-Guru Sains di Daerah Pontian*. Tesis Sarjana, UTM.
- KPM (2000). *Education Statistics of Malaysia 2000*. Kuala Lumpur: KPM.
- KPM (2001a). *Education Statistics of Malaysia 2001*. Kuala Lumpur: KPM.
- KPM (2001b). *Educational Development Plan 2001-2010*. Kuala Lumpur: KPM.
- KPM (2002). *Education Statistics of Malaysia 2002*. Kuala Lumpur: KPM.
- KPM (2003). *Education Statistics of Malaysia 2003*. Kuala Lumpur: KPM.
- KPM (2004a). *Education Statistics of Malaysia 2004*. Kuala Lumpur: KPM.
- KPM (2004b). *National Education Policy*. Kuala Lumpur: KPM.
- KPM (2005). *Education Statistics of Malaysia 2005*. Putrajaya: KPM.
- KPM (2006). *Education Statistics of Malaysia 2006*. Putrajaya: KPM.
- KPM (2007). *Education Statistics of Malaysia 2007*. Putrajaya: KPM.
- KPM (2008). *Education Statistics of Malaysia 2008*. Putrajaya: KPM.

- KPM (2009). *Education in Malaysia: Towards Excellence*. Putrajaya: KPM.
- KPM (2010). *Surat Pekeliling Kewangan Bil. 8 2010: Garis Panduan Pengurusan Kewangan Peruntukan Bantuan Persekolahan kepada Sekolah Berdasarkan Per Kapita Murid*. 24th December 2010. Putrajaya: KPM.
- Lim, T. C. (2007). *Hubungan Antara Pendekatan Pengajaran Guru dengan Pendekatan Pembelajaran Pelajar Matapelajarann Kimia Tingkatan Empat*. Tesis Sarjana, UTM.
- Mahathir Mohamed (1991). *The Way Forward*. Presented at the Malaysian Business Council in 28 February 1991.
- Maizatul Akmal Sahudin (2008). *Profil Pengajaran Berkesan Pelajaran Matematik di Sebuah Sekolah Menengah Harian di Hulu Langat, Selangor*. Tesis Sarjana, UM.
- Mazlan Ismail (2005). *Pengurusan Perubahan Kurikulum: Kajian Khas di 2 Buah Sekolah Menengah Daerah Rompin*. Tesis Sarjana, UM.
- Mohd Salleh Abu, Mohamad Bilal Ali, Fatin Aliah Phang & Salmiza Salleh (2011). *Kompilasi Dan Reviews Ke Atas DapatanKajian Penyelidikan Berkaitan PendidikanSains Dan Matematik Di Malaysia*. Laporan Kajian.
- NEAC (2010). *New Economic Model for Malaysia: Part 1*. Percetakan National Malaysia Berhad: Putrajaya.
- Noorashikim Noor Ibrahim (2003). *Pengetahuan Pedagogikal Kandungan (PPK) Guru Matematik dalam Tajuk Algebra di Daerah Kota Bharu, Kelantan*. Tesis Sarjana, UKM.
- Nurfaiza Mustafar (2008). *Pembangunan Perisian Multimedia Berasaskan Teori Kecerdasan Pelbagai bagi Tajuk Fizik Optik: Kesan Doppler*. Tesis Sarjana, UTM.
- OAJ (2008). *Teacher Education in Finland*.
http://www.oaj.fi/pls/portal/docs/PAGE/OAJ_INTERNET/01FI/05TIEDOTTEET/03JULK_AISUT/OPEKOULUTUSENG.PDF
- Ooi, H. B. (2002). *Budaya Pengajaran dan Pembelajaran Fizik Tingkatan 6 yang Berjaya: Satu Kajian Kes*. Tesis Sarjana, USM.
- Pani Malar Palani Samy (2006). *Pelaksanaan Dasar Pengajaran Sains dan Matematik dalam Bahasa Inggeris di Sekolah-Sekolah Felda, Negeri Sembilan*. Tesis Sarjana, UM.
- Rahayu Johari (2008). *Pengaruh Gaya Pengajaran Guru Cemerlang Fizik Terhadap Gaya Pembelajaran dan Pencapaian Matapelajarann Fizik Pelajar Tingkatan Empat*. Tesis Sarjana, UKM.
- Rojahan Hj. Abdullah (2004). *Pencapaian dan Kesalahan Konsep dalam Kerja, Tenaga dan Kuasa di Kalangan Pelajar Tingkatan Lima Aliran Teknikal*. Tesis Sarjana, UM.
- Rosmawati Musa (2007). *Pengesahan dan Penggunaan Ujian Matematik Tahun 4 Sekolah Rendah: Analisis Rasch*. Tesis Doktor Falsafah, USM.
- Ros Ayu Abdullah (2007). *Penilaian Kerja Amali (PEKA) Sebagai Satu Pentaksiran Alternatif*. Tesis Sarjana, UPSI.
- Ruslina Omar (2001). *Masalah-Masalah dalam Pelaksanaan Pentaksiran Kerja Amali (PEKA) di Sekolah-Sekolah Menengah Daerah Temerloh*. Tesis Sarjana, UKM.

- Saifulnizan Che Ismail (2007). *Pembinaan Modul Pembelajaran Matematik Menggunakan Perisian Geometri Interaktif*. Tesis Sarjana, UTM.
- Siaw, N. H. (2006). *Sistem Pakar Berasaskan Model Pengetahuan Set Kasar untuk Ujian Diagnostik Matematik*. Tesis Sarjana, UKM.
- Smith, A. D. (2005). Inside the best school in the world.
<http://www.guardian.co.uk/world/2005/sep/25/schoolsworldwide.schools>
- Syed Abdul Hakim Syed Zainuddin (2007). *Keupayaan dan Sikap dalam Menyelesaikan Masalah Matematik Bukan Rutin di Kalangan Pelajar Tingkatan Dua di Dua Buah Sekolah Sekitar Daerah Johor Bahru*. Tesis Sarjana, UTM.
- Teng, S. L. (2002). *Konsepsi Alternative dalam Persamaan Linear di Kalangan Pelajar Tingkatan 4*. Tesis Sarjana, USM.
- Umi Rohafizah Zainudin (2008). *Keberkesanan Pelaksanaan Amali Terhadap Pemahaman Konsep Asid dan Bes di Kalangan Pelajar Kimia Tingkatan 4*. Tesis Sarjana, UPSI.
- Yazid Yusof (2008). *Profil Pengajaran Berkesan Matapelajarann Sains di Sebuah Sekolah Menengah Harian di Seremban, Negeri Sembilan*. Tesis Sarjana, UM.
- Zaini Ujang (2009). *Bawa Pulang Segera Bijak Pandai Sains*. Berita Harian, 2 October 2009.
- Zarina Abd Rahman (2005). *Perspektif Guru Terhadap Pelaksanaan Aktiviti Makmal di Sekolah Menengah*. Tesis Sarjana, UM.

Penghargaan

Kajian ini telah ditaja sepenuhnya oleh Majlis Profesor Negara - Kluster Sains dan Matematik dengan geran penyelidikan sebanyak RM20,000.00.