

SYARAHAN PERDANA

**PENDIDIKAN MATEMATIK
DI MALAYSIA DALAM ABAD KE-21:
HARAPAN DAN CABARAN**

LB1646
M4Nikanp

PROFESOR DR. NIK AZIS NIK PA



UNIVERSITI MALAYA

ADA 3071

(K)

SYARAHAN PERDANA

PENDIDIKAN MATEMATIK DI
MALAYSIA DALAM ABAD KE-21:
HARAPAN DAN CABARAN

Perpustakaan Universiti Malaya



A511907823

PROFESOR DR. NIK AZIS NIK PA

UNIVERSITI MALAYA
2003

047711

KANDUNGAN

PRAKATA	v
Pengenalan	1
FOKUS PEMBANGUNAN NEGARA	2
PERANAN PENDIDIKAN	5
HARAPAN DAN CABARAN	7
Falsafah dan psikologi	8
Matematik dan pendidikan matematik	14
Wawasan pendidikan matematik	19
Pendidikan guru	25
Perkembangan profesional	33
Penggunaan teknologi	39
Pengetahuan dan pedagogi matematik	45
Penyelidikan dalam pendidikan matematik	49
REFLEKSI	58
RUJUKAN	63
PROFIL	72

PRAKATA

Proses penghasilan syarahan perdana ini banyak memberi makna kepada kehidupan profesional saya, khususnya dalam membantu saya menggambarkan visi pendidikan matematik di Malaysia sekurang-kurangnya untuk tempoh tiga dekad akan datang. Dalam arus perubahan yang pesat, kita perlu mengamati dengan teliti keupayaan kita dan sistem pendidikan di negara kita untuk membuat perubahan dan penyesuaian yang sewajarnya; tidak hanya dari sudut sosioekonomi, tetapi juga dari sudut pembangunan manusia dan kemanusiaan. Jika kita tidak membentuk satu wawasan pembangunan masa depan yang dinamik untuk pendidikan, khususnya pendidikan matematik dan segera belajar menguasai proses perubahan pada tahap peribadi, masyarakat, negara, dan antarabangsa, maka kita akan terperosok ke dalam kelumpuhan proses penyesuaian diri secara serius. Dalam era globalisasi, keterbelakangan adalah satu fenomena yang menakutkan.

Usaha untuk menghasilkan syarahan perdana ini telah bermula beberapa tahun yang lalu. Bagaimanapun, refleksi secara retrospektif terhadap ucap utama yang saya sampaikan di *International Conference on Science and Mathematics Education* pada 14 Oktober, 2003 telah memberi idea baru kepada saya dalam mengenal pasti langkah asas yang diperlukan bagi menangani cabaran dan harapan pendidikan matematik dalam abad ke-21. Berdasarkan perbincangan dalam persidangan tersebut, saya bertekad untuk menggunakan Perspektif Bersepadu Sejagat sebagai landasan bagi penjaan idea dan konsep dalam syarahan perdana ini. Pada hakikatnya, Perspektif Bersepadu Sejagat (lihat Nik Azis, 1994) mempunyai tafsiran yang menyeluruh tentang hakikat kejadian, kewujudan, dan realiti (*ontologi*), kesahihan dan kefitrahan pengetahuan serta proses mengetahui (*epistemologi*), nilai moral dan nilai estetika (*aksiologi*), dan penaakulan dan penghujahan (*logik*).

Saya berpendapat bahawa kefahaman dan kesedaran yang meluas dan mendalam tentang prinsip yang mendasari Perspektif Bersepadu Sejagat akan membuat komuniti matematik lebih produktif dalam melaksanakan

Wawasan Pendidikan Matematik yang dicadangkan dalam syarahan perdana ini. Ini kerana kebanyakan perkara yang dibincangkan dalam Wawasan Pendidikan Matematik memerlukan lebih daripada pengubahsuaian dalam strategi bertindak; sebaliknya, mereka memerlukan pengubahsuaian dalam proses pembinaan pengetahuan, sistem pegangan, dan nilai hidup individu. Ramai orang telah memberi sumbangan, baik secara langsung atau tidak langsung, kepada penghasilan syarahan perdana ini. Rasa terhutang budi dirakamkan kepada mereka. Semoga segala usaha kita mendapat keredaan Allah.

PENGENALAN

Dunia sedang mengalami perubahan yang pesat. Masyarakat dan ekonomi menjadi semakin kompleks. Corak kehidupan pula semakin dipengaruhi oleh teknologi elektronik. Budaya dan persekitaran kerja yang akan dilalui oleh pelajar masa kini di sepanjang hayat mereka adalah dijangkakan jauh berbeza daripada apa yang telah dilalui oleh ibu bapa mereka. Fenomena ini membuka peluang baru di samping menimbulkan cabaran baru. Ramai orang berpendapat bahawa abad ke-21 akan dikuasai oleh ekonomi berasaskan pengetahuan (k-ekonomi), dan sumber utama bagi pertumbuhan ekonomi tersebut ialah penjana, pengumpulan, pemprosesan, penyebaran, dan penggunaan pengetahuan dan maklumat. K-ekonomi amat bergantung kepada kekuatan intelektual dan penggunaan teknologi canggih, dan bukan kepada kekuatan fizikal dan eksploitasi tenaga buruh.

Pada dasarnya, kejayaan dalam abad ke-21 ditentukan oleh tahap keupayaan orang perseorangan dan organisasi untuk menyesuaikan diri dengan arus perubahan yang deras, kompleks, dan tidak menentu. Menurut Toffler (1990), kita harus dapat menyesuaikan diri bukan sahaja terhadap perubahan, tetapi juga terhadap pemecutan itu sendiri. *National Council of Teachers of Mathematics* (1989) menegaskan bahawa peranan sekolah dalam era digital adalah untuk memastikan semua pelajar mempunyai peluang untuk membina kebolehan dan kecekapan matematik, berupaya untuk mengembangkan pembelajaran, peluang sama rata untuk belajar, membentuk asas bagi pendidikan sepanjang hayat, dan menjadi warganegara berpengetahuan yang berupaya memahami isu-isu dalam masyarakat teknologi. Rose dan Nicholl (1997) pula menjelaskan bahawa kederaan dunia mengalami perubahan menuntut kebolehan yang setanding untuk belajar dengan cepat, manakala peningkatan kekompleksan kehidupan duniawi pula menuntut kebolehan yang setanding untuk menganalisis suasana yang dialami secara logik dan menyelesaikan masalah secara kreatif. Pada masa kini, matematik telah menjadi satu penapis yang penting bagi kerjaya profesional dan penglibatan yang meluas dalam masyarakat. Langkah ke hadapan bagi

pendidikan matematik di Malaysia adalah berkait rapat dengan dasar dan strategi pembangunan negara.

FOKUS PEMBANGUNAN NEGARA

Komposisi penduduk Malaysia terdiri daripada pelbagai kaum dan etnik, berbeza dari segi agama, budaya, dan ekonomi. Dengan keadaan rakyat berbilang kaum dan agama serta pembangunan ekonomi yang tidak seimbang antara kaum, Malaysia bukanlah sebuah negara yang mudah untuk dimajukan. Peristiwa 13 Mei 1969 telah mengajar kita bahawa kunci keamanan dan kemajuan pembangunan negara banyak bergantung kepada perpaduan dan kerjasama masyarakat Malaysia. Untuk memastikan Malaysia membangun dengan terancang, kerajaan telah menggariskan dasar dan strategi pembangunan jangka pendek, jangka sederhana, dan jangka panjang. Misalnya, Belanjawan Tahunan merupakan satu usaha perancangan jangka pendek, Rancangan Pembangunan Lima Tahun pula yang telah digubal setiap lima tahun semenjak tahun 1956 merupakan usaha perancangan jangka sederhana, manakala Rangka Rancangan Jangka Panjang yang telah digubal setiap sepuluh atau dua puluh tahun semenjak tahun 1971 merupakan satu usaha perancangan jangka panjang.

Pada tahun 1971, kerajaan melancarkan Rangka Rancangan Jangka Panjang Pertama (RRJP1) yang meliputi tempoh 1971-1990 dan pelaksanaannya membabitkan empat rancangan lima tahun, iaitu Rancangan Malaysia Kedua hingga Rancangan Malaysia Kelima. Rancangan pembangunan tersebut dilaksanakan dalam kerangka Dasar Ekonomi Baru, iaitu satu dasar pembangunan yang diwujudkan untuk mencapai perpaduan rakyat melalui strategi penyusunan semula masyarakat bagi menghapuskan pengenalan kaum mengikut fungsi ekonomi dan kedudukan kawasan, dan pembasmian kemiskinan tanpa mengira kaum. Pada tahun 1991 pula, Rangka Rancangan Jangka Panjang Kedua (RRJP2) yang meliputi tempoh 1991-2000 telah dilancarkan. RRJP2 mengandungi Dasar Pembangunan Negara dan pelaksanaannya membabitkan dua rancangan lima tahun, iaitu Rancangan Malaysia Keenam dan Rancangan Malaysia Ketujuh.

Semangat dan falsafah Dasar Ekonomi Baru telah dilanjutkan dalam Dasar Pembangunan Negara dan teras utama Rancangan Malaysia Keenam (1991-1995) ialah untuk mengekalkan momentum pembangunan pesat ekonomi negara dan mengurus kejayaan ekonomi negara supaya matlamat pembangunan seimbang dapat dicapai. Rancangan Malaysia Ketujuh (1996-2000) pula bertumpu kepada pertumbuhan ekonomi yang didorong oleh produktiviti bagi meningkatkan daya tahan negara untuk menghadapi pelbagai cabaran abad ke-21. Dalam Rancangan Malaysia Ketujuh, sains dan teknologi (S&T), penyelidikan dan pembangunan (P&P) diberi penekanan, dan nisbah pengambilan pelajar ijazah dasar di institusi pengajian tinggi awam bagi aliran sains berbanding dengan aliran sastera telah ditingkatkan kepada 60:40. Seterusnya, penggunaan ICT dalam pembelajaran dan pengajaran dijadikan teras bagi reformasi pendidikan (Unit Perancang Ekonomi, 1996). Pada tahun 1991, kerajaan turut melancarkan Wawasan 2020, yang menjadi sebahagian tapak bagi Dasar Wawasan Negara (DWN). Pada asasnya, DWN menggabungkan idea teras dalam Dasar Ekonomi Baru dan Dasar Pembangunan Nasional dan cabaran strategik dalam Wawasan 2020 bagi mewujudkan masyarakat yang bersatu padu, adil, makmur, dan progresif. Antara lain, DWN menekankan orientasi semula pembangunan sumber manusia bagi menyokong pembentukan masyarakat yang berasaskan pengetahuan dan menghasilkan tenaga kerja yang cekap, produktif, dan berpengetahuan (Unit Perancang Ekonomi, 2001).

Pada tahun 2001, Rangka Rancangan Jangka Panjang Ketiga (RRJP3) yang meliputi tempoh 2001-2010 dilancarkan dan Dasar Wawasan Negara yang terkandung dalam RRJP3 akan menentukan arah pembangunan negara dalam dekad pertama abad ke-21. Rancangan Malaysia Kelapan (2001-2005) merupakan fasa pertama bagi pelaksanaan RRJP3. Cabaran utama dalam tempoh Rancangan Malaysia Kelapan ialah melaksanakan Dasar Wawasan Negara untuk memperkukuhkan keupayaan dan keazaman negara bagi menghadapi cabaran masa hadapan. Teras Rancangan Malaysia Kelapan adalah mengubah strategi pertumbuhan ekonomi daripada strategi yang didorong oleh input kepada strategi yang didorong oleh pengetahuan. Pada masa yang sama, pembangunan sosioekonomi di

Malaysia mempunyai matlamat yang penting, iaitu perpaduan nasional. Mahathir (1991) menjelaskan bahawa Malaysia perlu mengatasi sembilan cabaran strategik untuk menjadi negara yang maju sepenuhnya dalam semua bidang: pewujudan negara Malaysia bersatu yang mempunyai matlamat yang dikongsi bersama; masyarakat yang berjiwa bebas, tenteram, dan maju serta yakin terhadap keupayaan diri sendiri; masyarakat demokratik yang matang; masyarakat yang bermoral dan beretika; masyarakat yang liberal dan bertolak ansur; masyarakat yang saintifik dan progresif; masyarakat yang penyayang; masyarakat yang adil dalam bidang ekonomi; dan masyarakat yang makmur dengan ekonomi berdaya saing, dinamik, dan kukuh.

Dalam usaha mencapai status negara maju, Malaysia menganggap perancangan ekonomi sebagai satu aktiviti yang penting. Transformasi ekonomi negara secara berstruktur telah meletakkan masyarakat di ambang perancangan, pertama kepada masyarakat yang berasaskan maklumat, dan kemudiannya kepada masyarakat yang berasaskan pengetahuan. Dalam RRPJ3, pembangunan sumber manusia dijadikan fokus utama. Laporan RRJP3 menyatakan bahawa keupayaan Malaysia untuk mengurus pengetahuan dan teknologi baru akan ditentukan oleh kualiti sumber manusia. Oleh itu, sistem latihan dan pendidikan perlu dimantapkan supaya pengetahuan, kemahiran, dan kepakaran yang diperolehi akan menyokong pembangunan k-ekonomi, dengan keutamaan diberi kepada pendidikan sains, matematik; dan bahasa serta pengembangan pemikiran kreatif (Unit Perancang Ekonomi, 2001).

Satu dorongan awal bagi perubahan dalam pendidikan matematik ialah pencapaian yang rendah di kalangan pelajar sekolah rendah dan menengah, tetapi terdapat alasan yang lebih mendesak untuk berubah. Dewasa ini, pemecutan perubahan sosial dan teknologi serta kedatangan masa depan yang terlampau awal memerlukan pendidikan matematik yang berbeza daripada pendidikan matematik pada masa lalu. Dengan itu, pengajaran dan pembelajaran bestari menjadi fokus baru bagi reformasi dalam pendidikan di negara kita. Bagaimanapun, sekolah bestari bukan seluruhnya mengenai penggunaan teknologi untuk meningkatkan kualiti

pembelajaran dan pengurusan pendidikan. Ia juga melibatkan pembentukan masyarakat bersatu padu yang mengamalkan nilai agama dan moral, bertoleransi dan bekerjasama, dan meningkatkan daya saing, kualiti hidup, dan keutuhan ekonomi.

Pembangunan sains dan teknologi merupakan jentera penting bagi mencapai kemajuan dalam bidang sosioekonomi, tetapi ia bukanlah matlamat akhir bagi pembangunan negara. Mahathir (1991) menegaskan bahawa Malaysia perlu menjadi negara maju dalam semua bidang: ekonomi, politik, sosial, kerohanian, psikologi, dan kebudayaan. Misi kerajaan adalah untuk membentuk sistem pendidikan bertaraf dunia yang akan mengembangkan potensi individu secara menyeluruh dan memenuhi aspirasi negara. Dalam dunia yang sedang mengalami pemecutan perubahan, individu yang berjaya membina pengetahuan matematik yang tinggi akan mempunyai peluang yang lebih baik untuk mencorakkan masa hadapan mereka. Kita mahu melahirkan pelajar yang bukan sahaja bijak dalam menggunakan teknologi, tetapi juga produktif dalam memberi sumbangan kepada pembentukan masyarakat saintifik, teknologi, bermoral, penyayang, dan progresif.

PERANAN PENDIDIKAN

Di Malaysia, ilmu dianggap sebagai penentu utama arah haluan negara dan penyelamat bangsa, dan pendidikan pula, khususnya pendidikan yang berpaksikan kepercayaan kepada Tuhan (*faith-based education*) dianggap sebagai jentera yang penting bagi mencapai matlamat dan aspirasi negara (Lembaga Penyelidik Undang-Undang, 1996). Konsep kepercayaan kepada Tuhan, yang merupakan prinsip pertama Rukunegara, membawa pengertian Islam adalah agama rasmi negara, tetapi agama lain bebas untuk dianuti oleh kaum lain mengikut kepercayaan masing-masing. Tujuan pendidikan adalah untuk membolehkan pelajar membina pengetahuan, menguasai kemahiran, dan menghayati nilai murni yang diperlukan dalam dunia global yang berdaya saing tinggi, kesan daripada perkembangan sains, teknologi, dan maklumat yang pesat. Falsafah Pendidikan

Kebangsaan (FPK) yang dizahirkan pada tahun 1988 membekalkan arah haluan bagi aktiviti pendidikan dan pembangunan insan. Menurut FPK, pendidikan di Malaysia adalah satu usaha berterusan ke arah memperkembangkan lagi potensi individu secara menyeluruh dan bersepadu untuk mewujudkan insan yang seimbang dan harmonis dari segi intelek, rohani, emosi, dan jasmani berdasarkan kepercayaan dan kepatuhan kepada Tuhan (Lembaga Penyelidik Undang-Undang, 1996, hlm. 13-14).

Pada asasnya, Falsafah Pendidikan Kebangsaan menjelaskan dua perkara utama, iaitu matlamat pendidikan dan proses pendidikan. Dari segi matlamat pendidikan, FPK menggariskan tiga aspek utama, iaitu perkembangan insan secara menyeluruh dan bersepadu, perpaduan nasional, dan kemakmuran negara. FPK berhasrat untuk melahirkan insan yang seimbang, harmonis, produktif, dan berpegang teguh kepada ajaran agama (lihat Nik Azis, 1994). Dari sudut proses pendidikan pula, FPK menegaskan bahawa pendidikan di negara kita merupakan satu usaha berterusan yang berpusatkan Tuhan dan bukan berpusatkan manusia. Dengan kata lain, FPK menganjurkan proses atau *konsep pendidikan bersepadu sepanjang hayat* yang membentuk pertalian nyata antara aspek kerohanian, kognitif, afektif, dan psikomotor dalam usaha melahirkan *manusia baik* yang juga merupakan warganegara yang baik. Matlamat ini mengimplikasikan bahawa semua pelajar harus diberi peluang dan sokongan yang sewajarnya untuk mengikuti pendidikan bersepadu (lihat Nik Azis, 1994).

Perlu ditegaskan bahawa konsep dan proses pendidikan bersepadu yang disarankan oleh FPK adalah berbeza daripada konsep dan proses pendidikan berintegrasi yang dimajukan oleh sesetengah pakar pendidikan Barat (lihat Nik Azis, 1990). Misalnya, proses pendidikan berintegrasi Barat adalah berpaksikan akal manusia sebagai autoriti mutlak (*human-centered*), dalam lingkungan daerah kebendaan. Sebaliknya, proses pendidikan bersepadu adalah berasaskan Pencipta sebagai autoriti muktamad (*God-centered*), dalam lingkungan yang tidak terbatas kepada daerah kebendaan semata-mata. Oleh itu, pendidikan matematik bersepadu

yang berpaksikan kepercayaan kepada Tuhan adalah berbeza dalam unsur-unsur teras seperti hakikat manusia, hakikat pengetahuan, hakikat intelektual, hakikat kebenaran, dan hakikat nilai daripada pendidikan matematik berintegrasi yang berpaksikan pemikiran manusia semata-mata (lihat Berlin & White, 1995). Syed Muhammad Naquib (2001) menjelaskan bahawa konsepsi tentang pengetahuan dan adaptasi kaedah, prinsip, teori, atau prosedur tentang perkara yang berkait dengan pengetahuan adalah berbeza bagi tamadun yang berbeza. Keadaan ini berlaku disebabkan tafsiran yang berbeza tentang kebenaran.

HARAPAN DAN CABARAN

Pendidikan boleh diibaratkan sebagai jentera yang akan membawa Malaysia mencapai aspirasi masa hadapan. Menurut Hershberg (2000), pendidikan berkait rapat dengan pembangunan ekonomi, dan kemajuan dalam teknologi maklumat dan komunikasi telah menyebabkan sebahagian kemahiran tradisional menjadi tidak relevan di samping sebahagian kemahiran yang dahulunya dianggap tidak relevan menjadi penting. Pada masa kini, pelajar memerlukan pengetahuan dan kemahiran matematik yang lebih canggih untuk membolehkan mereka mengikuti pendidikan tinggi, bersaing dalam arena pekerjaan yang berorientasikan teknologi digital, menghargai dan menikmati warisan budaya, dan menjadi warganegara yang produktif (*National Council of Teachers of Mathematics*, 1989).

Untuk membolehkan kita berganjak daripada keadaan sekarang kepada keadaan masa hadapan yang lebih baik, mitos dan salah konsep tentang pendidikan matematik perlu digantikan dengan konsepsi dan pandangan berdaya maju yang berasaskan hasil kajian yang relevan. Pemahaman yang bermakna tentang pengajaran dan pembelajaran matematik hendaklah dijadikan asas bagi sebarang reformasi dalam pendidikan matematik, dan amalan pendidikan matematik mestilah membabitkan strategi dan prosedur yang telah dikenal pasti oleh kajian tentang cara pelajar mempelajari matematik (Hiebert dan rakan-rakan, 1997). Isu-isu kritis tentang

pendidikan matematik boleh dibincangkan pada tahap makro, pertengahan, dan mikro. Dalam syarahan perdana ini, isu-isu makro yang berkaitan dengan perkara yang berikut akan dibincangkan: (a) pendekatan falsafah dan psikologi, (b) konsep matematik dan pendidikan matematik, (c) Wawasan Pendidikan Matematik, (d) program pendidikan guru pelatih, (d) perkembangan profesional guru dalam perkhidmatan, (e) penggunaan teknologi dalam pengajaran dan pembelajaran, (f) jurang pengetahuan dan pedagogi matematik, dan (g) penyelidikan dalam pendidikan matematik.

Falsafah dan Psikologi

Satu cabaran dalam persekolahan di Malaysia adalah sekolah menghadapi kesulitan untuk mengikuti rentak atau bergerak seiring dengan harapan dan keperluan masyarakat yang berubah dengan cepat akibat pemecutan perubahan sosial dan teknologi. Biar apa pun, apabila masyarakat berubah, maka sekolah juga perlu turut berubah. Untuk mencapai kejayaan dalam abad ke-21, sekolah perlu melahirkan penuntut yang berkeupayaan menjadi pelajar sepanjang hayat yang produktif. Mengikut *International Commission on Education for the Twenty-First Century* (1996), pendidikan sepanjang hayat mempunyai empat teras, iaitu belajar untuk mengetahui, belajar untuk berbuat, belajar untuk hidup bersama, dan belajar untuk menjadi seseorang. Cabaran ini menuntut perancangan pedagogi daripada pendekatan yang berorientasikan pemindahan pengetahuan kepada pendekatan yang berorientasikan pembinaan pengetahuan.

Dewasa ini, asas dalam psikologi kognitif dan bukan psikologi tingkah laku nampaknya dapat membekalkan pendekatan pedagogi yang lebih berdaya maju dalam menyediakan penuntut sekolah untuk menjadi pelajar sepanjang hayat yang produktif. Ahli pendidik matematik di Malaysia perlu mencabar perspektif pembelajaran yang berasaskan andaian behaviourisme (positivis), khususnya tentang keobjektifan, kemutlakan, kelinearan, dan kebolehamalan pengetahuan matematik. Walaupun behaviourisme (positivis) masih bertapak dalam amalan kurikulum matematik di Malaysia, ramai orang menganggap perspektif tersebut sudah

tidak relevan bagi kebanyakan konteks pendidikan matematik dalam abad ke-21. Dalam era pasca moden, pendidikan matematik lebih menjurus kepada perspektif yang melihat pembelajaran sebagai proses membina makna dan bukan aktiviti menemui realiti ontologi yang objektif.

Penggunaan teori falsafah dan psikologi yang berpusatkan manusia (*anthropocentric*) dalam masyarakat yang berpaksikan kepercayaan kepada Tuhan boleh menimbulkan kecelaruan fikiran dan ketegangan sosial. Menurut Kamal (1988), ketidakarifan terhadap konsep pembangunan yang sebenarnya sehingga sebahagian besar masyarakat menerima secara terus segala apa yang didatangkan dari Barat atas nama pemodenan dan kemajuan telah menimbulkan krisis sosial dan alam sekitar dalam masyarakat tersebut. Dalam bidang psikologi, andaian asas perspektif pemprosesan maklumat (neo-behaviourisme), konstruktivisme radikal, dan konstruktivisme sosial adalah tidak selaras dengan prinsip asas yang mendasari Falsafah Pendidikan Kebangsaan, Rukunegara, dan Wawasan 2020. Berikut adalah penjelasan ringkas tentang ketiga-tiga teori tersebut:

(a) Pendekatan Pemprosesan Maklumat

Pendekatan pemprosesan maklumat dibentuk dalam tradisi psikologi behaviourisme di Amerika pada abad ke-20 (Leahey, 1987). Pendekatan tersebut mengadaptasikan perspektif dan tatacara kecerdasan tiruan dan simulasi komputer untuk membentuk bahasa baru bagi menghuraikan model psikologi yang mana tingkah laku manusia boleh diramalkan dan dikawal. Metafora utama bagi pendekatan pemprosesan maklumat adalah *pemikiran sebagai komputer digital* (lihat Nik Azis, 1999a).

(b) Konstruktivisme Radikal

Konstruktivisme radikal adalah satu teori mengetahui yang dikembangkan oleh Ernst von Glasersfeld, seorang pakar psikologi Amerika, dengan berasaskan secara umumnya kepada pandangan Jean Piaget, seorang pakar psikologi Perancis dan gagasan daripada kajian sibernetik. Konstruktivisme radikal hanya bertumpu kepada

pengetahuan rasional dan dengan itu, menyetepikan pengetahuan metafizik, mistik, dan pengetahuan diwahyukan. Ia merupakan teori tentang perkara yang dihasilkan oleh pemikiran manusia dan sebarang perkara yang mungkin terletak di luar pengalaman manusia dianggap tidak dapat diketahui oleh pemikiran manusia. Pengetahuan, kebenaran, dan realiti adalah subjektif dan saling berkait antara satu sama lain. Perkara tersebut dibentuk oleh operasi kognitif dalam pemikiran manusia (von Glasersfeld, 1995).

(c) Konstruktivisme Sosial

Konstruktivisme sosial adalah berasaskan teori yang dimajukan oleh Lev Vygotsky, seorang pakar psikologi Marxis Rusia. Vygotsky mengembangkan teori perkembangan manusia dari sudut sosial dan psikologi dengan berlandaskan gagasan kebendaan dialektik yang dikemukakan oleh Marx dan Engels, yang berasal daripada falsafah Hegel. Teori Vygotsky memberi penekanan kepada pengaruh budaya dan konteks sosial terhadap pembelajaran. Menurut Vygotsky, semua pengetahuan dibentuk secara sosial (Newman & Holzman, 1993). Konstruktivisme sosial mentafsir semua interaksi dalam kerangka sosiobudaya yang banyak dipengaruhi oleh konteks sejarah.

Dalam budaya Barat, agama dianggap sebagai urusan peribadi dan aktiviti pinggiran. Sebaliknya, sains dan teknologi moden dianggap sebagai sumber utama bagi pembangunan sosial dan budaya. Cara untuk mencapai kejayaan dalam kehidupan pada masa depan adalah semata-mata bergantung kepada kekuatan rasional yang terkandung dalam sains dan teknologi moden. Dalam budaya ini, manusia menjadi pengukur dan penguasa semua benda. Sebaliknya, dalam perspektif yang berpusatkan Pencipta, Tuhan dan bukan manusia menjadi pengukur dan penguasa semua benda. Selaras dengan perspektif ini, negara kita mengutarakan Rukunegara yang mengandungi lima prinsip bagi melahirkan warganegara yang berdaya maju: kepercayaan kepada Tuhan, kesetiaan kepada Raja dan Negara, keluhuran Perlembagaan, kedaulatan Undang-Undang, dan kesopanan dan kesusilaan.

Sebagai tambahan, Wawasan 2020 pula telah mengenal pasti sembilan cabaran strategik yang perlu diatasi bagi menjadikan Malaysia sebuah negara yang maju sepenuhnya. Satu daripada cabaran tersebut ialah cabaran untuk mewujudkan masyarakat yang sepenuhnya bermoral dan beretika, dengan warganegaranya teguh dalam nilai agama dan kerohanian dan di dokong oleh nilai etika paling tinggi (Mahathir, 1991). Di Malaysia, konsep pembangunan tidak membabitkan pembangunan ekonomi, infrastruktur, dan teknologi sahaja. Sebaliknya, ia membabitkan pembangunan insan dan kebendaan secara menyeluruh dan bersepadu. Prinsip etika dan moral bagi pendidikan adalah berasaskan ajaran agama dan bukan cita rasa masyarakat semata-mata. Shamser (1996) menjelaskan bahawa biar betapa canggih mesin yang digunakan oleh manusia, masyarakat tidak akan mendapat manfaat yang sebenar daripada teknologi kecuali manusia yang berada di belakang mesin mempunyai nilai etika dan moral paling tinggi. Bennabi (1991) pula menegaskan bahawa apabila keseronokan hawa nafsu dan hiburan bebas lepas dianggap sebagai matlamat utama kehidupan, pembinaan sosial dan moral yang tidak dapat bertahan semata-mata di atas sokongan teknikal, saintifik, dan rasional akan runtuh dan bermulalah keruntuhan tamadun manusia. Ringkasnya, apabila pembangunan kerohanian dipinggirkan dan pancaran jiwa terhenti, manusia akan hilang daya suai diri, keupayaan untuk maju dan membaharui diri, dan sumbangan produktifnya juga turut terhenti. Pembangunan manusia dalam erti kata yang sebenar akan hilang sifat keseimbangannya apabila pembangunan itu terhenti daripada melihat dan mewujudkan perhubungan yang adil antara kesedaran kepercayaan dengan kemajuan sains, fakta kebendaan dengan hakikat kerohanian, etika dengan teknikal, dan fizik dengan metafizik.

Sebagai langkah ke hadapan, kita perlu mengembangkan pendekatan pendidikan yang berasaskan kepercayaan kepada Tuhan sebagai alternatif kepada model pendidikan yang berpusatkan manusia. Dengan menggunakan pendekatan tersebut, kita boleh mengintegrasikan kemajuan relevan yang telah dicapai oleh pendidikan sekular tanpa merosakkan prinsip budaya kita. Pendekatan alternatif yang dimaksudkan ialah Perspektif Bersepadu Sejagat (PBS). Menurut PBS, Tuhan mencipta

manusia dengan tujuan yang khusus. Setiap manusia mempunyai empat tanggungjawab asas: tanggungjawab kepada Tuhan, tanggungjawab kepada diri sendiri, tanggungjawab kepada orang lain, dan tanggungjawab kepada alam. PBS menganjurkan enam gagasan asas:

1. Sebagai insan, kita tidak dapat mencapai kejayaan sebenar tanpa berpandukan prinsip hidup yang betul. Tuhan merupakan sumber bagi prinsip hidup yang betul. Manusia yang hidup berlandaskan bimbingan Tuhan akan mencapai kejayaan duniawi dan ukhrawi.
 2. Matlamat asas kehidupan manusia adalah pengabdian diri kepada Tuhan dan menjadi khalifah di muka bumi. Konsep pengabdian diri mengimplicasikan penyerahan diri sepenuhnya kepada Tuhan dan pematuhan segala ajaran-Nya. Ini turut melibatkan perkembangan diri secara menyeluruh dan bersepadu, khususnya dalam aspek kerohanian dan akhlak. Konsep khalifah pula mengimplicasikan tanggungjawab mentadbir dan mengurus dunia dengan baik serta mengekalkan kemakmuran hidup mengikut ajaran agama. Ini turut melibatkan sumbangan kepada keharmonian diri sendiri, masyarakat, dan alam sekitar.
 3. Matlamat pendidikan adalah untuk mengembangkan semua aspek individu secara menyeluruh dan bersepadu bagi membentuk insan yang baik dan produktif.
 4. Warganegara Malaysia yang baik adalah warganegara yang teguh dalam kepercayaan kepada Tuhan; bertanggungjawab dan memberi sumbangan kepada pembangunan diri sendiri, masyarakat, dan negara; dan mempunyai akhlak yang tinggi.
 5. Matlamat asas pembangunan negara bukan untuk menjadi Malaysia sebuah negara maju dalam aspek ekonomi dan teknologi semata-mata. Sebaliknya, ia melibatkan pembentukan masyarakat yang bersatu padu, berjiwa merdeka, teguh dalam nilai agama dan kerohanian, progresif, penyayang, bekerjasama, bertolak ansur, adil dalam bidang ekonomi, dan makmur.
- Di Malaysia, konsep bersepadu atau integrasi dikembangkan sebagai asas

bagi reformasi pendidikan. Konsep tersebut menganjurkan pengembangan unsur-unsur positif dan produktif, dan penghapusan unsur-unsur negatif dan tidak produktif dalam amalan pendidikan selaras dengan nilai agama. Dalam melaksanakan proses integrasi, kita perlu menyedari tentang masalah dan ketegangan yang akan timbul jika kita membenarkan sebarang pendekatan pendidikan yang berpusatkan manusia menguasai pendekatan pendidikan yang berpusatkan Tuhan. Ini bukan bermakna kita menolak semua idea daripada budaya sekular. Pandangan kita ialah setiap orang boleh dan perlu belajar daripada budaya dan tamadun lain. Bagaimanapun, kita tidak seharusnya melupai isu kritis tentang cara untuk mendapat manfaat daripada kemajuan penyelidikan, sains, dan teknologi Barat tanpa dicengkam oleh nilai dan norma hidup Barat. Menurut Sardar (1988), pengetahuan daripada tamadun lain boleh dikelaskan kepada tiga kategori:

- Pengetahuan yang selaras dengan nilai budaya kita.
- Pengetahuan yang mungkin selaras dengan nilai budaya kita.
- Pengetahuan yang bertentangan dengan nilai budaya kita.

Kita akan menerima kategori pertama, menolak kategori ketiga, dan menilai kategori kedua sebelum membuat sebarang keputusan. Untuk membolehkan kita menjalankan proses penapisan (misalnya, menerima, menolak, atau menilai) dengan berkesan, kita perlu memahami dengan mendalam prinsip, nilai, dan konsep pembangunan yang dimajukan oleh pendekatan pendidikan yang berlandaskan kepercayaan kepada Tuhan, dan juga memahami dengan mendalam disiplin falsafah dan psikologi moden yang sekular. Seterusnya, kita perlu menganalisis dan mengenal pasti idea dan pengalaman dalam model pendidikan Barat terkini yang dianggap bermanfaat dan kemudiannya mengintegrasikan idea atau pengalaman tersebut ke dalam model pendidikan kita. Dalam melaksanakan proses ini, kita tidak seharusnya melupai destinasi kita atau membenarkan diri kita dihanyutkan oleh ilusi dan kepalsuan. Sebaliknya, kita perlu melibatkan diri secara aktif, intelektual, dan bijaksana dalam mencorakkan masa hadapan kita. Hanya dengan cara ini, kita dapat mengelakkan diri daripada mengalami kegagalan dalam mencapai matlamat pendidikan seperti yang dinyatakan dalam Falsafah Pendidikan Kebangsaan.

Matematik dan Pendidikan Matematik

Kemunculan geometri bukan Euklid pada abad ke-19 telah menggemparkan tamadun Barat. Geometri bukan Euklid ialah geometri yang dibentuk dengan menggunakan sistem aksiom yang berbeza daripada sistem aksiom bagi geometri Euklid (Golos, 1968). Selama 2000 tahun, geometri Euklid dianggap oleh tamadun Barat sebagai perihalan yang tepat secara mutlak tentang alam fizikal dan contoh yang sempurna tentang penaakulan deduktif (Kline, 1959). Geometri bukan Euklid telah memusnahkan anggapan bahawa postulat-postulat Euklid bersifat mutlak dan benar sendiri. Geometri baru ini telah membebaskan matematik daripada pergantungan kepada alam fizikal semata-mata dan mendedahkan sifat matematik yang abstrak. Pakar matematik dan sains mula mempersoalkan sama ada manusia mampu menemui kebenaran saintifik yang mutlak (Kuhn, 1970; Popper, 1963). Pandangan kini ialah kebenaran seperti itu mustahil dicapai dan hukum saintifik adalah semata-mata terdiri daripada perihalan hampiran tentang cara-cara manusia meneliti alam fizikal (Roubiezek, 1969). Ringkasnya, pembentukan geometri bukan Euklid telah mendorong para ilmuwan untuk meneliti kembali andaian rasionalisme yang menyamakan sains dengan kebenaran. Menurut Reich (1970) dan Roszak (1972), epistemologi rasionalisme bukan sahaja akan menyesatkan manusia, malah akan menghancurkan keharmonian hidup manusia. Mereka menyarankan supaya epistemologi itu digantikan dengan perspektif yang transenden, yang menolak konsepsi sains sebagai ilmu yang bebas nilai.

Menurut Perspektif Bersepadu Sejagat, Tuhan mencipta alam dan segala fenomena yang terkandung di dalamnya. Berasaskan hakikat bahawa manusia dan matematik dijadikan oleh Tuhan, maka pengetahuan matematik milik setiap pelajar ialah suatu bentuk pengetahuan yang dibina sendiri oleh pelajar tersebut. Pengetahuan matematik yang dibina oleh individu adalah penuh nilai dan relatif sebab pengetahuan tersebut adalah berdasarkan pengalaman individu dalam konteks sosiobudaya yang tertentu dan tidak mewakili realiti yang sebenar tentang fenomena alam semester. Hanya Tuhan yang mempunyai pengetahuan yang mutlak

tentang fenomena tersebut. Ringkasnya, matematik adalah satu bentuk daya usaha manusia dan tidak dapat dipisahkan daripada budaya sesuatu masyarakat. Pendidikan matematik pula merujuk seluruh idea dan aktiviti manusia yang mempengaruhi atau boleh mempengaruhi pembelajaran dan pengajaran matematik.

Sebagai hasil aktiviti manusia yang berterusan, matematik merupakan satu sistem idea dan prinsip yang dinamik dan berkembang, yang dibentuk melalui penerokaan dan penyelidikan. Oleh itu, satu perkara penting dalam pendidikan matematik adalah untuk memperkenalkan matematik sebagai satu mata pelajaran yang bersepadu dan bukan satu himpunan topik yang terpisah-pisah. Matematik mengandungi satu rangkaian idea yang setiap satunya saling berkaitan dengan idea lain, dan bukan satu himpunan fakta dan algoritma yang terasing. Mengetahui matematik membabitkan pemahaman tentang konsep dan prosedur tertentu di samping proses menjalankan tindakan dan operasi yang khusus. Matematik membabitkan pengajian tentang nombor dan operasi, bentuk dan ruang, fungsi dan perkaitan, dan kegunaan mereka dalam pelbagai aktiviti seperti membilang, mengukur, membanding, menilai, membuat keputusan, menyelesaikan masalah, menjelaskan, mewakili, mengenal pasti, dan membentuk model (Nik Azis, 1995). Untuk meningkatkan kepentingan dan kegunaan, matematik perlu diajar dalam konteks yang bermakna dan relevan kepada pelajar. Cabaran yang kita hadapi ialah untuk membentuk budaya bangsa Malaysia yang celik matematik, bersikap positif terhadap matematik dan pendidikan matematik, bijak menggunakan maklumat kuantitatif dan ruang dalam membuat keputusan dan menyelesaikan masalah, gigih berusaha, dan bertanggungjawab dalam pembangunan diri, keluarga, masyarakat, bangsa, dan negara.

Dalam mengatasi cabaran di atas, kita perlu membezakan konsep ilmu dengan konsep pengetahuan, maklumat, fakta, dan data. Syed Muhammad Naquib (1991) mentakrifkan ilmu seperti yang berikut:

Apabila merujuk Allah sebagai sumber segala ilmu, ilmu bermaksud ketibaan makna bagi sesuatu perkara atau sesuatu objek pengetahuan ke dalam diri seseorang. Sebaliknya, apabila merujuk manusia sebagai

pentafsir, ilmu adalah ketibaan diri seseorang kepada makna bagi sesuatu perkara atau sesuatu objek pengetahuan (hlm. 17).

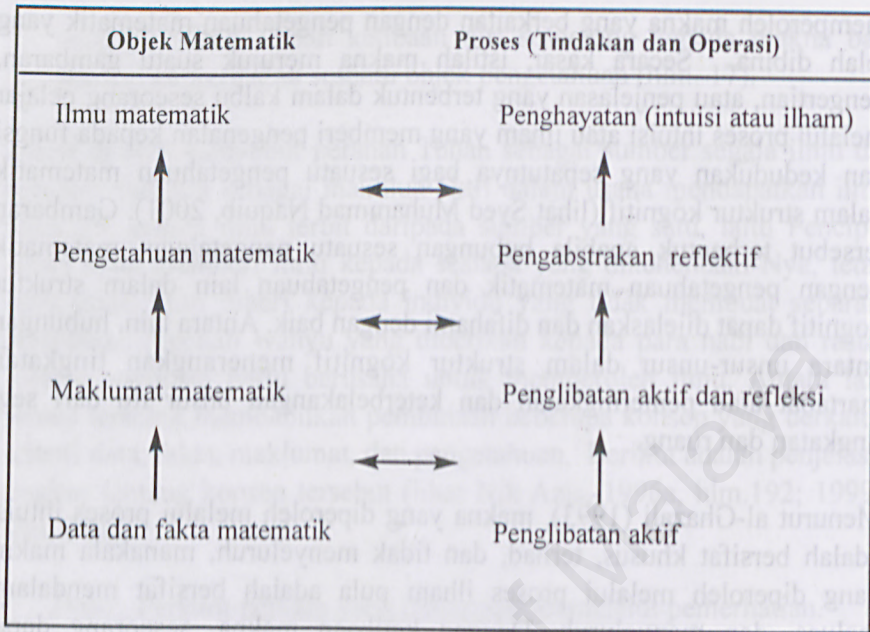
Takrif di atas menyebut peranan Tuhan sebagai sumber segala ilmu dan peranan manusia sebagai makhluk aktif dalam usaha mendapatkan ilmu. Oleh itu, semua ilmu terbit daripada sumber yang satu, iaitu Pencipta. Allah akan memberi ilmu kepada sesiapa yang dikehendaki-Nya, tetapi ilmu tidak akan diberi kepada individu yang tidak membuat sebarang persediaan (kecuali wahyu yang diberikan kepada para nabi dan rasul). Justeru, manusia perlu berusaha untuk memperoleh ilmu. Antara lain, proses tersebut membabitkan pembinaan beberapa konsep yang berkaitan seperti data, fakta, maklumat, dan pengetahuan. Berikut adalah penjelasan ringkas tentang konsep tersebut (lihat Nik Azis, 1996a, hlm.192; 1999b, hlm. 244):

- *Data*: Perkara-perkara yang dikumpulkan melalui pemerhatian.
- *Fakta*: Kenyataan tentang sesuatu yang berlaku dan membabitkan perkara yang hanya boleh ditanggapi oleh pancaindera atau akal fikiran.
- *Maklumat*: Rangsangan yang diterima dan didaftarkan oleh perakam deria.
- *Pengetahuan*: Maklumat yang telah diproses dan disusun dalam struktur yang tertentu. Pengetahuan juga disebut sebagai skim ilmu.
- *Ilmu*: Pengetahuan yang telah diisi dengan makna dan kebenaran.

Dalam pendidikan matematik, proses pembelajaran membabitkan beberapa aktiviti dinamik seperti penglibatan aktif, refleksi, abstraksi, dan penghayatan. Rajah 1 memaparkan saling hubungan antara proses-proses tersebut dalam pembinaan objek matematik. Pada tahap awal, gabungan aktiviti penglibatan aktif, refleksi, dan abstraksi membentuk satu proses bersepadu yang dikenali sebagai pengabstrakan reflektif (Nik Azis, 1999a). Proses ini berfungsi sebagai mekanisme asas bagi pembinaan sebarang pengetahuan matematik (Steffe, 1995). Pada tahap akhir pula, pengetahuan matematik dikembangkan menjadi ilmu matematik melalui proses penghayatan (Nik Azis, 1999b). Dalam proses penghayatan, pelajar

memperoleh makna yang berkaitan dengan pengetahuan matematik yang telah dibina. Secara kasar, istilah makna merujuk suatu gambaran, pengertian, atau penjelasan yang terbentuk dalam kalbu seseorang pelajar melalui proses intuisi atau ilham yang memberi pengenalan kepada fungsi dan kedudukan yang sepatutnya bagi sesuatu pengetahuan matematik dalam struktur kognitif (lihat Syed Muhammad Naquib, 2001). Gambaran tersebut terbentuk apabila hubungan sesuatu pengetahuan matematik dengan pengetahuan matematik dan pengetahuan lain dalam struktur kognitif dapat dijelaskan dan difahami dengan baik. Antara lain, hubungan antara unsur-unsur dalam struktur kognitif menerangkan tingkatan martabat atau pemeringkatan dan keterbelakangan unsur itu dari segi tingkatan dan ruang.

Menurut al-Ghazali (1993), makna yang diperoleh melalui proses intuisi adalah bersifat khusus, terhad, dan tidak menyeluruh, manakala makna yang diperoleh melalui proses ilham pula adalah bersifat mendalam, meluas, dan menyeluruh. Dengan ketibaan makna, seseorang dapat memahami tempat yang sebenar bagi sesuatu perkara dalam urutan dan fitrah kejadian (Syed Muhammad Naquib, 2001). Secara ringkas, sumber-sumber ilmu tersusun secara mencancang dan bukan secara mengufuk seperti dalam tradisi keilmuan Barat moden. Namun begitu, ilmu yang berasaskan sumber metafizik (wahyu, ilham, dan intuisi) tidak terpisah daripada pengetahuan yang berasaskan sumber empiris (pancaindera dan akal fikiran). Mereka saling melengkapi antara satu sama lain. Bagaimanapun, keutuhan dan kewibawaan ilmu wahyu sebagai suatu yang mutlak, muktamad, dan pemutus sentiasa diakui.



Rajah 1: Perkaitan antara proses-proses tertentu dalam pembinaan objek matematik

Menurut Perspektif Bersepadu Sejagat, matematik dan pendidikan matematik tidak boleh dipisahkan daripada dimensi kemanusiaan. Pandangan bahawa matematik dipelajari semata-mata untuk matematik atau matematik dipelajari untuk kegunaan (utiliti) sahaja tidak boleh diterima. Tujuan pendidikan matematik perlu dikaitkan dengan tujuan kehidupan manusia. Yang amat penting kepada manusia ialah kebahagiaan hidup duniawi dan ukhrawi. Ini dicapai melalui pelaksanaan empat tanggungjawab asas dengan cemerlang. Justeru, matematik dipelajari bagi membantu manusia menjalankan tanggungjawab tersebut. Proses penuh nilai ini disebut sebagai penghayatan, dan matematik dipelajari bagi tujuan penghayatan membabitkan penguasaan kandungan matematik (matematik untuk matematik) dan kecekapan menggunakan matematik (matematik untuk utiliti) sebagai prasyarat.

Sebagai kesimpulan, kita tidak boleh berada kekal dalam keadaan sekarang. Sebahagian idea kita mungkin bersifat keterbelakangan sebab idea tersebut merupakan natijah yang dilahirkan pada masa lalu, yang meskipun mempunyai prinsip asas yang berada di atas landasan yang betul (lihat Nik Azis, 2002), tetapi huraianya mungkin tidak lagi secocok dengan kenyataan semasa. Kita perlu keluar daripada aliran pemikiran yang sempit seperti rasionalisme, empirisisme, kognitivisme, dan konstruktivisme kepada aliran pemikiran yang menyeluruh seperti Perspektif Bersepadu Sejagat untuk meneliti isu-isu pada tahap makro, pertengahan, dan mikro. Masih banyak isu yang berkaitan dengan konsep matematik dan pendidikan matematik yang belum ditangani. Malah, ketidakmampuan kita untuk berbicara secara analitis, kritis, bersepadu, dan produktif tentang proses pendidikan matematik ke arah melahirkan pelajar yang memiliki kekuatan matematik bertaraf dunia berasaskan acuan tempatan merupakan satu kepincangan yang serius.

Wawasan Pendidikan Matematik

Pada masa hadapan, adalah dijangkakan Malaysia akan menghadapi cabaran yang lebih besar akibat daripada peningkatan globalisasi dan liberalisasi serta kemajuan teknologi maklumat dan komunikasi. Oleh itu, keupayaan dan keazaman masyarakat perlu diperkukuhkan untuk menghadapi cabaran tersebut. Salah satu strategi utama bagi memastikan negara berkemampuan menghadapi cabaran globalisasi dan liberalisasi adalah dengan mewujudkan asas sumber manusia yang kukuh yang dapat menyokong pembangunan ekonomi berasaskan pengetahuan serta mengukuhkan penyelidikan dan pembangunan, dan sains dan teknologi. Tumpuan yang berterusan kepada pendidikan dan latihan adalah penting untuk memastikan negara kita mempunyai rakyat terlatih, bijak berfikir, kreatif, inovatif, yakin tentang kemampuan sendiri, mempunyai pelbagai kemahiran, berdaya saing, serba boleh, mempunyai kecekapan usahawan teknologi terkini, dan sanggup belajar secara berterusan.

Kita amat menyedari bahawa cabaran kritis yang kita hadapi tidak dapat ditangani dengan menggunakan corak dan tahap pemikiran yang sama seperti pada masa kita mengkonsepsikan cabaran tersebut. Kita memerlukan corak pemikiran yang dinamik dan terbuka, tahap pemikiran lebih mendalam, dan penggunaan prinsip yang betul untuk mengatasi cabaran yang serius itu. Dalam konteks ini, kita perlu membentuk pemahaman yang jelas tentang destinasi kita. Menurut Covey (1996, hlm. 100), proses ini mengimplikasikan bahawa kita mengetahui ke mana kita akan pergi supaya kita lebih memahami di mana kita berada sekarang dan supaya langkah yang kita ambil itu sentiasa ke arah yang betul. Ringkasnya, apabila kita mempunyai Wawasan Pendidikan Matematik yang jelas dan kita memulakan usaha untuk menangani cabaran kritis dengan mengingati wawasan, matlamat, atau destinasi tersebut, maka kita memperoleh perspektif yang progresif dan bertindak secara proaktif.

Di Malaysia, dokumen penting seperti Perlembagaan, Akta Pendidikan, Rukunegara, Dasar Ekonomi Baru, Dasar Pembangunan Negara, Dasar Sains dan Teknologi Negara, Dasar Wawasan Negara, Rangka Rancangan Jangka Panjang, Wawasan 2020, dan Falsafah Pendidikan Kebangsaan telah membekalkan tapak dan kerangka makro bagi pembentukan Wawasan Pendidikan Matematik. Pada asasnya, kita perlu memberi tumpuan kepada usaha untuk meningkatkan standard pengajaran dan pembelajaran matematik di sekolah. Kita mahu pelajar diberi peluang dan sokongan untuk mempelajari matematik yang mencabar, yang antara lain-nya membabitkan nombor dan operasi, algebra, geometri, kebarangkalian, statistik, pengukuran, trigonometri, dan kalkulus bagi pelajar sekolah menengah. Kita juga mahu pelajar diberi peluang untuk menguasai kebolehan asas dalam era digital seperti penyelesaian masalah, taakulan dan pembuktian matematik, hubung kait matematik, komunikasi matematik, dan perwakilan matematik, sebagai sebahagian fokus matematik yang mencabar. Dengan kata lain, pendidikan matematik di Malaysia perlu membantu dan menggalakkan semua pelajar untuk membina kekuatan matematik yang bertaraf dunia. Bagaimanapun, matlamat ini tidak bererti para pelajar dianggap mempunyai minat dan kebolehan yang sama dalam matematik. Yang dimaksudkan ialah kita perlu

membentuk harapan yang sewajarnya tentang apa yang pelajar dapat dilakukan dan kemudiannya kita berusaha untuk menyediakan persekitaran pembelajaran yang sebaik-baiknya bagi membantu mereka mencapai harapan tersebut.

Kekuatan matematik adalah satu konsep yang dimajukan oleh *National Council of Teachers of Mathematics* (1991, hlm. 1) untuk menandakan beberapa kebolehan yang perlu dibentuk oleh setiap pelajar matematik:

- Kebolehan untuk menjalankan aktiviti seperti penerokaan, membuat konjektur, dan membuat taakulan secara logik.
- Kebolehan untuk menyelesaikan masalah tak rutin.
- Kebolehan untuk menghubungkan idea-idea dalam bidang matematik dan juga idea-idea matematik dengan aktiviti intelektual yang lain.
- Kebolehan untuk melakukan komunikasi tentang dan melalui matematik.
- Kebolehan untuk mengembangkan keyakinan diri dan kecenderungan untuk mencari, menilai, dan menggunakan maklumat kuantitatif dan ruang dalam menyelesaikan masalah dan membuat keputusan.

Menurut *National Council of Teachers of Mathematics* (1991), perkembangan kekuatan matematik bagi semua pelajar memerlukan pembentukan kurikulum matematik dan persekitaran pengajaran dan pembelajaran yang berbeza daripada kebanyakan amalan sekarang. Proses pembinaan kekuatan tersebut membabitkan penglibatan pelajar dalam pelbagai pengalaman bermakna yang mendorong mereka untuk menilai daya usaha matematik, mengembangkan tabiat pemikiran matematik, dan memahami serta menghargai peranan matematik dalam pembangunan masyarakat dan negara. Peluang kepada semua pelajar untuk membina kekuatan matematik setinggi yang mungkin merupakan inti pati bagi wawasan kita tentang program matematik yang berkualiti.

Di Malaysia, pembinaan kekuatan matematik perlu dilakukan dalam acuan kita sendiri. Kita perlu meneliti apa yang telah dicapai oleh pendidikan matematik di Malaysia hari ini dan bagaimana pendidikan matematik di

negara kita dapat sampai ke tahap sekarang. Kita perlu mengambil iktibar daripada kejayaan dan kegagalan pengalaman lalu dan menggunakannya sebagai panduan pada masa depan. Dalam konteks pembinaan kekuatan matematik, kita tidak boleh mengambil model pendidikan matematik Barat secara membuta tuli. Kita perlu membentuk model atau pendekatan kita sendiri yang selaras dengan budaya dan nilai hidup kita. Di sepanjang proses itu, sedikit sebanyak kita dapat mengenal pasti kaedah, strategi, dan prosedur yang berdaya maju.

Beberapa konsep seperti literasi matematik, celik angka (*numeracy*), penguasaan matematik, kompeten matematik (*mathematical competence*), kecekapan matematik (*mathematical proficiency*), identiti matematik, dan amalan matematik (*mathematical practices*) telah dimajukan oleh pakar pendidik matematik untuk menjelaskan lagi makna kekuatan matematik. Misalnya, satu pasukan pakar yang diketuai oleh Jeremy Kilpatrick (Kilpatrick, Swafford, & Findell, 2001, hlm. 116) telah menjelaskan konsep kecekapan matematik yang mengandungi lima aspek saling berkait seperti yang berikut:

- *Pemahaman konsep*, yang merujuk pemahaman pelajar tentang konsep, operasi, dan perkaitan matematik.
- *Kelancaran prosedur*, yang merujuk kemahiran pelajar untuk menjalankan prosedur matematik secara fleksibel, wajar, tepat, dan efisien.
- *Kompeten strategik*, yang merujuk kebolehan pelajar untuk membentuk, mewakili, dan menyelesaikan masalah matematik.
- *Taakulan adaptif*, yang merujuk keupayaan pelajar untuk membentuk pemikiran logik, membuat refleksi, memberi penjelasan, dan mengemukakan justifikasi bagi penghujahan matematik.
- *Kecenderungan produktif*, yang merujuk tabiat kecenderungan pelajar untuk melihat matematik sebagai satu bidang pengetahuan yang praktis, berguna, dan wajar untuk dipelajari, serta percaya terhadap kepentingan usaha yang gigih dan kecekapan diri sendiri sebagai pembuat atau pelaksana matematik.

Satu pasukan pakar yang diketuai oleh Deborah Ball pula memberi tumpuan kepada konsep amalan matematik. Mereka memberi penjelasan yang berikut:

Perkara ini bertumpu kepada kepandaian (*know-how*) matematik, yang melepasi pengetahuan kandungan, yang mencirikan kepakaran dalam pembelajaran dan penggunaan matematik. Istilah 'amalan' merujuk perkara khusus yang dilakukan oleh pelajar dan pengguna matematik yang berjaya. Contoh amalan matematik termasuklah menjustifikasikan dakwaan, menggunakan notasi simbolik secara efisien, dan membuat generalisasi (RAND *Mathematical Study Panel*, 2002, hlm. xi).

Menurut Boaler (2002), seorang ahli kumpulan di atas, pelajar yang terlibat secara aktif dalam aktiviti bilik darjah dan amalan matematik akan membina pengetahuan matematik dan membentuk hubungan atau identiti dengan pengetahuan tersebut. Identiti matematik yang dibentuk oleh para pelajar meliputi pengetahuan milik mereka, cara mereka membentuk dan menggunakan pengetahuan tersebut, serta kepercayaan matematik dan kerja tertentu yang berinteraksi dengan pengetahuan tersebut. Perbincangan yang ringkas ini menekankan bahawa kekuatan matematik adalah satu konsep yang dinamik dan sentiasa berkembang.

Dengan berlandaskan Perspektif Bersepadu Sejangat, pembinaan kekuatan matematik hendaklah dilakukan dalam konteks yang menyeluruh dan bersepadu sebagai satu sumbangan atau usaha untuk mewujudkan hubungan yang adil antara cabang-cabang tanggungjawab setiap individu: hubungan mencancang dengan Pencipta dalam konteks tanggungjawab manusia sebagai hamba; dan hubungan mengufuk dengan manusia, hubungan mengufuk dengan alam sekitar, dan hubungan dalaman dengan diri sendiri dalam konteks tanggungjawab manusia sebagai khalifah. Dalam pembinaan tersebut, kemurnian akhlak merupakan unsur yang amat penting. Pada asasnya, terdapat sekurang-kurangnya tujuh kekuatan utama yang perlu dikuasai oleh setiap rakyat bagi menjadikan Malaysia sebuah negara maju sepenuhnya, iaitu kekuatan kepercayaan, kekuatan ilmu, kekuatan akhlak, kekuatan ekonomi, kekuatan kekitaan, dan kekuatan

perdamaian (lihat Sayid Sabiq, 1978; Mahathir, 1991; Nik Azis, 1994). Kekuatan matematik merupakan satu unsur penting dalam kekuatan ilmu.

Proses membentuk sebuah negara maju sepenuhnya mengikut acuan sendiri adalah suatu yang diperoleh dan dipraktikkan sebagai hasil daripada anjakan atau transformasi yang berterusan dan usaha yang sistematik untuk menukar kenyataan kepada nilai, tujuan kepada tindakan, harapan dan rancangan kepada penggunaan dan pelaksanaan supaya akhirnya masyarakat mempunyai standard kehidupan yang tinggi. Begitu juga halnya dengan pembinaan kekuatan matematik bertaraf dunia. Kekuatan ini tidak akan diperoleh begitu sahaja tanpa usaha yang berterusan. Dalam keadaan persaingan antarabangsa yang amat tinggi, kita tidak mampu untuk bersikap selesa dengan pencapaian kita sekarang dan membiarkan proses pembinaan kekuatan matematik selaras dengan kemajuan teknologi digital berlaku atau berlalu begitu sahaja. Seterusnya, kita tidak seharusnya pandai merancang atau membentuk wawasan sahaja. Kita juga perlu pandai melaksanakan rancangan kita dengan jayanya.

Walaupun tidak ada *perang matematik* di Malaysia (misalnya, polarisasi dan pertelingkahan tentang bagaimana untuk mengajar matematik dan apa jenis matematik yang perlu di ajar) seperti yang berlaku di Amerika Syarikat (Kilpatrick, 2001), tetapi kita perlu prihatin pada isu-isu kritis tentang kaedah pembelajaran, metodologi pengajaran, kandungan kurikulum, dan *jurang matematik*, seperti yang telah dikenal pasti oleh *Third International Mathematics and Science Study* (TIMSS) yang terbaru. Sesungguhnya, kita tidak mahu kurikulum matematik sekolah menengah di Malaysia kelihatan sama seperti kurikulum matematik sekolah menengah rendah di negara lain. Analisis yang teliti terhadap TIMSS boleh membekalkan panduan untuk meningkatkan kualiti pendidikan matematik di Malaysia. Bagaimanapun, kita harus menyedari bahawa adaptasi amalan pedagogi daripada budaya lain memerlukan pertimbangan yang wajar tentang kepraktisan teknik pelaksanaan dan tahap keselarasan antara andaian yang mendasari amalan pedagogi yang hendak diadaptasikan dengan nilai budaya kita (Hatano & Inagaki, 1998).

Dengan kata lain, kebolehsesuaian sesuatu kaedah, teori, atau amalan daripada budaya luar adalah bergantung pada tahap keselarasan antara seting dan kepercayaan budaya luar yang hendak diadaptasikan dengan budaya kita. Pada masa kini, terdapat jurang yang agak besar antara kekuatan matematik yang diharapkan dalam Wawasan Pendidikan Matematik dengan realiti kekuatan matematik yang telah dikenal pasti oleh TIMSS. Oleh itu, destinasi kita masih jauh. Bagaimanapun, kita sekarang sedang berada pada landasan yang betul untuk melahirkan pelajar yang berjaya membina kekuatan matematik bertaraf dunia dan kita sudah memulakan perjalanan untuk mencapai wawasan tersebut, tetapi ia tidak akan dicapai begitu sahaja tanpa usaha yang berterusan.

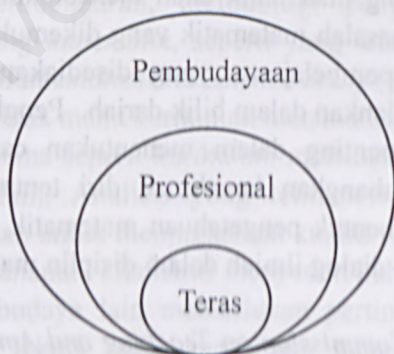
Pendidikan Guru

Program penyediaan guru matematik merangkumi pendidikan sebelum perkhidmatan untuk guru pelatih (PSP) dan latihan dalam perkhidmatan untuk guru yang sedang berkhidmat (LDP). Pengetahuan tentang kandungan dan wacana (dialog ilmiah) matematik merupakan satu aspek penting dalam persediaan untuk menjadi guru matematik. Keyakinan diri, keselesaan, dan pengetahuan guru tentang matematik akan mempengaruhi apa yang mereka ajar dan bagaimana mereka mengajarnya. Seterusnya, konsepsi guru tentang matematik akan mencorakkan pemilihan mereka tentang tugas dan masalah matematik yang dikemukakan kepada pelajar, jenis persekitaran pembelajaran yang disediakan, dan perbincangan intelektual yang dijalankan dalam bilik darjah. Penglibatan dalam wacana matematik adalah penting dalam menentukan cara guru mengetahui matematik, mengembangkan keyakinan diri tentang kebolehan untuk membuat atau membentuk pengetahuan matematik, dan menyedari serta menghargai peranan dialog ilmiah dalam disiplin matematik.

Menurut *National Commission on Teaching and America's Future* (1996, 1997), pengetahuan guru tentang mata pelajaran, pembelajaran dan perkembangan pelajar, dan kaedah pengajaran merupakan unsur yang sangat penting dalam pembentukan guru yang berkesan. Perkara ini antara

lainnya membabitkan pengetahuan praktis (*practical knowledge*) dan pengetahuan kandungan pedagogi (*pedagogical content knowledge*). Pada umumnya, Carter (1990) menjelaskan bahawa pengetahuan praktis merujuk pengetahuan guru tentang keadaan bilik darjah dan dilema praktis yang mereka hadapi dalam melakukan tindakan bermatlamat dalam seting tersebut. Shulman (1987) pula menjelaskan bahawa pengetahuan kandungan pedagogi merujuk pengetahuan guru tentang kandungan mata pelajaran yang diajar dan cara untuk menterjemahkan pengetahuan tersebut ke dalam peristiwa kurikulum bilik darjah. Dalam kerangka teori yang majukan oleh Shulman, guru perlu menguasai dua jenis pengetahuan: (a) kandungan, iaitu pengetahuan yang mendalam tentang mata pelajaran yang hendak diajar, dan (b) pengetahuan tentang perkembangan kurikulum. Dengan kata lain, pengetahuan kandungan pedagogi membabitkan pengetahuan tentang teori, prinsip, dan konsep bagi mata pelajaran khusus; pengetahuan tentang proses pengajaran dan pembelajaran mata pelajaran tersebut; dan pengetahuan tentang amalan pedagogi yang generik.

Di negara kita, program pendidikan sebelum perkhidmatan bagi guru pelatih dijalankan oleh maktab perguruan dan universiti. Menurut Nik Azis (1996a), program tersebut membabitkan tiga komponen penting yang saling berkait antara satu sama lain, iaitu komponen teras, komponen profesional, dan komponen pembudayaan (lihat Rajah 1):



Rajah 1 : Perkaitan antara komponen-komponen pendidikan sebelum perkhidmatan

- **Komponen teras:** Komponen teras merangkumi bidang pengetahuan yang membolehkan guru pelatih mengetahui, memahami, dan menghayati kandungan matematik, menyampaikan kandungan tersebut dengan berkesan, dan membuat penilaian secara bersepadu. Komponen ini membabitkan beberapa aspek seperti pengetahuan matematik sekolah, matematik universiti, psikologi pendidikan, amalan pedagogi, dan amalan bilik darjah. Melalui komponen teras, guru pelatih mengembangkan perkara yang berikut (*National Council of Teachers of Mathematics*, 1991, hlm. 132):
 - (a) Konsep dan prosedur matematik serta saling hubungan antara mereka.
 - (b) Pelbagai perwakilan bagi konsep dan prosedur matematik.
 - (c) Cara-cara untuk membuat taakulan matematik, menyelesaikan masalah, dan berkomunikasi tentang matematik dengan berkesan pada tahap formaliti yang berbeza.
 - (d) Perspektif tentang sifat asas matematik, sumbangan budaya yang berbeza kepada perkembangan matematik, dan peranan matematik dalam masyarakat dan budaya.
 - (e) Perspektif tentang perubahan dalam sifat asas matematik dan cara kita mengajar, belajar, dan menjalankan aktiviti matematik berasaskan teknologi.
 - (f) Perspektif tentang kedudukan matematik sekolah dalam disiplin matematik.
 - (g) Perspektif tentang sifat asas matematik yang sentiasa berubah, hubungan matematik sekolah dengan mata pelajaran sekolah yang lain, dan kegunaan matematik dalam kehidupan manusia.
- **Komponen profesional:** Komponen profesional merangkumi bidang pengetahuan yang membolehkan guru pelatih meluaskan, mendalami, dan mengembangkan kemahiran dan kecekapan mereka dalam profesion perguruan. Komponen ini membabitkan aspek seperti penggunaan teknologi, penyelidikan tindakan, diagnosis dan pemulihan, kreativiti, dan pintar cerdas.

- **Komponen pembudayaan:** Komponen pembudayaan merangkumi bidang pengetahuan yang membolehkan guru pelatih memahami, menyesuaikan diri, dan memberi sumbangan kepada pelbagai aspek pembangunan pendidikan. Komponen ini membabitkan aspek seperti pendidikan di Malaysia, sekolah berkesan, kepemimpinan pendidikan, wawasan pembangunan negara, dan perkembangan kokurikulum.

Pengajaran matematik adalah satu tugas yang kompleks. Keberkesanan pengajaran tersebut banyak bergantung pada kebolehan guru untuk memahami dan menghayati matematik sekolah dan kecekapan untuk menggunakan pengetahuan tersebut secara dinamik dan fleksibel dalam menjalankan tugas pengajaran seperti memberi penjelasan, menyelesaikan masalah, membuat keputusan, dan berkomunikasi dengan pelajar. Dengan kata lain, guru pelatih perlu memahami dengan mendalam konsep dan prosedur matematik sekolah dan mempunyai pengetahuan kandungan pedagogi bagi matematik sekolah. Mereka perlu menjawab soalan seperti yang berikut dengan baik (Nik Azis, 1996a, hlm. 65-70):

- Apakah matematik, matematik sekolah, dan matematik universiti?
- Apakah konsep-konsep penting dalam matematik sekolah?
- Apakah prinsip dan prosedur utama dalam matematik sekolah?
- Apakah kemahiran asas dalam matematik sekolah?
- Apakah yang dimaksudkan dengan literasi matematik dan kecekapan matematik dalam konteks penghayatan matematik sekolah?
- Apakah cara untuk membina pengetahuan (skim tindakan dan skim operasi) matematik sekolah?
- Apakah tahap pemahaman dalam matematik sekolah?
- Apakah salah faham yang lazim berlaku dalam pembelajaran matematik sekolah?
- Apakah perkaitan antara matematik sekolah dengan matematik universiti?
- Apakah impak ICT terhadap perkembangan kurikulum matematik sekolah?
- Apakah pendekatan pengajaran dan pembelajaran yang berkesan bagi matematik sekolah?

- Apakah jenis pengalaman yang perlu dimuatkan dalam kurikulum matematik sekolah?

Satu perkara utama dalam persediaan guru pelatih ialah pembentukan pemahaman yang meluas dan mendalam tentang matematik sekolah dan pengetahuan tentang kedudukan yang sewajarnya bagi matematik sekolah dalam disiplin matematik. Kita tidak boleh membuat andaian bahawa guru pelatih akan memahami matematik sekolah dengan baik dan dapat mengajarnya dengan berkesan apabila mereka tamat pendidikan sekolah menengah atau tamat pengajian ijazah dasar di universiti. Penyelidikan masa kini menunjukkan bahawa andaian tersebut adalah tidak sah (Ball & Wilson, 1990; Brown & Borko, 1992; Bryan, 1997; Even, 1993). Dengan kata lain, kita tidak boleh menganggap bahawa pengetahuan guru pelatih tentang matematik sekolah adalah mencukupi apabila mereka tamat pembelajaran sekolah menengah. Apa yang kita ketahui tentang apa yang pelajar belajar dalam kelas matematik di sekolah menengah menunjukkan bahawa guru pelatih tidak mungkin mengetahui matematik sekolah dalam bentuk yang diperlukan untuk membolehkan mereka mengajar mata pelajaran tersebut dengan berkesan. Pada asasnya, pelajar sekolah mempelajari matematik untuk lulus peperiksaan dan bukan untuk membentuk pemahaman yang mendalam bagi mengajar mata pelajaran tersebut. Pengajaran matematik yang berkesan membabitkan proses mengabung jalin pelbagai pengetahuan seperti pengetahuan tentang matematik sekolah, pengetahuan tentang perkembangan pelajar dan cara mereka belajar, pengetahuan tentang peranan guru, dan pengetahuan tentang budaya bilik darjah dan pengaruhnya terhadap pembelajaran.

Menurut *National Council of Teachers of Mathematics* (1991), guru pelatih perlu diberi pendidikan khusus untuk mempelajari semula topik-topik matematik sekolah dalam cara yang membolehkan mereka membina pemahaman yang mendalam tentang topik-topik tersebut. Pendidikan tersebut juga bertujuan untuk membantu guru pelatih membina pemahaman yang meluas dan mendalam tentang konsep matematik yang relevan, saling hubungan antara konsep-konsep tersebut, dan saling hubungan antara konsep matematik dengan konsep saintifik yang lain. Ini

termasuklah peluang untuk meningkatkan pemahaman tentang kurikulum matematik. Guru pelatih perlu mempunyai gambaran yang menyeluruh dan bersepadu tentang matematik merentasi tahap prasekolah, sekolah rendah, sekolah menengah, pendidikan lepas menengah, dan universiti. Misalnya, mereka perlu memahami bagaimana konsep nombor dikembangkan daripada nombor tabii pada tahap prasekolah kepada nombor bulat, integer, nombor nisbah, dan nombor nyata, pada tahap sekolah rendah, menengah, dan lepas menengah dan seterusnya kepada nombor kompleks pada tahap universiti (lihat Nik Azis, 1995, hlm. 263-266).

Secara kasar, kita boleh menggunakan analogi peta jalan (*roadmap*) bagi sebuah negara untuk menjelaskan gambaran yang perlu dibentuk oleh guru pelatih tentang kurikulum matematik merentasi pelbagai tahap pendidikan. Dalam analogi ini, negara menandakan kurikulum matematik sekolah, bandar-bandar besar menandakan topik-topik utama dalam kurikulum tersebut, dan jalan-jalan yang menghubungkan bandar-bandar tersebut menandakan saling hubungan antara topik-topik tersebut. Apabila kita menggabungkan peta jalan bagi beberapa negara yang bersempadan, peta tersebut boleh menunjukkan saling hubungan antara matematik sekolah dengan mata pelajaran sekolah yang lain. Dalam analogi ini, setiap negara menandakan kurikulum bagi satu mata pelajaran sekolah.

Cabaran yang kita hadapi dalam abad ke-21 adalah untuk menyediakan guru pelatih yang mempunyai pengetahuan yang mantap dalam komponen teras, profesional, dan pembudayaan. Bagi komponen teras, guru pelatih perlu membina pengetahuan yang antara lainnya membabitkan perkara seperti yang berikut:

- Pemahaman konsepsi yang mendalam tentang matematik sekolah. Guru pelatih perlu mempelajari semula topik-topik matematik sekolah dalam cara yang membolehkan mereka membentuk pemahaman yang mendalam.
- Pengetahuan pedagogi bagi matematik sekolah. Guru pelatih perlu melihat matematik sekolah sebagai satu bidang pengetahuan atau satu

bentuk aktiviti manusia yang sentiasa berkembang. Mereka perlu mengetahui bagaimana idea-idea matematik sekolah dibentuk dan dikembangkan serta cara untuk mengajar mata pelajaran tersebut dengan berkesan. Mereka juga perlu memahami proses pembelajaran matematik sekolah dan impak teknologi digital terhadap pendidikan matematik sekolah. Model taakulan pedagogi yang dimajukan oleh Shulman (1992) boleh digunakan sebagai panduan. Dalam model tersebut, Shulman mencadangkan satu edaran aktiviti yang perlu dilakukan oleh guru untuk mewujudkan pengajaran yang berkesan: kefahaman, transformasi, pengajaran, penilaian, refleksi, dan kefahaman baru.

- Pemahaman yang mendalam tentang matematik universiti atau kursus-kursus matematik universiti yang relevan.

Ringkasnya, kita tidak dapat menafikan tentang kepentingan guru pelatih untuk memahami matematik sekolah pada tahap konsepsi yang mendalam. Sememangnya, guru pelatih tidak dapat mengajar perkara yang mereka tidak faham. Oleh itu, cabaran yang kita hadapi ialah untuk membantu guru pelatih memahami matematik sekolah dan matematik universiti pada tahap konsepsi yang mendalam, memahami idea yang menyeluruh tentang sifat asas matematik sekolah, dan mempunyai kebolehan yang tinggi untuk mengajar matematik sekolah sebagai satu disiplin pengetahuan yang dinamik dan bersepadu. Pada masa kini, sebahagian pengetahuan ini adalah di luar apa yang dialami oleh guru pelatih dalam kursus sebelum perkhidmatan.

Di Malaysia, maktab perguruan dan universiti melatih hampir setiap guru dalam setiap sekolah. Pendidikan yang disediakan oleh institusi tersebut adalah amat penting dalam menentukan kejayaan pengajaran matematik dan pengeluaran guru matematik yang berkualiti tinggi. Apa yang guru pelatih belajar adalah pada asasnya berkaitan dengan cara mereka mempelajari perkara tersebut. Pengalaman guru pelatih di institusi pengajian tinggi akan mempengaruhi cara pengajaran mereka semasa menjadi guru kelak. Dengan kata lain, maktab perguruan dan universiti

mempengaruhi pembentukan sekolah berkesan secara tidak langsung. Oleh itu, institusi tersebut perlu memikul tanggungjawab terhadap cara guru pelatih diajar, dan akhirnya terhadap cara pelajar sekolah diajar. *National Commission of Teaching and America's Future* (1996) menegaskan bahawa setiap bilik darjah perlu mempunyai guru yang kompeten, penyayang, dan berkecayaan. Walaupun pengetahuan tentang mata pelajaran bukan merupakan syarat mencukupi dan tidak menjamin guru yang berkualiti tinggi, tetapi kajian menunjukkan bahawa pengetahuan tersebut merupakan syarat yang diperlukan bagi melahirkan guru yang berkesan (lihat Darling-Hammond, 1998). Pada hakikatnya, guru yang paling berjaya mempunyai persediaan yang baik dalam mata pelajaran yang mereka ajar. Dalam konteks ini, *American Council on Education* (1999) menegaskan bahawa masanya sudah tiba untuk kita menyemak semula secara menyeluruh program latihan guru di maktab perguruan dan universiti untuk menentukan keberkesanan program tersebut dalam melahirkan guru yang dapat memenuhi harapan dan cabaran dalam abad ke-21. Antara lain, penyelidikan yang menyeluruh perlu dijalankan untuk mengenal pasti perkara yang berikut:

- Apakah yang diajar?
- Bagaimanakah cara perkara tersebut diajar?
- Adakah kualiti pengajaran tersebut?
- Adakah program pendidikan di maktab perguruan dan universiti menyediakan pengalaman dan bimbingan yang mencukupi untuk membolehkan semua guru pelatih membina pemahaman yang mendalam tentang pengetahuan matematik sekolah, pengetahuan matematik tinggi, pengetahuan tentang pendidikan matematik, dan pengetahuan kandungan pedagogi?
- Adakah guru pelatih diberi latihan dan pengalaman yang mencukupi untuk menggunakan model-model pengajaran dan pembelajaran terkini dengan berkesan?
- Adakah guru pelatih diberi latihan dan pengalaman yang mencukupi untuk menggunakan teknologi maklumat dan komunikasi (ICT) dengan berkesan?

Maktab perguruan dan universiti perlu mempunyai konsep yang jelas tentang guru matematik yang berkesan dan perlu membentuk program pen-

didikan untuk melahirkan guru seperti itu. Program pendidikan yang direka bentuk mestilah berlandaskan penyelidikan terkini dan amalan pendidikan terbaik (*best practices*). *National Commission on Teaching and America's Future* (1997) telah mengenal pasti beberapa ciri penting bagi memastikan pendidikan guru mengeluarkan produk yang berkualiti tinggi: (a) pembentukan wawasan tentang pengajaran terbaik yang dikongsi bersama dalam semua kursus dan latihan mengajar yang dijalankan, (b) penyediaan standard amalan dan prestasi yang jelas bagi memandu dan mengukur kursus dan kerja praktis yang dijalankan, (c) penyediaan kurikulum teras yang kukuh, (d) penggunaan kaedah penyelesaian masalah secara meluas, termasuk kajian kes, penyelidikan tentang isu-isu pengajaran, penilaian prestasi, dan penilaian portfolio, dan (e) pembentukan hubungan yang rapat antara sekolah dengan universiti yang menjalankan program pendidikan guru. Ringkasnya, maktab perguruan dan universiti mempunyai tanggungjawab yang besar, bukan sahaja terhadap pendidikan sebelum perkhidmatan dan pendidikan berterusan, tetapi juga terhadap pembentukan program yang relevan dengan keperluan semasa dan tuntutan masa depan. Program pendidikan guru matematik yang disediakan oleh maktab perguruan dan universiti mestilah selaras dengan harapan bangsa dan aspirasi negara. Jika pensyarah maktab perguruan dan universiti dapat melaksanakan usaha yang produktif bagi melahirkan guru matematik yang berkualiti tinggi, maka kita telah mengambil satu langkah yang kukuh ke arah memenuhi cabaran dan harapan pendidikan matematik dalam abad ke-21.

Perkembangan Profesional

Penhakikian Wawasan Pendidikan Matematik bagi melahirkan pelajar yang mempunyai kekuatan matematik bertaraf dunia memerlukan guru yang terdidik, diberi sokongan, dan dinilai dalam cara yang berbeza daripada amalan sekarang. Guru perlu diberi peluang untuk memantapkan pengetahuan tentang kandungan matematik, pedagogi matematik, dan pembangunan pelajar di sepanjang tempoh perkhidmatan profesional mereka. Pengajaran matematik yang berkesan memerlukan pemahaman

tentang apa yang pelajar sudah ketahui dan apa yang mereka perlukan untuk membina pengetahuan matematik yang lebih canggih, dan kemudiannya mencabar dan membantu mereka untuk membina pengetahuan tersebut dengan baik.

Pengajaran yang berkesan juga membabitkan refleksi dan usaha yang berterusan untuk memperbaiki diri. Guru matematik perlu cekap untuk menganalisis apa yang mereka dan pelajar mereka lakukan dan menentukan bagaimana tindakan mereka mempengaruhi pembelajaran pelajar. Lazimnya, refleksi dan analisis ini dijalankan secara bersendirian. Bagaimanapun, aktiviti tersebut boleh dijalankan secara bekerjasama dengan guru lain. Menurut Stigler dan Hiebert (1999), aktiviti bekerjasama dengan guru lain secara tetap untuk memerhati, menganalisis, dan membincangkan pengajaran dan pemikiran pelajar atau untuk membuat kajian terhadap aktiviti pengajaran dan pembelajaran bilik darjah merupakan satu bentuk perkembangan profesional yang penting, tetapi sering kali diabaikan. Guru matematik memerlukan sumber dan peluang yang luas untuk meningkatkan pengetahuan mereka selaras dengan arus kemajuan dalam bidang pendidikan matematik di peringkat antarabangsa. Cabaran yang kita hadapi adalah untuk menyusun masa dan tugas guru matematik dalam cara yang membolehkan mereka untuk melibatkan diri dengan aktif dan bermakna dalam aktiviti perkembangan profesional.

Kandungan matematik saling berkaitan dengan kaedah pengajaran matematik. Apa yang dipelajari oleh para pelajar sekolah ditentukan oleh kurikulum (apa yang diajar) dan penilaian (cara kita menentukan kualiti apa yang diajar). Cabaran yang kita hadapi dalam abad ke-21 adalah untuk berpindah daripada amalan tradisi yang memisahkan autoriti bagi kandungan dengan autonomi bagi kaedah. Secara tradisi, Kementerian Pendidikan Malaysia menentukan apa yang perlu dipelajari oleh para pelajar melalui penetapan sukatan pelajaran dan huraian sukatan pelajaran serta kawalan terhadap penghasilan buku teks, tetapi meninggalkan pedagogi atau kaedah pengajaran dan pembelajaran kepada budi bicara guru matematik.

Kebelakangan ini, beberapa kaedah pedagogi seperti pembelajaran aktif, pembelajaran kontekstual, pembelajaran kerjasama, pembelajaran konstruktif, dan pembelajaran berasaskan masalah telah dicadangkan oleh Kementerian Pendidikan Malaysia. Bagaimanapun, latihan yang meluas dan sokongan yang berterusan tidak disediakan untuk membolehkan guru dalam perkhidmatan memahami dan membiasakan diri dengan kaedah tersebut. Dengan kata lain, kita kurang memberi tumpuan kepada realiti pengajaran dan pembelajaran bilik darjah semasa mencadangkan sesuatu pendekatan baru. Dalam konteks ini, Schank (2003) menjelaskan bahawa pembelajaran melalui pengalaman dan pembelajaran melalui aktiviti jarang diamalkan sebab kaedah tersebut sukar untuk dilaksanakan dalam bilik darjah yang mempunyai bilangan pelajar yang ramai dan kemudahan fizikal yang terhad. Dalam keadaan seperti itu, guru menggunakan kaedah yang paling mudah untuk mengajar matematik, iaitu kaedah menyampaikan maklumat dan memberi syarahan, walaupun mereka menyedari bahawa kaedah tersebut bukan merupakan kaedah yang terbaik. Ringkasnya, realiti guru dan realiti sekolah merupakan dua faktor penting dalam menentukan kualiti pendidikan matematik.

Kita harus sedar bahawa perubahan terhadap sesuatu amalan pendidikan akan mengambil masa yang panjang. Oleh itu, adalah tidak mencukupi untuk mencadangkan sesuatu kaedah baru seperti pembelajaran kerjasama atau pembelajaran konstruktif tanpa menyediakan penjelasan yang terperinci tentang ciri-ciri kaedah tersebut dan cara-cara untuk melaksanakannya serta menyediakan latihan yang mencukupi untuk membolehkan guru menghayati kaedah tersebut dengan baik. Sekiranya keperluan ini diketepikan, maka kita nampaknya menyuruh guru mengajar matematik dengan menggunakan kaedah yang mereka tidak pernah alami atau pelajari. Malah, sebahagian kaedah yang dicadangkan itu tidak terkandung dalam program pendidikan sebelum perkhidmatan yang dijalankan oleh maktab perguruan atau universiti.

Penubuhan organisasi profesional atau persatuan pendidikan matematik kebangsaan adalah diperlukan untuk menangani cabaran pendidikan matematik dalam abad ke-21. Persatuan yang kukuh dapat membantu guru

matematik berkembang secara profesional dan mencapai pengiktirafan yang lebih baik sebagai ahli profesional yang dihormati. Melalui organisasi yang kukuh juga, guru matematik mempunyai sokongan untuk mencari ruang dan peluang untuk terlibat sama dalam proses membuat keputusan di peringkat nasional tentang pendidikan matematik. *National Council of Teachers of Mathematics* (1991, hlm. 186) menjelaskan bahawa persatuan pendidikan matematik mempunyai beberapa tanggungjawab asas seperti yang berikut:

- Menggalakkan aktiviti yang memberi pengiktirafan di semua peringkat kepada sumbangan dan pencapaian guru matematik dan program pendidikan matematik yang cemerlang.
- Memulakan usaha politik yang memberi kesan positif kepada pembangunan pendidikan matematik.
- Memfokuskan perhatian masyarakat kepada isu-isu semasa tentang pengajaran dan pembelajaran matematik.
- Menyediakan jentera kepada guru matematik untuk membentuk hubungan dan perkongsian bijak dengan ahli profesional yang lain.
- Menggalakkan dan menyediakan peluang kepada mereka yang terlibat dalam pendidikan matematik untuk berkembang secara profesional.

Ringkasnya, persatuan pendidikan matematik yang kukuh dapat memberitahu ahli pendidik matematik tentang isu-isu semasa dalam pengajaran dan pembelajaran matematik, menggalakkan perbincangan ilmiah tentang pelbagai aspek pendidikan matematik, membekalkan suara yang kuat dan bersatu tentang keperluan untuk berubah mengikut edaran zaman, dan membekalkan suara yang dinamik kepada dunia korporat dan pembuat dasar tentang kepentingan dan sumbangan pendidikan matematik kepada pembangunan negara. Oleh itu, satu cabaran yang kita hadapi ialah untuk memastikan Persatuan Pendidikan Matematik Malaysia yang telah ditubuhkan beberapa tahun lalu berkembang menjadi sebuah persatuan yang kukuh dan dihormati. Untuk menangani cabaran ini, semua ahli pendidik matematik di negara kita perlu berpindah daripada amalan yang berpusatkan pendekatan pesta, pendekatan *anti-establishment*, atau pendekatan pasif kepada pendekatan konstruktif (lihat Nik Azis, 1994, hlm. 35-37).

Penyelidikan tindakan merupakan satu proses yang praktis dalam membantu guru untuk membentuk dan mengembangkan budaya profesional. Melalui proses ini, guru boleh menguji gagasan baru dan melibatkan diri dalam aktiviti perkembangan profesional yang melebihi pengalaman pasif yang dikaitkan dengan sesetengah program latihan dalam perkhidmatan. Penyelidikan tindakan membolehkan guru secara berseorangan atau berkumpulan untuk meneliti minat, keperluan, dan masalah mereka, di samping meningkatkan kemahiran dan pengetahuan mereka tentang pengajaran. Proses ini juga membolehkan guru untuk meneliti keberkesanan penggunaan teori, pendekatan, model, kaedah, dan amalan pengajaran yang tertentu dalam bilik darjah atau sekolah.

Penyelidikan tindakan boleh menjadi satu mekanisme yang amat berguna kepada guru sebab melalui proses tersebut mereka meneliti, menilai, dan memantapkan amalan pengajaran mereka secara sistematik. Pada umumnya, penyelidikan tindakan merujuk satu bentuk inkuiri berdisiplin yang dijalankan oleh guru tentang pengajaran mereka, amalan bilik darjah, atau budaya sekolah bagi tujuan memperbaiki kualiti pengajaran dan prestasi mereka (Corey, 1953; Calhoun, 1994). Guru membentuk soalan kajian tentang amalan bilik darjah atau sekolah dan mencari jawapan kepada soalan tersebut melalui pengumpulan data secara sistematik. Kemudiannya, guru menganalisis data tersebut, mensintesis hasil kajian, dan mengambil tindakan yang sewajarnya berdasarkan dapatan kajian untuk memperbaiki amalan pengajaran mereka bagi meningkatkan kualiti pembelajaran murid (Bennet, 1994). Hubungan antara istilah *penyelidikan* dan *tindakan* menandakan ciri penting bagi kaedah ini: berusaha menggunakan idea baru dalam amalan bilik darjah sebagai cara untuk meningkatkan pengetahuan dan memperbaiki kurikulum, pengajaran, dan pembelajaran. Proses penyelidikan tindakan adalah reflektif, bertujuan khusus, dan sistematik. Penyelidikan tersebut bertumpu kepada tindakan atau satu edaran tindakan yang hendak dilakukan oleh guru bagi menangani masalah praktis yang mereka hadapi.

Penyelidikan tindakan mempunyai potensi untuk menjanakan dan mengekalkan pembaharuan dalam kegiatan sekolah. Penyelidikan tersebut

memberi peluang kepada guru untuk membuat refleksi dan menilai pengajaran mereka; meneroka dan menguji idea, kaedah, dan bahan pengajaran yang baru; menilai keberkesanan pendekatan baru; berkongsi maklum balas dengan guru lain; dan membuat keputusan tentang pendekatan baru yang akan dimuatkan dalam rancangan pengajaran atau penilaian. Penyelidikan tindakan juga membolehkan guru sebagai penyelidik untuk membuat refleksi dan inkuiri terhadap pengalaman bilik darjah bagi menjanakan pengetahuan baru yang membawa kepada pelaksanaan tindakan baru yang lebih produktif. Melalui proses ini, guru berusaha untuk memahami individu, tindakan, polisi, dan kejadian tertentu dalam interaksi bilik darjah.

Menurut Kemmis dan Mc Taggart (1982), penyelidikan tindakan membabitkan tindakan refleksi sendiri dan berkumpulan yang dilakukan oleh guru dalam konteks sosial bagi meningkatkan kersionalan dan keadilan amalan pendidikan atau amalan sosial mereka, di samping meningkatkan pemahaman mereka tentang amalan dan suasana dalam mana amalan tersebut dijalankan. Menurut Oja dan Pine (1989) dan Street (1986) pula, guru yang terlibat dalam penyelidikan tindakan menjadi lebih kritis dan reflektif tentang amalan pengajaran mereka. Misalnya, guru tersebut memberi perhatian yang lebih serius kepada kaedah, persepsi, pemahaman, dan pendekatan yang mereka gunakan dalam pengajaran.

Pada asasnya, penyelidikan tindakan bertumpu kepada guru dan memerihalkan pemahaman mereka tentang pelajar, amalan bilik darjah, atau keadaan yang tertentu. Inilah sebab utama mengapa penyelidikan tersebut dianggap sebagai alat yang amat berguna bagi guru untuk menilai kaedah dan kepercayaan mereka sendiri dan memperbaiki pengajaran mereka. Dalam realiti abad ke-21, cabaran yang kita hadapi adalah untuk menyediakan latihan, sokongan, dorongan, dan insentif untuk membolehkan guru matematik menjalankan penyelidikan tindakan secara tetap dan bermakna.

Penggunaan Teknologi

Teknologi mempunyai potensi yang besar untuk membantu kita meningkatkan kualiti pembelajaran dan ramai orang berpendapat bahawa kita perlu menjadikan penggunaan teknologi sebagai satu aspek penting dalam pengajaran dan pembelajaran (Bialo & Sivin-Kachala, 1996; Dwyer, 1994; Krulik, 1994). Bagaimanapun, teknologi bukan satu tongkat sakti. Ia perlu digunakan dengan bijak dan betul sebagai pengupaya kepada amalan pengajaran dan pembelajaran, pengurusan bilik darjah, dan perhubungan dengan orang lain oleh guru yang terlatih.

Menurut Woronov (1994) dan Gates (1995), komputer itu sendiri tidak akan menukar sifat pengajaran dan pembelajaran secara automatik. Sebaliknya, kebolehan guru menyepadukan teknologi maklumat dengan pengajaran bilik darjah secara kreatif akan menjadi pemangkin bagi pembentukan persekitaran yang kaya dan sesuai bagi pembelajaran. Teknologi tidak menggantikan guru matematik dan teknologi juga tidak sepatutnya digunakan sebagai pengganti kepada kemahiran dan pemahaman asas. Penggunaan teknologi sebagai pengupaya dalam amalan bilik darjah matematik memerlukan guru terlatih yang memahami potensi dan peranan teknologi dalam pendidikan matematik. Dalam konteks ini, guru matematik perlu dibekalkan dengan bantuan khidmat sokongan yang berterusan serta masa dan latihan yang diperlukan untuk membolehkan mereka membiasakan diri dengan perisian komputer dan perisian kursus serta untuk mengintegrasikan teknologi dalam rancangan pelajaran mereka.

Kita tidak sepatutnya menganggap kemudahan bagi penggunaan teknologi sebagai ganti kepada pemahaman pelajar tentang konsep matematik atau kecekapan mereka dalam pengiraan asas. Oleh itu, penyediaan komputer dan teknologi komunikasi kepada pelajar adalah tidak mencukupi. Seterusnya, penggunaan komputer dan rangkaian kawasan tempatan dan kawasan luas tidak boleh dianggap sebagai matlamat akhir. Kita juga perlu memberi perhatian yang serius kepada kandungan kurikulum, pendekatan pedagogi, perisian komputer, perisian kursus, dan sistem pengurusan

sekolah yang akan mewarnai cara teknologi digunakan dalam pengajaran dan pembelajaran matematik. Pengalaman matematik berkualiti tinggi bukan semata-mata ditentukan oleh kehadiran komputer dan kalkulator, penggunaan bahan manipulasi, penggunaan kumpulan kecil, atau perbincangan pelajar. Sifat tugas matematik yang dikemukakan dan perkara yang diharapkan daripada pelajar merupakan aspek kritis bagi menentukan keberkesanan sesuatu pengajaran.

Di Malaysia, Program Sekolah Bestari, iaitu satu program sekolah yang telah direka semula secara menyeluruh dari segi amalan pengajaran dan pembelajaran serta pengurusan sekolah untuk membantu pelajar menghadapi era digital telah dilaksanakan secara berperingkat-peringkat mulai tahun 1999. Setakat ini, Program Sekolah Bestari telah dilaksanakan di 87 buah sekolah yang terdiri daripada semua sekolah asrama penuh dan sekolah-sekolah terpilih. Mengikut rancangan Kementerian Pendidikan Malaysia, bilangan sekolah bestari akan ditambah pada tahun hadapan dan tahun-tahun berikutnya.

Program Sekolah Bestari diperkenalkan sebagai salah satu projek utama atau aplikasi perdana Koridor Raya Multimedia. Program tersebut mempunyai lima objektif utama: (a) memupuk perkembangan individu secara menyeluruh, (b) menyediakan peluang untuk peningkatan kekuatan dan keupayaan individu, (c) menghasilkan tenaga kerja yang berpemikiran dan celik teknologi, (d) mendemokrasikan pendidikan, dan (e) meningkatkan penyertaan pihak yang berkepentingan (*Smart School Team Project*, 1997a). Adalah diharapkan para pelajar sekolah bestari akan menjadi tenaga kerja yang berpengetahuan dan cekap dalam teknologi maklumat. Mereka akan membantu negara dalam pemindahan teknologi dan pembangunan industri tempatan yang berteknologi tinggi.

Pelaksanaan Program Sekolah Bestari adalah satu usaha besar yang memerlukan pemikiran dan penilaian semula tentang kurikulum sekolah, peranan teknologi, sistem pengurusan dan pentadbiran sekolah, proses pengajaran dan pembelajaran, peranan pihak yang berkepentingan, dan sistem penilaian. Mengikut *Smart School Team Project* (1997b), kejayaan

untuk mengubah sekolah tradisional kepada sekolah bestari banyak bergantung pada sokongan jitu dan berterusan daripada pembuat polisi dan pihak yang berkepentingan, dana yang mencukupi, amalan pengurusan sekolah yang berkesan, infrastruktur teknologi yang mencukupi, dan keberkesanan kepemimpinan sekolah. Turut diperlukan ialah pembangunan profesionalisme yang berterusan untuk guru, pentadbir sekolah, dan kakitangan sokongan. Amalan profesionalisme guru sebagai pemudah cara dan pencetus inovasi perlu dipertingkatkan dengan mengoptimumkan penggunaan teknologi sebagai pengupaya kepada amalan pendidikan dan pengurusan sekolah. Pembelajaran capaian sendiri dan terarah sendiri serta mengikut kadar pembelajaran sendiri yang disarankan oleh Program Sekolah Bestari merupakan satu gagasan yang sukar untuk dilaksanakan dengan berkesan tanpa pemahaman yang menyeluruh tentang konsep sekolah bestari dan pendidikan sepanjang hayat.

Oleh sebab konsep sekolah bestari di Malaysia adalah terbuka kepada perbaikan berterusan (*kaizen*), maka adalah munasabah untuk kita bertanya tentang apakah yang telah diketahui dan apakah yang masih perlu dikaji tentang keupayaan Program Sekolah Bestari untuk memenuhi objektif pendidikan yang ditetapkan dalam cara yang berkesan dari sudut output dan kos. Sorotan karya dan maklumat terkini menunjukkan bahawa walaupun sebahagian kerja yang menarik dan berpotensi tinggi telah dilakukan dalam tempoh empat tahun kebelakangan ini, kita belum dapat menjawab soalan di atas pada tahap kepastian yang boleh diterima umum. Pemerhatian ini bukan bertujuan untuk mengkritik Program Sekolah Bestari; sebaliknya ia menggambarkan bahawa penyelidikan tentang Program Sekolah Bestari masih berada di peringkat perkembangan awal secara relatif. Kebanyakan penyelidikan yang dijalankan setakat ini tentang Program Sekolah Bestari adalah bersifat formatif dan lebih berbentuk penerokaan awal tentang pendekatan inovatif bagi penggunaan teknologi dalam pendidikan, dan bukan penilaian yang menyeluruh tentang sebarang penyelesaian yang dianggap sesuai (lihat Gan, 1997; Mohammad Hasan, 1998).

Sekiranya matlamat Program Sekolah Bestari hendak dicapai, maka adalah amat penting penyelidikan yang teliti, mendalam, meluas, dan menyeluruh dijalankan oleh pasukan penyelidik yang bebas dan profesional. Penyelidikan jangka panjang dan dikawal dengan rapi itu direka bentuk untuk mengenal pasti pendekatan penggunaan teknologi dalam pendidikan sekolah yang paling berkesan dari segi output dan kos, dan bukan untuk menentukan sama ada komputer dan teknologi maklumat boleh digunakan dengan berkesan dalam pendidikan matematik. Secara prinsip, kita tidak mempersoalkan pandangan bahawa teknologi adalah penting dalam pengajaran dan pembelajaran matematik dan ia mempengaruhi kandungan matematik yang diajar dan membantu pembelajaran pelajar. Bagaimanapun, keberkesanan penggunaan teknologi dalam bilik darjah matematik bergantung pada guru. Teknologi bukan satu ubat ajaib untuk segala penyakit dan penyelesaian untuk semua masalah. Teknologi boleh digunakan dengan berkesan atau tidak berkesan, sama seperti alat pengajaran yang lain. Oleh itu, proses sekolah bestari sebagai satu sistem yang membabitkan perbelanjaan yang tinggi perlu dikaji dengan teliti dan disemak secara berterusan untuk memastikan proses tersebut dilaksanakan dengan baik dan sistem tersebut berfungsi secara optimum untuk menghasilkan output yang dikehendaki.

Sivin-Kachala (1998) menjelaskan bahawa tahap keberkesanan teknologi pendidikan adalah dipengaruhi oleh populasi pelajar yang khusus, reka bentuk perisian, peranan guru, dan peluang bagi semua pelajar untuk menggunakan teknologi. Seterusnya, Niss (1999) menegaskan bahawa penggunaan teknologi maklumat secara bermakna akan meningkatkan kerja yang perlu dilakukan oleh guru dan pelajar. Ia jauh daripada membuat pengajaran matematik menjadi mudah. Menurut Dwyer (1994) pula, integrasi teknologi dengan berkesan bermaksud guru perlu mengubah strategi pengajaran dan berpindah daripada aktiviti yang berpusatkan guru kepada aktiviti yang berpusatkan pelajar; guru perlu menjadi fasilitator dan rakan usaha sama; dan pengajaran dan pembelajaran perlu berpindah daripada budaya hafalan dan ingatan kepada budaya penyelesaian masalah dan penjanaan pengetahuan. Oleh itu, pelaburan yang besar dalam perkakasan, infrastruktur teknologi, perisian, dan kandungan adalah pada

umumnya akan menjadi sia-sia sekiranya guru tidak diberi latihan dan sokongan untuk membolehkan mereka mengintegrasikan teknologi maklumat dan komunikasi dengan berkesan dalam amalan pengajaran mereka. Tanpa latihan dan peluang untuk belajar menggunakan perkakasan dan perisian komputer, guru matematik mungkin sukar untuk digalakkan atau mereka mungkin merasa tidak selesa untuk menggunakan teknologi baru dalam bilik darjah matematik.

Harapan penggunaan teknologi maklumat dan komunikasi ialah ia akan meningkatkan kualiti pengajaran dan pembelajaran matematik. Bagaimanapun, harapan tersebut tidak bebas daripada cabaran dan masalah: Bagaimanakah sekolah boleh menyaingi atau mengikuti kemajuan yang berterusan dalam inovasi teknologi? Bagaimanakah kita dapat memastikan semua pelajar mempunyai peluang dan kesempatan yang sama untuk menggunakan teknologi? Bagaimanakah cara bagi guru matematik untuk menangani kekompleksan dan kuantiti maklumat? Bagaimanakah cara untuk membantu sekolah mengatasi kekurangan kakitangan terlatih yang berupaya untuk menyokong penggunaan peralatan rangkaian dan komputer moden? Bagaimanakah cara untuk mengatasi kekurangan infrastruktur yang sesuai bagi operasi peralatan rangkaian dan komputer moden? Bagaimanakah cara untuk memastikan perisian pendidikan yang berkualiti tinggi disediakan untuk pengajaran dan pembelajaran matematik? Bagaimanakah cara untuk mengenal pasti pendekatan pendidikan yang paling berkesan bagi pengajaran dan pembelajaran matematik dalam persekitaran digital? Bagaimanakah cara untuk menggalakkan dan mengembangkan pembelajaran melalui pengalaman dan pembelajaran melalui perlakuan yang berasaskan teknologi? Bagaimanakah cara untuk menguruskan jenayah komputer dan mengawal hak harta intelek dalam Internet? Bagaimanakah, bilakah, dan apakah keadaan yang membuat penggunaan teknologi meningkatkan kualiti pembelajaran dan prestasi pelajar dalam matematik? Bagaimanakah cara untuk menangani serangan virus komputer dan manipulasi penceroboh komputer?

Penyelidikan yang teliti dan sistematik tentang teknologi pendidikan adalah diperlukan untuk memastikan keberhasilan output dan keberkesanan kos penggunaan teknologi dalam pendidikan matematik. Menurut Lingefjard dan Kilpatrick (1998), kebanyakan penyelidikan setakat ini dijalankan oleh pendukung teknologi dan dengan itu, selalunya tidak memberi penuh perhatian kepada kesulitan, halangan, kekangan, dan rintangan yang mungkin timbul ekoran penggunaan teknologi dalam pengajaran dan pembelajaran. Misalnya, pelajar yang bekerja dengan teknologi maklumat mungkin tidak membentuk beberapa salah konsep yang lama tentang matematik, yang lazimnya berlaku apabila mereka menggunakan pensel dan kertas sahaja. Bagaimanapun, pelajar tersebut mungkin membentuk salah konsep yang baru. Kilpatrick (1998) pula menjelaskan bahawa setiap teknologi mempunyai kelemahan tersendiri dan soalan serius tentang penggunaan teknologi dalam pendidikan matematik perlu dijawab dengan bijak dan berhati-hati. Dalam kebanyakan kes, soalan tersebut hanya boleh dijawab melalui kaedah cuba-cuba sebab kita tidak pernah menjalankan proses tersebut sebelum ini.

Sebagai kesimpulan, kita boleh mendapat manfaat daripada kekuatan teknologi untuk meningkatkan kualiti pengajaran dan pembelajaran matematik jika kita memberi penuh perhatian kepada pembangunan pelajar, persekitaran pembelajaran, keupayaan sistem, keupayaan teknologi, kebertanggungjawaban, dan profesionalisme guru. Untuk menjadi teknologi sebagai sebahagian aktiviti bilik darjah, alat teknologi perlu dipilih dan digunakan dalam cara yang selaras dengan matlamat pendidikan matematik. Teknologi perlu diintegrasikan ke dalam kurikulum matematik secara formal dan bukan dianggap sebagai aktiviti sampingan sahaja. Tanpa rancangan pelaksanaan yang menyeluruh, penggunaan teknologi baru tidak mungkin dapat membantu kita meningkatkan kualiti pengajaran dan pembelajaran matematik seperti yang dikehendaki.

Pengetahuan dan Pedagogi Matematik

Matematik sekolah dan matematik yang diajar di institusi pengajian tinggi merupakan dua komponen penting bagi disiplin matematik. Untuk merealisasikan Wawasan Pendidikan Matematik yang dicadangkan, kita perlu meneliti semula hubungan antara matematik sekolah dengan matematik universiti. Dalam tiga dekad kebelakangan, kurikulum matematik sekolah telah mengalami beberapa perubahan yang besar. Misalnya, pada tahun 80-an, Kurikulum Bersepadu (Baru) Sekolah Rendah dan Kurikulum Bersepadu Sekolah Menengah telah dilaksanakan (Nik Azis, 1995), manakala pada tahun 90-an pula kurikulum matematik yang selaras dengan pendidikan bestari telah dilaksanakan secara berperingkat-peringkat di sekolah menengah. Istilah kurikulum matematik atau secara khususnya, kurikulum matematik yang diharapkan merujuk satu pelan operasi bagi pendidikan yang menjelaskan apa kandungan matematik yang perlu diketahui oleh pelajar, bagaimana cara untuk pelajar mencapai matlamat kurikulum yang telah ditetapkan, apa yang perlu dilakukan oleh guru untuk membantu pelajar mengembangkan pengetahuan matematik, dan konteks bagi pengajaran dan pembelajaran matematik.

Pada umumnya, perspektif tentang pembelajaran matematik sekolah telah berganjak daripada pembelajaran matematik sebagai himpunan fakta dan prosedur kepada pembelajaran matematik sebagai satu himpunan alat intelektual bagi memahami keadaan yang melibatkan matematik. Guru matematik yang berkesan dikonsepsikan sebagai guru yang berjaya mendorong dan membimbing para pelajar untuk belajar matematik. Pelajar hanya dianggap belajar matematik apabila mereka membina sendiri skim tindakan dan skim operasi matematik (Nik Azis, 1999a). Untuk memahami apa yang dipelajari, para pelajar perlu menjalankan beberapa aktiviti asas seperti meneliti, mewakili, mentransformasikan, mengubah, menyelesaikan, membuat refleksi, membuat abstraksi, berkomunikasi, menggunakan matematik, dan menghubungkan idea-idea matematik. Aktiviti tersebut boleh dilakukan dengan lebih berkesan apabila pelajar bekerja dalam kumpulan, melibatkan diri dalam perbincangan, membuat pembentangan, serta menguruskan dan bertanggungjawab terhadap pembelajaran mereka sendiri.

Seterusnya, tujuan pendidikan matematik sekolah telah berganjak daripada tujuan yang berasaskan pendekatan matematik untuk matematik kepada matematik untuk utiliti, dan akhirnya kepada matematik untuk penghayatan (Nik Azis, 1995). Antara lain, matematik untuk penghayatan membabitkan pemahaman dan penggunaan matematik dalam pembangunan diri, pekerjaan, dan kehidupan seharian secara produktif. Untuk mencapai matlamat ini, teknologi maklumat dan komunikasi telah digunakan sebagai pengupaya bagi pengajaran dan pembelajaran matematik. Beberapa usaha telah dilakukan untuk mengubah persekitaran bilik darjah matematik daripada persekitaran tradisional kepada persekitaran yang dinamik. Antara lain, transformasi tersebut membabitkan perkara seperti yang berikut:

- Transformasi daripada bilik darjah sebagai satu himpunan individu kepada bilik darjah sebagai komuniti matematik.
- Transformasi daripada guru sebagai autoriti tunggal bagi jawapan yang betul kepada bukti atau penjelasan logik dan matematik sebagai penentusahan.
- Transformasi daripada mengingati prosedur semata-mata kepada taakulan matematik.
- Transformasi daripada penekanan kepada mekanisme untuk mencari jawapan yang betul semata-mata kepada proses membentuk konjektur, mencipta, dan menyelesaikan masalah.
- Transformasi daripada anggapan bahawa matematik adalah satu himpunan konsep dan prosedur yang terasing kepada anggapan bahawa matematik adalah satu bidang pengetahuan yang mana idea matematik dan penggunaan idea tersebut adalah saling berkaitan antara satu sama lain (*National Council of Teachers of Mathematics*, 1991, hlm. 3).

Perubahan besar yang berlaku dalam pedagogi dan kurikulum matematik sekolah tidak turut sama berlaku dalam pedagogi dan kurikulum matematik yang diajar di institusi pengajian tinggi. Menurut pengumuman bagi kajian ICMI (*Announcement*, 1998), perbezaan antara pendidikan matematik sekolah dengan pendidikan matematik universiti tentang tujuan, pendekatan pengajaran, dan kaedah pendidikan adalah semakin meningkat,

Tujuan matematik universiti masih berlandaskan pendekatan matematik untuk matematik dan model yang dominan bagi pengajaran dan pembelajaran adalah berlandaskan behaviourisme. Setakat ini, tidak ada usaha yang sistematik untuk menggunakan teknologi maklumat dan komunikasi sebagai pengupaya bagi pengajaran dan pembelajaran matematik universiti. Walaupun program pengajian matematik di universiti telah meningkatkan penekanan kepada aplikasi, pembentukan model, sejarah, dan falsafah matematik, tetapi program tersebut belum membuat perubahan yang signifikan bagi menangani keperluan dan latar belakang pelajar masa kini yang berbeza-beza (*Announcement*, 1998). Para pelajar sering kali merasakan bahawa tidak ada kesinambungan antara pendidikan matematik di sekolah menengah dengan pendidikan matematik di universiti. Perhatian serius yang diberi kepada teori pembelajaran dalam pendidikan matematik sekolah tidak diteruskan dalam pendidikan matematik universiti. Kaedah pengajaran di universiti adalah lebih konservatif. Pada umumnya, pensyarah bagi kursus matematik di universiti tidak mendapat latihan khusus dalam aspek pedagogi dan psikologi pendidikan.

Menurut *National Council of Teachers of Mathematics* (1991), pelajar universiti sering kali diajar matematik dengan berpandukan kurikulum tradisional yang sedikit sekali membincangkan apa yang penting dalam matematik pada hari ini. Guru pelatih pula jarang sekali berpeluang untuk melihat bagaimana matematik yang mereka pelajari di universiti berkaitan dengan matematik sekolah. Jika guru perlu mengubah cara mereka mengajar, maka mereka perlu mempelajari matematik yang signifikan dalam suasana yang memaparkan kaedah pengajaran matematik yang terbaik. Begitu juga, guru pelatih perlu belajar matematik dalam persekitaran yang kaya dengan penggunaan teknologi secara efektif sekiranya mereka perlu mengajar matematik dengan menggunakan teknologi. Pada masa kini, realiti dalam pengajaran dan pembelajaran matematik universiti adalah berbeza daripada realiti yang diharapkan. Bagaimanapun, jika kita berhasrat untuk merealisasikan Wawasan Pendidikan Matematik bagi melahirkan pelajar yang dilengkapi dengan kekuatan matematik bertaraf dunia, maka semua aspek matematik sekolah

dan matematik universiti seperti kandungan, pengajaran, dan penilaian perlu diubah secara sistematik.

Ahli matematik dan pendidikan matematik pada semua tahap mempunyai tanggungjawab untuk meluangkan masa, tenaga, dan kebolehan kreatif untuk mencari jalan bagi menerangkan aplikasi dan kepentingan matematik kepada semua pelajar dan membentuk program bagi membantu semua pelajar untuk berjaya dalam pengajian matematik. Dalam konteks ini, kerjasama antara sekolah dan universiti adalah amat penting. Interaksi antara pensyarah matematik, pensyarah pendidikan matematik, dan guru matematik dalam pelbagai bidang kepakaran adalah berkemungkinan besar akan meningkatkan kualiti pengajaran dan pembelajaran di peringkat sekolah dan universiti. Pakar matematik mempunyai tanggungjawab untuk berkongsi kegembiraan dalam mengembangkan pengetahuan matematik dengan guru matematik dan pelajar sekolah. Begitu juga, pakar pendidikan matematik mempunyai tanggungjawab untuk berkongsi kegembiraan dalam mengembangkan pedagogi matematik dengan guru matematik dan pelajar sekolah. Idea baru tentang pendidikan matematik sekolah dan matematik universiti perlu dibahaskan secara meluas, dianalisis secara mendalam, dan disintesis secara bermakna. Penglibatan aktif dalam dialog tentang arah haluan pendidikan matematik sekolah dan matematik universiti dalam abad ke-21 merupakan cara yang efektif untuk mengalami kekuatan Wawasan Pendidikan Matematik yang disarankan.

Di samping jurang dalam amalan pedagogi antara matematik sekolah dengan matematik universiti, terdapat juga jurang atau lompatan antara pengetahuan matematik sekolah dengan pengetahuan matematik universiti. Misalnya, kandungan matematik di peringkat Tingkatan Enam dan Pusat Matrikulasi tidak diselaraskan secara menyeluruh dengan kandungan matematik di peringkat tahun pertama universiti sehingga tidak ada kesinambungan antara kedua-dua kandungan tersebut. Pelajar yang mengikuti kursus matematik tahun pertama di universiti sering kali dikejutkan dengan amalan pedagogi matematik yang berbeza dan kandungan matematik yang terlalu tinggi. Keadaan seperti ini mungkin boleh dielakkan jika terdapat kerjasama yang erat antara pihak yang

bertanggungjawab terhadap perkembangan kurikulum matematik di peringkat Tingkatan Enam dan Pusat Matrikulasi dengan pihak yang bertanggungjawab terhadap perkembangan kurikulum matematik di peringkat ijazah dasar. Sebagai langkah ke hadapan, hubungan antara sekolah menengah dengan universiti perlu diperkukuhkan, persediaan pensyarah matematik pada tahap universiti perlu diperbaiki, penggunaan teori pembelajaran dalam pengajaran matematik universiti perlu di perhebatkan, dan kesinambungan antara matematik pra-universiti dengan matematik universiti perlu ditingkatkan.

Penyelidikan dalam Pendidikan Matematik

Dalam usaha memenuhi harapan dan mengatasi cabaran pendidikan matematik pada abad ke-12, kita berdepan dengan pelbagai persoalan kritis yang hanya boleh ditangani dengan berkesan melalui proses reformasi (Moses & Cobb, 2001). Untuk melaksanakan proses tersebut dengan efektif, kita memerlukan sokongan daripada penyelidikan yang meluas dan mendalam. Agenda reformasi bagi kandungan, pengajaran, dan pembelajaran matematik hendaklah diselaraskan dengan agenda reformasi bagi penyelidikan dalam pendidikan matematik. Peranan penyelidikan dalam proses reformasi adalah untuk membekalkan pengetahuan boleh dipercayai tentang aspek-aspek penting bagi reformasi. Istilah pengetahuan boleh dipercayai merujuk sebarang dakwaan untuk mengetahui yang disahkan oleh keterangan-keterangan yang jelas sebagai boleh dipercayai bagi tujuan tertentu. Istilah kajian dalam pendidikan matematik pula merujuk satu bentuk inkuiri berdisiplin yang dijalankan tentang fenomena tertentu dalam pendidikan matematik bagi tujuan mengembangkan atau menjana pengetahuan dalam bidang tersebut. Para penyelidik mengkaji bagaimana pelajar belajar dan diajar matematik, dan fenomena yang mempengaruhi pengajaran dan pembelajaran tersebut. Ini termasuklah aspek kandungan matematik, kemahiran pengiraan, proses kognisi, faktor psikologi, kaedah pengajaran, proses perubahan, dan pengaruh sosiobudaya.

Sebahagian besar kajian lepas dan semasa dalam pendidikan matematik dijalankan oleh pelajar pasca ijazah bagi memenuhi keperluan ijazah sarjana atau doktor falsafah. Penelitian terhadap pengurusan dan penyeliaan kajian tersebut menunjukkan bahawa fakulti pendidikan tidak mempunyai agenda penyelidikan yang jelas bagi menentukan arah haluan dan isu-isu kritis yang harus dikaji oleh pelajar pasca ijazah. Pelajar tersebut bebas untuk memilih sebarang isu mengikut budi bicara masing-masing. Sowder (1989) menegaskan bahawa kajian yang kecil, terasing, individualistik, jangka pendek, berselerak, dan membabitkan pelbagai isu dan pendekatan yang berbeza tidak akan memberi impak yang besar kepada reformasi dalam pendidikan matematik. Malah, amalan seperti ini merugikan penggunaan sumber intelektual yang terbatas.

Penyelidikan dalam pendidikan matematik adalah satu bentuk aktiviti sains sosial dan bukan aktiviti sains tulen. Justeru, dapatan kajian tersebut adalah pada umumnya berbentuk hipotesis, cadangan, penjelasan, atau keterangan tentatif dan tidak muktamad (Nik Azis, 1999a, hlm. 326-331) dan tidak ada kajian tunggal yang dapat membekalkan jawapan yang pasti kepada persoalan penting. Penjelasan yang dihasilkan oleh sesuatu kajian adalah bersifat kumulatif dan ia bukan satu bukti yang mutlak. Melalui penyelidikan lanjut, penjelasan tersebut bergerak ke arah satu kesimpulan yang boleh diterima umum (Schoenfeld, 2000).

Satu perkara utama yang perlu dilakukan ialah pembentukan rangkaian penyelidik yang bekerja secara kerjasama untuk meneliti isu-isu yang sama. Penyelidikan yang produktif jarang sekali dilakukan oleh individu; sebaliknya, ia dilakukan oleh satu komuniti penyelidik. Malah, institusi sosial yang bertanggungjawab terhadap perkembangan pengetahuan saintifik dalam semua bidang ialah *kolej tersembunyi*, iaitu satu kumpulan kecil ahli sains yang berdedikasi dan produktif. Mereka bekerja dalam bidang yang sama dan menentukan keutamaan dalam penyelidikan, merekrut dan melatih pelajar, berkomunikasi dan berbincang antara satu sama lain, dan mengawasi perubahan pesat yang berlaku dalam struktur pengetahuan bagi bidang mereka. Persoalan yang kita hadapi ialah sama ada rangkaian berkolej (*collegial networks*) boleh dibentuk di kalangan

ahli pendidik dan penyelidik dalam bidang pendidikan matematik di negara kita supaya kerja mereka memberi sumbangan yang bermakna kepada reformasi dalam bidang tersebut.

Kita berhadapan dengan sumber yang terhad untuk mengkaji isu-isu penting yang berkaitan dengan usaha reformasi bagi merealisasikan Wawasan Pendidikan Matematik. Dalam konteks ini, penggunaan sumber intelektual dan kewangan yang sedia ada untuk membentuk rangkaian para penyelidik yang meneliti isu-isu yang sama merupakan satu tindakan yang munasabah, bijak, dan berhemat. Sebagai satu langkah ke hadapan, fakulti pendidikan yang menawarkan program sarjana dan doktor falsafah dalam bidang pendidikan matematik perlu menentukan isu-isu strategik yang hendak dikaji dalam sesuatu tempoh masa selaras dengan keperluan pembangunan negara. Kemudiannya, fakulti tersebut mengenal pasti kumpulan pelajar pasca ijazah untuk mengkaji isu-isu tersebut daripada pelbagai aspek yang relevan.

Dengan berlandaskan konsep payung, fakulti pendidikan yang menawarkan program pasca ijazah dalam bidang pendidikan matematik perlu bertindak secara kreatif dan proaktif dalam mengkoordinasi aktiviti penyelidikan yang dijalankan oleh para pelajar dan mensintesis dapatan kajian tersebut. Sebagai sebuah negara kecil, Malaysia mempunyai sumber intelektual yang terhad dalam bidang pendidikan matematik. Setiap kekuatan yang ada, termasuk kekuatan yang dibekalkan oleh pelajar pasca ijazah perlu dimanfaatkan untuk merealisasikan Wawasan Pendidikan Matematik. Oleh itu, kita tidak seharusnya menggalakkan pelajar pasca ijazah bekerja secara individu dan terasing, dengan sokongan yang amat sedikit untuk aktiviti inovasi, kerjasama, dan dialog ilmiah. Fakulti pendidikan dan maktab perguruan di seluruh negara patut bergabung tenaga dan bekerjasama secara kreatif untuk meningkatkan keberkesanan dan keberhasilan penyelidikan dalam bidang pendidikan matematik.

Kajian lepas dan semasa dalam pendidikan matematik mengandungi beberapa kelemahan asas. Misalnya, kajian yang dijalankan oleh pelajar pasca ijazah menunjukkan bahawa kesedaran mereka tentang kepentingan

teori dan kerangka teori dalam membimbing penyelidikan adalah tidak menyeluruh. Terdapat kajian yang tidak berlandaskan kerangka teori yang jelas, manakala beberapa kajian lain pula membincangkan kerangka teori secara sepintas lalu sahaja seakan-akan ia merupakan satu perkara yang remeh. Teori adalah amat penting bagi penjana pengetahuan melalui penyelidikan. Ball (1995) menjelaskan bahawa teori melindungi pengkaji daripada batas pengalaman yang boleh menyempitkan pemikiran mereka. Kerangka teori yang sesuai pula boleh menggalakkan pengkaji untuk meneliti idea-idea inovatif yang membawa kepada pemilihan dan penerokaan fenomena baru. Teori dan kerangka teori juga berperanan sebagai alat tafsiran yang membantu pengkaji memahami fenomena yang dikaji. Menurut Lave dan McDermott (2002), pengkaji perlu menggunakan teori yang sesuai sebagai satu cara untuk mengelakkan diri daripada cengkaman ideologi dan dogma. Dengan kata lain, teori hendaklah digunakan secara rasional, berhati-hati, dan bijak untuk mengelakkan diri daripada kesempitan pemikiran akibat penerimaan paradigma dominan dalam pendidikan matematik secara membuta tuli.

Di samping keperluan untuk menggunakan teori yang tertentu, pengkaji juga perlu memilih kerangka teori yang sesuai dengan matlamat kajian. Misalnya, penggunaan kerangka teori yang berlandaskan neo-behaviourisme atau konstruktivisme adalah tidak sesuai bagi kajian yang bertujuan untuk mengenal pasti penghayatan nilai murni dalam pendidikan matematik sekolah menengah. Penggunaan teori yang sempit dan kerangka teori yang kabur akan membantut usaha kita untuk meneliti isu-isu yang kompleks secara adil dan bermakna. Chevallard (1990) menjelaskan tentang pentingnya untuk pengkaji bersikap terbuka, kreatif, inovatif, menggunakan kerangka teori yang berbeza dalam penyelidikan mereka, memperluaskan skop kajian, menggunakan pemboleh ubah yang sesuai, dan membentuk saling hubungan antara kerangka teori yang berbeza. Sierpiska dan Kilpatrick (1998) bersetuju dengan pandangan Chevallard, tetapi menambah bahawa pendidikan matematik adalah satu bidang pengetahuan yang agak baru. Oleh itu, penggunaan pelbagai jenis teori dan kerangka teori yang berasal daripada pelbagai bidang seperti sosiologi, psikologi, budaya, falsafah, politik, sejarah, dan antropologi secara tidak

kritis dan berhati-hati boleh menyebabkan fokus penyelidikan menjadi berselerak. Keadaan ini boleh mengurangkan peluang bagi penyatuan dan pembentukan identiti pendidikan matematik.

Biar apa pun topik kajian yang telah kenal pasti, teori dan kerangka teori merupakan satu unsur penting dalam penyelidikan pendidikan matematik. Niss (1999) menegaskan bahawa tanpa huraian yang jelas tentang masalah kajian dan penggunaan teori yang relevan untuk meneliti masalah tersebut, besar kemungkinan kajian berkenaan akan dicatitkan oleh prosedur kajian yang tidak teratur, instrumen yang tidak sesuai, pemboleh ubah tak berkaitan yang tidak dikawal, pemboleh ubah penting terlepas perhatian, cara analisis yang tidak sistematik, atau perbincangan hasil kajian yang tidak berfokus.

Teori dan kerangka teori juga adalah kritikal bagi perkembangan penyelidikan dalam pendidikan matematik. Misalnya, perkembangan penyelidikan didedahkan dan dipertahankan melalui proses pembinaan teori yang rapi dan koheren, yang terbuka kepada kritikan, perbincangan, dan penilaian. Menurut Ball (1995), teori merupakan kaca mata yang digunakan oleh pengkaji untuk meneliti fenomena tertentu. Kegunaan teori adalah tidak terhad kepada penjelasan tentang apa yang sedang berlaku, tetapi boleh juga membantu pengkaji untuk meramalkan apa yang akan atau sepatutnya berlaku. Teori yang baik akan mendedahkan bidang-bidang inkuiri yang baru dan mencadangkan hipotesis yang munasabah untuk kajian lanjut. Dengan menjelaskan kerangka teori secara eksplisit, pengkaji tidak lagi bekerja secara bersendirian, tetapi menjadi ahli kumpulan penyelidik yang menggunakan teori yang sama sebagai landasan bagi kajian mereka. Kajian tersebut lebih mudah untuk diteliti, di replika, atau dikembangkan oleh pengkaji lain berbanding dengan kajian yang tidak berlandaskan kerangka teori yang jelas.

Istilah teori merujuk satu penyusunan idea, konsep, dan model secara koheren dan sistematik bagi tujuan membina makna untuk menjelaskan, mentafsirkan, dan mencorakkan amalan, manakala kerangka teori pula merujuk penjelasan berasaskan teori pada tahap makro, pertengahan, atau

mikro tentang konsep-konsep utama dan saling hubungan antara mereka yang menjadi fokus kajian. Teori membekalkan kayu pengukur bagi menilai amalan, walaupun sebaliknya ia mungkin diubah suai berdasarkan hasil kajian mengenai amalan tertentu yang menunjukkan bahawa teori tersebut tidak mencukupi, seperti dalam revolusi saintifik yang dinyatakan oleh Kuhn (1970). Teori membekalkan asas konsepsi kepada semua penyelidikan. Oleh itu, terdapat saling hubungan simbiotik antara teori dengan penyelidikan. Misalnya, teori membekalkan konteks yang mana tanpanya, penyelidikan tidak akan menjadi bermakna. Manakala penyelidikan pula menjanakan dan menguji teori yang mana tanpanya, teori tidak akan mempunyai makna. Dengan kata lain, kedua-dua teori dan penyelidikan adalah setiap satunya merupakan kemestian (*sine qua non*) bagi yang satu lagi. Kajian yang baik tidak dapat dilakukan tanpa berlandaskan teori yang relevan.

Sebahagian kajian dalam pendidikan matematik didapati gagal untuk memberi perhatian yang sewajarnya kepada pengetahuan terkini tentang aliran dan amalan dalam penyelidikan pendidikan matematik di peringkat antarabangsa. Sorotan karya yang dibuat adalah kurang menyerlah dan tidak meyakinkan. Sorotan tersebut kurang berjaya untuk menunjukkan bahawa pengkaji telah meneliti kajian lepas yang berkaitan dengan topik kajian dan meletakkan perkara yang hendak dikaji dalam konteks apa yang sudah dan belum diketahui tentang perkara tersebut. Istilah sorotan karya merujuk kupasan, ulasan, atau ringkasan kritis tentang penyelidikan lalu yang berkaitan dengan topik yang hendak dikaji, dan lazimnya sorotan tersebut dibuat untuk meletakkan soalan kajian dalam konteks yang sesuai atau sebagai latar belakang kepada aktiviti kajian yang hendak dijalankan. Satu prasyarat penting bagi sorotan karya ialah proses tersebut mestilah berasaskan kerangka teori dan tulisan ilmiah yang jelas.

Sorotan karya membabitkan dua bahagian, iaitu tinjauan semula kajian lepas secara menyeluruh dan bersepadu, dan tinjauan semula teori. Proses asas bagi sorotan karya pula membabitkan beberapa aktiviti: (a) menyusun maklumat dan mengaitkannya dengan tesis atau soalan kajian yang sedang diperhatikan, (b) mensintesis hasil sorotan karya ke dalam bentuk

kupasan tentang apa yang sudah dan belum diketahui, (c) mengenal pasti kontroversi yang mungkin terdapat dalam karya yang diteliti, dan (d) membentuk soalan bagi kajian lanjut. Seterusnya, sorotan karya mempunyai dua tujuan umum, iaitu untuk menjelaskan kerja yang telah dilakukan dalam bidang penyelidikan khusus secara menyeluruh, dan untuk menilai kerja tersebut secara kritis.

Kedua-dua unsur deskriptif dan penilaian merupakan bahagian penting bagi sorotan karya. Kita tidak boleh memberi tumpuan kepada satu bahagian dan mengabaikan bahagian yang lain. Misalnya, jika kita hanya menjelaskan kajian lepas tanpa menilainya, maka kita mungkin meringkaskan maklumat tanpa memahaminya dengan mendalam. Sebaliknya, jika kita membincangkan atau menilai teori terkini dalam sesuatu bidang tanpa menjelaskan kerja yang dilakukan untuk menguji teori tersebut, maka kita tidak mempunyai bukti empiris untuk menyokong perbincangan dan hujah kita. Penelitian terhadap kajian dalam pendidikan matematik dalam tempoh tiga dekad kebelakangan ini menunjukkan bahawa sebahagian pengkaji kurang memahami tujuan dan proses sorotan karya.

Ringkasnya, sebahagian kajian dalam pendidikan matematik adalah bersifat individualistik, terasing, kurang koheren, dan kurang kualiti kumulatif. Topik-topik yang dikaji pula adalah berkisar kepada aspek kemahiran, persepsi, dan perbandingan mudah. Seterusnya, metodologi penyelidikan yang dominan dalam kajian tersebut adalah bergantung pada model statistik dan behaviourisme dijadikan sebagai kerangka teori. Penyelidikan dalam pendidikan matematik juga sering kali dicengkam oleh amalan dikotomi (pembahagian) dan polarisasi antara perspektif yang berbeza. Berikut adalah contoh dikotomi tersebut:

- Pendidikan matematik sekolah dilihat sebagai proses atau fenomena sosiobudaya (konstruktivisme sosial) lawan pendidikan matematik sekolah dilihat sebagai proses pengembangan pengetahuan matematik milik setiap individu (konstruktivisme radikal).
- Pendidikan berpusatkan guru lawan pendidikan berpusatkan pelajar.

- Ingatan dan hafalan maklumat lawan penyelesaian masalah dan pembinaan pengetahuan.
- Kemahiran dan kecekapan lawan pemahaman dan kebolehan.
- Syarahan guru lawan penglibatan pelajar.
- Fasilitator dan pembimbing lawan penyampai maklumat dan penyelesaian masalah.
- Penyelidikan kuantitatif lawan penyelidikan kualitatif.

Sesetengah pengkaji nampaknya menyedari tentang kepentingan teori dalam penyelidikan. Bagaimanapun, mereka sering kali keliru tentang pengertian teori, konsep, kerangka teori, kerangka konsep, model konsep, dan struktur logik. Sebahagian mereka juga cenderung untuk mencadangkan kerangka konsep mereka sendiri dan bukan menggunakan atau memantapkan kerangka konsep yang sedia ada. Walaupun amalan ini nampaknya baik, tetapi ia boleh menggambarkan bahawa pengkaji tidak meneliti teori-teori sedia ada secara kritis dan mendalam serta kurang membaca, memberi perhatian, dan mengambil kira idea dan kerja yang dijalankan oleh orang lain.

Perbincangan di atas menonjolkan beberapa kelemahan asas dalam penyelidikan pendidikan matematik yang perlu diatasi jika kita mahu membekalkan dapatan boleh dipercayai kepada reformasi pendidikan matematik. Sebagai langkah ke hadapan, kita perlu melihat pendidikan matematik sebagai satu kegiatan manusia yang kompleks. Kajian tentang fenomena yang kompleks memerlukan teori dan kerangka teori yang kukuh, bersepadu, dan bebas daripada cengkaman dikotomi dan polarisasi. Misalnya, kita perlu memberi tumpuan kepada aspek peribadi, sosial, dan kedinamikan budaya secara serentak dan bersepadu semasa kita mengkaji cara pelajar mempelajari matematik.

Gardner (1999) menjelaskan bahawa semua individu mempunyai profil kecerdasan peribadi yang mengandungi gabungan sembilan jenis kecerdasan yang berbeza, iaitu kecerdasan linguistik, kecerdasan logik atau matematik, kecerdasan irama muzik, kecerdasan tubuh atau kinestetik, kecerdasan ruang, kecerdasan alamiah, kecerdasan dengan perorangan,

kecerdasan antara perorangan, dan kecerdasan kewujudan. Satu implikasi daripada pandangan Gardner ialah pelajar merupakan insan yang aktif dan kompleks. Kecerdasan bukan lagi membabitkan konsep statik yang mempunyai satu dimensi sahaja, tetapi membabitkan konsep dinamik yang membabitkan pelbagai dimensi yang saling berinteraksi antara satu sama lain. Oleh itu, kajian dalam pendidikan matematik perlu memberi perhatian yang sewajarnya kepada aspek manusia dan kemanusiaan seperti kepercayaan, pemikiran, perasaan, dan perilaku (Nik Azis, 1999b, 2002).

Seterusnya, pengkaji perlu memilih topik kajian yang relevan dan membuat sorotan karya dengan teliti. Mereka perlu memahami bahawa sorotan karya bertujuan untuk memberitahu pembaca tentang status dan keadaan penyelidikan terkini tentang topik atau bidang kajian, khususnya, penyelidikan yang telah dijalankan, dapatan kajian lepas, kekuatan dan kekurangan kajian lepas, jurang pengetahuan yang masih wujud berhubung dengan topik kajian, dan perkara yang masih dipertikaikan. Melalui sorotan karya, pengkaji menunjukkan bahawa dia mempunyai pengetahuan dan pemahaman yang baik tentang karya penting yang berkaitan dengan bidang kajian. Pengkaji juga menunjukkan bahawa kajian yang dicadangkan boleh memberi sumbangan yang bermakna kepada karya sedia ada.

Kebanyakan penyelidikan dalam pendidikan matematik memberi tumpuan kepada wawasan lampau tentang persekolahan dan literasi. Penyelidikan tersebut tidak menyokong usaha untuk membina pengetahuan boleh dipercayai tentang Wawasan Pendidikan Matematik yang baru. Budaya penyelidikan pada masa akan datang adalah dijangkakan berbeza daripada budaya penyelidikan pada masa lampau dan masa kini. Oleh itu, kita perlu berusaha untuk menggambarkan beberapa aspek penting bagi budaya penyelidikan pada masa hadapan jika kita mahu menyediakan para pelajar pada hari ini untuk menjalankan penyelidikan dengan jayanya dalam budaya tersebut. Misalnya, para pelajar mestilah berkebolehan untuk mengemukakan soalan baru yang mengharapkan jawapan yang baru. Maklumat yang hendak diperolehi melalui penyelidikan mestilah berkaitan dengan konsepsi baru tentang bagaimana matematik dipelajari dan diajar

serta apa yang dimaksudkan dengan *mengetahui matematik* dan bagaimana pengetahuan matematik boleh dinilai. Ahli penyelidik perlu memberi perhatian kepada isu-isu kritis yang berkaitan dengan reformasi yang dicadangkan. Ringkasnya, kita perlu membentuk rancangan atau agenda penyelidikan yang menyeluruh dan merekrut satu rangkaian penyelidik untuk melaksanakan rancangan tersebut.

REFLEKSI

Pendidikan matematik di Malaysia tidak boleh berada dalam keadaan sekarang sebab kejutan masa depan dalam bidang keilmuan, ekonomi, teknologi moden, perdagangan, dan reka cipta akan melumpuhkan proses penyesuaian diri secara besar-besaran. Kita perlu berusaha untuk mengekalkan identiti budaya kita di samping mengasimilasikan amalan yang berguna daripada budaya lain. Usaha seperti ini disebut sebagai proses reformasi. Sebahagian gagasan dan idea kita tentang pendidikan matematik adalah bersifat keterbelakangan sebab gagasan dan idea itu merupakan natijah yang dibentuk pada masa lalu. Kita perlu keluar daripada aliran pemikiran lama kepada aliran pemikiran baru untuk meneliti kelemahan yang dialami oleh para pelajar dan pendidik matematik pada masa kini. Untuk memahami tujuan ini, kita perlu mempunyai kekuatan pegangan hidup, intelektual, akhlak, dan kreativiti. Pendidikan matematik dalam abad ke-21 harus diisi dengan penyuburan pemikiran matematik, kebijaksanaan menyelesaikan masalah dan membuat keputusan, kreativiti dalam membuat hubungan dan komunikasi matematik, dan ketelitian dalam menghayati matematik. Tabiat memandang ringan terhadap tanggungjawab kepada Pencipta dan alam sekitar; meragui kepentingan teknologi moden dalam pendidikan; menafikan sumbangan yang diberikan oleh budaya lain kepada perkembangan pendidikan matematik; tabiat taksub terhadap ideologi asing; dan sifat hela bela diri perlu dihapuskan.

Kesedaran terhadap keterbelakangan dalam pembangunan pendidikan matematik telah menimbulkan semangat baru untuk mengatasi

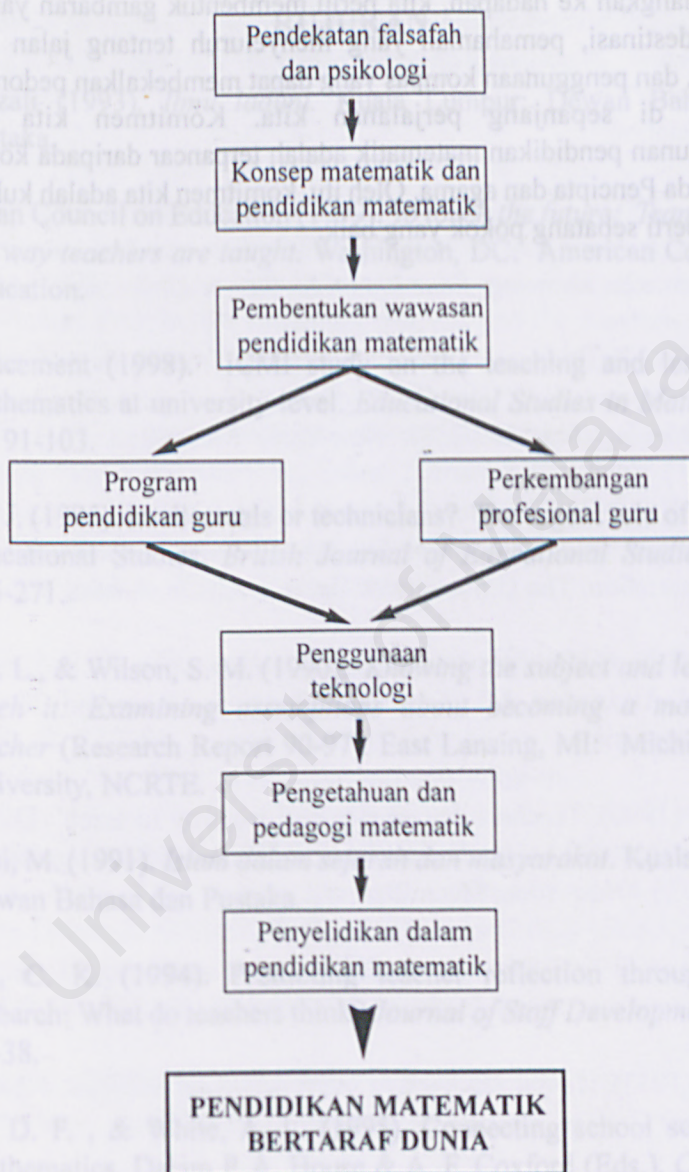
keterbelakangan tersebut. Wawasan Pendidikan Matematik mengajak pihak yang berkepentingan dalam pendidikan matematik membangunkan pendidikan tersebut menjadi pendidikan bertaraf dunia mengikut acuan tempatan. Wawasan ini menggerakkan kita untuk menghapuskan realiti kelemahan dan keterbelakangan daripada para pelajar dan pendidik matematik, realiti yang boleh mendedahkan mereka kepada penjajahan ideologi dan pendekatan asing. Inilah *persimpangan jalan* dan permulaan langkah di jalan baru, langkah bagi mewujudkan pendidikan matematik bertaraf dunia di negara kita.

Tidak ada jalan yang singkat untuk melahirkan pelajar yang dilengkapkan dengan kekuatan matematik bertaraf dunia. Segala-galanya memerlukan perancangan, komitmen, dan usaha yang berterusan. Yang jelas membezakan pendidikan matematik bertaraf dunia dengan pendidikan matematik bertaraf kampung ialah budaya kerja. Dalam budaya kerja yang dimaksudkan, pengiktirafan yang tinggi diberikan kepada penguasaan pengetahuan dan teknologi yang canggih, serta sanjungan yang tinggi diberi kepada tabiat kuat belajar dan tekun bekerja. Jika komuniti matematik memiliki budaya seperti ini, maka komuniti tersebut akan menjadi maju. Rintangan yang dihadapi oleh komuniti matematik adalah besar, tetapi dengan pendekatan yang bersepadu, mereka boleh mengatasinya.

Wawasan Pendidikan Matematik merupakan satu bentuk wawasan pembangunan. Dalam apa jenis pembangunan, manusia merupakan unsur yang paling asas sebab merekalah yang merancang dan menggerakkan pembangunan tersebut. Maka, manusia merupakan alat dan objektif bagi pembangunan. Oleh itu, faktor manusia tidak boleh dipandang ringan dalam pelaksanaan sebarang wawasan pembangunan seperti Wawasan Pembangunan Matematik. Malah, perbincangan tentang pendekatan bagi melaksanakan Wawasan Pendidikan Matematik adalah saling berkaitan dengan perbincangan tentang pendekatan bagi melaksanakan pembangunan manusia.

Reformasi dalam pendidikan matematik bagi menangani harapan dan cabaran dalam abad ke-21 merupakan satu perjalanan. Lapan perkara yang dibincangkan membekalkan konsep dan prinsip penting bagi memandu kita dalam perjalanan tersebut. Mereka juga boleh digunakan untuk menentukan kemajuan kita mencapai matlamat atau destinasi yang ditetapkan. Rajah 2 memaparkan jujukan langkah bagi membentuk pendidikan matematik berwajah baru, iaitu pendidikan matematik bertaraf dunia. Misalnya, penggunaan pendekatan falsafah dan psikologi yang dinamik mendahului pembentukan konsep matematik dan pendidikan sebab falsafah berfungsi sebagai tapak bagi pembentukan konsep tersebut. Seterusnya, pembentukan konsep matematik dan pendidikan matematik pula mendahului pembentukan Wawasan Pendidikan Matematik sebab konsep berfungsi sebagai landasan kognitif bagi pembentukan wawasan tersebut. Satu perkara yang perlu ditegaskan ialah reformasi dalam pendidikan matematik adalah satu proses berulang-ulang. Misalnya, proses tersebut bermula dengan langkah-langkah yang asas; dan hasilnya dimanfaatkan dalam langkah reformasi seterusnya.

Kita boleh menganggap langkah-langkah yang dipaparkan dalam Rajah 2 sebagai peta bagi memandu proses reformasi dalam pendidikan matematik. Jalan yang kita ambil, kenderaan yang kita guna, dan kelajuan perjalanan kita mungkin berbeza, tetapi matlamat kita adalah sama, iaitu untuk mengembangkan kekuatan matematik bertaraf dunia dalam diri semua pelajar. Kita perlu mengelakkan diri daripada menggunakan pendekatan *bertih jagung* yang hebat bunyinya, tetapi cetek kandungannya. Pendekatan tersebut penuh dengan cadangan tentang penyelesaian pintas, tindakan jangka pendek, dan komunikasi berpura-pura yang menuntut kita memanipulasikan peraturan buatan manusia. Ia membekalkan pembalut sosial dan ubat aspirin yang hanya boleh menutupi atau mengatasi satu atau dua gejala keterbelakangan dalam pendidikan matematik, tetapi membiarkan punca atau masalah kronik yang terletak di dasar amalan pendidikan matematik untuk terus meracuni kepercayaan, pemikiran, perasaan, dan tindakan anggota komuniti matematik.



Rajah 2: Lapan langkah utama bagi menangani harapan dan cabaran pendidikan matematik dalam abad ke-21

RUJUKAN

- Al-Ghazali (1993). *Ilmu laduni*. Kuala Lumpur: Dewan Bahasa dan Pustaka.
- American Council on Education (1999). *To touch the future: Transforming the way teachers are taught*. Washington, DC: American Council on Education.
- Announcement (1998). ICMI study on the teaching and learning of mathematics at university level. *Educational Studies in Mathematics*, 36, 91-103.
- Ball, S. J. (1995). Intellectuals or technicians? The urgent role of theory in educational Studies. *British Journal of Educational Studies*, 43(3), 255-271.
- Ball, D. L., & Wilson, S. M. (1990). *Knowing the subject and learning to teach - it: Examining assumptions about becoming a mathematics teacher* (Research Report 90-97). East Lansing, MI: Michigan State University, NCRTE.
- Bennabi, M. (1991). *Islam dalam sejarah dan masyarakat*. Kuala Lumpur: Dewan Bahasa dan Pustaka.
- Bennet, C. K. (1994). Promoting teacher reflection through action research: What do teachers think? *Journal of Staff Development*, 15(1), 34-38.
- Berlin, D. F. , & White, A. L. (1995). Connecting school science and mathematics. Dalam P. A. House & A. F. Coxford (Eds.). *Connecting mathematics across the curriculum*. Reston, VA: National Council of Teachers of Mathematics.

- Bialo, E. R., & Sivin-Kachala, J. (1996). *The effectiveness of technologies in schools: A summary of recent research*. Washington, DC: Software Publisher's Association.
- Boaler, J. (2002). Exploring the nature of mathematical activity: Using theory, research and 'working hypotheses' to broaden conceptions of mathematics knowing. *Educational Studies in Mathematics*, 51, 3-21.
- Brown C. A., & Borko, H. (1992). Becoming a mathematics teacher. In D. A. Grouws (Ed.), *Handbook of research on mathematics teaching and learning* (hlm. 209-239). New York: Macmillan.
- Bryan, T. J. (1997). *The knowledge and beliefs of prospective secondary mathematics teachers: An analysis on five levels*. Unpublished doctoral dissertation, The University of Texas at Austin, Austin, TX.
- Calhoun, E. F. (1994). *How to use action research in the self-renewing school*. Alexandria, VA: Association for Supervision and Curriculum Development.
- Carter, K. (1990). Teachers' knowledge and learning to teach. Dalam W. R. Houston (Ed.), *Handbook of research on teacher education* (hlm. 291-310). New York: Macmillan.
- Chevallard, Y. (1990). On mathematics education and culture: Critical after thoughts. *Educational Studies in Mathematics*, 37, 121-143.
- Corey, S. (1953). *Action research to improve school practice*. New York: Teachers College, Columbia: Columbia University.
- Covey, S. R. (1996) *7 tabiat orang yang amat berkesan*. Petaling Jaya: Prentice Hall Malaysia.

- Darling-Hammond, L. (1998). Teachers and teaching: Testing policy hypotheses from a national commission report. *Educational Researcher*, 27(1), 5-15.
- Dwyer, D. (1994). Apple classrooms of tomorrow: What we've learned. *Educational Leadership*, 51(7), 4-10.
- Even, R. (1993). Subject-matter knowledge and pedagogical content knowledge: Prospective secondary teachers and the function concept. *Journal for Research in Mathematics Education*, 24(2), 94-116.
- Gan, S. L. (1997). Implementation information technology in Malaysian schools: Issues and problems. *School Libraries Worldwide*, (1), 22-31.
- Gardner, H. (1999). *Intelligence reframed: Multiple intelligences for the 21st century*. New York: Basic Books.
- Gates, W. H. (1995). *The road ahead*. New York: Viking Penguin.
- Golos, E. B. (1968). *Foundations of Euclidean and non-Euclidean geometry*. New York: Holt, Rinehart and Winston.
- Hatano, G., & Inagaki, K. (1998). Cultural contexts of schooling revisited: A review of the learning gap from a cultural psychology perspectives. Dalam S. G. Paris, & H. M. Wellman (Eds.), *Global prospects for education: Development, culture, and schooling* (hlm. 79-104). Washington, DC: American Psychological Association.
- Hershberg, T. (2000). Long-term skills for quick-turn tech. *Government Technology*, 13(7), 32-37.
- Hiebert, J., Carpenter, T. P., Fennema, E., Fuson, K. C., Wearne, D., Murray, H., Oliver, A., & Human, P. (1997). *Making sense: Teaching and learning mathematics with understanding*. Portsmouth, NH: Heinemann.

- International Commission on Education for Twenty-First Century (1996). *Learning: The treasure within*. Paris: UNESCO Publishing.
- Kamal, H. (1988) *Pendidikan dan pembangunan*. Kuala Lumpur: Nurin Enterprise.
- Kemmis, S., & McTaggart, R. (1982). *The action research planner*. Victoria, Australia: Deakin University Press.
- Kilpatrick, J. (1998, Ogos). *Ich bin europaisch*. Kertas utama dibentang di First Conference of the European Society for Research in Mathematics Education, Haus Ohrbeck, Jerman.
- Kilpatrick, J. (2001). Understanding mathematical literacy: The contribution of research. *Educational Studies in Mathematics*, 47, 101-116.
- Kilpatrick, J., Swafford, J., & Findell, B. (Eds.). (2001). *Adding it up: Helping children learn mathematics*. Washington, DC: National Academy Press.
- Kline, M. (1956). *Mathematical thought from ancient to modern times*. Oxford: Oxford University Press.
- Krulik, J. A. (1994). Meta-analytic studies of findings on computer-based instruction. Dalam E. L. Baker, & H. F. O'Neil, Jr. (Eds.), *Technology assessment in education and training*. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum.
- Kuhn, T. S. (1970). *The structure of scientific revolution*. Chicago: The University of Chicago Press.
- Lave, J., & McDermott, R. P. (2002). Estranged learning. *Outlines*, 1, 19-48.

- Leahey, T. H. (1987). *A history of psychology* (Edisi kedua). Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall.
- Lembaga Penyelidik Undang-Undang (Ed.). (1996). *Akta Pendidikan 1996*. Kuala Lumpur: International Law Book Services.
- Lingefjard, T., & Kilpatrick, J. (1998). Authority and responsibility with learning mathematics in a technology-enhanced environment. Dalam D. Tinsley, & D. C. Johnson (Eds.), *Information and communication technologies in school mathematics* (hlm. 233-236). London: Chapman & Hall.
- Mohammad Hasan, A. R. (1998, September). *Tahap penggunaan komputer untuk pengajaran di kalangan guru sekolah: Satu tinjauan*. Kertas kerja dibentangkan di Konvensyen Teknologi Pendidikan ke-9. Kota Bharu, Kelantan.
- Mahathir, M. (1991). *Wawasan 2020*. Kuala Lumpur: Biro Tatanegara.
- Moses, R. P., & Cobb, C. E. Jr. (2001). *Radical equations: Math literacy and civil rights*. Boston, MA: Beacon Press.
- National Commission on Teaching and America's Future (1996). *What matters most: Teaching for America's future*. New York: Author.
- National Commission on Teaching and America's Future (1997). *Doing what matters most: Investing in quality teaching*. New York: Author.
- National Council of Teachers of Mathematics (1989). *Curriculum and evaluation standards for school mathematics*. Reston, VA: NCTM.
- Newman, F., & Holzman, L. (1993). *Lev Vygotsky: Revolutionary scientist*. London: Routledge.

- Nik Azis, N. P. (1990). *Program pendidikan pelajar pintar cerdas*. Kajang: Institut Pengajian Ilmu-Ilmu Islam.
- Nik Azis, N. P. (1994). *Penghayatan wawasan pembangunan negara*. Kuala Lumpur Dewan Bahasa dan Pustaka.
- Nik Azis, N. P. (1995). *Penghayatan Matematik KBSR dan KBSM: Agenda tindakan* (Edisi kedua). Kuala Lumpur: Dewan Bahasa dan Pustaka.
- Nik Azis, N. P. (1996a). *Penghayatan Matematik KBSR dan KBSM: Perkembangan Profesional*. Kuala Lumpur: Dewan Bahasa dan Pustaka.
- Nik Azis, N. P. (1996b). *Kesepaduan dalam pendidikan matematik*. Kuala Lumpur: Kementerian Pendidikan Malaysia.
- Nik Azis, N. P. (1999a). *Pendekatan konstruktivisme radikal dalam pendidikan matematik*. Kuala Lumpur: Penerbit Universiti Malaya.
- Nik Azis, N. P. (1999b). *Potensi intelek*. Kuala Lumpur: Dewan Bahasa dan Pustaka.
- Nik Azis, N. P. (2002). *Keluarga berdaya maju*. Kuala Lumpur: Penerbit Universiti Malaya.
- Niss, M. (1999). Aspects of the nature and state of research in mathematics education. *Educational Studies in Mathematics*, 40, 1-24.
- Oja, S. N., & Pine, G. J. (1989). Collaborative action research: Teachers' stages of development and school contexts. *Peabody Journal of Education*, 64(2), 96-115.
- Popper, K. (1963). *Conjecture and refutation*. London: Routledge and Kegan Paul.

- RAND Mathematical Study Panel (2002). *Mathematical proficiency for all students: Toward a strategic research and development program in mathematics education*(DRU-2773-OERI). Arlington, VA: RAND Education and Science Technology Policy Institute.
- Reich, C. C. (1970). *The greening of America*. New York: Random House.
- Rose, C., & Nicholl, M. J. (1997). *Accelerated learning for the 21st century*. New York: Dell Publishing.
- Roszak, T. (1972). *Where the wastelands end*. New York: Doubleday.
- Roubiezek, P. (1969). *Ethical values in the age of science*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Sardar, Z. (1988). *The future of Muslim civilization*. Kuala Lumpur: Pelanduk Publications.
- Sayid Sabiq (1978). *Unsur-unsur kekuatan dalam Islam*. Singapura: Pustaka Nasional Pte Ltd.
- Schank, R. C. (2003, November 4). *Educational technology: The promise and the myth*. Didapatkan semula pada 4 November, daripada http://www1.worldbank.org/education/lifelong_learning/pdf/educational_technology.pdf
- Schoenfeld, A. H. (2000). Purposes and methods of research in mathematics education. *Notices of the American Mathematical Society*, 47, 641-649.
- Shamser, A. (1996). Reforming and reconstructing Islamic education and making it supportive of science and technology. *International Journal of Science and Technology* (special issue), 9(2), 1-10.
- Shulman, L. (1987). Knowledge and teaching: Foundations of the new reform. *Harvard Educational Review*, 57, 1-22.

- Shulman, L. (1992). Ways of seeing, ways of knowing, ways of teaching, ways of learning about teaching. *Journal of Curriculum Studies*, 28, 393-396.
- Sierpinska, A., & Kilpatrick, J. (Eds.) (1998). *Mathematics education as a research domain: A search for identity*. Dordrecht, The Netherlands: Kluwer Academic Publishers.
- Sivin-Kachala, J. (1998). *Report on the effectiveness of technology in schools, 1990-1997*. Washington, DC: Software Publisher's Association.
- Smart School Team Project (1997a). *The Malaysian smart school: A conceptual blueprint*. Kuala Lumpur: The Ministry of Education.
- Smart School Team Project (1997b). *The Malaysian smart school: Implementation plan*. Kuala Lumpur: The Ministry of Education.
- Sowder, J. T. (Ed.) (1989). *Setting a research agenda*. Reston, VA: National Council of Teachers of Mathematics.
- Steffe, L. S. (1995). Alternative epistemologies: An educator's perspective. Dalam L. S. Steffe, & J. Gale (Eds.), *Constructivism in education* (hlm. 489-524). Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum.
- Stigler, J. W., & Hiebert, J. (1999). *The teaching gap: Best ideas from the world's teachers for improving education in the classroom*. New York: The Free Press.
- Street, L. (1986). Mathematics, teachers, and an action research course. Dalam D. Hustler, T. Cassidy, & T. Cuff (Eds.). *Action research in classroom and schools*. London: Allen and Unwin.
- Syed Muhammad Naquib, A. (1991). *The concept of education in Islam*. Kuala Lumpur: International Institute of Islamic Thought and Civilization.

- Syed Muhammad Naquib, A. (2001). *Prolegomena to the metaphysics of Islam*. Kuala Lumpur: International Institute of Islamic Thought and Civilization.
- Toffler, A. (1990). *Kejutan dan gelombang*. Kuala Lumpur: Dewan Bahasa dan Pustaka.
- Unit Perancang Ekonomi (1996). *Rancangan Malaysia Ketujuh*. Kuala Lumpur: Percetakan Nasional.
- Unit Perancang Ekonomi (2001). *Rancangan Malaysia Kelapan*. Kuala Lumpur: Percetakan Nasional.
- von Glasersfeld, E. (1995). *Radical constructivism: A way of knowing and learning*. Washington, DC: Falmer Press.
- Woronov, T. (1994, Disember). From the Harvard education letter: Myths about the magic of technology in schools. *Education Digest*, 12, 15.

PROFIL

Profesor Nik Azis Azis Nik Pa ialah Profesor Pendidikan Matematik dan Dekan Fakulti Pendidikan, Universiti Malaya. Beliau juga ialah Ketua Penyelaras, Unit Perancangan dan Pembangunan Strategik, Bahagian Perancangan Korporat, Universiti Malaya. Dr. Nik Azis Nik Pa adalah terkenal melalui penulisan dan penyelidikan beliau tentang radikal konstruktivisme dan pendidikan matematik, pendekatan bersepadu sejagat dan pendidikan pintar cerdas, perancangan dan pembangunan keluarga, jaminan kualiti dan pendidikan nilai dan pendidikan antarabangsa.

Semenjak lima belas tahun yang lepas, Dr. Nik Azis telah menjelaskan secara mendalam dan berterusan tentang satu teori mengetahui dan perkembangan, iaitu *Perspektif Bersepadu Sejagat*, yang selaras dengan Falsafah Pendidikan Kebangsaan dan Rukunegara. Dalam bukunya, *Penghayatan Wawasan Pembangunan Negara* (1994), beliau telah menghuraikan cara untuk merealisasikan Wawasan 2020 dengan berlandaskan Perspektif Bersepadu Sejagat. Atas usaha yang gigih itu, beliau telah dianugerahkan Hadiah Linguistik. Seterusnya, beliau telah menghasilkan tiga buku lain yang berlandaskan Perspektif Bersepadu Sejagat, iaitu *Pendekatan Bersepadu dalam Pendidikan Matematik* (1996), *Potensi Intelek* (1999), dan *Keluarga Berdaya Maju* (2002).

Seterusnya, semenjak enam belas tahun yang lalu, Profesor Nik Azis telah menjelaskan dan menganjurkan secara berterusan konstruktivisme radikal sebagai satu pendekatan untuk mengetahui dan mempelajari matematik. Dalam bukunya, *Pendekatan Konstruktivisme Radikal dalam Pendidikan Matematik* (1999), beliau telah menghuraikan cara untuk mentransformasikan pendidikan matematik bagi pelajar di Malaysia dengan berlandaskan konstruktivisme radikal. Bagi usaha terperinci dan inovatif ini, beliau telah dianugerahkan Hadiah Buku Persatuan Matematik Malaysia. Selanjutnya, beliau telah menulis dua buah buku utama dengan berlandaskan konstruktivisme radikal, iaitu *Penghayatan Matematik KBSR dan KBSM: Agenda Tindakan* (1995), dan *Penghayatan Matematik KBSR dan KBSM: Perkembangan Profesional* (1996).

Profesor Dr. Nik Azis terlibat secara aktif dalam pembentukan garis panduan dan dokumen bagi perancangan strategik dan pembinaan kerja berpasukan di Universiti Malaya. Misalnya, beliau menyelaras dan menyunting dokumen penting, iaitu *Arah Haluan Strategik Universiti Malaya* (2000), *Pelan Strategik Universiti Malaya* (2000), dan *Budaya Kekitaan* (2001). Beliau juga adalah instrumental dalam membantu Universiti Malaya memperoleh *MS ISO 9001:2000* dalam pengajaran, pembelajaran, penyelidikan dan khidmat sokongan; dan dalam penubuhan Pusat Pembangunan Keluarga Universiti Malaya. Sebagai tambahan, beliau juga adalah instrumental dalam perancangan dan pelaksanaan Program Nadi di Universiti Malaya yang bermula pada tahun 2000 hingga sekarang. Program tersebut antara lainnya membabitkan pengembangan budaya kekitaan dan budaya kualiti. Semenjak peringkat permulaan pada tahun 2000 hingga sekarang, Profesor Dr. Nik Azis dilantik sebagai Ketua Penghulu Nadi Universiti Malaya. Dari tahun 2000 hingga awal tahun 2003, beliau terlibat secara langsung dalam latihan penghayatan budaya kekitaan bagi lebih seribu kakitangan Universiti Malaya.

Profesor Dr. Nik Azis Nik Pa adalah pengasas dan Presiden Persatuan Pendidikan Matematik Malaysia. Beliau dilahirkan di Tanah Merah Kelantan pada tahun 1956 dan mendapat pendidikan awal di Tanah Merah dan Kota Bharu, Kelantan. Kemudiannya, beliau memperoleh ijazah sarjana muda (*B.Sc.*) dan ijazah sarjana (*M.Sc.*) dalam bidang pendidikan matematik dari Northern Illinois University, Amerika Syarikat, dan ijazah doktor pendidikan (*Ed.D.*) dalam bidang pendidikan matematik dari University of Georgia, Amerika Syarikat. Dr. Nik Azis mengajar kursus ijazah dasar dan ijazah tinggi dalam bidang pendidikan matematik dan psikologi pendidikan. Kursus yang beliau ajar termasuklah Kajian dalam Pendidikan Matematik, Reka Bentuk dan Perancangan Kurikulum dalam Pendidikan Matematik, dan Kebudayaan dan Perkembangan Pendidikan Matematik.

Profesor Dr. Nik Azis terlibat secara aktif dalam penelitian aspek pembanguna manusia dari perspektif Islam. Misalnya, beliau telah menghasilkan buku, *Islam dan Rokok* (1985) dan *Islam dan Perancangan*

Keluarga: Cara dan Hukum (1996). Dalam konteks pendidikan matematik sekolah rendah dan menengah pula, beliau bersama rakan-rakan telah menghasilkan buku, *Matematik Tingkatan Empat* (1991), *Matematik Tahun 5: Buku Teks* (1996), dan *Matematik Tahun 5: Buku Panduan Guru* (1996). Ringkasnya, Dr. Nik Azis telah menghasilkan pelbagai buku dan artikel ilmiah dalam bidang pendidikan. Antara lain, beliau telah menghasilkan 6 buah buku terbitan Dewan Bahasa dan Pustaka, 2 buah buku terbitan Penerbit Universiti Malaya, dan 2 buah buku terbitan Pustaka Nasional (Singapura). Pada masa kini, beliau sedang menulis buku tentang penyelidikan matematik di Malaysia. Dalam bidang penulisan, Profesor Dr. Nik Azis telah dianugerahkan empat hadiah buku terkemuka. Seterusnya, dalam tempoh lima tahun kebelakangan, beliau telah dianugerahkan Sijil Khidmat Cemerlang dari Universiti Malaya. Pada tahun 1993, beliau telah menerima *Fulbright Award* untuk menjalankan kajian pasca doktor tentang transformasi pendidikan matematik pelajar sekolah menengah berlandaskan konstruktivisme radikal di *College of Education, University of Georgia*.