

Isu-Isu Berterusan Dalam Pendidikan Matematik

NOOR AZLAN AHMAD ZANZALI, *Universiti Teknologi Malaysia*

ABSTRACT *Improving the quality of teaching and learning of mathematics has always been a major concern of mathematics curriculum developers. This paper examines and critically analyzes the following four recurring and inter-related issues often raised in the development of a mathematics curricula in Malaysia:- "What type of mathematics ought to be taught?", "Why do we need to teach mathematics?", "How should a mathematics curriculum be planned and arranged?" and "How can teachers ensure that what is transmitted to the pupils is as planned in the curriculum?"*

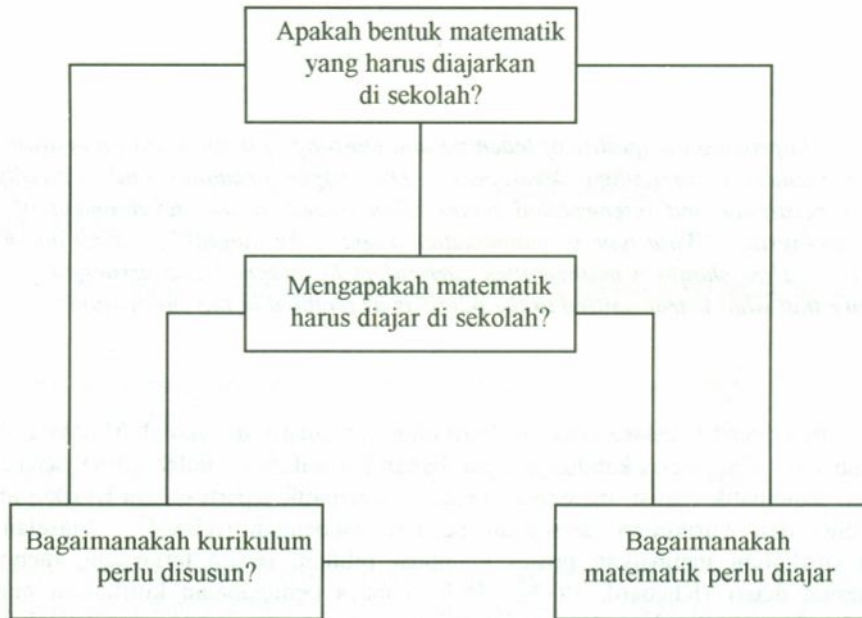
Dalam masa empat dekad kebelakangan ini, kurikulum matematik di sekolah Malaysia telah mengalami beberapa perubahan. Dari aspek kandungan, perubahan kurikulum ini boleh dilihat sebagai telah melalui tiga peringkat; matematik tradisi, matematik moden, matematik seperti dalam Kurikulum Baru Sekolah Rendah (KBSR) dan Kurikulum Bersepadu Sekolah Menengah (KBSM). Masalah utama dalam pengubalan kurikulum melibatkan proses membuat pilihan, secara terancang, mengenai apa yang sepatutnya sesuai diajar (Kliebard, 1972). Pada asasnya pengubalan kurikulum matematik adalah mengikut perkembangan dan keperluan masyarakat ketika itu, dan sebenarnya adalah merupakan satu usaha untuk mencari jawapan kepada persoalan yang berkaitan dengan empat isu utama. Isu-isu yang dimaksudkan ialah:

- 1) Apakah bentuk matematik yang harus diajar di sekolah?
- 2) Mengapakah matematik perlu diajar di sekolah?
- 3) Bagaimana harus kita merancang dan menyusun kurikulum matematik?
- 4) Peranan guru dalam menyampaikan ilmu matematik yang telah disusun (Weaver dan DeVault, 1970; Romberg, 1992).

Isu-isu ini adalah saling berkait rapat antara satu sama lain seperti yang ditunjukkan dalam gambarajah 1 dan merupakan isu yang berterusan dalam perkembangan pendidikan matematik, baik di dalam mahupun di luar negara. Pada setiap perubahan kurikulum, pengubal yang bertanggungjawab dalam menentukan apa yang sepatutnya diajar di bilik darjah, sebenarnya secara langsung atau tidak cuba menjawab persoalan yang terbit dari empat isu ini, walaupun pada ketika tertentu sesuatu isu itu mungkin lebih ditekankan dari yang lain. Mutakhir ini, misalnya dalam pengubalan kurikulum matematik KBSM, para pendidik matematik lebih menumpu pada persoalan apa dan bagaimanakah matematik itu harus diajar. Persoalan "mengapa matematik itu harus diajar" jarang ditimbulkan kerana pada kebiasaannya sukatan pelajaran matematik, secara tradisi, sudah wujud dalam kurikulum sekolah semenjak berdekad-dekad dahulu lagi.

Namun begitu, ini tidak bermakna bahawa persoalan ini tidak perlu dicari jawapannya. Dalam sejarah perkembangan pendidikan matematik di Malaysia, kita telah menghadapi keempat-empat isu tersebut

semenjak beberapa dekad yang lalu, dan akan terus berhadapan dengannya pada masa-masa yang akan datang.



Gambarajah I : Isu-isu Berterusan dalam Pendidikan Matematik

Kurikulum

Dalam penulisan ini "kurikulum" ditakrifkan sebagai suatu rancangan operasi (operational plan) untuk pengajaran yang menggariskan

- 1) bidang ilmu matematik yang perlu diketahui oleh pelajar,
- 2) bagaimana matlamat kurikulum tersebut dapat dicapai oleh pelajar,
- 3) apakah tindakan yang perlu diambil oleh guru untuk membantu pelajar membina pengetahuan matematik dalam persikitaran di mana pembelajaran dan pengajaran berlaku (National Council of Teachers of Mathematics, 1989).

Perancangan ini merujuk kepada kehendak kurikulum (the intended curriculum) (Noor Azlan Ahmad Zanzali, 1987; Robitaille, 1980), seperti terkandung dalam sukatan pelajaran, buku teks yang diiktirafkan oleh Kementerian Pendidikan atau bahan-bahan pengajaran yang dihasilkan oleh penggubal sesuatu kurikulum. Kurikulum yang dirancang harus dibezakan dengan kurikulum yang dilaksanakan (implemented curriculum) oleh guru di bilik darjah (Robitaille, 1980). Dalam konteks ini juga, kekangan yang diakibatkan oleh masalah sosial dan sekitaran persekolahan harus juga diambil kira (lihat Stephens, 1982; Donovan, 1983; Noor Azlan Ahmad Zanzali, 1987, 1994). Ini adalah selari dengan pandangan

Begle (1979) yang menegaskan bahawa masalah pengajaran-pembelajaran matematik selalunya berkisar kepada empat faktor:

- 1) pengajaran matematik di sekolah berlaku dalam konteks sosial.
- 2) pengajaran matematik yang tulen harus memberi perhatian tentang "apakah matematik" yang diajarkan.
- 3) pengajaran matematik berkesan harus mengambil kira bagaimana pelajar "berjumpa" dan belajar matematik
- 4) pengajaran matematik boleh berjalan dengan lancar jika aspek atau faktor persekitaran persekolahan diambil kira.

Pandangan Begle ini sebenarnya adalah merangkumi empat isu yang telah digariskan tadi. Dalam perbincangan berikut, isu yang berterusan dalam pendidikan matematik akan dilihat dengan meneliti aspek-aspek bentuk matematik yang harus diajar di sekolah, diikuti dengan perbincangan mengenai mengapa matematik perlu diajar di sekolah, seterusnya melihat mengenai penyusunan (struktur) kurikulum matematik di sekolah menengah dan akhir sekali penulisan ini akan membincang peranan guru dan murid dalam proses pengajaran dan pembelajaran matematik di sekolah.

Apakah Matematik yang Harus Diajarkan Di Sekolah?

Seperti yang telah dikatakan tadi, dalam sejarah ringkas perkembangan pendidikan matematik di Malaysia, kandungan isi pelajaran matematik telah beberapa kali mengalami perubahan. Dari segi kandungan sukatan pelajaran, kurikulum matematik yang dilaksanakan sebelum tahun 70'an memberi fokus kepada matematik tradisi. Dalam sukatan ini, kemahiran asas dalam ketepatan dan kelajuan kira mengira diberi penekanan. Segala pengiraan atau susunan algoritma (seperti dalam geometri Euclid) mestilah mengikut prosedur atau tertib tertentu. Pendekatan ini adalah selari dengan teori pembelajaran tingkah laku yang pada keseluruhannya berasaskan kepada objektif tingkahlaku. Fokus teori ini adalah kepada bentuk atau jenis tingkahlaku berulang manusia apabila dipengaruhi oleh beberapa ransangan (Tall, 1991). Pendekatan pengajaran-pembelajaran begini sangat berkesan dalam meningkatkan kemampuan pelajar dari segi mengulangi algoritma atau prosedur matematik tetapi tidak boleh digunakan untuk menerapkan pemikiran matematik yang lebih luas. Akibatnya pengajaran matematik memberi pelajar "hasil pemikiran matematik" (the product of mathematical thought) dan bukan "proses pemikiran matematik" (the process of mathematical thought) (Skemp, 1971).

Berikutan dengan reformasi pendidikan yang berlaku di seluruh dunia, "matematik moden" telah mula diperkenalkan di sekolah-sekolah Malaysia. Dalam sukatan pelajaran matematik Pilihan "C" yang dilaksanakan pada awal 70'an, unsur-unsur matematik moden dimasukkan dalam sukatan pelajaran (Asiah Abu Samah, 1982). Tajuk-tajuk "moden" seperti set, statistik, matriks, vektor dan sebagainya telah mula diajarkan kepada murid-murid sekolah Malaysia. Pendekatan Euclid dalam geometri dianggap tidak sesuai lagi, lalu dikeluarkan dari sukatan pelajaran dan digantikan dengan geometri transformasi. Pendekatan pengajaran yang bermula dengan pemahaman konsep, tanpa mengurangi kepentingan kira mengira, berasaskan kepada penghayatan struktur matematik telah dilaksanakan di sekolah. Guru-guru digalakkan untuk menggunakan kaedah inkuri dalam pengajaran mereka. Murid-murid mula didedahkan kepada proses matematik untuk menghasilkan sesuatu keputusan matematik dan bukan hanya terhad kepada menggunakan hasil matematik sahaja.

Sejak akhir-akhir ini pula, isi kandungan matematik sekali lagi mengalami perubahan. Perubahan ini difikirkan sesuai dengan falsafah dan matlamat KBSR pada peringkat rendah, dan KBSM pada peringkat menengah. Sukatan pelajaran matematik ini dirancang untuk mengimbangi antara kefahaman konsep dan penguasaan kemahiran asas matematik. Dalam sukatan ini, penyelesaian masalah, khususnya masalah harian yang bukan rutin, di beri penekanan yang khusus. Ini adalah berdasarkan kepada anggapan bahawa memperoleh kebolehan menyelesaikan masalah adalah merupakan tujuan utama mempelajari matematik (lihat misalnya, Branca, 1980; National Council of Teachers of Mathematics {NCTM}, 1977; NCTM, 1980; Kantowski, 1981; Romberg, 1984; Schonfeld, 1985).

Setiap perubahan kurikulum matematik, dari bentuk tradisi kepada bentuk KBSM, dilakukan secara terancang berdasarkan perkembangan semasa yang memerlukan kefahaman matematik yang lebih canggih dan mencabar. Perkembangan teknologi, lebih-lebih lagi dalam teknologi maklumat dalam abad ini, memerlukan kefahaman dan kemahiran matematik yang bukan hanya terhad kepada kebolehan menjalankan algoritma kira mengira seperti yang terkandung dalam matematik tradisi, tetapi juga peringkat kefahaman yang jauh lebih tinggi (misalnya, lihat taksonomi pembelajaran domain kognitif Bloom [1979]). Seperti yang telah ditekan oleh Christiansen, Howson dan Otte (1986):

Penggunaan komputer yang berkesan memerlukan pengetahuan teori matematik yang mendalam, bukan terhad kepada kebolehan mengira atau melaksanakan prosidur matematik. Dalam persekitaran yang menekankan penggunaan komputer, beberapa konsep yang kelihatan penting sekarang mungkin akan menjadi tidak berguna lagi dan berkemungkinan, konsep-konsep baru diperlukan (m.s. 79).

Apa yang ingin diketengahkan oleh Christiansen, Howson dan Otte ialah bahawa dalam zaman sekarang dan masa-masa yang akan datang, kita akan memerlukan kefahaman dan kemahiran matematik dalam bentuk yang berbeza dari tahun-tahun sebelum ini. Kita perlu mengajar murid-murid matematik yang berguna kepada mereka setelah tamat persekolahan dan ini seperti yang telah ditekankan mungkin berbeza dari apa yang diajarkan sebelum ini. Sudah tentu kita tidak menginginkan wujudnya keadaan seperti yang diceritakan dalam kisah sindiran *The Saber-tooth Curriculum* oleh Peddiwell (1939). Dalam kisah ini, Peddiwell menceritakan kisah satu masyarakat yang pada satu masa yang lampau sering diserang oleh harimau "saber-tooth." Golongan ternama dalam masyarakat tersebut terus mengajar kanak-kanaknya cara membunuh harimau "saber-tooth" walaupun sehingga binatang ini sudah lama pupus. Dalam keadaan sekarang beberapa tajuk dalam matematik, seperti pengiraan dengan menggunakan pembaris kira-kira (slide-rule) atau mungkin penggunaan buku sifir logaritma sudah tidak sesuai diajar lagi. Demikian juga, kehadiran mesin kira dalam masyarakat menyebabkan pengiraan nombor yang mempunyai lebih daripada tiga titik perpuluhan dengan menggunakan sifir logaritma tidak diajar lagi di sekolah dalam beberapa negara maju. Sebelum kita melanjutkan perbincangan persoalan mengenai apakah matematik yang sesuai diajarkan di sekolah, persoalan yang lebih asas, "apakah itu matematik?" perlulah diteliti terlebih dahulu.

Apakah Matematik?

Bagi kebanyakan orang, persoalan apakah itu matematik adalah satu soalan yang selalu cuba dielakkan kerana mencari jawapannya adalah satu usaha yang rumit. Ini tidak bermakna bahawa soalan ini tidak penting, tetapi adalah kerana soalan ini tidak mudah untuk diberi jawapan dan jika jawapan dapat diperolehi sekalipun ia akan lebih berbentuk "cyclic." Walau bagaimanapun kita sebagai pendidik perlu meneliti dan memberi penjelasan kepada persoalan "apakah itu matematik" kerana terdapat tiga sebab.

Pertama, kebanyakan orang yang bukan ahli matematik seperti ahli sosiologi, psikologi, para pentadbir sekolah termasuk kadang kala guru matematik serta orang awam pada umumnya menganggap matematik sebagai disiplin yang statik dan terhad kepada proses kira mengira seperti yang banyak terdapat dalam buku teks sekolah sahaja:

Kebanyakan orang melihat matematik sebagai suatu bidang ilmu yang tetap dan telah lama wujud dalam bentuk yang ada sekarang. Bidang pengajiannya terdiri daripada manipulasi nombor-nombor dan pembuktian deduksi geometri. Ia adalah satu bidang disiplin yang kaku dan tidak memberi skop atau ruang untuk pertimbangan atau kreativiti. (Barbeau, 1989, p.2)

Pandangan ini sebenarnya mencerminkan sebahagian matematik yang dipelajari di sekolah. Matematik dilihat sebagai suatu yang telah tersedia ada dan tugas guru adalah untuk memindahkan (transmit) apa yang telah tersedia ada dalam buku teks, dengan kaedah yang paling efisien kepada murid-muridnya (Noor Azlan Ahmad Zanzali, 1987). Tugas murid pula ialah untuk "menyerap" (Nik Azis Nik Pa, 1985/86) sebaik mungkin kandungan matematik yang disampaikan oleh gurunya. Akibat dari keadaan ini proses pengajaran dan pembelajaran matematik dilakukan secara kaku. Ng See Ngean (1986), dalam satu tinjauan yang dilakukannya, mendapati bahawa kebanyakan pelajar dan guru menganggap matematik sebagai suatu yang beku dan statik, susah dipelajari, membosankan dan tidak berguna. Dalam satu kajian lain pula, apabila guru-guru dan pentadbir pendidikan ditanya mengenai apakah matematik yang harus diajar sekolah, kebanyakan jawapan yang diterima menggambarkan pandangan terhad ini (Noor Azlan Ahmad Zanzali, 1987). Ini adalah selari dengan apa yang pernah dikatakan oleh Romberg (1992):

Pandangan-pandangan ini sebenarnya mencerminkan matematik yang diajarkan di sekolah. Pandangan yang terhad ini adalah satu masalah yang serius, kerana mereka yang mempunyai pandangan sedemikian boleh mempengaruhi keputusan mengenai kurikulum matematik di sekolah. (p. 752).

Kedua, kebelakangan ini timbul kesedaran di kalangan ahli pendidikan matematik tentang pentingnya untuk memberi gambaran yang baik dan lengkap mengenai matematik dan apakah sebenarnya yang dilakukan oleh seseorang ahli matematik. Usaha seperti ini adalah bertujuan untuk mempopularkan matematik kepada masyarakat yang lebih luas (lihat Freudenthal, 1978; Cockcroft, 1982; Christiansen, Howson and Otte; 1986, Schoenfeld, 1987; NCTM, 1989; Shaharil Mohd. Zain, 1989). Keperluan untuk memberi gambaran yang sebenar mengenai matematik adalah untuk menolak pandangan yang sempit mengenai matematik. Matlamat akhirnya ialah untuk mewujudkan satu pemikiran baru mengenai matematik dan ciri-ciri keunikannya serta kegunaannya dapat dihayati oleh masyarakat umum.

Ketiga, adalah jelas bahawa matematik boleh dilihat dari pelbagai perspektif. Seseorang itu boleh mentakrifkan matematik sebagai permaisuri bagi sains (queen of the sciences) (Bell, 1978), atau sebagai suatu bentuk bahasa, mempunyai suatu struktur mantik yang tertentu, sebagai suatu bidang ilmu untuk memahami nombor dan ruang, sebagai suatu siri kaedah untuk mendapat rumusan tertentu, atau sebagai satu aktiviti intelek yang memberangsangkan (Kline, 1962). Perbezaan konsepsi mengenai matematik boleh juga dilihat pada dua ekstrim. Pada satu ekstrim, seperti pandangan golongan "formalist" (Lakatos, 1976), matematik dianggap sebagai mengandungi pernyataan-pernyataan dalam satu sistem

aksiom yang tertakluk kepada peraturan-peraturan tertentu (Dossey, 1991). Pandangan sedemikian lebih menekankan kepada peraturan formal dari makna matematik itu sendiri (Ernest, 1985). Pada satu ekstrim yang lain pula, matematik boleh dilihat sebagai mengandungi aktiviti menyelidik serta meneliti idea-idea baru, mencipta struktur baru matematik dan mencabar kreativiti, daya imaginasi dan intuisi ahli matematik (Johnson and Rising, 1976,). Memahami pelbagai pandangan mengenai matematik ini adalah mustahak kerana penekanan yang dibawa oleh para pendidik matematik yang berbeza ini dapat dilihat, secara langsung atau tidak, dalam penggubalan dan pelaksanaan kurikulum matematik. Ini bergantung kepada "era" ketika kurikulum matematik itu digubal. Matematik KBSM, misalnya, berlandaskan kepada perspektif yang lebih mirip kepada melihat matematik sebagai suatu yang dinamik, bersepadu dan kita perlu mempelajarinya untuk membantu kita menyelesaikan masalah harian (PPK, 1990). Iaitu satu pandangan yang cuba lari dari pandangan "formalist mathematics." Melihat perspektif yang berbeza ini juga boleh membantu ahli pendidik dalam mencapai pemahaman yang lebih mendalam mengenai matematik. Pemahaman ini boleh mempengaruhi proses pengajaran pembelajaran di sekolah.

Pengetahuan Matematik Sekolah

Persoalan mengenai apakah matematik yang harus dipelajari oleh pelajar sekolah dan andaian yang dibuat mengenai proses pembelajaran adalah dua bidang persoalan yang perlu dilihat secara lebih terperinci. Pandangan bahawa matematik itu sebagai sesuatu yang statik, telah tersedia ada dan terpisah jauh dari aktiviti harian manusia kini cuba dipersoalkan oleh ramai penulis. Mereka melihat matematik sebagai satu hasil reka ciptaan manusia dan justeru itu ialah suatu yang sentiasa berkembang (lihat Freudenthal, 1978; Cockcroft, 1982; Christiansen, Howson and Otte; 1986, Schoenfeld, 1987; Steen, 1986; NCTM, 1989; Shaharil Mohd. Zain, 1989).

Perbezaan pemikiran mengenai matematik yang perlu diajar di sekolah adalah suatu bidang yang menarik untuk diteliti. Walau bagaimanapun, apa yang lebih mustahak pada peringkat sekolah bukanlah untuk meneliti perbezaan antara pemikiran yang tersebut diatas, tetapi persoalan utama yang perlu dilihat ialah "Apakah yang dimaksudkan apabila kita mengatakan bahawa murid sudah "mengetahui" matematik yang telah diajar (What does it means to know mathematics)?"

Dewey (1916) membezakan antara ilmu (knowledge) dan rekod ilmu (record of knowledge). Matematik sebagai satu rekod ilmu telah berkembang menjadi satu bidang yang sangat luas. Bahagian yang paling besar sekali ialah bidang yang berkaitan dengan sistem nombor nyata seperti nombor tabii, pecahan dan nombor tak nisbah. Ilmu kira-kira, aljabar, fungsi asas, kalkulus, persamaan perbezaan, dan lain-lain yang berkaitan dengan kalkulus adalah semuanya bidang yang telah berkembang dari sistem nombor nyata. Demikian juga, cabang-cabang lain seperti geometri Euclid dan yang bukan Euclid, adalah semuanya sebahagian dari rekod ilmu matematik. Pada kebiasaannya, ramai yang menganggap bidang yang sangat luas ini sebagai ilmu matematik dan bukan sebagai satu rekod ilmu matematik:

Rekod ilmu yang luas ini tanpa mengira bahawa ia terhasil dari sesuatu proses inkuri dan menjadi sumber untuk inkuri selanjutnya dianggap sebagai ilmu. (Dewey, 1916, p.186-187)

Pada umumnya, ramai yang menganggap pengajian mengenai konsep serta prosedur matematik yang berkaitan dengannya, tanpa melihat bahawa bidang tersebut adalah hasil dari proses inkuri, sebagai *ilmu matematik*. Matematik sekolah yang kadangkala terpisah dari aplikasi adalah sebenarnya "*rekod*" ilmu

matematik dan bukan *ilmu matematik* itu sendiri. Proses kira mengira, misalnya, yang tidak dikaitkan dengan konteks aplikasi yang lebih luas adalah satu rekod ilmu matematik. Akibatnya, apa yang diajarkan di sekolah ialah hasil pemikiran matematik (the product of mathematical thought) dan bukan proses pemikiran matematik (the process of mathematical thought) (Skemp, 1971). Seorang pelajar dikehendaki menghafal perkara yang sudah tersenarai dalam buku teks tanpa melihat latarbelakang penggunaannya dalam konteks yang lebih luas. Pendekatan ini di sebut oleh Dewey (1902) sebagai proses *penyerapan rekod ilmu* dan terhad kepada aktiviti mengulangi apa yang telah dilakukan oleh orang sebelumnya (Stephens, 1982; Nik Azis Nik Pa, 1985/86; Skemp, 1971).

Bagi Polya (1954, 1967, 1973) **mengetahui** matematik bermakna seseorang itu telah memperolehi kebolehan dalam menyelesaikan masalah yang bukan rutin. Dalam penulisannya, beliau sering menekankan kepada takulan yang boleh membawa kepada "mathematical assertions". Polya menganggap operasi mental ini (dia merujuknya sebagai heuristik) sangat penting dalam penyelesaian masalah matematik. Pendekatan penyelesaian masalah sebagai satu unsur utama dalam penggubalan kurikulum matematik ini telah mendapat sambutan yang sangat meluas diseluruh dunia (NCTM 1980, Mathematical Sciences Education Board, 1990). Walaupun banyak pengkaji lain (seperti Mason, 1982; Schoenfeld, 1985, Kantowski, 1981) merasakan perlunya untuk menyatakan heuristik tersebut dengan lebih terperinci lagi, tetapi pada asasnya mereka bersetuju bahawa penyelesaian masalah seharusnya menjadi komponen yang penting dalam mana-mana kurikulum matematik. Pendekatan penyelesaian masalah yang ditekankan dalam kurikulum matematik KBSR dan KBSM (termasuk juga NCTM, 1990) adalah contoh di mana pendekatan yang di sarankan oleh Polya digunakan.

Selain dari penyelesaian masalah sebagai aktiviti asas yang perlu ada dalam matematik yang dipelajari di sekolah menengah, Steen (1988) berpendapat bahawa semua pelajar harus diberi pengalaman dalam mencari pola dalam semua peringkat pembelajaran matematik. Ini adalah berasaskan anggapan bahawa matematik boleh dianggap sebagai satu cabang sains mengenai pola (science of patterns). Beliau seterusnya menyarankan bahawa aktiviti yang berteraskan kepada cara untuk mencari pola ini adalah merupakan asas kepada aktiviti matematik,

Ahli matematik berusaha mencari pola dalam nombor, dalam ruang, dalam sains dan komputer, dan dalam pemikiran. Teori matematik menerangkan perhubungan antara pola, fungsi dan pemetaan, operator dan morfisma, mengait antara pola untuk menghasilkan struktur matematik yang tekal. Pola akan mencadangkan atau menghasilkan pola yang lain. Dengan cara ini, matematik mengikuti mantiknya yang tersendiri, bermula dengan pola dari sains dan potrait ini dilengkapkan dengan menambah pola lain yang terhasil dari permulaan tadi (Steen, 1988, p. 616).

Ini bermakna bahawa matematik bukanlah sesuatu yang tetap atau statik, tetapi merupakan suatu bidang sains yang sentiasa berubah dan berkembang mengikut pengalaman aktif ahli matematik.

Akhir sekali Romberg (1983) berpendapat bahawa, tanpa mengira mana-mana peringkat kesukaran pembelajaran, **mengetahui** matematik bermakna seseorang itu boleh *membuat/membina* matematik (to **know** mathematics means be able to **do** mathematics). Ini bermakna bahawa dalam pembelajaran matematik, seseorang itu mengumpul maklumat, mencari perhubungan dan kadangkala "berjumpa" dengan ilmu baru dalam sesuatu aktiviti yang dirancang. Pendekatan pembelajaran begini melibatkan

empat jenis aktiviti; *pengabstrakkan*, *penerokaan*, *pembuktian* dan *penggunaan matematik*. *Pengabstrakan* adalah sesuatu yang biasa dilakukan dalam pembelajaran matematik dan ianya mempunyai tiga ciri.

Pertama, ia melibatkan pola. Kedua, proses pengabstrakan dapat dilihat secara berturutan, dari yang mudah kepada yang lebih kompleks. Ketiga, pengabstrakan matematik berlaku dalam ruang konsep dan melibatkan perhubungan di antara konsep abstrak dan tanpa keperluan untuk mengaitkannya kepada objek konkrit. *Penerokaan* dalam matematik melibatkan langkah untuk menerbitkan atau mencari peraturan atau perhubungan, membuat jangkaan mengenai sesuatu perhubungan dan diikuti dengan aktiviti untuk menunjukkan perhubungan tersebut. Semua jangkaan atau proposisi dalam matematik perlu dibuktikan dengan menggunakan hujah berasaskan logik. Ini melibatkan kaedah atau cara dalam proses *pembuktian* sesuatu hukum atau proposisi matematik. Matematik memang memerlukan pembuktian berasaskan logik dan ini sebenarnya merupakan salah satu aktiviti asas ahli matematik. Akhir sekali, ciri matematik yang tidak kurang pentingnya ialah dalam *penggunaannya* yang sangat luas. Kita menggunakan matematik dalam kehidupan, industri dan boleh dikatakan dalam semua aspek hidup setiap masa.

Kesemua ahli matematik/pendidikan matematik yang disebut di atas berpandangan bahawa matematik adalah merupakan satu himpunan idea yang lahir dari pemikiran rasional manusia. Ini adalah benar, tidak kira sama ada kita menekankan penyelesaian masalah, melihat pola, pengabstrakan, penerokaan, pembuktian, atau penggunaan dalam pembelajaran matematik. Kesemuanya adalah aktiviti asas yang dilakukan oleh seorang ahli matematik. Perhatikan bahawa kesemua penulis tersebut di atas ini tidak menekankan kepada kefahaman konsep atau pencapaian kemahiran dalam pembelajaran matematik. Ini tidak bermakna bahawa kedua perkara ini tidak penting, tetapi ianya bererti bahawa kesemua kemahiran dan kefahaman yang dicapai dalam pembelajaran matematik tidak mempunyai makna (atau nilai) jika perkara ini tidak digunakan untuk "membuat atau membina" matematik. Segala kemahiran berbentuk rutin, seperti melakukan algoritma atau prosedur tertentu, haruslah digunakan sepenuhnya untuk "membuat" matematik. Pembelajaran yang berlaku dalam bentuk ini sudah jelas berbeza dengan pendekatan pembelajaran yang berasaskan penyerapan ilmu.

Persoalan utama yang harus difikirkan oleh ahli pendidik matematik ialah sejauh manakah pandangan mengenai matematik yang dinamik di atas dapat dilihat perlaksanaannya di dalam bilik darjah. Apakah kandungan matematik yang sepatutnya ada didalam matematik sekolah yang boleh mencerminkan pertimbangan di atas? Bagaimanakah boleh kita kaitkan apa yang dilakukan oleh seorang ahli matematik dalam proses "membuat" matematik dengan apa yang dilakukan oleh pelajar di sekolah? Bagaimanakah matematik yang dilihat sebagai sesuatu yang indah, mempunyai dinamisme yang tersendiri, menjadi sesuatu yang membosankan atau menakutkan bila ia disebarkan di bilik darjah? Sehubungan dengan ini beberapa persoalan kajian boleh diterbitkan:

- 1) Adakah mungkin untuk mengajar murid menyelesaikan masalah yang bukan rutin, mencari pola, membina model matematik atau "mathematizing?"
- 2) Jika boleh, bagaimanakah ini boleh dilaksanakan?
- 3) Adakah mungkin untuk murid mencapai kemahiran dan pemahaman konsep melalui projek yang boleh mencerminkan apa yang dilakukan oleh ahli matematik?

Perbincangan di atas berkisar kepada pandangan bahawa pengajaran pembelajaran matematik seharusnya merangkumi lebih daripada hanya setakat mengetahui matematik sebagai satu rekod ilmu. Pelajar

seharusnya dilatih untuk mampu membuat matematik serta menghayati proses pemikiran matematik. Setelah meneliti persoalan dari segi bentuk matematik yang harus dipelajari oleh pelajar, persoalan kedua yang menjadi tumpuan ialah mengenai mengapa matematik harus dipelajari dan inilah yang akan menjadi tumpuan perbincangan selanjutnya.

Mengapakah Matematik Harus Diajar Di Sekolah?

Pada umumnya, semua orang menerima, tanpa ragu-ragu, bahawa matematik adalah satu bidang pengajian yang sangat mustahak dimasukkan sebagai satu mata pelajaran di sekolah. Seperti yang ditegaskan oleh Cockroft (1982):

Memang tidak dapat disangkalkan lagi bahawa semua orang bersetuju bahawa setiap kanak-kanak harus mempelajari matematik di sekolah. Sesungguhnya ramai yang menganggap bahawa pengajian matematik adalah suatu keperluan. (p.1)

Tambahan pula, dalam sistem persekolahan Malaysia, seorang pelajar itu lebih tertekan untuk mencapai keputusan yang baik dalam mata pelajaran matematik berbanding dengan mata pelajaran lain seperti alam dan manusia, sejarah atau matapelajaran lain (lihat juga Christiansen, Howson dan Otte, 1982). Setiap penjaga/ibu bapa mahukan anak dalam jagaannya mendapat pencapaian yang baik dalam mata pelajaran matematik.

Semenjak berabad-abad lamanya, mata pelajaran matematik mendapat kedudukan yang utama dalam kebanyakan bidang pengajian baik pada peringkat sekolah mahupun pada peringkat yang lebih tinggi. Namun demikian, persoalan mengenai justifikasi mengapa matematik dimasukkan ke dalam kurikulum jarang mendapat perhatian yang sepatutnya dan ini boleh mengakibatkan pendidikan matematik itu menjadi agak kaku. Kita seharusnya selalu berbincang dan mendapat persetujuan tentang peranan matematik dalam kurikulum, mengapa ia harus wujud dalam kurikulum sekolah dan isu-isu lain yang berkaitan kerana asas justifikasi, seperti yang telah dikatakan pada awal penulisan ini, sentiasa berubah mengikut perkembangan pendidikan semasa.

Terdapat beberapa penulisan (seperti DeVault dan Weaver, 1970; Freudenthal, 1973; National Council of Teachers of Mathematics, 1980 dan 1989; Pusat Perkembangan Kurikulum, 1990) dengan secara tidak langsung telah membincangkan justifikasi matematik dimasukkan dalam kurikulum sekolah. Kebanyakannya mengatakan bahawa untuk berfungsi dengan baik dalam masyarakat abad ke dua puluh dan abad-abad yang akan datang, seseorang itu harus mencapai kefahaman yang baik dalam matematik (Christiansen, Howson and Otte, 1986, Cockroft, 1982). Iaitu mereka menggunakan justifikasi fungsi atau utiliti sebagai hujah utama dalam membicarakan keperluan mengajar matematik di sekolah.

Matlamat Pengajaran Matematik Dari Segi Utiliti

Salah satu pandangan yang biasa di ketengahkan sebagai asas justifikasi mengapa matematik harus diajar di sekolah ialah bahawa matematik akan memainkan peranan yang penting dalam dunia pekerjaan pelajar pada masa akan datang. Seperti yang dikatakan oleh Tratfton (1980):

Penelitian terhadap keperluan matematik dalam pelbagai jenis pekerjaan akan membawa seseorang itu untuk melihat betapa pentingnya pembelajaran matematik kepada pelajar. (p.11)

Pernyataan ini adalah berlandaskan kepada kepercayaan bahawa pendidikan di sekolah berperanan untuk melahirkan warganegara yang produktif dalam masyarakat. Walaupun boleh dikatakan bahawa hampir semua pekerjaan memerlukan penggunaan matematik, tetapi sebenarnya hanya sebilangan kecil sahaja, dalam jenis pekerjaan yang terhad, akan betul-betul menggunakan matematik yang canggih dalam dunia pekerjaan mereka, manakala yang lainnya tidak memerlukan matematik yang lebih dari kira mengira atau melaksanakan prosidur tertentu. Oleh yang demikian, asas justifikasi penggunaan dari segi dunia pekerjaan masa depan, walaupun ada kebenarannya, tidak boleh dijadikan asas utama mengapa matematik harus dipelajari di sekolah. Biasanya, ahli pendidikan matematik mengaitkan matlamat atau tujuan pendidikan matematik dengan matlamat pendidikan secara umum yang menekankan kepada penyediaan seorang ahli warganegara yang boleh berfungsi dengan baik dalam masyarakat tanpa mengira jenis pekerjaan yang dilakukan.

Justifikasi mengapa matematik mesti diajar berlandaskan kepada rasional utiliti masih tidak menjawab persoalan "Apakah matematik yang diperlukan oleh semua orang?". Pusat Perkembangan Kurikulum (1989) menekankan bahawa sukatan pelajaran matematik KBSM ialah bersifat umum dan oleh kerana itu ia diolah berdasarkan tiga bidang, iaitu nombor, bentuk dan perkaitan. Seterusnya PPK (1989) mengatakan :

Matlamat matematik KBSM adalah untuk memperkembangkan pemikiran mantik, anilitis, bersistem dan kritis, kemahiran penyelesaian masalah serta kebolehan menggunakan ilmu pengetahuan matematik supaya seorang individu dapat berfungsi dalam kehidupan seharian dengan berkesan dan bertanggungjawab serta menghargai kepentingan dan keindahan matematik. (ms. vii)

Pernyataan ini memberi implikasi bahawa semua pelajar diberi peluang untuk mempelajari matematik supaya mereka boleh berfungsi dan memahami kemajuan yang sentiasa berlaku di keliling mereka. Seterusnya ini bermakna bahawa matematik yang perlu diajar sentiasa mengalami perubahan, bukan statik, kerana keperluan matematik sentiasa berubah selari dengan kemajuan sains dan teknologi yang pesat berkembang. Prosedur algoritma matematik (seperti aritmetik dan algebra), misalnya, pada masa sekarang boleh dilakukan dengan berkesan oleh kalkulator atau komputer. Ini tidak bermakna bahawa latih tubi kira mengira tidak diperlukan dalam kurikulum matematik, tetapi penekanan pengajaran mestilah diubahsuai supaya pelajar dapat melihat penggunaan kemahiran kira mengira dalam pelbagai situasi dan keadaan. Dengan cara ini seorang pelajar, sebagai persediaan untuk dirinya menjadi seorang warganegara yang bertanggungjawab, akan dapat melihat bagaimana matematik berperanan dan boleh menjadi alat yang sangat berguna pada masa hadapan.

Sebagai seorang warganegara yang mampu untuk mengikuti perkembangan semasa, seseorang itu harus dapat memahami perkara atau perkembangan yang berlaku di sekelilingnya. Misalnya, ia harus mampu untuk membuat kiraan semula (replicate) cukai pendapatan, kiraan simpanan dalam Kumpulan Wang Simpanan Pekerja, pampasan persaraan, cukai harta dan sebagainya. Seseorang warganegara, dalam konteks negara maju, tidak boleh lagi bergantung kepada orang lain untuk mengira bagi pihak dirinya. Jelas bahawa pengiraan untuk mencari hasil yang disebutkan tadi, tidak hanya melibatkan kemampuan untuk mengulangi algoritma atau prosedur matematik sahaja, ia memerlukan kefahaman

yang lebih mendalam, terutama dalam konteks bagaimana jawapan atau sesuatu keputusan itu dapat diperolehi.

Sebagai rumusan, dalam konteks negara yang semakin maju, ilmu matematik yang berlainan dan lebih mendalam dari apa yang wujud sekarang adalah diperlukan oleh setiap warganegaranya. Matematik yang dimaksudkan bukan sahaja terhad dalam membantu seseorang itu hanya mengikuti perkembangan semasa, tetapi juga membantu seseorang itu memahami (atau yang lebih ideal lagi untuk mencadangkan kaedah atau cara yang lebih baik dari apa yang wujud pada masa ini) kiraan matematik yang digunakan dalam aktiviti kehidupan seharian. Yakni matlamat akhirnya ialah seorang warganegara yang boleh "membuat" matematik dan bukan dalam keadaan seperti yang dinyatakan oleh Stringer (1979):

Terdapat ramai orang dewasa ... yang mengalami kesulitan dengan perkara-perkara mudah seperti mencampur wang, menyemak baki wang dalam jual beli dan mengira harga lima gallon minyak petrol. Namun, mereka ini bukanlah orang yang tidak terdidik. Mereka terdiri dari pelbagai golongan masyarakat, malah setengahnya adalah terpelajar, tetapi tidak dapat menguasai aritmetik yang mudah.."¹

Seterusnya Stringer (1979) membuat rumusan:

Dalam penyiasatan yang dijalankan, pengkaji telah merasa yakin bahawa kelemahan dalam menguasai fungsi nombor (functional numeracy) adalah lebih meluas daripada yang dijangkakan.

Dalam konteks sebuah negara maju situasi yang sedemikian adalah sesuatu yang tidak diinginkan berlaku.

Justifikasi Umum.

Selain dari justifikasi utiliti, justifikasi lain mengapa matematik harus diajar di sekolah juga telah diketengahkan oleh ramai penulis. Rasional yang biasa digunakan ialah berasaskan kepada pandangan Plato: *"Those who are by nature good at calculations are, as one might say, naturally sharp in every other study, and ... those who are slow at it, if they are educated and exercised in this study, nevertheless and become sharper than they were"*². Selain dari itu, sering juga dikatakan bahawa matematik harus dipelajari untuk meningkatkan lagi kemampuan dari segi berfikir secara mantik, ketepatan dan kemampuan dari segi membuat interpretasi mengenai ruang. Pengajian matematik sudah pastinya membantu dalam mencapai matlamat ini, tetapi sejauh mana ia berperanan dalam pertumbuhan pemikiran pelajar belum dapat dipastikan. Demikian juga, pengajian dalam mata pelajaran lain juga boleh membantu dari segi membina pemikiran yang lebih tajam dan bersistematik. Jesteru itu rasional yang berasaskan bahawa matematik boleh membina pemikiran yang lebih tajam, mantik dan sistematik, walaupun mempunyai kebenarannya, tidak boleh dijadikan sebagai sebab utama mengapa matematik harus diajar di sekolah.

¹Dipetik dari Cockroft (1982)

²Dipetik dari Grube (1974, m.s 178)

Sering dikatakan bahawa matematik ialah satu bidang yang mempunyai keindahannya tersendiri. Misalnya, salah satu rasional yang telah diketengahkan dalam mengenalkan program matematik moden (Matematik Pilihan C), ialah keindahan sifat matematik itu sendiri yang boleh digunakan untuk meningkatkan minat pelajar terhadap matematik (Noor Azlan Ahmad Zanzali, 1987). Usaha dalam mencari jawapan yang memerlukan langkah-langkah yang boleh mengelirukan kadangkala boleh menjadi sesuatu yang sangat menggembirakan bagi sesetengah orang. Aksiom, algoritma dan prosidur yang tepat, padat lagi indah dalam matematik bukan sahaja boleh digunakan untuk menjawab sesuatu persoalan baik didalam bidang matematik atau bukan matematik, tetapi boleh membuka kepada satu bidang atau ruang yang penuh misteri, penuh tanda tanya dan boleh menjadi sesuatu yang sangat mengasyikkan. Walau bagaimanapun, dalam keadaan sekarang, bagi kebanyakan pelajar matematik adalah satu bidang yang membosankan, susah untuk diikuti perkembangannya dan dipelajari hanya kerana mereka tidak mempunyai pilihan lain (Noor Azlan Ahmad Zanzali, 1987; Ng See Ngean, 1983).

Kesemua contoh yang disebutkan di atas merupakan antara pandangan yang diutarakan oleh pendidik dalam memberi justifikasi mengapa matematik harus diajar di sekolah. Pada keseluruhannya, dapatlah dikatakan dengan jelas bahawa matematik adalah merupakan satu matapelajaran yang sangat mustahak dipelajari oleh semua murid sekolah, pada semua peringkat, sebagai persediaan untuk menjadi generasi yang akan memainkan peranan penting dalam menentukan masa depan negara. Apa yang harus diperhatikan di sini ialah rasional yang berbeza telah diberikan dalam memberi jawapan tentang keperluan matematik diajar di sekolah. Perbezaan rasional ini adalah bergantung kepada pemikiran dan keperluan semasa, dan ini juga bermakna bahawa matematik yang diajar di sekolah turut berbeza mengikut era sesuatu kurikulum itu dilaksanakan. Pada masa yang lalu, ketika negara baru sahaja mencapai kemerdekaan, seorang warganegara itu hanya memerlukan kemahiran asas matematik (kebanyakannya aritmetik) untuk boleh berfungsi dengan baik. Keadaan kini sudah berubah, kerana dalam zaman teknologi maklumat ini (Naisbitt, 1982), manusia kini telah bertambah maju. Alat untuk memproses data telah berkembang maju dengan mendadak. Dengan kehadiran komputer dalam kehidupan, misalnya, manusia mampu melakukan kerja yang sebelum ini tidak boleh dilakukan. Walaupun masih banyak kajian perlu dilakukan untuk melihat pengaruh perkembangan teknologi terhadap pendidikan matematik, penulis merasa yakin bahawa dengan terdapat banyaknya kemudahan mesinkira dalam masyarakat mutakhir ini, mengajar pengiraan operasi matematik dengan nombor besar cara tradisional agak ketinggalan atau tidak selari dengan perkembangan zaman. Ini tidak bermakna bahawa pengajaran kira-mengira di sekolah tidak sesuai lagi dalam zaman teknologi maklumat ini, tetapi apa yang ingin diperkatakan di sini ialah pendekatan pengajaran matematik harus turut diubahsuai. Masa yang digunakan untuk melatih murid mencapai kemahiran yang tinggi dalam mengira nombor-nombor yang besar melibatkan banyak titik perpuluhan, boleh digunakan untuk melihat penggunaan pengiraan tersebut dalam pelbagai keadaan atau situasi. Ini bertujuan untuk menunjukkan penggunaan matematik dalam pelbagai situasi dan seterusnya untuk membina kefahaman yang lebih mendalam mengenai nombor dan operasi-operasi yang berkaitan dengannya. Penggunaan mesin kira dan komputer boleh juga memberi ruang untuk membina kemahiran dalam peringkat kognitif yang lebih tinggi seperti anggaran dalam pengiraan, membuat jangkaan, "floating point calculation" dan sebagainya. Iaitu bukan sahaja kandungan matematik itu harus diubahsuai, tetapi pendekatan dalam penggunaan matematik juga harus turut berubah. Perubahan ini harus dapat mencerminkan perkembangan dari segi penggunaan matematik di luar bilik darjah.

Sebagai rumusan dapatlah dikatakan bahawa kebanyakan ilmuan menggunakan perubahan yang berlaku dalam masyarakat sebagai faktor yang penting dalam memberikan justifikasi mengapa matematik perlu dimasukkan sebagai satu mata pelajaran utama dalam kurikulum sekolah. Faktor ini juga membantu

ilmuan dalam memahami peranan yang sepatutnya dimainkan oleh pembelajaran matematik dalam membentuk jenerasi yang sedang menuju kepada masyarakat yang berorientasikan kepada teknologi maklumat. Semua pendidik harus menerima hakikat bahawa justifikasi dan peranan kurikulum matematik dalam persekolahan, seperti perkembangan dalam penggunaan matematik itu sendiri, sentiasa mengalami perubahan mengikut kehendak semasa. Penyusunan kurikulum untuk memudahkan pengajaran dan pada waktu yang sama mencerminkan rasional justifikasi dan perubahan yang berlaku dalam masyarakat harus dilakukan dengan penuh hati-hati.

Susunan (Struktur) Kurikulum Matematik

Penyusunan kurikulum matematik sekolah adalah merupakan satu masalah yang sentiasa dihadapi oleh penggubal kurikulum. Berbagai pendekatan telah digunakan. Kurikulum matematik tradisi, misalnya, disusun berlandaskan kepada kemahiran kira mengira dalam empat operasi asas matematik. Ia bermula dengan kemahiran pengiraan nombor asas kecil, berkembang kepada pengiraan menggunakan jadual logaritma dan seterusnya kepada pengiraan dalam trigonometri dan sebagainya. Dalam matematik moden kandungannya disusun mengikut struktur matematik itu sendiri (lihat Bruner, 1976), dan berdasarkan beberapa tema asas dalam matematik. Set adalah salah satu tema yang telah digunakan sebagai asas dalam menstrukturkan kandungan matematik yang diajar di sekolah. Dalam matematik KBSR, kurikulum matematik disusun mengikut hirarki kemahiran asas manakala dalam matematik KBSM pula, kandungan matematik disusun pula mengikut bentuk matematik yang biasa dilihat dalam kehidupan harian, iaitu *nombor, ruang dan hubungan*. Dapatlah dilihat bahawa pendekatan dalam menyusun kandungan matematik sekolah mengambil cara atau struktur yang berlainan setiap kali kurikulum diubahsuai mengikut tuntutan perkembangan semasa pendidikan matematik. Persoalan mengenai penyusunan atau struktur kurikulum matematik harus ditimbulkan di sini kerana dengan menilainya kita akan lebih memahami andaian atau hujjah yang biasa digunakan dalam reformasi atau inovasi pendidikan matematik. Untuk tujuan ini adalah sesuai jika kita melihat ciri-ciri tersebut dalam konteks pengetahuan (atau ilmu) matematik dalam setiap penggubalan kurikulum yang dilaksanakan.

Ciri-ciri Struktur Pengetahuan Matematik dalam Sukatan Pelajaran

Pendekatan yang digunakan dalam menyusun kurikulum matematik adalah berasaskan kepada andaian atau tanggapan yang dibuat mengenai ilmu matematik yang harus dipelajari oleh murid, mengenai pedagogi atau cara pengajaran yang dianggap paling berkesan, dan mengenai psikologi atau cara murid belajar matematik (Weaver dan DeVault, 1972). Dalam kurikulum matematik tradisi, matematik sekolah pada amnya disusun sebagai himpunan kemahiran dan konsep mengikut hirarki tertentu. Objektif pengajaran yang berlandaskan kepada teori pembelajaran tingkahlaku telah membuat matematik terbahagi kepada ratusan bahagian, dan setiap bahagian diajar secara berasingan antara satu sama lain (Asiah Abu Samah, 1982). Untuk menggubal kurikulum, seseorang itu perlu membahagi dan menyusun setiap bahagian tersebut mengikut hirarki tertentu (lazimnya mengikut aras kesukaran). Skop dan susunan tajuk matematik yang digariskan mengikut objektif yang berlandaskan prosedur untuk diresapi oleh pelajar pada setiap peringkat (darjah atau tingkatan) dihasilkan untuk memudahkan pengajaran. Pencapaian ketepatan dalam kemahiran kira mengira menjadi matlamat utama dalam pendidikan matematik dan murid menghabiskan banyak masa dalam menyerap apa yang telah dilakukan oleh orang lain dan bukannya mendapat pengalaman dalam membina matematik (lihat juga Romberg and Carpenter, 1987, Nik Azis Nik Pa, 1989).

Matlamat utama bagi seorang pelajar ialah untuk mencapai kemahiran atau konsep yang telah disenaraikan tadi satu persatu. Tambahan pula, tugas utama seorang pelajar ialah untuk mendapat jawapan yang betul kepada masalah yang telah ditakrifkan untuknya. Cara begini telah menghasilkan, secara tidak langsung, pandangan bahawa matematik mengandungi suatu susunan yang sangat ketara. Matematik akhirnya menjadi sesuatu yang formal dan bukan sebagai satu kaedah atau mengandungi susunan kaedah-kaedah tertentu untuk menganalisis dan memahami dunia di sekeliling kita (Jahnke, 1986).

Dalam sukatan pelajaran matematik moden pula, pendekatan yang agak berbeza telah digunakan.

Selari dengan teori pendidikan dan psikologi pembelajaran, Matematik Moden menumpu kepada penglibatan pelajar yang lebih dan juga pemahaman dan keseronokan di dalam proses pembelajaran. Ini mungkin boleh tercapai melalui penggunaan alatan, penyualan dan perbincangan, penemuan berpandu (guided discovery), projek-projek dan sebagainya. Tambahan pula, tajuk-tajuk moden sering memerlukan penglibatan alatan atau gerak kerja jasmani. Semua ini akan membolehkan penguasaan yang teguh terhadap mata pelajaran ini dan dapat menanam sikap yang wajar dan minat yang berpanjangan terhadapnya (PPK, 1981, m.s. x).

Pengajaran-pembelajaran matematik telah mula diubahsuai supaya lebih menumpu kepada memberi makna kepada matematik yang diajar. Di peringkat sekolah rendah Projek Khas telah ditubuhkan oleh pihak Kementerian Pendidik untuk tujuan menyediakan panduan untuk guru-guru berasaskan sukatan pelajaran yang sedia ada. Di peringkat sekolah menengah sukatan pelajaran matematik moden (atau matematik pilihan C), berpandukan kepada bahan-bahan hasil projek Scottish Mathematics Group (SMG) dan School Mathematics Project (SMP) telah digubal dan mula dilaksanakan pada 1970.

Penyusunan kurikulum matematik dalam era matematik moden telah dilakukan dengan kaedah yang berbeza daripada era sebelumnya. Dalam matematik moden, walaupun terdapat aljabar, aritmetik, geometri dan trigonometri, tetapi pada keseluruhannya terdapat usaha untuk mengkamirkan tajuk-tajuk tersebut. Diantara tema-tema yang berperanan pengamir ialah:

- i) set - konsep ini digunakan sebagai asas dalam pembelajaran matematik
- ii) hubungan - dalam aljabar, geometri penjelmaan, trigonometri dan aritmetik
- iii) kordinat dan graf - dalam geometri, aljabar, aritmetik, trigonometri dan statistik (PPK, 1981).

Kurikulum matematik disusun mengikut tema tersebut dengan andaian bahawa wujud satu struktur yang unik dalam matematik.

Gambaran yang agak berbeza dapat dilihat dalam matematik KBSR dan KBSM. Dalam matematik KBSR, penekanan adalah terhadap penguasaan kira mengira secara spontan dan diikuti kemudiannya dengan kefahaman secara rasional. Murid harus menguasai kumpulan-kumpulan kemahiran tertentu dari satu peringkat ke satu peringkat. Tajuk-tajuk yang biasa adalah berkisar kepada kira-mengira, kiracampur, kiratolak, kirabahagi, kiradarab dan kesemuanya dihubungkan secara bersepadu dengan pengalaman dalam menyelesaikan masalah. Di peringkat sekolah menengah pula, konsep bersepadu dipertingkatkan. Seperti yang terkandung dalam matematik KBSM, matematik harus diajar sebagai suatu

yang bersepadu, bukan sahaja dengan tajuk yang berbeza dalam matematik itu sendiri, tetapi juga dengan tajuk atau mata pelajaran lain. Sukatan pelajaran matematik disusun mengikut tiga garis panduan dari segi *nombor, ruang dan perkaitan*. Tiga unsur asas ini digunakan kerana adalah diyakini bahawa dalam pengalaman harian seseorang itu ketiga-tiga unsur inilah yang selalu dilihat (Pusat perkembangan kurikulum, 1980).

Dari penerangan di atas, dapatlah dilihat bahawa pertimbangan berasaskan ilmu matematik, pedagogi dan psikologi pembelajaran berubah dalam setiap bentuk kurikulum. Pada keseluruhannya, matematik tradisi adalah berlandaskan teori tingkahlaku pembelajaran. Dalam matematik moden pula struktur dan pembelajaran secara penemuan ditekankan. Akhir sekali, matematik KBSR dan KBSM cuba mencari jalan tengah di mana keseimbangan antara kemahiran dan kefahaman dalam pembelajaran di laksanakan. Apa yang dapat diperhatikan ialah kurikulum yang dirancangkan berhasrat untuk lari dari teori pembelajaran tingkah laku.

Satu masalah besar yang selalu dihadapi oleh penggubal sesuatu kurikulum ialah kurikulum yang terlaksana, walaupun telah disusun dengan teliti, selalunya tidak selari, malahan kadang kala berlawanan dengan kurikulum yang dihasratkan. Banyak sebab boleh diketengahkan. Sebab utama yang sering didapati dalam banyak kajian (Saunders and Vulliamy, 1983; Donovan, 1983; Stephens, 1984; Noor Azlan Ahmad Zanzali, 1987; dan ramai lagi) ialah guru-guru kadang kala tidak dapat menghayati apakah bentuk matematik yang harus disampaikan kepada murid. Mutakhir ini, misalnya, pandangan statik mengenai matematik telah banyak dipersoalkan oleh ramai penulis. Matematik harus diajar sebagai suatu yang terkamir, mempunyai strukturnya yang tersendiri dan merupakan aktiviti manusia dalam mencari jawapan pada masalah hariannya tetapi pengajaran matematik secara tradisional yang berlandaskan kepada teori pembelajaran tingkah laku masih merupakan pendekatan utama dalam pengajaran. Ramai pendidik masih beranggapan bahawa matematik adalah terdiri dari unsur-unsur yang terpisah dan murid perlu diberi latihan berulang (dalam bentuk latih-tubi) untuk mencari jawapan latihan (yang terdapat dalam buku teks sahaja). Ini masih merupakan kaedah pengajaran utama yang digunakan dalam kelas (Noor Azlan Ahmad Zanzali, dalam persediaan). Melihat matematik sebagai unsur-unsur objektif tingkahlaku yang berbeza tidaklah merupakan sesuatu yang salah, tetapi jika setiap unsur ini tidak dilihat sebagai sebahagian dari rangkaian ilmu yang lebih besar boleh mengakibatkan murid melihat matematik sebagai mengandungi bahagian-bahagian yang terpisah, bukannya bersepadu. Maka, secara umumnya, matematik bagi kebanyakan murid-murid ialah sebenarnya aritmetik dan tugas utama murid ialah untuk mencapai kemahiran yang tinggi dalam operasi "paper and pencil" yang rutin. Ini selalunya adalah tidak selari dengan kehendak kurikulum yang menghendaki pelajar supaya mempelajari *matematik*, dan bukan *kira-kira* (aritmetik).

Peranan Guru

Peranan guru dan peranan murid saling melengkapi. Tugas utama guru adalah untuk menterjemahkan kandungan pelajaran kepada suatu bentuk lain yang boleh difahami murid melalui sesuatu siri aktiviti pembelajaran yang sesuai (Fernstermacher, 1986). Tugas utama murid pula ialah untuk belajar. Walau bagaimanapun, jika tujuan pembelajaran ialah untuk pelajar mengetahui "hasil pemikiran matematik" dan bukan "proses pemikiran matematik", maka pengajaran akan membawa makna yang tertentu. Dalam konteks ini seperti terdapat dalam pengajaran matematik secara tradisional, tugas guru adalah untuk menyebarkan atau memindahkan (transmit) maklumat sementara tugas utama murid adalah menerima dan menyerap apa yang telah disampaikan. Bila diperlukan, seperti dalam ujian, murid diekehendaki

meluahkan dalam bentuk serba lengkap mengikut apa yang telah disebarkan tadi. Murid menjadi penerima maklumat secara rutin dan terus bertindak demikian untuk berjaya dalam sistem persekolahan (Skemp, 1979). Keadaan seperti ini berulang dan menjadi rutin yang boleh membosankan. Dalam sesuatu kelas matematik yang biasa:

Guru akan masuk dan murid akan memberi salam seperti biasa. Kelas dimulakan dengan guru bertanya mengenai kerja atau masalah yang telah dilakukan dalam kelas sebelum ini. Guru kemudiannya meneruskan dengan pelajaran hari ini dengan soal-jawab yang agak terhad. Sepuluh atau dua puluh minit yang akhir biasanya digunakan untuk murid berlatih menyelesaikan beberapa soalan dan guru berlegar ke tempat murid sambil berinteraksi sama ada menjawab soalan murid atau menyoal untuk menyemak kefahaman mereka (Noor Azlan Ahmad Zanzali, 1987)

Keadaan yang diterangkan di atas adalah yang tersusun, terkawal dan merupakan satu rutin yang berlaku boleh dikatakan saban hari. Sebenarnya, mengikut Kliebard (1972) pengajaran secara tradisi ini boleh diibaratkan seperti keadaan di bahagian pengeluaran bagi suatu industri di mana pelajar boleh diibaratkan sebagai bahan mentah dan guru sebagai juruteknik yang mahir.

Kerja guru juga melibatkan kemampuan guru untuk mengawal keadaan di dalam kelas. Ini selari dengan anggapan bahawa tugas guru adalah untuk menyebarkan **rekod ilmu**. Cara yang paling berkesan di mana ini boleh berlaku ialah dengan murid menghabiskan masanya mendengar secara pasif dan seterusnya menyerap apa yang dicurahkan oleh guru. Proses ini hanya boleh berlaku dalam keadaan tahap kawalan yang agak tinggi, dan akan bertambah mudah lagi jika murid tidak bergerak tetapi duduk di satu tempat yang tertentu.

Pada kebiasaannya satu kelas matematik adalah selama 40 minit. Kadangkala lebih separuh dari masa digunakan untuk mendengar apa yang disampaikan oleh guru. Satu buku teks digunakan dan urutannya diikuti sebaik mungkin (Noor Azlan Ahmad Zanzali, dalam persedian).

Pada asasnya ini merupakan satu sistem penyampaian maklumat dari seorang penyampai kepada pendengar yang lebih ramai dalam keadaan yang terkawal. Semenjak berkurun lamanya, perabot dalam bilik darjah disusun supaya murid-murid dapat diletakkan pada satu tempat tertentu dan ini sangat berkesan dalam mewujudkan suasana yang terkawal tadi. Akibatnya, dalam sesuatu kelas matematik aktiviti utama guru adalah untuk mentadbir kelas yang diajarnya dan dalam keadaan begini tidak hairanlah kalau matematik itu diajar sehala mengikut apa yang telah ditetapkan dalam buku teks. Keadaan ini bertambah runcing lagi apabila guru matematik kadangkala dibebankan dengan tanggung jawab pentadbiran sekolah lain dan dengan demikian tidak memberi banyak peluang untuk guru membuat refleksi terhadap apa yang disampaikan kepada murid.

Gambaran di atas sudah menjadi satu kebiasaan dalam mana-mana kelas matematik, walaupun banyak usaha telah dijalankan untuk mengubah keadaan ini supaya kelas matematik boleh menjadi sesuatu yang menyeronokkan dan murid terlibat secara aktif dalam pengajaran. Rata-rata keadaan yang rutin serta "predictable" masih menjadi satu norma dalam sesuatu bilik darjah. Oleh kerana guru adalah merupakan

perantara yang sangat penting dalam pelaksanaan sesuatu kurikulum, mereka biasanya dipersalahkan jika pengajaran matematik tidak berlaku seperti mana yang dikehendaki. Walaupun ini mudah dilakukan dan mungkin mempunyai kebenarannya, tetapi menyalahkan guru sahaja adalah hasil dari tindakan melihat masalah ini dengan cara yang tidak mendalam. Kita perlu melihat faktor lain yang mempengaruhi tugas guru. Akibat dari tugas mereka yang luas dan pelbagai, guru tidak mempunyai banyak peluang untuk betul-betul menganalisis serta merangka langkah-langkah untuk menterjemahkan kehendak kurikulum. Melaksanakan pernyataan falsafah dan matlamat kurikulum dalam bentuk pengajaran di bilik darjah bukanlah sesuatu yang mudah dilakukan. Dalam pengajaran matematik KBSM misalnya, rata-rata guru memahami serta menyokong falsafah yang didokong oleh kurikulum tersebut, tetapi kekangan yang wujud dalam dunia persekolahan (lihat Noor Azlan Ahmad Zanzali, 1987) tidak memberi suasana yang kondusif untuk pelaksanaan yang subur (Noor Azlan Ahmad Zanzali, dalam persediaan).

Sebagai rumusannya, pengajaran matematik masih berlaku secara tradisi, tetapi untuk mengubah sesuatu yang telah berlaku selama berkurun lamanya bukanlah merupakan suatu yang mudah dilakukan. Semua bentuk perubahan memerlukan masa. Selain dari itu, ia juga memerlukan semua pihak untuk melakukan usaha untuk mendapat penkosepan yang baru mengenai pengajaran. Pembaharuan tidak boleh berlaku secara terasing. Dalam penulisan ini, penulisan telah beberapa kali menyentuh bahawa pengonsepan mengenai apakah matematik yang ingin diajar merupakan pra-syarat utama yang perlu difahami sebelum apa-apa perubahan pedagogi dapat dilakukan (Lihat juga Dosey, 1991). Penulis masih berkeyakinan bahawa pandangan mengenai matematik sebagai satu yang statik, mengandungi unsur-unsur yang terpisah adalah merupakan faktor utama mengapa pendekatan pengajaran masih berorientasikan teori tingkah laku (lihat Resnick dan Ford, 1981).

Rumusan

Pada awal penulisan ini, empat persoalan berkisar kepada kandungan, matlamat, penyusunan, dan pengajaran matematik telah ditimbulkan. Empat persoalan yang berterusan dalam pendidikan matematik ini harus diteliti untuk mendapat gambaran mengenai isu atau masalah yang telah dihadapi oleh penggubal kurikulum semenjak berabad-abad lamanya. Antara thema asas yang telah ditimbulkan dalam penulisan ini ialah kita perlu mengkonsepsi semula tentang apakah yang dimaksudkan dengan matematik dan apakah bentuk matematik yang harus disampaikan kepada murid. Kita harus melihat matematik itu dari perspektif binaan dan bukan dari perspektif matematik sebagai suatu yang "absolute". Aktiviti pembelajaran harus dijalankan supaya murid-murid boleh "membuat" matematik, bukan setakat menerima atau membuat replika apa yang telah dilakukan oleh orang lain.

Kementerian Pendidikan sememangnya peka terhadap kualiti pengajaran dan pembelajaran di bilik darjah. Banyak usaha telah dijalankan untuk meningkatkan mutu pengajaran dan pembelajaran matematik. Segala perubahan yang dihasratkan bukanlah sesuatu yang mudah dilaksanakan. Banyak faktor, antaranya telah dibincangkan dalam penulisan ini, yang boleh menghambat pelaksanaan kurikulum matematik. Kejayaan dalam melaksanakan sesuatu kurikulum adalah bergantung kepada iltizam dan kerjasama dari pelbagai pihak. Peranan ahli pendidikan matematik adalah untuk membuat kajian dan sentiasa meneliti inovasi atau reformasi pendidikan dari segi apa, mengapa, struktur dan proses pengajaran dan pembelajaran yang ingin dihasilkan oleh sesuatu inovasi.

RUJUKAN

- ASIAH ABU SAMAH (1982) *Perkembangan Kurikulum Matematik Sekolah di Malaysia Sejak Zaman Penjajah*, Kertas kerja yang dibentangkan di Seminar Pendidikan Matematik, Universiti Kebangsaan, Malaysia.
- BARBEAU, E. (Sept. 1989) *Mathematics for the Public*, Paper presented at the meeting of the International Commission on Mathematical Instruction, Leeds University, Leeds, England.
- BELL (1978) *Teaching and Learning Mathematics in Secondary School*, Dubuque, Iowa, Wm. Brown Company.
- BEGLE, E.G. (1979) *Critical Variables in Mathematics Education: Findings from a survey of empirical literature*, Washington, D.C., Mathematical Association of America and the National Council for the Teachers of Mathematics.
- BLOOM, B.S. (ed., 1979) *Taxonomy of Educational Objectives: Cognitive Domain.: Book 1*, London, Longman.
- BRANCA, N.A. (1980) Problem Solving As A Goal, Process and Basic Skill, in S. Krulik & R. E. Reys (eds.) *Problem Solving in School Mathematics 1980 Yearbook*, Reston, Va, National Council of Teachers of Mathematics.
- BRUNER, J. (1977) *The Process of Education*, Cambridge, Harvard University Press.
- CHRISTIANSEN, B., HOWSON, A.G., & OTTE, M., (eds.) *Perspectives on Mathematics Education: Papers submitted by members of the Baconnet Group*. Lancaster, D. Reidel Publishing Company.
- COKCROFT, W.H. (1982) *Mathematics Counts: Report of the Committee of Inquiry into the Teaching of Mathematics in School*, London, Her Majesty's Stationery Office.
- DEVAULT, M.V. & WEAVER, J.F. (1970) Forces and Issues Related to Curriculum and Instruction, K-6, in DeVault and Weaver (eds.) *A History of Mathematics Education in the United States and Canada*, National Council of Teachers of Mathematics Thirty-second Yearbook, Washington D.C.
- DEWEY, J. (1902) *The Child and the Curriculum*, Chicago, University of Chicago Press.
- DEWEY, J. (1916) *Democracy and Education*, New York, McMillan.
- DOSSEY, J.A. (1991) The Nature of Mathematics: Its Role and Influence, in D.A. Grouws (ed.) *Handbook of Research on Mathematics Teaching and Learning: A Project of the National Council of Teachers of Mathematics*, New York, McMillan Publishing Company.
- ERNEST, P (1985) The Philosophy of Mathematics and Mathematics Education, *International Journal of Mathematics Education, Science and Technology*, Vol. 16(5), pp. 603-612.
- FERNSTERMACHER, G. (1986) Philosophy of Research on Teaching, in M.C. Witrock (ed.) *The Third Handbook of Research on Teaching*, New York, McMillan.

- FREUDENTHAL, H. (1978) *Weeding and Sowing. Preface to A Science of Mathematical Education*. Reidel, Dordrecht.
- GRUBE, G.M. (1974), trans. *Plato's Republic*, Indianapolis, IN, Hackett.
- JOHNSON, D.A. AND RISING, G.R. (1976) *Guidelines for Teaching Mathematics*, Belmont, California.
- KANTOWSKI, M.G. (1981) Problem Solving, in E. Fennema (ed.) *Mathematics Education Research*, Reston, Va, Association for Supervision and Curriculum Development.
- KLIEBARD, H.M. (1977) *Problems of Definition in Curriculum*, Paper delivered at the annual meeting, American educational Research Association, New York.
- KLINE, M. (1962) *Mathematics: A cultural Approach*, Reading, Ma, Addison-Wesley.
- LAKATOS, I. (1976) *Proofs and Refutations*,. Cambridge, England.
- MASON, J. , BURTON, L. & STACEY, K. (1982) *Thinking Mmathematically*, London, Addison-Wesley.
- MATHEMATICAL SCIENCES SCHOOL BOARD (1984) *Mathematics in the Twenty-first Century*, Chairmain's Report of a Conference, University of Wisconsin-Madison.
- NAISBITT, J.-(1982) *Megatrends: Ten New Directions Transforming Our Lives*, New York, Warner Books.
- NATIONAL COUNCIL OF TEACHERS OF MATHEMATICS (1977) Position Papers on Basic Skills, *Arithmetic Teacher* 25 (October 1977), pp. 19-22.
- NATIONAL COUNCIL OF TEACHERS OF MATHEMATICS (1980) *An Agenda for Action: Recommendations for School Mathematics of the 1980's*, Reston, Virginia.
- NATIONAL COUNCIL OF TEACHERS OF MATHEMATICS (1989) *Curriculum and Evaluation Standards for School Mathematics*, Reston, Virginia, National Council of Teachers of Mathematics.
- NG SEE NGEAN (1983) Masalah Pengajaran dan Pembelajaran Matematik Sekolah Menengah di Malaysia, dalam *Berita Matematik* (27), *Julai*, Kuala Lumpur, Kementerian Pendidikan Malaysia.
- NIK AZIS, N. P (1985/86) Membina Makna Dalam Pembelajaran Matematik dan Sains, dalam *Suara Pendidik*, 11-12 (4), pp. 7-10.
- NIK AZIS NIK PA (1989) Pembelajaran Matematik Sebagai Aktiviti Membina dan Bukan Aktiviti Membuat Replika, dalam *Berita Matematik Vol. 34, Jun 1989*, pp. 2-6
- NOOR AZLAN AHMAD ZANZALI (1987) *The Malaysian Mathematics Progam: A Case Study of the Difference Between Design Intention and Classroom Implémentation*, An unpublished doctoral dissertation at the University of Wisconsin-Madison.

- NOOR AZLAN AHMAD ZANZALI (dalam persediaan) *Pengajaran Matematik Kurikulum Bersepadu Sekolah Menengah*, Satu kajian bawah anjuran Unit Penyelidikan dan Perundingan, Universiti Teknologi Malaysia.
- PEDDIWELL, J.A. (nama samaran 1939) *The Saber-tooth Curriculum*, New York, McGraw-Hill.
- PIAGET, J. (1964) Learning and Development, in V. Ripple & V. Rockcastle (eds.) *Piaget Rediscovered. Report of the Conference on Cognitive Studies and Curriculum Development*, School of Education, Cornell University.
- POLYA, G (1954) *Mathematics and Plausible Reasoning . Volume 1: Induction and Anology in Mathematics*, Princeton, N.J, Princeton University Press.
- POLYA, G. (1967) *Mathematical Discovery*, New York, Wiley.
- POLYA, G. (1973) *How to Solve It: A New Aspect of Mathematical Method*, New Jersey, Princeton University.
- PUSAT PERKEMBANGAN KURIKULUM (1981) *Buku Sumber Matematik Untuk Guru Sekolah Menengah*, Kuala Lumpur, Dewan Bahasa dan Pustaka.
- PUSAT PERKEMBANGAN KURIKULUM (1987) *Kurikulum Bersepadu Sekolah Menengah : Matematik*, Pusat Perkembangan Kurikulum, Kementerian Pendidikan Malaysia.
- PUSAT PERKEMBANGAN KURIKULUM (1989) *Kurikulum Bersepadu Sekolah Menengah: Huraian Sukatan Pelajaran Matematik Tingkatan III*, Kuala Lumpur, Pusat Perkembangan Kurikulum. Kementerian Pendidikan Malaysia.
- ROBITAILLE, D.F. (1980) Intention, Implementation, Realization: The Impact of Curriculum Reform in Mathematics, *Journal of Curriculum Studies*, 12(4), pp. 299-306.
- ROMBERG. T.A. (1983) A Common Curriculum in Mathematics, in G.D. Frenstermacher and J.I. Goodlad (eds.) *Individual Differences and the Common Curriculum, Eighty-Second Yearbook of the National Society for the Study of Education*, Chicago, Chicago University Press.
- ROMBERG, T. A. (1987) *Standards: Goals, Knowledge, Work and Technology*, Paper prepared for the National Council for Teachers of Mathematics Commisison on Standards for School Mathematics.
- ROMBERG, T.A. (1992) The Problematic Features of School Mathematics Curriculum, in Jackson, P.W. *Handbook of Research on Curriculum. A project of the American Educational Research Association*, New York, MacMillan.
- ROMBERG, T. A & CARPENTER, T.P. (1986) Research on Teaching and Learning Mathematics, in M. Wittrock (ed.) *Handbook of Researh on Teaching and Learning Mathematics*, New York, MacMillan Publishing Company.
- SAUNDERS, M & VULLIAMY, G. (1983) The Implementation of Curricular Reform: Tanzania and Papua New Guinea, *Comparative Education Review* , 27(3), pp. 351-373.

- SCHONFELD, A.H. (1985) *Mathematical Problem Solving*, Orlando, Academic Press.
- SCHONFELD, A.H. (1987) *Cognitive science and mathematics education*, Hillsdale, NJ, Erlbaum.
- SHAHARIL MOHAMAD ZAIN (1989) *Matematik gunaan: Tradisinya dan Harapan Masyarakat di Malaysia*, Kertas kerja yang dibentangkan di Seminar Kebangsaan Matematik Gunaan, 3-4 Disember, Universiti Teknologi Malaysia, Skudai, Negeri Johor Darul Ta'zim.
- SKEMP, R.R. (1971) *The psychology of Learning Mathematics*, London, Penguin.
- SKEMP, R.R. (1979) *Intelligence, Learning and Action*, New York, Wiley.
- STEEN, L. A. (1988) *Forces for Change in the Mathematics Curriculum*, Address given at the conference, The School Mathematics Curriculum: Raising National Expectations, Mathematical Sciences Education Board and the Center for Academic Interim Situational Programs at UCLA, Nov. 7, 1986.
- STEPHENS, W.M. (1982) *Mathematical Knowledge and School Work: A Case Study of the Teaching and Developing Mathematical Processes*, An unpublished Doctoral Dissertation, University of Wisconsin - Madison.
- SWETZ, F.J. DAN LIEW (1983) *Pengajaran Matematik di Sekolah Menengah*, Petaling Jaya, Fajar Bakti.
- TALL, D. (1991) The Psychology of Advanced Mathematical Thinking, in D. Tall (ed.) *Advanced Mathematical Thinking*, London, Kluwer Education Library.
- TRAFTON, P.R. (1980) Assessing the Mathematics Curriculum Today, in *Selected Issues in Mathematics Education*. 9-26, Berkeley, CA, McCutchan.