

Dampak Penyelidikan
Pembelajaran Sains terhadap
Perubahan Kurikulum

Dampak Penyelidikan
Pembelajaran Sains terhadap
Perubahan Kurikulum

Tamby Subahan Mohd. Meerah

P.h.D. (Southampton)



Dipersenbahkan sebagai Syarahan Perdana jawatan Profesor
Universiti Kebangsaan Malaysia, pada 10 Julai 1999 di Bilik
Jumaah Universiti Kebangsaan Malaysia

PENERBIT UNIVERSITI KEBANGSAAN MALAYSIA
BANGI • 1999

Cetakan Pertama / *First Printing*, 1998
Hak cipta / *Copyright* Universiti Kebangsaan Malaysia, 1998

Hak cipta terpelihara. Tiada bahagian daripada terbitan ini boleh diterbitkan semula, disimpan untuk pengeluaran atau ditukarkan ke dalam sebarang bentuk atau dengan sebarang alat juga pun, sama ada dengan cara elektronik, gambar serta rakaman dan sebagainya tanpa kebenaran bertulis daripada Penerbit UKM terlebih dahulu.

All rights reserved. No part of this publication may be reproduced or transmitted in any form or by any means, electronic or mechanical including photocopy, recording, or any information storage and retrieval system, without permission in writing from the Penerbit UKM.

Diterbitkan di Malaysia oleh / *Published in Malaysia by*
PENERBIT UNIVERSITI KEBANGSAAN MALAYSIA
43600 UKM Bangi, Selangor D.E. Malaysia

Penerbit UKM adalah anggota / *is a member of the*
PERSATUAN PENERBIT BUKU MALAYSIA /
MALAYSIAN BOOK PUBLISHERS ASSOCIATION
No. Ahli / *Membership No.* 8302

Dicetak di Malaysia oleh / *Printed in Malaysia by*
Pusat Teknologi Pendidikan,
Universiti Kebangsaan Malaysia,
43600 Bangi, Selangor D.E.

Perpustakaan Negara Malaysia Data-Pengkatalogan-dalam-Penerbitan
Cataloguing-in-Publication-Data

Abstrak

Penyelidikan terkini dalam pendidikan sains mengkaji pembelajaran dari empat perspektif yang mengikut Eylon dan Lian (1988) dapat dicirikan sebagai berfokuskan pembelajaran konsep, perkembangan, perbezaan dan penyelesaian masalah. Perspektif pembelajaran konsep merangkumi kajian kualitatif antara konsep yang digunakan oleh pelajar untuk menerangkan fenomena saintifik. Sementara kajian dari perspektif ini memberi perhatian terhadap isi dan struktur pengetahuan yang diperolehi oleh pelajar. Pembentang amat tertarik dengan kajian-kajian dalam bidang ini khususnya kajian Ausubel, Novak dan Hanesian (1978) yang menegaskan kepentingan pengetahuan sedia ada sebagai pembolehkan pokok yang mempengaruhi pembelajaran berikutnya. Begitu juga dengan penyelidikan yang dijalankan oleh Driver (1994) tentang salah konsepsi yang menekankan bahawa kurikulum perlu mengambil kira idea yang dibawa oleh pelajar dalam situasi pembelajaran. Pembentang juga amat tertarik dengan penyelidikan McDermott (1991) yang telah mengutarakan penggunaan penyelidikan sebagai panduan pembinaan kurikulum berasaskan hasil penyelidikan kumpulan penyelidiknyanya tentang kefahaman pelajar dalam fizik. Beberapa penyelidikan yang telah dijalankan oleh pembentang dengan rakan-rakan dan pelajar merangkumi konsepsi pelajar sebelum, semasa dan selepas pengajaran, salah tanggapan serta penerokaan strategi alternatif perubahan konseptual yang bermirip perspektif penyelidikan pembelajaran konsep. Perspektif penyelidikan dalam pendidikan sains mempunyai implikasi terhadap sifat sesuatu kurikulum sains yang efektif. Perubahan kurikulum di Malaysia telah didorongi oleh matlamat untuk meningkatkan pembelajaran. Kurikulum mempunyai pengaruh yang penting dalam pembelajaran sains pelajar. Pembentang turut terlibat dalam perkembangan kurikulum fizik di Malaysia di pelbagai peringkat,

khususnya dalam pendidikan fizik menengah, pasca menengah dan universiti sejak menjadi guru dahulu lagi. Oleh itu, fokus syarahan perdana ini adalah terhadap dampak penyelidikan pembelajaran sains terhadap perubahan kurikulum sains. Persembahan dibahagikan kepada tiga bahagian. Pertama, perubahan kurikulum secara sepintas lalu untuk memberi latar belakang perbincangan. Kedua, penerokaan kerja penyelidikan dalam pembelajaran konsep dan ketiga dampak penyelidikan terhadap perubahan kurikulum sains.

Abstract

Recent research in science education examines learning from four perspectives, which according to Eylon, B. and Linn, M. (1988), can be characterized as a focus on concept learning, a developmental focus, a differential focus and a focus on problem solving. The concept-learning perspective encompasses studies of the qualitative difference among the concepts students use to explain scientific phenomena. Studies from this perspective focus on the content and structure of the knowledge that students acquire. The speaker was attracted to the research work in this area, particularly research by Ausubel, Novak and Hanesian (1978), who emphasized the importance of prior knowledge as a central variable affecting subsequent learning. Work done by Driver (1994) on misconception is exciting particularly on the need for the curriculum to take into account of what learners bring to the learning situation. The speaker was also attracted to the call made by McDermott (1992), based on her research group studies on students understanding of concepts, on the use of the results of research to the development of curriculum in science. A number of studies have been conducted by the speaker together with his fellow colleagues and postgraduate students on students conceptions before, during and after instruction, misconceptions held by student and alternative strategies for conceptual change. The studies focused fall under the perspective of research on concept-learning. Research perspective in science education also has implications on the nature of an effective science curriculum. Curriculum change in Malaysia has been made to improve learning. The curriculum has an important influence on science learning. The speaker, who has been involved with a number of curriculum development projects in physics at the school and university levels since his early school days has decided to speak in his inaugural lecture, on the impact of research on learning

science on curriculum development. The talk is divided into three parts. The first part of the speech introduces the historical curriculum change in Malaysian schools to provide a background for discussions. The second part summarises some of the studies on student's concept-learning. The third and final part summarizes the impact of the research in learning science on curriculum change in science education.

*Yang Berbahagia Datuk Naib Canselor,
Yang Berbahagia Timbalan-Timbalan Naib Canselor,
Para Profesor, Profesor Madya,
Para Dekan dan Pengarah,
Ketua-Ketua Jabatan,
dan hadirin yang saya hormati sekalian,*

Assalamualaikum w.b.r.t dan salam mesra,

Pembelajaran sains dipengaruhi oleh banyak faktor, antaranya kurikulum yang mantap, kesediaan pelajar untuk belajar dan kesediaan guru untuk membimbing pelajar. Kesediaan pelajar untuk belajar pula bergantung pada keupayaan pelajar itu menyesuaikan konsep awal sains yang dimilikinya dengan konsep sains yang diajar di sekolah serta dapat menggunakan teknik-teknik belajar yang sesuai bagi memperolehi keputusan yang cemerlang. Guru-guru perlu memahami tanggapan awal pelajar tentang sesuatu konsep sains yang bakal diajar. Di samping itu, guru-guru juga harus memahami konsep sains dengan jelas selaras dengan konsep sains yang diterima oleh saintis sebelum menyampaikan ilmu tersebut kepada pelajar. Keadaan ini perlu bagi mengelakkan percanggahan antara apa yang diajar dengan konsep yang diterima oleh pelajar. Fokus perbincangan kertas ini adalah terhadap penggunaan penyelidikan pembelajaran dalam perkembangan kurikulum.

Perkembangan Pendidikan Sains di Malaysia

Kepentingan Pendidikan Sains dalam meningkatkan perkembangan sosioekonomi dan taraf hidup masyarakat di negara ini telah tercatat dalam Penyata Jawatankuasa Perancangan Pelajaran Tinggi 1966 (para 100):

“Pentingnya ilmu sains dan teknologi dalam memajukan kedua-dua sumber (tenaga manusia dan alam) ini tidak boleh diperingankan. Satu asas yang kukuh dalam mata pelajaran Sains dengan kadar tenaga manusia secukupnya membuat pengkhususan dalam berbagai-bagai lapangan sains adalah penting bukan sahaja untuk penyelidikan tetapi juga untuk pembangunan. ”

Sejak diperkenalkan pada zaman penjajah, Pendidikan Sains di sekolah telah mengalami banyak perubahan. Sebuah jawatankuasa yang ditubuhkan pada tahun 1939 oleh kerajaan negeri-negeri Selat dan Melayu Bersekutu telah menggubal tujuan pendidikan sains dan menyusun sukatan pelajaran Sains (Malaya 1940). Walau bagaimanapun, Jabatan Pendidikan ketika itu cuma menawarkan kursus empat tahun Sains Am di sekolah menengah yang terdapat bilik dan kemudahan untuk mengajar Sains serta mempunyai guru Sains yang berkelayakan. Pada masa itu cuma terdapat sebuah sekolah sahaja dalam negeri Melayu Bersekutu yang dapat menawarkan kursus Sains tersebut (Malaya 1948).

Pelaksanaan Pendidikan Sains terhenti semasa Perang Dunia Kedua. Selepas perang, kursus Sains Am telah dijadikan sebahagian daripada kurikulum di semua sekolah menengah berasaskan sukatan pelajaran Britain ketika itu.

Selepas merdeka, dasar ini telah diperkemas dan diperluaskan dengan adanya kesedaran tentang peranan pendidikan Sains dalam pembangunan ekonomi dan sosial. Sejak Rancangan Malaysia Kedua lagi, kerajaan telah memberi penekanan dan komitmen terhadap Pendidikan Sains dan Teknologi. Kepentingan Pendidikan Sains juga telah tercatat dalam laporan Jawatankuasa Pendidikan Razak 1956, Jawatankuasa Pendidikan Rahman Talib 1960 dan Jawatankuasa Pendidikan Kabinet 1979.

Kementerian Pendidikan sejak 1960-an telah mengambil langkah untuk meningkatkan kualiti pendidikan sains. Beberapa perubahan kurikulum sains yang dilakukan, termasuklah Projek Khas Sains Sekolah Rendah, Kurikulum Sains Paduan Sekolah Menengah Rendah dan Kurikulum Sains Tulen Moden (Biologi, Fizik, Kimia dan Rampaian Sains) bagi Sekolah Menengah, Kurikulum Baru Sekolah Rendah (KBSR) dan Kurikulum Bersepadu Sekolah Menengah (KBSM).

Projek Khas Sains Rendah

Projek Khas Sains Rendah telah dirancang untuk mengatasi kelemahan dan kekurangan dalam pelajaran sains, khususnya di sekolah rendah. Dua matlamat utama projek ini ialah:

1. Untuk membolehkan kanak-kanak mempelajari sains dan hisab yang sesuai dengan peringkat umur mereka; menggunakan cara mengalami sendiri, mengkaji sendiri, membentuk konsep sendiri dan menggunakan akal fikiran yang logik.
2. Untuk membolehkan kanak-kanak mengingat, menggunakan fakta-fakta dan proses asasi serta lain-lain perkara yang mustahak dipakai pada peringkat ini.

Untuk menjayakan projek ini kertas panduan mata pelajaran Sains dan Hisab bagi kegunaan guru telah disediakan. Kertas panduan ini disediakan mengikut darjah dan mengandungi perkara berikut (Hassan 1971):

1. Isi pelajaran yang sesuai disampaikan kepada murid-murid. Ini merangkumi perkara-perkara yang terdapat dalam sukatan pelajaran termasuk tajuk, istilah, konsep dan fakta-fakta yang sesuai.
2. Cara penyampaian yang difikirkan sesuai dengan tujuan dan matlamat yang hendak dicapai termasuklah kaedah, uji kaji dan gerak kerja, cara menyedia serta menggunakan alat dan juga urutan tajuk.

Kurikulum Tradisi Sains Sekolah Menengah

Pada awal 1950-an sehingga akhir 1960-an, kurikulum tradisi mata pelajaran sains terlalu mementingkan fakta. Murid-murid yang keluar daripada kursus tradisi ini tidak mempunyai kefahaman tentang sains tetapi mempunyai pengetahuan fakta yang luas. Kerja-kerja makmal menyediakan latihan untuk mengembangkan kemahiran manipulatif dan bukan menyediakan latihan untuk pemikiran saintifik. Tegasnya, kursus sains tradisi terlalu memberi penekanan kepada pengetahuan dan sangat kurang memberi penekanan kepada proses. Kelemahan besar dalam pelajaran sains tradisi adalah tidak menggambarkan ilmu sains seperti yang diamalkan oleh ahli-ahli sains sama ada dari segi kandungan mahupun kaedah. Matlamat pengajaran dan pembelajaran sains tradisi pula tidak dinyatakan dengan jelas dalam sukatan pelajaran, selain bertujuan menyediakan murid-murid untuk sesuatu peperiksaan. Kurikulumnya merupakan satu sukatan pelajaran yang menyenaraikan isi kandungan yang perlu diajar, diikuti satu penerangan umum tentang kerja amali.

Kurikulum Sains Moden

Dalam keghairahan untuk mengejar pembangunan serta meletakkan harapan yang tinggi pada pendidikan sains, Kementerian Pendidikan telah memperbaiki mata pelajaran sains di sekolah menengah. Untuk mempercepatkan proses perubahan kurikulum, keputusan dibuat untuk mengadaptasi kurikulum inovatif dari barat. Kurikulum Sains Moden mula diperkenalkan di sekolah menengah pada 1969. Kurikulum itu ialah:

1. Sains Paduan untuk Sekolah Menengah Rendah yang diubah suai daripada 'Scottish Integrated Science'. Sukatan pelajaran ini mula diperkenalkan pada 1969 kepada 22 buah sekolah dan beransur-ansur kepada semua sekolah selepas itu;

2. Sains tulen moden iaitu biologi, fizik dan kimia untuk sekolah menengah atas diperkenalkan pada 1972 kepada 10 buah sekolah. Sukatan pelajaran ini diubah suai daripada kursus Nuffield '0' Level biologi, fizik dan kimia dari England.
3. Rampaian Sains Moden untuk Sekolah Menengah bagi aliran Sastera yang diperkenalkan pada tahun 1974. Sukatan pelajaran ini juga diubahsuai daripada 'Nuffield General Science' dari England.

Perubahan-perubahan ini bertujuan memperbaiki mutu pendidikan Sains di sekolah menengah. Antara objektifnya adalah untuk:

1. Mengemaskinikan kandungan Sains dan menggunakan bahan tempatan di mana sesuai.
2. Menggunakan pengajaran dan pembelajaran yang berasaskan inkuiri/penemuan, berpusatkan murid dan berorientasikan aktiviti.
3. Memperluaskan kefahaman konsep dan penggunaan kepada situasi kehidupan sebenar.

Pada masa itu terdapat beberapa rasional mengapa pengubahsuaian kurikulum dibuat (Subahan et. al 1988). Antaranya termasuklah:

1. Matlamat dan objektif kursus itu mengikut perkembangan semasa dan relevan dengan kehidupan seharian serta mempunyai pendekatan yang konsisten dengan falsafah dan amalan moden. Kursus ini mudah disesuaikan dengan keadaan tempatan.
2. Sistem pelajaran yang diwarisi itu masih sama dengan Britain. Selain itu, Kementerian Pendidikan juga mempunyai penasihat dari Britain yang bertindak sebagai pakar rujuk, bersedia untuk memberi sokongan dan latihan dalam persediaan dan pelaksanaan kurikulum tersebut.
3. Kementerian Pendidikan juga berpendapat adalah lebih baik mengubahsuai sesuatu yang telah wujud daripada membina

sesuatu yang baru. Tambahan pula pada masa itu kita kekurangan pakar tempatan yang mahir dan berpengalaman.

Kaedah Sains (Proses Sains)

Secara umumnya kaedah Sains merangkumi beberapa proses yang kompleks, iaitu, mengecam masalah, mengkaji dan mengenali faktor-faktor yang terlibat dengan permasalahan, membuat jangkaan (hipotesis), memilih hipotesis, merangka kaedah untuk mengumpul maklumat, menguji hipotesis, mengumpul data, menganalisis data dan membuat keputusan serta kesimpulan.

Ahli pendidikan berpendapat untuk menanamkan sikap Sains dan amalan dalam kaedah saintifik, kaedah pengajaran harus memberi kesempatan kepada 'membuat' Sains. Kaedah ini sudah tentu berlainan dengan kaedah tradisi yang menggunakan cara pendedahan untuk menyampaikan pengetahuan. Pendekatan yang lebih baik adalah dengan menggalakkan murid memperolehi pengetahuan melalui aktiviti dengan mengerjakan sesuatu tugas pembelajaran. Melalui cara ini murid dapat mempelajari fakta, konsep, prinsip dan teori sains serta kaedah dan amalan untuk menemui dan menyelesaikan masalah.

Dalam Kurikulum Sains Moden Tulen dan Rampaian Sains Moden, aktiviti makmal dirancang agar murid dapat mengambil bahagian yang aktif dalam menyelesaikan masalah. Melalui pendekatan ini murid diharapkan dapat menyelesaikan masalah sains serta masalah yang akan dihadapi dalam kehidupan seharian.

Perubahan yang dibuat di dalam kurikulum Sains bukan sahaja dari aspek kandungan tetapi juga dari aspek kaedah mengajar. Guru terpaksa membuat beberapa penyesuaian, iaitu dari segi isi dan kaedah mengajar, dan mengubah suai aktiviti serta idea baru yang diambil daripada Barat kepada suasana sekolah tempatan.

Kurikulum Sains Paduan, Sains Tulen Moden dan Rampaian Sains Moden telah pun mengambil kira perkara-perkara yang dibincangkan di atas. Perbezaan yang paling ketara antara kurikulum Tradisi dan Moden adalah kaedah pengajaran dan pembelajaran seperti yang dijelaskan dalam petikan berikut (Laporan Kabinet 1979):

Perbezaan yang terdapat ialah dari segi pendekatan dan kaedah mengajar kerana Sains Paduan dan Sains Moden kedua-duanya menitikberatkan fahaman dan proses penyampaian mengikut tertib mawjud kepada yang mujarad atau senang kepada yang susah. Bahan-bahan pengajaran disesuaikan dengan kebolehan murid dan dalam pengajaran hari-hari guru lebih menggunakan kerja-kerja amali.

Pelaksanaan kurikulum Sains Moden adalah di atur secara berperingkat, bermula dari beberapa buah sekolah percubaan hinggalah ke semua sekolah. Pada mulanya, pengguguran kurikulum lama diterima dengan baik. Apabila lebih banyak sekolah turut terlibat, satu suasana keasingan mula menyerap di kalangan beberapa pihak. Pelaksanaan Kurikulum Sains Moden menghadapi pelbagai masalah seperti yang terdapat dalam *Laporan Jawatankuasa Kabinet (1979)*.

...sungguhpun telah ramai guru dilatih untuk mengajar mata pelajaran mata pelajaran ini tetapi mutu pendidikan Sains pada keseluruhannya belumlah dapat dikatakan memuaskan.

Pendekatan dan kaedah pengajaran baru yang digunakan bagi mata pelajaran sains memerlukan kemudahan fizikal seperti radas dan bilik makmal kerana penekanannya yang lebih terhadap kerja-kerja amali. Namun kemudahan ini masih belum dapat dilengkapi dengan sepenuhnya terutama di sekolah-sekolah luar bandar.

Keadaan ini menimbulkan pelbagai reaksi. Sebaliknya ada guru yang berpendapat bahawa murid-murid tidak mempunyai pengalaman yang cukup sebelum mengikuti kaedah baru secara inkuiri dari segi pengetahuan dan kemahiran. Guru diberi

pendedahan yang singkat tentang pendekatan baru ini dan mereka kurang faham tentang matlamat pendekatan ini serta tidak mempunyai kemahiran yang mencukupi untuk mengendalikannya. Ibu bapa juga telah menyatakan kerisauan mereka tentang pendekatan baru ini (Straits Times 1973).

Kurikulum ini didapati tidak menghuraikan bagaimana hubungan antara Sains dengan kemanusiaan dan masyarakat. Kebanyakan guru merasakan bahawa kurikulum Sains Moden ini terlalu menekankan proses sehingga mengeneipkan asas yang perlu dikuasai oleh murid sebagai persediaan ke peringkat pendidikan yang lebih tinggi.

Kurikulum Baru Sekolah Rendah

Pada tahun 1979, satu jawatankuasa kabinet telah ditubuhkan untuk mengkaji pelaksanaan dasar pelajaran. Jawatankuasa itu telah mengemukakan beberapa perakuan untuk Kementerian Pendidikan mengkaji semula kurikulum sekolah. Syor yang terkandung dalam laporan itu telah dijadikan asas kepada pembaharuan kurikulum pada peringkat sekolah, iaitu Kurikulum Baru Sekolah Rendah (KBSR) dan Kurikulum Bersepadu Sekolah Menengah (KBSM).

KBSR telah dilaksanakan di semua sekolah di seluruh negara mulai tahun 1983. KBSR memberi penekanan kepada penguasaan kemahiran asas 3M (membaca, menulis dan mengira) dan perkembangan individu secara menyeluruh yang meliputi aspek intelek, rohani, jasmani, emosi, bakat, akhlak, nilai estetika dan sosial.

Dalam KBSR beberapa mata pelajaran telah digabungkan termasuklah mata pelajaran Sains. Mata pelajaran Sains, Sejarah, Geografi, Kesihatan dan Sivik digabungkan menjadi satu mata pelajaran yang diberi nama Alam dan Manusia. Mata pelajaran ini mula diajar kepada murid Tahun Empat hingga Tahun Enam. Dalam sukatan pelajarannya terdapat topik-topik Sains seperti

tenaga, air, udara, cahaya, bentuk, elektrik, alam sekitar, jenis penyakit, pernafasan, pembiakan dan pemakanan. Tujuan mata pelajaran ini adalah untuk mengembangkan pemahaman tentang interaksi manusia dengan alam sekeliling. Mata pelajaran Alam dan Manusia telah dilaksanakan sepenuhnya di semua sekolah rendah pada tahun 1988.

Banyak yang telah diperkatakan tentang mata pelajaran Alam dan Manusia. Antaranya adalah cara pelaksanaannya dan masalah yang dihadapi oleh guru dan murid. Seseengah guru mendapati kursus pendedahan dan latihan yang diadakan tidak mencukupi dan mereka tidak mempunyai cukup persediaan untuk mengajar. Tambahan pula didapati beberapa sekolah tidak mempunyai kemudahan dan waktu yang cukup untuk mengajar. Tahap mata pelajaran ini didapati tinggi dan hanya sesuai untuk murid yang cerdas dan pintar (Seth et. al 1993).

Mata pelajaran sains telah diperkenalkan semula pada sesi persekolahan 1994/95 kepada murid Tahun 4 di sekolah rendah bagi menggantikan mata pelajaran Alam dan Manusia. Tujuan memperkenalkan semula mata pelajaran sains di sekolah rendah adalah untuk memupuk minat murid terhadap mata pelajaran sains dalam usaha menyediakan pengetahuan dan kemahiran sains apabila mereka memasuki sekolah menengah. Kemahiran dan pengetahuan ini diperlukan pada peringkat sekolah menengah. Kemahiran dan pengetahuan yang diperolehi di peringkat sekolah rendah akan terus diperkembang dan diperkukuhkan di peringkat sekolah menengah. Ini sesuai dengan prinsip-prinsip KBSM yang memberi penekanan kepada kesinambungan pendidikan rendah dengan pendidikan menengah. Diharapkan usaha ini dapat dilaksanakan dengan berkesan. Minat dan budaya sains dan teknologi dapat dipupuk kepada pelajar dan penyertaan pelajar dalam bidang sains dan pencapaiannya dapat dipertingkatkan.

Kurikulum Bersepadu Sekolah Menengah (KBSM)

Sebagai lanjutan kepada KBSR, Kementerian Pendidikan mula memperkenalkan KBSM pada tahun 1989. KBSM memberi penekanan kepada perkembangan potensi individu secara menyeluruh dan bersepadu ke arah melahirkan insan yang baik berdasarkan Falsafah Pendidikan Negara (Malaysia 1988a).

Mata pelajaran Sains dalam KBSM bertujuan membekalkan pelajar dengan pengetahuan dan kemahiran Sains, mengembangkan daya pemikiran saintifik serta memupuk nilai-nilai murni untuk membolehkan mereka memahami dan menghargai sains dan aplikasinya dalam kehidupan. Juga keupayaan menyelesaikan masalah harian bagi membentuk warganegara yang bertanggungjawab (Malaysia 1988b). KBSM juga memberi penekanan kepada kemahiran saintifik yang meliputi kemahiran proses Sains dan kemahiran manipulatif.

Objektif mata pelajaran Sains KBSM hampir sama dengan objektif mata pelajaran Sains sebelumnya kecuali dari aspek penegasan. Tumpuan yang lebih diberi kepada pembentukan nilai-nilai sains dan amalan. Nilai dan amalan ini berkait dengan penggunaan pengetahuan sains dan aplikasi teknologi dalam membuat keputusan bagi kesejahteraan manusia dan keseimbangan alam. Objektif ini adalah selaras dengan pemupukan nilai-nilai murni yang bertitik tolak daripada hakikat bahawa manusia harus memainkan peranan sebagai insan yang bertanggungjawab dan bijaksana dalam menguruskan alam. Satu aspek lagi yang dititikberatkan adalah tentang berkomunikasi secara jelas. Ini selaras dengan penekanan terhadap pengajaran bahasa Melayu merentasi kurikulum.

Perubahan Kurikulum

Perkembangan dan pembaharuan kurikulum Sains mengambil kira perubahan dan kehendak semasa untuk meningkatkan kecemerlangan dalam pendidikan Sains. Langkah-langkah yang diambil setakat ini telah menjadikan kurikulum Sains sekolah setanding dengan kurikulum Sains di negara maju. Perubahan telah dibuat pada isi kandungan, objektif dan pendekatan. Dua perubahan besar yang telah dibuat adalah dari segi objektif pendidikan Sains, iaitu:

1. Penekanan kepada penguasaan proses sains dan kemahiran manipulatif, sikap saintifik dan nilai murni serta penggunaan Sains dalam kehidupan seharian. Bidang-bidang lain turut diberi penekanan bersama dengan penguasaan ilmu pengetahuan.
2. Pembelajaran kefahaman lebih diutamakan daripada belajar secara hafalan.

Kedua-dua perubahan di atas telah membawa implikasi terhadap pendekatan mengajar dan penilaian. Sejauhmana perubahan ini dapat direalisasikan di dalam bilik darjah sebenar sangat bergantung kepada penerimaan sekolah dan guru-guru. Beberapa penyelidikan telah mengkaji keberkesanan pelaksanaan kurikulum baru ini (PPK 1991). Guru-guru mendapati kursus dalam perkhidmatan tidak memadai bagi membantu mereka melaksanakan kurikulum baru ini dan pihak sekolah pula kurang bersedia dari segi kemudahan yang diperlukan.

Kejayaan kurikulum ini juga bergantung kepada kesediaan para pelajar. Struktur sains adalah dalam bentuk hierarki dan diajar mengikut struktur sistem persekolahan iaitu dari peringkat rendah ke peringkat menengah atas hingga universiti. Penguasaan isi kandungan baru sangat bergantung kepada ilmu pengetahuan yang sedia ada yang telah dipelajari sebelumnya. Secara umumnya pencapaian dalam sains sangat bergantung kepada dua faktor, iaitu cara mengajar dan belajar.

Keberkesanan kurikulum

Kesediaan Pelajar

Untuk menguasai mata pelajaran sains seperti fizik pada peringkat tertentu, pelajar perlu mempunyai pengetahuan peringkat sebelumnya. Jika tidak, pelajar akan mengalami kesukaran untuk mahir dalam mata pelajaran tersebut. Ini adalah satu faktor utama yang biasa ditimbulkan oleh guru mahupun pensyarah di universiti apabila disoal tentang kelemahan pelajaran dalam mata pelajaran sains. Ahli psikologi seperti Gagne (1965), Ausubel (1968) dan Bloom (1977) menegaskan kepentingan pengetahuan asas dalam menguasai mata pelajaran sains. Hakikat ini telah diterima umum tetapi amat sukar difahami mengapa sedikit sangat tumpuan diberi kepadanya. Lilian McDermott (1992), ketua Kumpulan Pendidikan Fizik dari Universiti Washington dalam kertas kerjanya yang bertajuk “Research as a Guide for Curriculum Development” menyatakan pembentukan kurikulum harus berpandukan pengetahuan tentang apa yang pelajar tahu dan boleh buat dan bukan membuat andaian tentang apa yang mereka patut tahu dan harus boleh buat. Umumnya, kurikulum di Malaysia beranggapan bahawa setiap tahap persekolahan merupakan persediaan ke tahap yang berikutnya. Dalam mata pelajaran Fizik misalnya, persediaan keperluan ini merangkumi juga persediaan dalam Matematik asas selain asas pengetahuan Fizik.

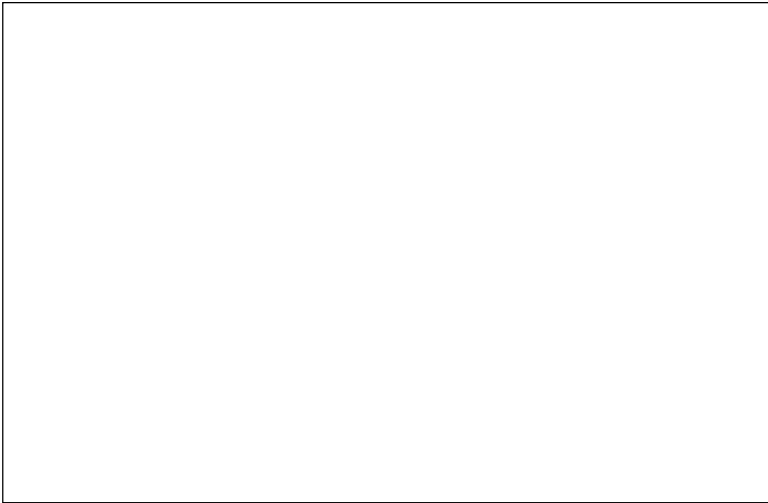
Ausubel (1968, 134) merumuskan kebenaran tentang andaian tersebut, “Makin banyak pengetahuan latar belakang seseorang individu dalam sesuatu disiplin tertentu dan makin stabil pengetahuan itu, makin lebih berjaya dia dalam pembelajaran bahan yang berkaitan.”

Persoalan yang sering dibangkitkan adalah, adakah pelajar yang mengikuti kurikulum yang sama dan diajar oleh guru yang mempunyai kelayakan yang sama akan memperolehi pencapaian

latar belakang pengetahuan yang sama? Satu kajian latar belakang kognitif pelajar Tahun Satu di Fakulti Sains Fisis dan Gunaan, Universiti Kebangsaan Malaysia (UKM) telah dibuat oleh penulis (Subahan 1989) bagi mengkaji kesediaan pelajar dalam pengetahuan asas sebelum mereka masuk ke universiti. Pelajar-pelajar yang berkenaan terdiri daripada pelajar-pelajar dari kursus matrikulasi UKM dan tingkatan enam biasa.

Alat ukur Ujian Pengetahuan Asas telah dibentuk untuk menentukan kesediaan pelajar dalam latar belakang asas fizik. Semua pelajar tersebut telah diminta mengambil ujian pengetahuan asas pada awal semester pertama. Ujian itu terdiri daripada satu set empat ujian kecil, tiga tentang Fizik dan satu tentang Matematik. Asas yang dikenal pasti adalah keperluan kursus yang perlu dikuasai oleh pelajar untuk mengikut kursus di universiti. Dalam ujian tersebut terdapat beberapa konsep yang sepatutnya telah dipelajari di tingkatan empat, lima dan enam. Ujian ini adalah adaptasi daripada ujian *Physics Interface Project's Tests of Prior Knowledge*. Ujian itu dipilih kerana didapati sesuai digunakan bagi mengukur pengetahuan latar belakang asas pelajar-pelajar. Hasil kajian menunjukkan:

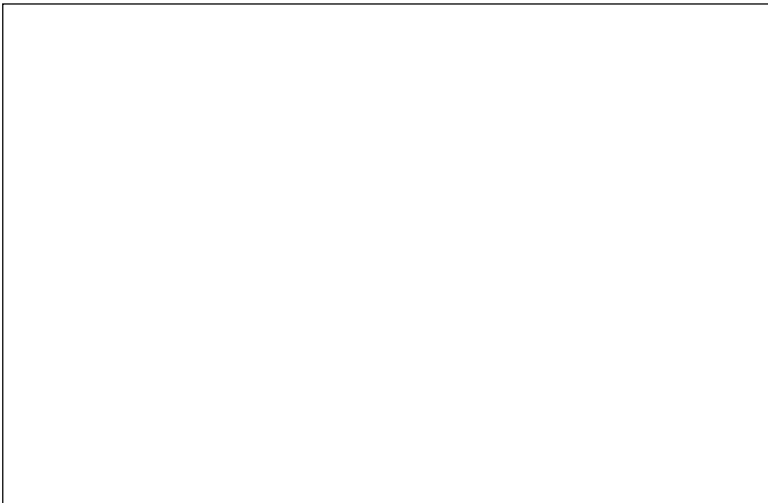
1. Keseluruhannya pelajar-pelajar kurang bersedia dalam pengetahuan dan fahaman konsep asas yang diharapkan, iaitu terdapat jurang dalam pengetahuan latar belakang apa yang diharapkan (prakeperluan kursus) oleh pensyarah dengan pengetahuan yang dimiliki pelajar ketika mengikuti kursus di universiti (Rajah 1 dan 2).
2. Terdapat perbezaan yang ketara antara pelajar-pelajar baru dalam penyediaan pengetahuan asas. Ada yang mempunyai kesediaan yang baik dan ada yang terlalu lemah.
3. Kesediaan pelajar-pelajar bergantung kepada jenis kursus (kesan kurikulum yang berbeza seperti matrikulasi atau tingkatan enam biasa) yang diikuti semasa di sekolah.



RAJAH 1. Taburan peratusan dalam item-item pengujian pengetahuan sedia ada optik mengikut program prauniversiti

▲ Kurikulum A * Kurikulum B

(Sumber: Subahan 1989)



RAJAH 2. Taburan Peratusan Responden Dalam Item-item Pengujian Pengetahuan Sedia Ada Elektrik Mengikut Program Prauniversiti Kurikulum A, * Kurikulum B

(Sumber: Subahan 1989b)

Dapat dirumuskan bahawa apa yang ada dalam kurikulum tidak semestinya diajar dan apa yang diajar tidak semestinya dipelajari.

Perbezaan latar belakang pengetahuan pelajar dalam sesuatu kursus mungkin disebabkan banyak faktor. Antaranya termasuklah pelajar telah lupa apa yang mereka pelajari, pelajar memilih untuk tidak mempelajari konsep tertentu ataupun guru memilih untuk tidak mengajar topik-topik tertentu. Ini boleh dikaitkan dengan satu cerita mengenai bagaimana seorang guru telah mendapat cemerlang kerana semua pelajarinya berjaya dalam matematik termasuk pelajar-pelajar yang lemah. Guru tersebut telah memilih untuk mengajar beberapa topik sahaja, berulang kali, yang pelajarinya boleh menguasai untuk mendapat sekurang-kurangnya gred lulus. Kesimpulannya, apa yang terdapat dalam sukatan pelajaran tidak boleh dijadikan asas untuk menganggap pelajar telah diajar dan mempelajarinya. Kadang-kadang interpretasi berhubung dengan isi kandungan yang harus diajar juga berbeza antara guru. Oleh sebab itu perincian kurikulum telah menjadi satu amalan dalam menerangkan kandungan sebagai panduan kepada guru. Walau bagaimanapun agak sukar untuk menyatakan apa yang ada dan tiada dalam sesuatu sukatan pelajaran jika tidak berpandukan buku teks dan peperiksaan.

Ausubel juga berpendapat bahawa tahap pendidikan awal dengan yang terkemudian itu mempunyai kesan kumulatif kepada struktur kognitif. Perhubungan ini amat jelas apabila dikaji mengenai perkaitan antara pencapaian Fizik dan Matematik dengan latar belakang pengetahuan kemasukan bagi kursus Fizik dan Matematik. Hasil kajian telah menunjukkan pelajar yang mempunyai pengetahuan latar belakang yang baik akan memperolehi pencapaian yang baik bagi kedua-dua mata pelajaran tersebut. Subahan (1993) juga dalam kajiannya di UKM menunjukkan terdapat hubungan yang erat antara gred Matrikulasi dan STPM dengan pencapaian Tahun Satu di universiti. Dalam kajian latar belakang Subahan (1983), apabila pertalian antara skor dalam ujian latar belakang pengetahuan fizik dan matematik

dengan keputusan akhir fizik dibuat, nilai korelasinya yang diperolehi adalah 0.70 untuk fizik dan 0.66 untuk matematik. Ini bermaksud kira-kira 45% dari varian pencapaian dapat diterangkan dari sudut pencapaian dalam pengetahuan asas. Di New Zealand pula Jones (1980) mendapati 40% dari varian pencapaian di universiti berkait rapat dengan gred-gred yang diperolehi pada tahun akhir persekolahan terutama bagi mata pelajaran sains seperti fizik. Hasil kajian ini juga selari dengan kajian Wesley (1977) yang telah menguji pengetahuan asas 300 orang pelajar yang mengikuti fizik semesta pertama di Universiti Cornell. Beberapa hasil kajian lain telah membuktikan juga terdapatnya hubungan antara persediaan dari awal sekolah dengan pencapaian di akhir sekolah (Subahan & Rashidi 1986; Hamid *et al.* 1979). Pengetahuan asas yang lemah sering menjadi penghalang utama dalam usaha untuk mencapai kejayaan yang memuaskan pada akhir tahun pertama universiti. Ini membawa maksud bahawa pengetahuan dan kemahiran yang sedia ada dalam sesuatu mata pelajaran berkait rapat dengan prestasi pada akhir kursus itu.

Prinsip pembinaan kurikulum di Malaysia telah memberi penekanan kepada kesinambungan di antara satu tahap ke tahap yang lain iaitu pendidikan rendah dengan pendidikan menengah, pendidikan sekolah menengah ke peringkat menengah atas dan seterusnya ke peringkat universiti.

Kesediaan dalam Matematik

Penggunaan matematik dalam mata pelajaran lain khususnya sains dan kejuruteraan adalah penting. Namun begitu masalah yang dihadapi oleh pelajar baru sains adalah kelemahan mereka dalam kebolehan matematik yang berpunca daripada kekurangan dalam pengetahuan, kemahiran dan kefahaman matematik. Kajian mengenai kesediaan dalam pengetahuan matematik dan hubungannya dengan pencapaian fizik tahun satu di universiti

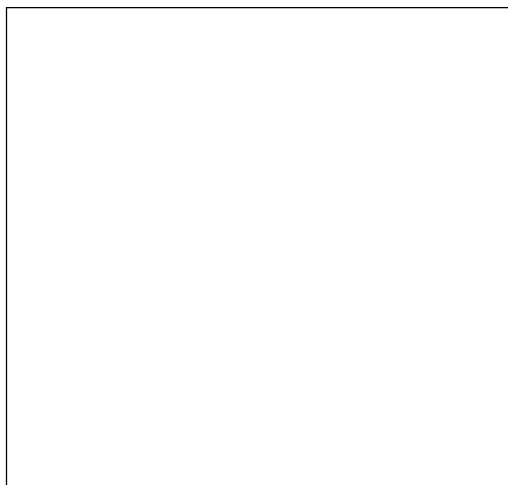
menunjukkan pentingnya pelajar mempunyai persediaan yang lebih baik dalam matematik yang dipelajari dari peringkat sekolah lagi. Dalam mata pelajaran fizik, kesediaan dalam asas matematik juga diperlukan untuk menguasai mata pelajaran fizik selanjutnya. Pelajar yang mempunyai asas matematik yang baik mencapai keputusan yang lebih baik dalam fizik berbanding dengan pelajar yang lemah dalam pengetahuan asas matematik.

Masalah itu bila dikelompokkan (Elton 1971; Subahan 1990) adalah berhubung dengan:

1. Jurang pengetahuan berpunca daripada perbezaan antara sukatan pelajaran pada peringkat prauniversiti.
2. Jurang pengetahuan berpunca daripada perbezaan dalam menghabiskan sukatan pelajaran di sekolah.
3. Jurang pengetahuan disebabkan tidak belajar apa yang diajar.
4. Jurang pengetahuan disebabkan telah lupa apa yang dipelajari dahulu.
5. Jurang pengetahuan disebabkan kesediaan matematik lemah pada setiap tahap persekolahan.

Berdasarkan hasil penganalisan dan bentuk graf taburan yang diperolehi, dapat dibuat kesimpulan bahawa terdapat hubungan yang signifikan antara pencapaian matematik asas dengan pencapaian fizik semester 1 bagi pelajar UKM yang mengikuti kursus fizik tahun satu (Rajah 3).

Dalam sistem pendidikan yang diamalkan, biasanya diandaikan pelajar telah menguasai apa telah diajar sebelumnya dan ini telah dijadikan asas untuk mengembangkan pengetahuan selanjutnya. Pelajar memasuki situasi baru dengan membawa pengetahuan asas mereka. Bagi mata pelajaran sains seperti fizik, pengetahuan asas sangat penting untuk menambahkan ilmu selanjutnya. Mata pelajaran sains mempunyai struktur dan isinya dapat disusun mengikut hierarki. Ini membawa implikasi seseorang perlu menguasai asas sebelum menguasai pengetahuan yang berikutnya. Oleh yang demikian apa yang dipelajari di sekolah rendah menjadi asas di peringkat menengah dan begitu



RAJAH 3. Taburan peratusan responden dalam item-item pengujian pengetahuan latar belakang matematik mengikut program prauniversiti
(Sumber: Subahan 1993)

juga di peringkat menengah atas dan pos menengah menjadi asas kepada kursus peringkat pengajian tinggi. Asas-asas yang digunakan dalam pembinaan kurikulum sains sekolah adalah setanding dengan kurikulum negara maju. Walau bagaimanapun perkembangan sesuatu kurikulum seperti dinyatakan oleh McDermott (1990), harus dipandu oleh apa yang pelajar tahu dan boleh buat, bukan berdasarkan andaian apa mereka sepatutnya tahu dan sepatutnya boleh buat. Kurikulum hanya menunjuk apa guru perlu ajar atau apa yang dikehendaki pelajar untuk belajar. Hasil kajian menunjukkan secara konsisten bahawa pengetahuan yang telah dipunyai oleh pelajar mempengaruhi isi dan proses pertambahan pembelajaran. Pengetahuan sedia ada mempunyai impak terhadap pembelajaran baru. Penyelidikan telah menunjukkan bahawa pelajar tahun satu, misalnya memasuki kursus mereka dengan berbagai-bagai pengetahuan asas. Ini menunjukkan pelajar memerlukan pelbagai strategi pengajaran

supaya pelajar boleh belajar dengan lebih baik apabila pengajaran disesuaikan dengan pengetahuan yang sedia ada dan latar belakang pelajar. Pembelajaran bermakna proses pelajar menerima maklumat yang berkaitan dengan apa yang pelajar tahu. Apabila menghadapi pelajar yang tidak mempunyai cukup pengetahuan asas, guru perlu menyediakan struktur pengetahuan awal. Pelajar memulakan pembelajaran maklumat dan konsep baru dengan menggunakan pengetahuan sedia ada.

Prestasi Pelajar

Penekanan dalam kurikulum baru bukan sahaja kepada penguasaan proses sains dan kemahiran manipulatif, nilai murni dan penggunaan sains dalam kehidupan seharian tetapi juga kemahiran berfikir dan belajar juga dipentingkan (Kementerian Pendidikan 1994). Satu ketegasan pembelajaran secara kefahaman dan bermakna telah dibuat berhubung dengan pembelajaran sains. Hubungan kurikulum dan penilaian amat jelas. Penilaian harus secocok dengan kehendak dan objektif kurikulum, kalau tidak kita akan berdepan dengan fenomena *tail wagging the dog* seperti dinyatakan oleh Swetz dan Subahan (1981). Pendekatan belajar oleh pelajar juga ada kaitan dengan peperiksaan dan seterusnya berhubung dengan pencapaian matlamat kurikulum yang dilaksanakan.

Pencapaian Objektif Jangka Panjang Kurikulum

Satu kayu ukur mengenai prestasi sekolah adalah keputusan akhir persekolahan yang dijalankan oleh Lembaga Peperiksaan Pusat. Begitu juga bagi sistem pendidikan yang berorientasi peperiksaan, prestasi ini dijadikan sebagai ukuran pencapaian objektif sesuatu kurikulum. Ukuran yang paling diminati dan

diberi penumpuan yang serius oleh masyarakat adalah keputusan yang diperolehi oleh setiap golongan kaum di negara ini. Fokusnya adalah apakah kesan kurikulum terhadap pencapaian pelajar di antara bumiputera dengan bukan bumiputera, dan di antara bandar dengan luar bandar. Dasar kerajaan adalah jelas dalam mewujudkan kesamarataan dalam peluang pendidikan dengan meningkatkan peluang pendidikan bagi kumpulan yang memerlukan. Soal pendidikan adalah perkara asas yang sangat mustahak dalam pembinaan sesebuah tamadun. Permasalahan dalam pendidikan diberi perhatian yang serius oleh semua pihak. Setiap tindakan yang diambil harus memberi kesan yang sama dan tidak menjejaskan mana-mana pihak. Keberkesanan kurikulum dari perspektif penilaian boleh dilihat dari analisis kesannya terhadap keputusan mengikut kumpulan. Penilaian kurikulum sains tidak lari daripada membuat perbandingan hubungan pencapaian di antara kaum atau bandar dan luar bandar (PPK 1981). Kajian oleh D.G. Lewis (1949) untuk tesis kedoktorannya telah menunjukkan tiada sebab mengapa satu kaum di Malaysia harus mempunyai pencapaian yang baik jika diadakan peluang yang sama.

Setakat ini inovasi kurikulum nampaknya gagal merapatkan perbezaan pencapaian antara kumpulan. Sebenarnya, kurikulum baru tidak menekankan proses untuk mengecilkan julat perbezaan keputusan dalam pencapaian. Kelemahan yang wujud mungkin berpunca daripada kegagalan mengambil kira perbezaan persediaan pelajar. Penilaian dalam kurikulum awal menunjukkan bahawa beberapa bahagian dalam sukatan pelajaran menimbulkan masalah kepada murid-murid yang sederhana kebolehannya. Petikan laporan penyelidikan penilaian sumatif sains paduan oleh Pusat Perkembangan Kurikulum (1981) menjelaskan:

Adalah didapati bahawa beberapa bahagian dalam sukatan mungkin menimbulkan masalah kepada murid-murid yang sederhana kebolehannya. Misalnya topik-topik mengenai atom dan molekul serta definisi elektron. Konsep-konsep mengenai kemolaran dan ion serta bahagian elektronik juga sentiasa menimbulkan masalah.

(PPK 1981, 50)

Keputusan penilaian sumatif sains paduan pada keseluruhannya menunjukkan lebih banyak kelas-kelas Sains Paduan dari sekolah bandar mendapat pencapaian tinggi dalam pelbagai peringkat kognitif. Hasil kajian PPK itu juga menunjukkan lebih banyak kelas Sekolah Menengah Jenis Kebangsaan (SMJK) mendapat pencapaian tinggi daripada kelas Sekolah Menengah Kebangsaan (SMK) dalam bandar.

Analisis keputusan KBSM yang baru juga menunjukkan gambaran yang sama. Persoalannya adakah keberkesanan interaksi kurikulum berbeza mengikut kumpulan pelajar dan kawasan. Keputusan dalam kurikulum KBSR sains juga menampakkan perbezaan kesan yang sama. Malahan, jika dibandingkan penguasaan kemahiran berfikir di antara pelajar Melayu dan bukan Melayu, di sekolah rendah kebangsaan seluruh Selangor pola perbezaan pencapaian adalah sama (Omar et. al. 1999). Begitu juga hasil penyelidikan perbandingan keputusan antara murid bandar dengan luar bandar. Rumusnya perkembangan kurikulum sains hingga kini belum efektif dari segi memberi impak yang tidak sama dan mengekalkan perbezaan pencapaian antara kumpulan.

Dari segi penguasaan konsep asas sains pula, kurikulum yang dilaksanakan tidak berjaya mendirikan struktur kognitif yang kukuh, walaupun pada prinsipnya kurikulum daripada satu-satu tahap merupakan kesinambungan kepada tahap sebelumnya dan asas bagi tahap yang berikutnya. Kajian kesediaan pelajar dari segi konsep yang sedia ada sebagai prakeperluan bagi mengikuti pelajaran selanjutnya, menunjuk kekurangan dan pelbagai kesediaan pelajar. Apa yang diajar atau dipelajari tidak kekal dalam struktur kognitif pelajar dan ini menimbulkan masalah kepada bukan sahaja pelajar tetapi pengajar dalam merancang kurikulum. Oleh sebab itu, universiti-universiti tempatan telah melangkah keluar dan mewujudkan program matrikulasi masing-masing untuk meningkatkan kualiti kemasukan pelajar ke program tahun satu universiti, khususnya bagi pelajar luar bandar dan bumiputera.

Pelaksanaan Kurikulum

Pengajaran

Perubahan kurikulum merangkumi perubahan isi kandungan serta kaedah mengajar. Pendekatan inkuiri diperkenalkan oleh pembina kurikulum berdasarkan 'aliran' luar negara, bukan berdasarkan dapatan penyelidikan tempatan mengenai 'model inkuiri' ahli sains Malaysia. Satu usaha ke arah mengisi kekosongan perlu dijalankan untuk mengkaji kesahihan pendekatan penyelesaian masalah dan pendekatan yang dapat memupuk kemahiran berfikir. Satu penyelidikan telah dijalankan bagi mengkaji pemikiran inovatif saintis tempatan (Abu Bakar et. al. 1998). Seramai 45 saintis di Universiti Kebangsaan Malaysia, Universiti Malaya, Universiti Teknologi Malaysia dan Universiti Sains Malaysia telah dijadikan sampel kajian. Mereka dipilih berdasarkan sumbangan dan indikator lain yang menunjukkan mereka adalah ahli sains yang berjaya. Melalui temubual secara intensif dan mendalam, penyelidik berusaha merumuskan analisa kualitatif pola kemahiran berfikir dan cara saintis tempatan menerokai sesuatu penyelidikan. Dapatan penyelidikan boleh dijadikan asas dalam penyediaan kurikulum mengikut acuan Malaysia dan struktur kemahiran belajar. Antara dapatan utama yang berkaitan dan relevan adalah kewujudan dua fasa penyelesaian masalah iaitu fasa 'mencari' masalah (problem seeking phase) dan fasa 'menyelesaikan' masalah. Penemuan ini memberi sokongan kepada pendekatan secara inkuiri yang diambil dalam inovasi kurikulum. Penelitian pendekatan proses pemikiran, dalam kedua-dua fasa serta urutan pusingan *thresholds* yang didapati penting dalam kitaran pemikiran, memberi pemahaman yang lebih serta model mengenai pembentukan pemikiran inovatif. Analisa data kajian mengemukakan lima langkah dalam proses mencari masalah iaitu pengenalpastian masalah, penentuan maklumat, manipulasi alternatif, penilaian maklumat yang boleh didapati

mengenai masalah yang diminati dan penggubalan idea yang boleh diuji. Penyelesaian masalah melibatkan dua langkah iaitu eksperimen secara aktif dan membuat keputusan. Penekanan dalam kurikulum terlepas dari satu fasa yang agak penting dalam mengembangkan pemikiran inovatif iaitu satu kekurangan yang wujud dalam menggalakan proses pembelajaran inkuiri tanpa menekankan peringkat pencarian hipotesis. Input dari kajian ini menjelaskan langkah awal dalam pembentukan pemikiran inovatif dengan mengambil kira perspektif budaya tempatan. Adalah disarankan pembina kurikulum berikhtiar merujuk hasil penyelidikan tempatan, bukan berasaskan andaian tertentu dalam merencanakan sesuatu pendekatan kurikulum demi memajukan pendidikan.

Persediaan Guru

Input daripada penyelidikan juga perlu dilihat secara positif. Dalam pelaksanaan KBSM dan kurikulum yang lepas, hasil kajian menunjukkan guru menghadapi masalah untuk memahami cara bagaimana perubahan itu harus dilaksanakan. Guru tidak akan menentang sesuatu pelaksanaan kurikulum sekiranya perubahan itu tidak menyusahkan guru. Charlesworth (1975) membuat kajian terhadap pelaksanaan program Sains Paduan di Malaysia dan beliau telah mengenal pasti satu senarai halangan pelaksanaan program di kalangan guru. Begitu juga halnya, mengenai penyelidikan pelaksanaan kurikulum Fizik Moden yang lepas oleh Lewin (1971) dan Subahan (1977).

Halangan-halangan itu menunjukkan antara lain bahawa wujudnya kelemahan dari segi kemahiran dan pengetahuan guru, perhubungan cara tradisional antara pelajar dengan guru dan tradisi yang berorientasikan peperiksaan (Swetz & Subahan 1981; Siti Hawa 1986; Napsiah 1983; Azizah 1987). Siti Hawa (1986) telah menegaskan bahawa sesuatu perubahan itu dianggap berjaya jika guru bersedia menerima idea baru dan mampu

melaksanakannya di bilik darjah. Dalam satu kajian inovasi kurikulum di Malaysia, Azizah (1987) menyatakan bahawa guru-guru mengalami kerumitan dalam melaksanakan pendekatan pengajaran yang berpusatkan pelajar. Ini adalah kerana mereka tidak menerima latihan yang mencukupi dalam melaksanakan pendekatan ini. Beberapa pengkaji, seperti beliau juga mengatakan bahawa kursus orientasi guru tidak mencukupi dan tidak berkesan (Napsiah 1983). Subahan dan Raof (1989) menunjukkan guru tidak cukup bersedia untuk melaksanakan komponen-komponen penting yang ditentukan oleh pembina kurikulum seperti penerapan nilai-nilai murni dalam kajian mereka tentang penggunaan strategi pengajaran KBSM. Mereka juga mendapati bahawa guru-guru tidak dapat mengamalkan strategi pengajaran baru yang ditetapkan dalam KBSM. Hasil kajian itu menunjukkan kursus dalam perkhidmatan KBSM tidak memasukkan sesi latihan praktikal bagi guru-guru mencuba strategi pengajaran yang baru. Penekanan yang terlalu banyak tentang isi KBSM dan tiada sesi latihan praktikal kursus dalam perkhidmatan merupakan sebab utama kegagalan guru melaksanakan strategi pengajaran yang baru. Sukumaran (1998) mendapati guru sukar melaksanakan perubahan dalam bentuk gaya pengajaran. Bukti daripada kajian menunjukkan terdapat kekurangan keupayaan untuk melaksanakan perubahan.

Swetz dan Subahan (1993) menegaskan pembina kurikulum tidak mengambil berat tentang sistem peperiksaan dan akibatnya komponen yang tidak dinilai dalam peperiksaan, tidak diambil berat oleh guru dan pelajar. Guru-guru membuat adaptasi dalam melaksanakan komponen kurikulum mengikut kehendak peperiksaan. Mereka tidak seratus peratus melaksanakan kurikulum ini seperti yang dikehendaki oleh pembina kurikulum. Lanjutan daripada tinjauan literatur tentang perubahan kurikulum, Sukumaran mendapati dua perspektif pelaksanaan kurikulum iaitu perspektif kesetiaan yang menekankan bahawa guru, sebagai pengguna melaksanakan sesuatu inovasi dengan setia seperti yang dinyatakan oleh pembina kurikulum, manakala perspektif

penyesuaian bersama, menekankan bahawa guru (pengguna) boleh mengubah pelaksanaan kurikulum mengikut keadaan bilik darjah masing-masing. Di Malaysia, guru dikehendaki melaksanakan kurikulum mengikut perspektif kesetiaan, iaitu seperti dikehendaki oleh pembina kurikulum. Beberapa kajian menunjukkan pelaksanaan awal perubahan kurikulum adalah tidak berkesan. Situasi yang sama, mungkin berlaku dalam pelaksanaan kurikulum sains KBSR baru, menyebabkan kurikulum itu tidak dilaksanakan dengan berkesan di sekolah (Omar et. al 1999). Keadaan ini mungkin bertambah buruk apabila terdapat sebilangan besar guru sains sekolah rendah masih belum mengikuti sebarang kursus dalam perkhidmatan. Mereka mungkin tidak dapat melaksanakan kurikulum ini secara berkesan. Justeru, guru-guru tidak dapat melaksanakan inovasi ini dengan sepenuhnya. Petikan berikut merumuskan isu yang sama dengan jelas (PPK 1981, 59 - 60).

Dapatan kajian ini menunjukkan bahawa penyediaan guru melalui latihan pra-perkhidmatan dan kursus dalam perkhidmatan tidak memberi kesan yang besar terhadap guru-guru sains panduan. Kursus tersebut telah memberi kesan yang besar ke atas hanya dua perkara iaitu 'kandungan' dan keyakinan menghadapi pelajar. Kelemahan-kelemahan ini boleh dinyatakan bahawa telah wujud hubungannya dengan perlakuan guru-guru sains.

Kegagalan melaksanakan perubahan kurikulum dengan berkesan bermakna pembaziran masa, tenaga dan kewangan yang diperuntukkan bagi perubahan itu. Akibatnya pelajar yang sepatutnya menerima pembelajaran akan menjadi mangsa. Jadi adalah penting untuk meneliti faktor yang memainkan peranan penting terhadap kejayaan proses perubahan ini dan dimensi guru dan pelajar yang mempengaruhi keberkesanan proses pelaksanaan kurikulum. Perbincangan selanjutnya adalah aspek-aspek lain yang perlu diberi tumpuan dalam melahirkan satu kurikulum yang efektif dari perspektif

penyelidikan. Penekanan akan diberi kepada kesediaan guru dan pelajar.

Huraian di atas menjelaskan bahawa umumnya sesuatu kurikulum sains yang baru bukan kalis guru (bebas daripada guru). Kursus pendedahan guru tentang kandungan kurikulum atau kaedah mengajar kurang berkesan tanpa memberi guru latihan pengalaman kegiatan yang sama yang akan dilalui oleh pelajar. Justeru guru perlu mantap dalam penguasaan isi kandungan yang perlu diajar. Pengetahuan konseptual yang salah di kalangan guru perlu ditangani. Kesediaan guru fizik dalam isi kandungan fizik harus dipandang serius sebab bukti menunjukkan adanya guru yang mengajar fizik tetapi tidak mempunyai asas latihan fizik. Kita tidak boleh menyatakan bahawa hanya strategi pengajaran untuk menyedia guru membantu masalah tertentu pelajar. Guru tidak mampu mengimplementasi strategi itu kecuali mereka telah mengalami atau melihat strategi itu dilaksanakan dalam keadaan sebenarnya. Kaedah yang lebih berkesan ialah merancang kursus yang berfokuskan kesediaan guru dalam pengetahuan dan kemahiran yang perlu dipunyai untuk pelaksanaan kurikulum baru.

Pengkhususan Guru

Negara kita kekurangan guru beropsyen sains khususnya fizik sejak dahulu. Dalam laporan mengenai perancangan dan prioriti polisi di Malaysia dalam pendidikan sains, (UNESCO 1992) dilaporkan negara kita kekurangan guru sains (Jadual 1). Akibatnya terdapat guru bukan beropsyen sains mengajar sains (Jadual 1 dan 2). Begitu juga terdapat guru fizik yang bukan beropsyen fizik mengajar fizik dan guru sains biasa yang terpaksa mengajar komponen fizik di peringkat menengah dalam mata pelajaran sains. Masalah berpunca daripada penempatan guru menyebabkan terdapat sekolah yang mempunyai guru yang tidak dapat mengajar opsyen pengkhususan mereka. Persoalan yang

JADUAL 1: Status guru yang mengajar sains mengikut negeri

Guru mengajar sains		
	Opsyen sains	Opsyen bukan sains
Johor	996 (72.7)	383 (27.8)
Kedah	593 (68.7)	258 (30.3)
Kelantan	590 (74.0)	207 (26.0)
Melaka	302 (74.2)	105 (25.8)
N.Sembilan	394 (70.0)	169 (30.0)
Pahang	459 (62.7)	273 (37.3)
Perak	1041 (77.4)	416 (28.6)
Perlis	103 (76.9)	31 (23.1)
P.Pinang	547 (74.8)	184 (25.2)
Selangor	857 (75.1)	284 (24.9)
Terengganu	352 (76.0)	111 (24.0)
Wilayah Persekutuan	533 (76.0)	211 (28.4)
Sabah	331 (52.8)	296 (47.2)
Sarawak	489 (56.1)	382 (43.9)
Jumlah	7587 (69.6)	3310 (30.4)

Sumber: Laporan Pendidikan 1990.

pernah ditimbulkan oleh penulis (Subahan 1995) agak berkaitan. “Bolehkah seseorang itu mengajar sains jika beliau tidak mempunyai struktur mata pelajaran yang diajar dan latar belakang yang kukuh”? Satu kajian untuk mengenal pasti masalah dan daya tindakan guru dalam melaksanakan kurikulum fizik oleh guru-guru bukan opsyen telah dijalankan.

Hasil kajian menunjukkan bahawa guru bukan opsyen itu menghadapi masalah semasa mengajar fizik dalam kelas dan makmal. Kebanyakan guru bukan opsyen mendapati bahawa latar belakang fizik mereka tidak cukup, jadi mereka kurang keyakinan dalam menjawab soalan-soalan yang ditanya oleh pelajar. Ramai daripada mereka juga menghadapi kesukaran dalam pengendalian alat radas fizik dan makmal kerana kurang kemahiran proses, khususnya dalam pengendalian alat yang sukar seperti osiloskop sinar katod dan alat elektronik. Mereka tidak sedar tentang teknik khusus yang baru dalam pengajaran dan

JADUAL 2. Bilangan guru latihan sains yang mengajar atau tidak mengajar sains di sekolah menengah

Jantina	Lelaki				Perempuan			
	T. Terlatih		Terlatih		T. Terlatih		Terlatih	
	Bukan Siswazah	Siswazah	Bukan siswazah	Siswazah	Bukan Siswazah	Siswazah	Bukan siswazah	siswazah
TLM	10	0	1924	368	0	0	1904	354
TLTM	0	0	906	330	0	0	955	205
TTLM	267	121	737	2544	352	145	768	4225

NOTA:

- TLM – Terlatih dan Mengajar
- TLTM – Terlatih tetapi Tidak Mengajar
- TTLM – Tidak Terlatih Tetapi Mengajar

pendekatan mengajar sangat terikat dengan buku teks. Ini boleh menyebabkan pengajaran fizik kurang menarik dan pelajar menganggap fizik bosan dan sukar difahami (Khursheed Syed 1987). Guru-guru bukan opsyen seperti dapatan Miller (1988) susah mengaitkan fizik dengan kehidupan seharian. Fenomena ini akan menyebabkan pelajar tidak gemar mempelajari fizik. Rumusannya adalah guru-guru bukan opsyen menghadapi masalah semasa mengajar fizik (Yeoh & Subahan 1998). Ramai guru mendapati bahawa “penerangan idea-idea fizik secara teori” adalah yang paling susah kerana fizik merupakan mata pelajaran yang abstrak. Terdapat topik yang sukar dikuasai seperti mekanik dan elektrik serta kaedah atau pendekatan mengajar. Masalah yang serupa dihadapi oleh negara lain seperti Amerika (McDermott 1992), Australia (Opat 1987), Filipina (Talisayan 1991) dan England (Millar 1988), walaupun guru bukan opsyen mempunyai strategi daya tindakan sendiri untuk mengatasi kekurangan mereka. Strategi yang digunakan oleh guru bukan opsyen semasa mengajar fizik adalah seperti ditunjukkan Jadual 3. Strategi mempelajari sendiri melalui bahan sedia ada merupakan strategi yang biasa digunakan oleh semua responden kajian.

Berhubung perkara ini, McDermott (1992) menyangkal pendapat bahawa guru dapat menguasai kekurangan ‘latar belakang’ yang dihadapi melalui pendekatan belajar sendiri atau merujuk kepada guru lain. Beliau menegaskan “untuk membolehkan sains diajar secara inkuiri, guru perlu diberi peluang belajar dengan cara yang sama yang digunakan untuk pelajar”. Model (Rajah 1) berikut boleh dicadangkan sebagai langkah membantu guru menguasai pengetahuan yang diperlukan.

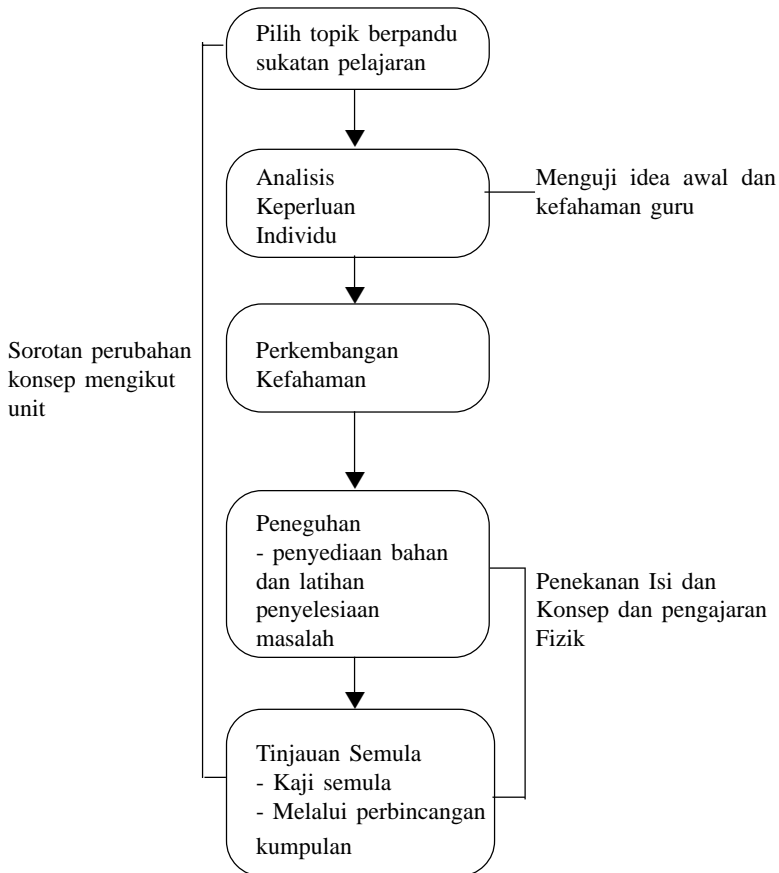
Walaupun suatu kurikulum telah dibentuk dengan baik, kejayaan kurikulum terletak kepada guru yang melaksanakan kurikulum di sekolah. Kita harus mempunyai guru yang cukup bersedia untuk menjalankan pembaharuan kurikulum. Kepentingan penyediaan guru tidak juga diambil berat dalam perkembangan kurikulum baru Sains KBSR di Tahun 4. Kurikulum

JADUAL 3. Strategi menambah pengetahuan sedia ada fizik (guru bukan opsyen)

Strategi-strategi	Kekerapan	Peratusan
1. Mempelajari sendiri melalui bahan-bahan tersedia ada seperti buku.	52	100%
2. Inisiatif sendiri dalam mencari guru-guru pakar pakar fizik	39	75%
3. Membuat pemerhatian terhadap guru-guru fizik yang berpengalaman semasa mengajar fizik.	14	27%
4. Sanggup meluangkan masa dengan pembantu makmal fizik untuk membiasakan diri dalam penggunaan kelengkapan/alat radas fizik	47	90%
5. Kumpulan perbincangan antara guru-guru bukan opsyen	4	8%

sains sekolah rendah telah memperkenalkan semula yang memberi penekanan kepada kemahiran saintifik dalam proses pengajaran dan pembelajaran. Guru sains yang mengajar diandaikan mempunyai asas pengetahuan sains dan kemahiran saintifik yang lebih kukuh berbanding dengan kumpulan guru sebelum ini setelah melalui latihan perguruan dan kursus dalam perkhidmatan. Dalam kajian kami mengenai pelaksanaan kemahiran berfikir sains di sekolah rendah seluruh Selangor, kami dapati andaian itu tidak benar. Bukan semua guru yang mengajar mempunyai opsyen utama dalam sains dan ramai di antara mereka belum lagi mengikuti sebarang kursus dalam perkhidmatan (Jadual 4).

Kebanyakan guru menganggap mereka perlu mengikut kursus dalam perkhidmatan sebelum kurikulum itu dilaksanakan atau mengajar sains yang dirancang dengan rapi. Kursus ini perlu memberi pendedahan latihan praktik kaedah baru yang sewajarnya bagi menjayakan proses pengajaran dan pembelajaran sains, dan kursus asas pengetahuan sains. Seperti dilaporkan oleh penyelidikan lain McDermott (1992) dan Holroyd dan Harlen



RAJAH 1. Satu model penguasaan pengetahuan fizik bagi guru

(1996) mengenai perkara yang sama, guru yang mengajar sains kurang yakin serta kurang pengetahuan dan kemahiran proses sains yang mereka kena ajar berbanding dengan guru kurikulum lain. Kursus orientasi sains sewajarnya dapat meningkatkan tahap keyakinan guru melaksanakan proses pengajaran mereka. Guru perlu memahami dengan mendalam kurikulum baru dari segi isi kandungan mata pelajaran sains bagi membolehkan guru dapat melaksanakan proses pengajaran dan pembelajaran dengan penuh

JADUAL 4. Taburan kekerapan guru sains KBSR menghadiri kursus dan bimbingan dari guru sumber tentang kemahiran berfikir

Penyertaan dalam kursus kemahiran berfikir	Bil. Guru	Jumlah hari menghadiri kursus								Bimbingan guru sumber			
		TN	1	3	5	7	8	14	28	TN	Tidak pernah	Jarang-jarang	Kerap
Mengikuti kursus	13	2	1	3	2	2	1	1	1	1	4	6	2
tidak mengikuti kursus	21									3	5	8	5
Jumlah	34									4	9	14	7

TN = Tidak dinyatakan

keyakinan (Juliana 1993; Swetz & Subahan 1982; Yeoh 1998 dan Laporan Kabinet 1979). Di samping itu, guru sains memerlukan latihan untuk mengembangkan kemahiran dalam pengajaran yang berorientasi aktiviti dan berpusatkan pelajar. Kursus-kursus dalam perkhidmatan sewajarnya dirancang dengan lebih efektif bagi memastikan kesediaan guru melaksanakan kurikulum dengan berkesan.

Pengetahuan Konsep Kalangan Guru

Sebenarnya, penulis telah berminat mengenai penguasaan konsep asas dengan masalah pengajaran sejak kembali dari membuat Ph.D pada 1983. Untuk mengajar kefahaman konseptual dengan berkesan guru harus mempunyai kefahaman konsep sains yang baik. Beberapa kajian telah menunjukkan pelajar sudah membentuk konsepsi alternatif iaitu idea-idea yang bercanggah dengan konsepsi atau penerangan saintifik sebelum guru mula mengajar. Sesuai dengan usaha itu, guru pelatih diploma telah didedahkan tentang wujudnya kerangka alternatif mengenai konsep-konsep yang akan diajar. Buat permulaannya satu kajian telah dijalankan untuk mengenal pasti kerangka konsep (dalam daya dan pergerakan) di kalangan guru pelatih siswazah fizik. Hasil kajian menunjukkan bakal guru siswazah juga mempunyai konsepsi salah, idea konsep yang bercanggah dengan apa yang diterima oleh saintis (Subahan 1990; Lilia 1994). Dapatan yang sama telah diperolehi dalam kajian mengenai konsepsi fizik di kalangan guru pelatih di Britain berbanding dengan negara kita. Teoh et. al. (1995) mendapati kerangka alternatif elektrik yang wujud di kalangan guru pelatih siswazah sains dan bukan siswazah sains di maktab adalah serupa dengan apa yang telah dikenal pasti oleh penyelidik lain.

Hasil ini bukan sahaja di kalangan guru pelatih Malaysia, tetapi di negara lain juga mengalami masalah yang sama (Ivowi 1984; Kruger et. al. 1990). Contohnya Webb (1992) mendapati

lebih 70% daripada responden guru sains sekolah rendah mempunyai idea yang bercanggah dengan kefahaman saintifik mengenai pengaliran arus elektrik dalam litar ringkas.

Perbezaannya mungkin dari segi kekerapan dan bilangan salah konsepsi. Hasil dua kajian menunjukkan lebih ramai guru pelatih tempatan mempunyai konsepsi salah berbanding dengan guru pelatih di Britain, walaupun persampelan kajian tersebut terhad dan tidak mewakili populasi guru pelatih Malaysia dan England (Lilia 1994; Yeong 1987). Persamaan dalam penggunaan konsepsi salah oleh guru dari budaya negara yang berbeza merupakan satu dapatan yang penting. Pola maklum balas di antara pelatih dari dua negara menunjukkan terdapat mekanisme yang sama untuk menyokong ciri konsepsi tertentu. Peranan pendidik adalah untuk memahami pelajar dengan sebaik mungkin agar mereka dapat mengenal pasti kekeliruan dan kerangka alternatif yang ada, seterusnya menyangkal atau membetulkan kerangka alternatif yang ada kepada konsep yang sama dengan konsep saintifik. Bagaimana pula, jika guru sendiri mempunyai konsepsi salah. Kepentingan penyediaan guru dengan secukupnya mungkin telah tidak dititikberatkan dalam projek perkembangan kurikulum untuk sekolah rendah dan menengah.

Kesukaran pelajar hadapi dalam fizik biasanya bukanlah disebabkan kegagalan guru yang mempersembahkan bahan dengan betul dan jelas dari perspektif ahli fizik. Apa yang diajar bukan salah, walaupun kadang-kadang nampak salah. Apa yang berlaku adalah apa guru maksudkan atau nyatakan, tidak sama dengan apa yang pelajar faham atau rumuskan dari maksud tersebut. Kadang-kadang terdapat perbezaan yang signifikan apa yang guru fikir pelajar telah faham dengan apa yang dipelajari. Guru pula biasanya tidak mengambil berat apa yang dipunyai oleh pelajar dari pelajaran yang lepas atau yang dibawa sebelum mengikuti mata pelajaran fizik.

Pengetahuan Asas Pelajar

Konsepsi Awal Pelajar

Sesetengah pelajar didapati mempunyai pengetahuan sedia ada dalam konsep yang telah diajar tetapi kebanyakan idea itu tidak selaras dengan pendapat saintis. Beberapa konsepsi salah itu telah diperolehi sebelum mereka menerima pendidikan formal di sekolah. Mereka sudah membentuk idea tentang konsep sains hasil daripada pengalaman kehidupan seharian. Pembelajaran hasil interaksi mereka dengan alam sekeliling telah menghasilkan tanggapan konsep yang berbeza daripada penerangan konsep yang dipegang oleh saintis atau pandangan saintifik yang diterima. Beberapa kajian telah menunjukkan sebahagian besar konsep awal atau konsepsi salah itu disimpan kekal dalam kognitif pelajar dan tidak mudah dinyahkan walaupun mereka didedahkan konsepsi atau penerangan konsep yang betul dalam pendidikan secara formal. Pelajar masih menggunakan konsepsi salah sebagai alternatif untuk menerangkan fenomena sains. Istilah prakonsepsi digunakan untuk menamakan konsepsi alternatif yang dipunyai oleh kanak-kanak sebelum mengikut pengajaran formal. Selain daripada istilah prakonsepsi, istilah lain juga digunakan seperti, konsepsi alternatif, salah konsep, miskonsepsi, kerangka alternatif dan sains kanak-kanak untuk menamakan tanggapan salah pelajar itu. Hasil kajian menunjukkan bahawa kerangka alternatif yang ada pada murid-murid dan pelajar menjadi penghalang kepada pembelajaran konsep sains yang diterima pakai oleh saintis seperti yang diajar oleh guru di sekolah dan universiti. Mereka secara sedar atau tidak lebih cenderung menggunakan konsepsi salah, yang telah lama wujud dalam kerangka kognitif mereka. Adakala mereka mengekal konsepsi baru yang diajar oleh guru bersama dengan konsepsi alternatif. Mereka saling menggunakan kedua-dua konsepsi. Mereka mungkin dapat menjawab soalan peperiksaan akhir tahun, yang tidak mencabar dengan

menggunakan konsepsi baru yang betul dan menukar semua kepada konsepsi lama dalam keadaan lain. Oleh sebab konsepsi lama lebih kukuh, konsepsi baru mungkin mudah padam dari ingatan. Salah konsepsi akan terus kekal, jika tidak diperbetulkan walaupun pelajar telah menamat pelajaran mereka di peringkat tinggi.

Satu kajian kolaboratif, silang budaya, telah dijalankan tentang kefahaman konsep dan kerangka konsep asas daya statik dan litar elektrik di antara negara Asean dan negara Selatan Pasifik termasuk Australia di bawah ASPEN (Khalijah et. al. 1990). Hasil kajian menunjukkan pelajar sekolah menengah dari universiti mempunyai salah konsep dan terdapat persamaan dalam penerangan dan kefahaman alternatif yang dipunyai oleh pelajar daripada pelbagai tahap pendidikan di negara yang berbeza itu. Keputusan di atas ini menunjukkan dengan jelas bahawa ramai pelajar (tidak kira negara) menggunakan idea lain daripada apa yang diajar untuk membuat interpretasi situasi atau fenomena fizik. Idea ini timbul daripada interpretasi pelajar dari interaksi mereka dengan alam sekeliling. Idea juga terbentuk daripada pengalaman seharian. Contoh idea pelajar adalah mengenai konsepsi daya yang dikaitkan dengan pergerakan. Pengalaman seharian mereka menunjukkan bahawa kita perlu gunakan daya untuk menggerakkan benda, seperti perabot dan apabila daya (tolak) tidak dikenakan, benda itu akan terhenti (sebabkan geseran). Pelajar tidak faham sebenarnya dalam contoh itu, daya diperlukan untuk mengubah gerakan benda daripada keadaan pegun hingga bergerak. Objek itu seharusnya akan terus bergerak, selepas dikenakan daya kecuali ada daya yang menentanginya seperti daya geseran. Idea salah itu dipegang oleh pelajar sebelum belajar mata pelajaran fizik secara formal. Pelajaran fizik akan memberi idea alternatif mengenai daya dan gerakan yang betul tetapi ramai pelajar masih menggunakan idea asal mereka untuk membuat interpretasi fenomena gerakan. Pengalaman menunjukkan walaupun guru berusaha mengajar

semula berkali-kali konsepsi yang betul, pelajar tetap menggunakan konsepsi alternatif yang salah. Beberapa kajian lain mengenai fenomena konsepsi salah dalam beberapa topik telah dijalankan di UKM, khususnya dalam mata pelajaran fizik. Hasil penyelidikan menunjukkan kewujudan salah konsep berkaitan dengan;

1. Daya, seperti daya graviti, daya ke atas jasad keadaan pegun.
2. Hukum gerakan Newton, termasuk hukum ketiga.
3. Gerakan dan daya, seperti 'gerakan bermakna ada daya'.
4. Pengkonduksian haba.
5. Konsep penglihatan dan pembalikan cahaya.
6. Pembentukan arca oleh kanta.
7. Pengaliran arus elektrik.
8. Perbezaan potensi.
9. Sel dalam siri atau selari.
10. Gelombang.

Kajian tersebut serta penyelidik lain di Malaysia telah menunjukkan kewujudan salah konsepsi di semua tahap persekolahan dan pengajian. Nor Riza dan Subahan (1998) telah mengenal pasti salah tanggapan dalam elektrik di kalangan pelajar tingkatan empat, lima dan enam (Jadual 5). Keputusan menunjukkan salah tanggapan wujud dalam

JADUAL 5. Min skor pelajar mengikut jantina dan tingkatan

Tingkatan	Min Skor (Bilangan Pelajar)	Lelaki (Bilangan Pelajar)	Perempuan (Bilangan Pelajar)
4	10.48 (62)	11.38 (26)	9.83 (36)
5	14.29 (34)	14.41 (11)	14.08 (13)
6 Bawah	14.92 (24)	15.55 (11)	14.38 (13)

konsepsi pelajar di semua tahap tingkatan. Tahap salah faham pelajar tingkatan empat adalah paling tinggi, manakala tingkatan lima sederhana dan tingkatan enam rendah kurang sedikit. Walaupun terdapat penurunan mengikut tahap pendidikan pelajar, masih ada pelajar yang belum menguasai konsepsi yang betul.

Beberapa penyelidikan telah juga menunjukkan kewujudan salah konsepsi dalam beberapa topik lain di kalangan pelajar sekolah, universiti dan guru maktab (Lee et. al. 1992). Khalijah, Subahan dan Khyasudeen (1991) telah menghuraikan salah konsepsi di kalangan pelajar institusi tinggi di ITM, UTM dan UKM termasuk guru pelatih siwazah dalam daya dan gerakan. Abd. Rashid (1999) telah menjalankan satu kajian tinjauan mengenai tanggapan salah konsep terhadap beberapa asas kimia iaitu stoikiometri, keseimbangan kimia dan ikatan kovalen kalangan pelajar sains sesi 1996/1997 di UKM. Beliau mendapati bahawa pelajar tersebut mempunyai tanggapan salah yang sangat meluas dan kekal.

Kajian ini mempunyai implikasi kepada guru dan pembina kurikulum sains. Kesalahan dalam pembelajaran sains adalah penting sebab kesalahan konsep itu memberi peluang menyaksikan proses dan fungsi minda (Fisher & Lipson 1986). Dengan menunjukkan salah konsep di kalangan pelajar dalam kelas, guru dapat membimbing pelajar melalui satu urutan pengajaran yang dapat membantu membentuk kefahaman seperti yang diterima oleh ahli sains iaitu apa yang hendak diajar. Kajian Normah dan Subahan (1997) menunjukkan strategi berasaskan pengetahuan lepas boleh menyebabkan pengajaran konsepsi sains yang lebih baik dan bererti. Banyak lagi kajian sedang dibuat mengenai salah konsepsi pelajar dalam beberapa topik tetapi hingga kini, yang masih menjadi tanda tanya bagaimana maklumat atau data ini dapat dimasukkan ke dalam perkembangan kurikulum. Kami juga sedang berusaha menyelesaikannya melalui beberapa pendekatan pedagogi dan strategi berasaskan

penyelidikan secara kecil-kecilan melalui kajian ilmiah pelajar sarjana muda dan siswazah. Antaranya adalah pendekatan yang tidak perlu kos yang banyak seperti peta konsep (Normah 1996), radas kos murah dan pendekatan multimedia dengan komputer (Yau 1998).

Penyelidikan ini mempunyai implikasi dalam kurikulum latihan guru sebab ramai guru baru tidak sedar mengenai fenomena salah konsepsi. Guru didapati tidak sedar atau tidak sensitif terhadap idea murid. Guru harus terlebih dahulu menyangkan salah konsepsi mereka, jika wujud sebelum berusaha mengatasi salah konsepsi pelajar. Idea pelajar sangat berguna untuk diambil kira dalam langkah permulaan pembelajaran. Latihan guru perlu membiasakan pelatih mereka mengenai apa yang telah diketahui terhadap salah konsepsi dan memupuk kesedaran dan sikap yang betul dalam menangani masalah ini supaya hasil pembelajaran dapat ditingkatkan. Pembina kurikulum harus mengambil kira fenomena ini dan memberi ruang untuk guru mengatasi masalah dan memadamkan konsepsi alternatif pelajar mereka. Organisasi isi kurikulum serta pendekatan dan strategi yang dicadangkan memainkan peranan penting dalam meningkatkan tahap pemahaman serta mengatasi salah tanggapan di kalangan pelajar. Oleh itu semua pihak harus berusaha mencari tatacara yang berkesan untuk memasukkan data konsepsi salah dalam kurikulum di peringkat pusat supaya rancangan pelajaran di peringkat sekolah mengambil kira pengetahuan yang tersedia atau yang dibawa oleh pelajar dan mewujudkan pembelajaran yang berkesan. Salah tanggapan ada pada pelajar dan jika tidak diatasi akan menimbulkan banyak konflik dan menjejaskan penguasaan konsep saintifik yang akan diajar.

Salah Faham dalam Pengetahuan

Huraian di atas menjelaskan bahawa kita tidak boleh mengandaikan jika tidak diajar sesuatu konsep pelajar tidak mempelajarinya. Pelajar sejak kecil lagi telah berinteraksi dengan alam keliling dan melalui interaksi itu mereka telah membentuk konsepsi awal mengenai fenomena alam, walaupun belum lagi menerima pendidikan atau diajar secara formal. Kanak-kanak sudah mula membentuk idea-idea atau konsepsi alternatif tentang konsep sains melalui interaksi mereka dengan alam kehidupan seharian. Mereka telah memperoleh secara tidak formal konsepsi sains, yang disebut sebagai prakonsepsi, bagi menerangkan fenomena sekeliling dunia mereka. Ini bermakna kanak-kanak, apabila memasuki sekolah akan membawa masuk bersama mereka prakonsepsi tersebut. Yang menjadi masalah adalah penerangan yang diberi itu biasanya berbeza daripada apa yang diterima oleh saintis. Kebanyakan idea mereka adalah konsepsi yang alternatif, berbeza dengan konsep saintifik.

Bilangan penyelidikan mengenai salah konsepsi dan kerangka kerja konseptual dalam sains telah meningkat dengan mendadak kebelakangan ini dan subjek ini merupakan satu bidang inkuiri yang masih berkembang. Dalam kebanyakan kajian, isu utama adalah untuk mengenal pasti kewujudan salah konsepsi atau konsepsi alternatif (Griffith et. al 1988).

Sejak awal 1980-an hingga tahun 1990-an banyak penyelidikan menunjukkan fenomena itu menjadi penghalang kepada pembelajaran konsep sains yang diajar di sekolah dan peringkat tinggi. Murid sekolah tidak mudah melepaskan konsepsi awal, walaupun guru telah mengajar konsepsi yang diguna oleh saintis. Murid lebih cenderung menggunakan konsepsi salah walaupun mereka telah didedahkan kepada konsep saintifik seperti diajar oleh guru. Kadang-kadang kedua konsepsi mungkin wujud, konsepsi saintifik dan alternatif dalam struktur kognitif murid-murid. Seperti yang telah dijelaskan, mereka mungkin

menggunakan konsepsi saintifik yang baru diajar untuk menjawab soalan peperiksaan tahun itu. Pelajar tidak selesa dengan konsepsi saintifik sebab lebih selesa dengan konsepsi lama yang telah dibentuk lama dengan lebih kukuh dalam kognitif. Konsepsi salah tidak mudah dinyahkan dan didapati akan terus kekal walaupun hingga ke peringkat pendidikan tinggi (Webb 1992). Banyak kajian telah menunjukkan fenomena yang sama wujud di negara Barat dan Asean. Salah faham adalah satu fenomena yang universal. Peringkat pertama kajian mengenai kefahaman pelajar dalam konsep asas telah menunjukkan kewujudan salah konsepsi pelajar. Langkah tersebut telah mengenal pasti dan menghuraikan konsepsi alternatif dalam beberapa topik dalam bidang sains. Penghalan tersebut tidak dapat mengatasi masalah. Peringkat kedua adalah kefahaman mengenai langkah berkenaan dalam membantu pembentukan konsepsi pelajar .

Beberapa strategi telah digunakan untuk membantu perubahan konsep pelajar terhadap pengetahuan saintifik yang lebih berjaya. Strategi biasa yang tidak mengambil peduli prakonsepsi pelajar dan menganggap pelajar yang belum menerima pelajaran formal sebagai 'tin kosong', tidak akan berhasil untuk mengubah konsepsi salah pelajar. Pengajaran sains boleh menggunakan pendekatan konflik dari teori psikologi seperti Piaget atau mengikut epistemologi seperti teori Kuhn dan Lakatos untuk perubahan konseptual. Pendekatan konflik mengusulkan pembentukan satu keadaan tidak selesa kepada pelajar terhadap idea awal mereka, satu langkah yang perlu untuk pembentukan pengetahuan saintifik. Eksperimen yang menghasilkan bukti yang bertentangan dengan ramalan pelajar terhadap satu fenomena semulajadi adalah satu cara penting untuk mencabar konsepsi sedia ada pelajar. Tujuannya adalah untuk pelajar faham model saintifik yang ingin diajar. Perbincangan setakat ini telah menunjukkan kefahaman pengetahuan sains memerlukan satu penstrukturan radikal dalam pengetahuan awal pelajar.

Kaedah secara tradisi iaitu guru hanya menyampaikan konsep seperti yang diterima saintis, tidak dapat memadam konsepsi

salah yang dipegang oleh pelajar. Abd. Rashid (1999) dalam kajian mengenai tanggapan salah beberapa konsep kimia, juga mendapati bahawa tanggapan salah pelajar berpunca daripada proses pengajaran-pembelajaran di sekolah menengah dan matrikulasi atau asasi yang kurang menitikberatkan penghapusan tanggapan salah di kalangan pelajar dalam bilik darjah.

Oleh yang demikian, untuk membentuk kefahaman pengetahuan saintifik biasanya perlu satu perubahan konsepsi pelajar. Istilah ‘perubahan konsep’ digunakan untuk merakam perubahan penstrukturan semula secara progresif pengetahuan sedia ada. Perbincangan masih berterusan diadakan mengenai sifat penstrukturan tersebut dan amalan pedagogi yang boleh memupuk pembentukan konseptual pelajar. Proses tersebut diterima sebagai sesuatu yang kompleks.

Kajian kami menunjukkan dalam apa strategi yang digunakan, guru dan pelajar harus menyedari konsepsi awal itu dan akan merancang dengan merujuk kepada konsepsi salah itu. Griffiths dan Grant (1985) dan beberapa penyelidik lain pula menyatakan terdapat bukti bahawa guru tidak menyedari konsepsi salah tertentu yang dibawa oleh pelajar mereka dan pelajar pula sukar melepaskan strategi berfikir itu kerana dalam beberapa situasi, ianya mampu memberi penerangan kepada masalah yang ada kaitan dengan konsep tersebut. Idea pelajar itu merupakan ‘yang terbaik’ yang telah dihasilkannya dan idea itu telah berjaya dalam beberapa situasi (Powell et. al. 1990). Pelajar tidak melihat keterbatasan atau kesalahan pada idea mereka itu yang hanya berjaya memberi penerangan pada tahap-tahap tertentu. Konsepsi salah itu tidak mudah dilepaskan oleh pelajar dan tidak semestinya boleh diubah hanya dengan menyampaikan penerangan saintifik. Bagaimanapun, konsepsi salah yang ada pada pelajar ini, jika tidak diatasi, boleh menimbulkan lebih banyak konflik dengan teori formal yang akan diajar. Oleh itu guru harus dapat mengesan konsepsi salah itu yang ada pada pelajar dahulu sebelum berusaha menukarkannya dengan konsep saintifik yang tepat. Satu cara yang kami temui adalah melalui penggunaan peta konsep.

Perbincangan awal telah menekankan pentingnya guru mengambil perhatian konsepsi salah pelajar. Beberapa penyelidik (Erickson 1979; Doran 1972; White 1994) telah merumuskan bahawa pengetahuan konsepsi awal pelajar penting kepada guru dan pembina kurikulum. Doran (1972) menjelaskan dengan merujuk konsepsi salah yang wujud dalam kelas, guru boleh 'memandu pelajar mengikut urutan pengajaran yang boleh membantu perkembangan kefahaman yang betul mengenai fenomena atau prinsip. Hewson dan Hewson (1983) juga menunjukkan strategi pengajaran berdasarkan pengetahuan tersedia ada yang boleh menyebabkan penguasaan konsep saintifik yang lebih baik. Untuk tujuan ini guru perlu memasukkan maklumat mengenai konsepsi salah dalam pengajaran dan perkembangan kurikulum mereka.

Bagaimana Mengatasi Salah Konsep

Penyelidikan awal mengenai masalah salah konsep telah mendedahkan dan mengenal pasti salah konsep yang khusus dipegang oleh pelajar. Konsepsi pelajar itu didapati tidak mudah dipadamkan dengan mengajar secara tradisi, walaupun guru mengajar berulang kali. Oleh sebab itu, kajian kami menunjukkan pelajar di tingkatan atas dan universiti masih mempunyai salah konsep seperti konsepsi yang dipegang oleh pelajar di tingkatan bawah dan sekolah rendah.

Kewujudan konsepsi alternatif yang berbeza dengan konsepsi saintifik akan menghalang penguasaan konsep baru seterusnya, malahan akan menambah lagi salah konsep yang dipunyai oleh pelajar. Guru disarankan mengambil strategi yang khusus bagi mengenal pasti kewujudan konsepsi salah pelajar dan memandu pelajar mengikut urutan pengajaran yang boleh membantu perkembangan kefahaman pelajar mengenai fenomena yang diajar. Strategi pengajaran yang mengambil kira pengetahuan sedia ada pelajar boleh mendatangkan penguasaan konsepsi saintifik yang baik. Maklumat mengenai konsepsi salah perlu dimasukkan dalam kurikulum mengajar. Beberapa strategi telah diperkenalkan untuk

membantu perubahan konseptual pelajar dari prakonsep yang salah kepada konsepsi yang diterima oleh saintis. Ada strategi mencadangkan pelajar didedahkan dengan situasi yang mencabar konsepsi salah mereka. Eksperimen boleh didirikan untuk menunjukkan dapatan yang tidak sama dengan apa yang dijangkakan oleh pelajar berdasarkan konsepsi mereka. Ketidakpuasan pelajar terhadap konsepsi mereka, akan menyebabkan pelajar mula menerima konsepsi yang baru. Konsepsi haruslah mudah difahami oleh pelajar. Pada pelajar konsepsi baru mestilah menasabah dan berfaedah untuk menerangkan fenomena yang dikaji. Oleh sebab itu adalah dicadangkan pelajar diberi peluang menggunakan idea baru dengan berjaya. Guru harus membantu pelajar untuk memberi pengalaman yang mengkontradik salah konsepsi, penghubung di antara input baru dengan pengetahuan sedia ada serta memberi maklumat dan pengalaman yang berterusan komponen utama konsep. Akhirnya pelajar akan menyesuaikan atau menggantikan idea mereka dengan idea berasaskan teori saintifik.

Secara ringkas, langkah-langkah yang dicadangkan merangkumi (1) mengesan dan mendedahkan prakonsepsi pelajar, (2) mewujudkan konflik konsepsi dengan mempamerkan secara tidak langsung tetapi bukan menyelesaikan perselisihan antara prakonsepsi dan konsepsi yang ditimbulkan dalam kelas dan (3) menggalakkan pengembangan yang betul skema baru melalui perbincangan dalam kelas. Untuk menggalakkan perubahan konsep, dua strategi utama yang perlu dilakukan, seperti dirumuskan oleh Scott et. al. (1992) adalah:

1. Strategi yang bertujuan menimbulkan suatu konflik di antara prakonsepsi (tidak sains) pelajar dengan konsepsi sains. Pelajar dibantu untuk menyelesaikan konflik.
2. Strategi yang bermula dengan konsepsi pelajar dan mereka dibantu membentuk dan mengembangkan pandangan sains.

Untuk menyahkan salah faham pelajar adalah satu proses konstruktif yang bergantung kepada kebolehan pelajar untuk

menjanakan hubungan logik daripada dalil dan konsepsi alternatif. Oleh yang demikian, tidak cukup dengan mengajar konsepsi saintifik dan 'mengajar semula salah tanggapan'. Dalam pengajaran sains, provisi seharusnya dibuat untuk strategi pengajaran yang akan membantu pelajar bukan sahaja mengekalkan pengetahuan yang telah ada tetapi juga melalui proses dengan cara yang betul pembentukan hubungan di antara konsep dan subkonsep. Perincian strategi ini adalah secara ringkas adalah seperti berikut:

1. Menerima bahawa konsepsi salah wujud.
2. Menyiasat lanjut konsepsi salah melalui demonstrasi dan persoalan.
3. Minta pelajar menjelaskan konsepsi mereka.
4. Menimbulkan percanggahan dalam konsep salah pelajar melalui soalan dan demonstrasi.
5. Menggalakkan pelajar berbincang konsep saintifik dalam pengajian mereka.
6. Mengembang penggantian konsepsi salah dengan konsep saintifik
7. Menilai semula kefahaman dengan menggunakan soalan konseptual.

Strategi Pembelajaran

Pendekatan Peta Konsep

Dalam satu daripada kajian di Fakulti, kami telah mempelopori penggunaan peta konsep sebagai alat pembelajaran. Kami telah mencuba mengembangkan penggunaan strategi peta konsep. Strategi yang dicadangkan melibatkan pelajar dan guru yang saling mencabar konsepsi masing-masing. Peta konsep telah diterima sebagai alat pembelajaran. Peta konsep boleh diguna untuk menunjukkan perhubungan antara konsep secara lakaran dua dimensi. Teknik ini telah digunakan untuk menunjukkan

kewujudan salah konsep tetapi belum dikaji sebagai satu strategi mengatasi salah konsep (Fuller 1994). Kami telah menjalankan satu penyelidikan untuk mengkaji keberkesanan penggunaan peta konsep dalam mengatasi salah konsepsi bagi topik kinematik ke atas pelajar tingkatan empat. Topik kinematik ini adalah di antara topik awal yang diajar kepada pelajar lepasan PMR yang masuk ke aliran sains dan memilih fizik sebagai mata pelajaran elektif mereka dalam tingkatan empat dan lima. Kajian rintis telah dijalankan di Sekolah Menengah Islam Al Amin Gombak, Selangor dan Sekolah Menengah Puteri Titiwangsa, Kuala Lumpur untuk menentukan kebolehpercayaan instrumen, mengenal pasti salah konsep yang telah diubah sesuai dari kajian Trowbridge dan McDermott (1981). Kajian sebenar telah dijalankan ke atas dua kumpulan pelajar tingkatan empat di Sekolah Aminuddin Baki. Kumpulan kawalan diajar dengan kaedah biasa. Latihan pembentukan peta konsep telah diberi sepanjang unit kajian ini diajar. Dalam menggunakan peta konsep sebagai strategi mengatasi salah konsepsi, pendekatan pengenalanpastian konsepsi awal dibuat dan eksperimen digunakan dalam meneguh konsep saintifik. Peta konsep itu dibincangkan bersama dalam kumpulan 3– 4 orang dan kemudiannya dibentang dalam kelas pada waktu mata pelajaran fizik yang berikutnya. Hasil kajian dan analisa ujian pra dan pos di antara kumpulan eksperimen (rawatan) dan kawalan (kaedah biasa) menunjukkan

1. Kewujudan salah konsepsi di kalangan pelajar dalam kajian ini dan persamaan salah konsepsi dengan pelajar dalam kajian seperti Trowbridge dan McDermott.
2. Kaedah rawatan peta konsep yang digunakan dalam kajian ini dapat membantu pelajar bagi mengatasi salah tanggapan dalam topik kinematik dengan bermakna, berbanding dengan kaedah yang biasa digunakan dalam mempelajari topik ini.

Data kami juga menunjukkan bahawa

1. Rawatan menggunakan peta konsep memberikan kesan yang berbeza mengikut jantina pelajar.
2. Rawatan menggunakan peta konsep tidak memberikan kesan yang berbeza kepada pelajar yang berbeza kaum.

Harus diingat bahawa kajian kami tidak direka bentuk untuk tujuan di atas, walaupun keputusan telah menunjukkan penggunaan peta konsep dalam mempelajari topik kinematik adalah sama terhadap pelajar-pelajar tanpa mengira bangsa, tetapi memberi kesan yang berbeza mengikut jantina pelajar.

Secara keseluruhannya, kajian telah menunjukkan bahawa kaedah penggunaan peta konsep, satu kaedah yang tidak perlu belanja yang besar, dapat mengurangkan salah konsepsi pelajar-pelajar dengan lebih signifikan berbanding dengan kaedah biasa yang digunakan dalam proses pengajaran dan pembelajaran mata pelajaran fizik di sekolah-sekolah negara hari ini.

Dalam kajian Siti Farina dan Subahan (1999) pula, telah dikaji penggunaan peta konsep dalam mengulangkaji matematik. Kajian melibatkan pelajar Pusat Persediaan ITM MARA. Hasil kajian menunjukkan peta konsep (rumusan guru) dapat meningkatkan prestasi pelajar dalam keputusan matematikanya.

Secara khusus langkah berikut adalah strategi yang diikuti dalam pelaksanaan pendekatan perubahan konseptual

1. Memperkenalkan peta konsep dan membuat latihan. Membiasakan pelajar membuat peta konsep menggunakan contoh mudah seperti mengenai air. Pelajar juga akan diperkenalkan dengan aras hierarki yang terdapat dalam sebuah peta konsep dan bagaimana meletakkan konsep yang lebih spesifik dibawa konsep yang lebih umum serta bagaimana melukis rantai penghubung konsep dan rantai silang di antara konsep tersebut.
2. Peta konsep dibuat secara kumpulan dari idea yang diterima dalam pengajaran seterusnya.

3. Peta konsep tersebut dibincangkan dalam kelas dan interaksi pelajar digalakkan dalam mempertahankan peta konsep masing-masing
4. Konsepsi pelajar dianalisa dan pelajar digalakkan menggunakan konsepsi yang saintifik.

Sebagai guru dan pendidik kita harus melihat kesan perubahan dalam proses pengajaran dan pembelajaran itu sendiri yang dapat mencapai objektif dan matlamat pendidikan sains. Banyak perubahan telah berlaku dalam sistem pendidikan negara kita tetapi masalah kelemahan pelajar dalam pembelajaran sains masih tidak dapat diatasi sepenuhnya (Seth 1997).

Kajian mengenai pencapaian sains menunjukkan secara konsisten pelajar tidak belajar dengan secukupnya. Fokus untuk kurikulum di peringkat STPM biasanya kepada isi kandungan sains. Cara pengajaran dan buku teks mendokong konsep ini. Literasi sains menekankan bukan sahaja penguasaan isi pengetahuan sains yang asas tetapi penggunaan pengetahuan itu mengikut keperluan peribadi dan masyarakat.

Pembelajaran melibatkan kefahaman proses dan isi kandungan. Umumnya pembelajaran isi kandungan terdiri daripada konsep sains. Perkataan konsep, digunakan dengan pelbagai cara dalam karya pendidikan dan psikologi. Sesetengah fokus kepada atribut yang biasa (umum) antara objek atau kejadian yang menyebabkan objek tersebut diletakkan dalam kategori yang sama, dan dilabelkan sebagai konsep dengan satu perkataan. Perbincangan pembelajaran sains biasanya fokus kepada jaringan hubungan antara konsep. Pelajar akan menguasai sains jika memahami konsep itu dan hubungan antara konsep, dan boleh menggunakan pemahaman itu dalam situasi baru. Pembelajaran jenis ini adalah pembelajaran bermakna, dan ini memerlukan pelajar mengaitkan idea baru kepada, atau ke dalam pengetahuan konsep mereka yang tersedia (Ausubel 1968). Ausubel (1968) telah menekankan pentingnya menghubungkan pengetahuan baru dengan pengetahuan sedia ada dan konsep

sains dengan yang telah dikuasai oleh pelajar bagi menjadikan pembelajaran menjadi lebih bermakna. Dalam mata pelajaran sains khususnya fizik, kesinambungan pembinaan konsep sains dari satu tahap ke tahap lain amat penting sebab konsep berkait dan mempunyai urutan hierarki dan perlu dilaksanakan dengan sebaik mungkin.

Pelajar harus memahami konsep asas, termasuk menyusun dan membuat interpretasi konsep apabila mempelajari maklumat baru. Pembelajaran menjadi bermakna jika pelajar dapat menghubungkan maklumat konseptual yang telah dipunyai kepada konsep-konsep baru atau label-label konsep yang relevan (sesuai). Proses ini mengikut Ausubel (1968) berlaku apabila pelajar itu maju melalui satu kontinum daripada pembelajaran hafalan kepada pembelajaran bermakna dan daripada pembelajaran receptif kepada pembelajaran penemuan. Terdapat interaksi antara pengetahuan baru dan konsep yang telah diketahui. Untuk pembelajaran sesuatu konsep secara bermakna, pelajar harus menjalankan proses kognitif untuk membina hubungan antara unsur maklumat dalam konsep itu.

Masalah wujud apabila pelajar menghadapi pengetahuan baru dan tidak dapat menyesuaikan dirinya dengan asas konsep mereka atau pelajar tidak mempunyai asas konseptual. Pelajar tidak faham di mana hendak meletakkan pengetahuan baru ke dalam kerangka kerja yang sedia ada. Pembelajaran menjadi masalah sebab pelajar perlu berusaha secara berterusan untuk membuat perhubungan konsep.

Pembelajaran Bermakna

Dalam konteks pembelajaran di sekolah, penghafalan lebih diutamakan daripada pendekatan bermakna. Pembelajaran bermakna adalah pembelajaran yang mengaitkan atau menghubungkan dengan pengetahuan yang tersedia ada. Pelajar perlu menguasai pengetahuan pra sebelum menumpu pembelajaran

bermakna. Pengetahuan itu harus distrukturkan secara hierarki dalam kod generic (Biggs dan Moore 1993). Oleh yang demikian asas pengetahuan adalah titik permulaan utama pembelajaran mendalam. Jika pelajar mempunyai pengetahuan prakeperluan yang tidak mencukupi untuk memulakan pelajaran, mereka akan bergantung kepada strategi hafalan. Walaupun proses metakognitif penting, penguasaan dasar pengetahuan adalah prakeperluan pertama untuk penglibatan tugas mendalam. Mereka menegaskan kita tidak boleh ada semua proses dan tanpa isi. Tanggapan mengenai pembelajaran bermakna terletak kepada pengetahuan yang kumulatif. Walau bagaimanapun terdapat banyak salah faham mengenai pembelajaran yang baik.

Konsep Kaedah Belajar

Ada dua pendapat umum mengenai tabiat dan cara belajar. Pertama, mengatakan bahawa pelajar yang menghabiskan banyak masa untuk belajar akan memperolehi kejayaan yang lebih baik. Kedua, ada kaedah belajar yang 'betul' yang diamalkan oleh pelajar-pelajar yang baik. Ada kebenarannya, bilangan jam yang dihabiskan untuk belajar ada kaitan dengan pencapaian pelajar tetapi kajian literatur hasil penyelidikan Subahan (1987) mendapati terdapat hasil kajian yang menunjukkan bahawa banyak masa digunakan untuk belajar tidak semestinya memberi keputusan yang lebih baik. Ini bererti bahawa kita perlu mengetahui bukan sahaja kuantiti tetapi juga kualiti atau bagaimana masa belajar itu digunakan. Banyak mana masa yang digunakan oleh pelajar itu bergantung juga kepada motivasinya dan kepayahan mata pelajaran. Pelajar yang mempunyai motivasi yang tinggi akan menggunakan masa dengan cara yang lebih cekap. Sesetengah pelajar mungkin menghabiskan banyak masa tetapi cara mereka menggunakan masa tersebut tidak berkesan. Kesimpulannya, 'bilangan jam' belajar perlu ditimbangkan bersama dengan

keberkesanan masa itu digunakan dalam menilai pembelajaran seseorang pelajar.

Terdapat juga pertalian di antara kaedah belajar dengan pencapaian akademik pelajar. Kebanyakan penyelidikan itu menggunakan soal selidik biasa yang mengandungi soalan-soalan mengenai tabiat dan sikap belajar (Hamid 1979). Item-item soal selidik tertumpu kepada cara bekerja yang sistematik, perancangan kerja yang teratur dan tabiat dan sikap pembelajaran yang baik. Pada keseluruhannya, korelasi yang didapati di antara gred pencapaian dengan orientasi belajar yang baik adalah positif, tetapi nilainya adalah kecil (kurang daripada 0.3). Dalam sesetengah keputusan pula mendapati ada juga pelajar yang lemah yang mempunyai kaedah belajar yang cukup kemas dan teratur. Maka adalah tidak benar semua pelajar yang memperolehi pencapaian yang baik telah mengikut jejak yang sama untuk mencapai kejayaan.

Beberapa kajian (Entwistle dan Wilson 1977) telah mendapati perbezaan yang besar dalam cara belajar antara pelajar yang boleh membawa kejayaan yang sama dalam pembelajaran. Sebenarnya tidak ada bukti yang nyata mengenai apa kaedah yang paling baik untuk belajar. Rumusan yang boleh dibuat dari perbincangan di atas adalah sama seperti yang dibuat oleh Miller (1970) dan Entwistle dan Wilson (1977), yakni tidak ada bukti yang muktamad mengenai apakah cara belajar yang paling baik dan teknik yang boleh dipakai untuk semua individu.

Pendekatan Belajar yang Berkesan

Kegagalan untuk mencari satu perhubungan yang mudah mengenai cara belajar yang paling berkesan, menyebabkan beberapa pengkaji telah mengubah corak kajian dan menumpu kepada proses pembelajaran pelajar; khususnya cara pelajar membentuk strategi dan pendekatan pembelajaran mereka serta meneliti faktor-faktor yang mempengaruhi cara belajar yang digunakan

oleh pelajar. Beberapa kajian telah mengenal pasti dua pendekatan berbeza yang digunakan oleh pelajar (Biggs & Moore 1993). Satu pendekatan menunjukkan bahawa pelajar yang berhasrat untuk memahami makna isi kandungan bahan bacaan itu dari awal lagi, mereka mempersoalkan hujah-hujah yang dibaca, berusaha mengaitkan maklumat yang diperolehi dengan pengetahuan yang lepas dan pengalaman sendiri serta meninjau sama ada kesimpulan yang telah dibuat berasaskan dari bukti yang cukup. Pendekatan yang kedua menunjukkan pelajar berhasrat untuk menghafal isi-isi penting. Mereka lebih menumpu kepada hafalan fakta tertentu atau maklumat yang tidak berkaitan. Pembelajaran bermakna ada kaitan dengan pembelajaran mendalam, label yang digunakan oleh penyelidik yang mengkaji strategi atau pendekatan pembelajaran. Pendekatan 'mendalam' bersifat mencari makna, menggunakan pengetahuan yang lepas dan mengaitkan fakta dengan rumusan. Amalan pendekatan 'luaran' lebih menitikberatkan aspek mencari fakta dan hafalan biasanya tidak tenteram dengan keadaan sekeliling atau kejayaan dalam pembelajaran.

Biggs (1976) dan Entwistle et. al (1976) telah melabelkan satu lagi pendekatan belajar secara strategik yang berorientasi perlumbaan atau pertandingan untuk mencapai pencapaian baik dengan mengatur strategi-strategi tertentu yang diberi nama orientasi berjaya. Pelajar-pelajar yang menggunakan pendekatan ini biasa menumpu perhatian mereka kepada perkara yang menguntungkan dan mensifatkan peperiksaan sebagai satu pertandingan.

Pendekatan yang Harus Digalakkan

Saranan harus dibuat untuk menggalakkan pelajar menggunakan pendekatan mendalam. Beberapa kajian telah menunjukkan faedah yang diperolehi dari pendekatan ini.

Dalam kajian lain, Subahan (1985) mendapati bahawa pelajar tahun satu fizik yang mengamalkan pendekatan 'mendalam' lulus dalam semua peperiksaan di akhir tahun dan mencapai taraf

fahaman yang tinggi. Pelajar itu juga mudah mengingati semula maklumat penting secara terperinci. Berdasarkan kepada keputusan penyelidikan lain berhubung dengan perkara yang sama boleh dibuat kesimpulan bahawa seseorang yang mengamalkan pendekatan 'luaran' tidak mungkin memperolehi fahaman mendalam, selagi dia menggunakan kaedah itu. Ada kemungkinan seseorang pelajar yang menggunakan pendekatan 'mendalam' tidak dapat mencapai fahaman mendalam jika ia lemah dalam pengetahuan asas atau tidak dapat menumpukan perhatian sepenuhnya.

Pada peringkat pengajian tinggi, kita mengharapkan pelajar belajar bukan sahaja setakat menguasai pengetahuan yang khusus sahaja tetapi juga memperolehi kemahiran berfikir dan membuat tafsiran serta menginterpretasikan maklumat-maklumat secara objektif supaya dapat berfikir dengan lebih kritis. Pendekatan 'mendalam' lebih mirip kepada matlamat belajar yang penting itu pada peringkat pengajian tinggi.

Faktor yang Mempengaruhi Pendekatan Belajar

Apakah faktor-faktor yang menentukan cara belajar yang dipilih oleh pelajar. Umumnya yang diharapkan pelajar menggunakan pendekatan mendalam supaya apa yang dipelajari itu bermakna dan dapat diaplikasi, ciri yang menguntungkan untuk pembelajaran tinggi. Faktor-faktor itu perlu diambil kira sebab pendekatan yang diambil oleh pelajar akan mempengaruhi kualiti pembelajaran.

Pendekatan pembelajaran pelajar didapati dipengaruhi oleh banyak faktor antaranya motivasi pelajar dan iklim pembelajaran dan pengajaran serta ciri kurikulum. Kandungan sukatan pelajaran, kaedah pengajaran dan peperiksaan memainkan peranan dan boleh menyekat kebebasan pelajar memilih apa dan bagaimana dia mahu belajar.

Kurikulum

Dua faktor utama yang berkaitan dengan kurikulum adalah mengenai beban kandungan mata pelajaran dan latar belakang pelajar (Ramsden dan Entwistle 1981). Hasil penyelidikan menunjukkan bahawa beban mata pelajaran yang berat akan mendorong pelajar belajar secara hafalan. Ini diperkukuhkan dengan keadaan pelajar tidak faham apa yang dipelajarinya dan pelajar tidak cukup masa untuk mentelaah secara bermakna. Beban mata pelajaran yang perlu diambil oleh pelajar di sekolah menengah dan menengah atas adalah berat. Selain daripada mata pelajaran fizik atau sains, pelajar kena bersedia dalam enam hingga lapan mata pelajaran yang lain. Tambahan pula bilangan waktu untuk sesuatu mata pelajaran seperti fizik telah dikurangkan daripada lima waktu kepada empat waktu seminggu. Keadaan yang serupa nampaknya wujud di universiti, lebih-lebih lagi tempoh program ijazah sudah diturunkan daripada empat kepada tiga tahun. Pelajar Sijil Pelajaran Tinggi Malaysia telah lama menghadapi masalah yang sama sebab pengumuman keputusan Sijil Pelajaran Malaysia lewat dan tarikh kemasukan ke tingkatan enam dilambatkan. Walaupun keadaan begitu, mungkin hendak menjaga *standard*, tiada sebarang pengubahsuaian dibuat dalam kurikulum di sekolah mahupun di universiti. Guru kerap kali menimbulkan masalah hendak menghabiskan isi kandungan mata pelajaran seperti yang disenaraikan dalam kurikulum. Kesannya pelajar akan terdorong untuk menghafal segala isi yang disampaikan apabila menghadapi peperiksaan. Tidak dinafikan pendekatan mendalam lebih baik daripada pendekatan hafalan dan kualiti prestasi pelajar adalah baik berbanding dengan pelajar yang menggunakan pendekatan permukaan (hafalan). Dalam satu kajian mengenai strategi belajar sebelum masuk universiti dan selepas berada di universiti, kami dapati orientasi pelajar telah berubah semasa di universiti iaitu makin mendekati pendekatan hafalan. Faktor kurikulum dan pengajaran telah mempengaruhi orientasi pembelajaran pelajar.

Jenis Soalan Peperiksaan

Beberapa tinjauan telah dibuat (Ramsden dan Entwistle 1981) untuk mencari sama ada corak penilaian mempengaruhi pendekatan belajar pelajar. Bentuk soalan ujian memberi kesan kepada cara belajar. Jika soalan yang dikemukakan mengutamakan hafalan atau pelajar dapat menjawab dengan mengingati fakta tanpa memahaminya, maka pelajar menukar orientasi hafalan, walaupun pelajar memang mendekati pembelajaran secara bermakna atau mendalam. Sebaliknya, jika untuk lulus dalam peperiksaan, pelajar perlu menguasai pelajaran secara bermakna, pelajar yang suka menghafal akan berusaha menggunakan strategi mendalam. Soalan-soalan fakta yang melampau biasanya mendorong pelajar menggunakan pendekatan luaran, tetapi soalan-soalan yang mementingkan fahaman akan mendorong pelajar yang pada mulanya mengamalkan pendekatan luaran berusaha menggunakan pendekatan yang bermakna. Mereka mendapati lebih mudah mempengaruhi pelajar yang menggunakan pendekatan luaran daripada mereka yang menggunakan pendekatan dalaman. Kalau tidak terpaksa, pelajar yang mengamalkan pendekatan mendalam akan tetap menggunakan kaedah yang sama dalam keadaan di atas. Cara itu akan membantu pemahaman dan mengingati fakta dengan baik serta menggalakkan mereka belajar lebih lama. Jika sukatan kursus sangat berat dan peperiksaan sangat mementingkan fakta, pelajar itu akan mencapai taraf pemahaman yang rendah. Bentuk soalan peperiksaan didapati mempengaruhi pendekatan yang digunakan oleh pelajar. Mereka yang menggunakan pendekatan luaran akan mengubah pendekatan mereka untuk belajar secara bermakna jika soalan-soalan lebih menekankan fahaman.

Latar Belakang

Faktor latar belakang juga penting (Entwistle dan Wilson 1977). Pelajar yang kurang kesediaan dalam latar belakang kognitif

lebih mengutamakan pendekatan hafalan. Mereka akan berusaha menghafal segala isi penting walaupun tidak memahami makna istilah, konsep dan maklumat yang diterima dari kelas.

Bagi pelajar-pelajar sains, kehendak pengetahuan latar belakang kandungan kursus yang diambil adalah faktor penentu yang penting sekali. Sekiranya pelajaran itu adalah sukar dari persepsi pelajar misalnya terlalu banyak matematik diperlukan, mereka akan menggunakan pendekatan 'luaran'.

Motivasi Belajar

Biggs (1976) menghuraikan bahawa setiap orientasi pembelajaran berkait rapat dengan motivasi. Pelajar yang mempunyai motivasi dalaman yang tinggi sudah tentu menggunakan strategi yang berlainan daripada pelajar yang mempunyai dorongan belajar kerana takut gagal. Pendekatan 'luaran' berkait dengan motivasi luaran yang lebih mementingkan kelulusan dan kehendak kursus atau kerana takut gagal. Perkara di atas berkait rapat dengan motif pelajar memasuki pusat pengajian tinggi.

Faktor Guru

Faktor guru juga penting, kerana kaedah mengajar dan strategi pengajaran akan disesuaikan mengikut kehendak kurikulum, khususnya orientasi peperiksaan (Ramsden dan Entwistle 1981). Jika guru mengambil berat tentang pembelajaran bermakna, strategi yang baik akan diusahakan, seperti berpusat kepada kegiatan dan pelajar serta mengambil berat kesediaan pelajar dalam latar belakang sedia ada.

Rumusannya, faktor beban isi kandungan, dan tuntutan mata pelajaran dan strategi pengajaran dan penilaian adalah mengenai kurikulum. Begitu juga perkara berhubung dengan kesediaan kognitif pelajar secara tidak langsung dikaitkan dengan kurikulum. Jika kita ingin cemerlang dalam pendidikan sains, sebarang

inovasi kurikulum harus dipertimbangkan supaya boleh meningkatkan pembelajaran yang bermakna dan bererti kepada pelajar.

Sejauh manakah pelajar mempunyai kesediaan dalam pengetahuan yang diperlukan ketika mengikuti pelajarannya di peringkat seterusnya. Kerap kali kita melihat bahawa pelajar yang sedang mengikuti pelajaran pada satu tahap yang lebih tinggi, tidak mempunyai pengetahuan prakeperluan dalam mata pelajaran tersebut. Teori pembelajaran Ausubel (1968) telah menegaskan bahawa perkara penting yang menentukan pembelajaran adalah apa yang pelajar tahu. Teori pembelajaran Blooms (1976) juga mengemukakan faktor latar belakang kognitif ini dalam modelnya. Jika kita mahu menerima pembelajaran atau pengajaran sebagai satu proses transformasi yang membawa pelajar dari peringkat awal ke peringkat akhir pencapaian intelektual yang lebih baik, kita perlu pertimbangkan 'apa pelajar tahu' dan bagaimana mereka fikir di peringkat awal sebelum pengajaran.

Dampak Perubahan

Dalam huraian di atas dapat dilihat bahawa kurikulum mata pelajaran sains sekolah adalah bersifat dinamik. Perubahan dan perkembangan kurikulum mata pelajaran sains yang dijalankan sehingga kini mungkin telah menjadikan pendidikan sains setanding dengan negara maju lain. Kejayaan kurikulum boleh diukur dari segi asas pengetahuan, kemahiran sains, kebolehan berfikir, kemahiran berbahasa dan nilai dalam sains yang dipunyai pelajar pada akhir pengajian mereka. Prestasi pelajar dalam sesuatu peperiksaan juga digunakan sebagai satu ukuran keberkesanan kurikulum. Hasil pemerhatian yang dibuat ke atas data pencapaian peperiksaan menunjukkan kesan kurikulum tidak menyeluruh dari segi membawa perubahan terhadap masalah

yang kian lama dihadapi oleh negara. Terdapat tiga masalah pokok yang perlu penyelesaian. Pertama, kesan perbezaan dalam pencapaian objektif kurikulum di antara sekolah bandar dan luar bandar; dan juga jurang perbezaan prestasi pencapaian yang didapati berlaku di antara mata pelajaran sains baik di antara sekolah bandar atau luar bandar.

Kedua, perubahan kurikulum tidak dapat mengatasi jurang perbezaan prestasi mengikut etnik. Begitu juga terdapat perbezaan dalam pencapaian pelajar mengikut taraf sosioekonomi baik di bandar mahupun di luar bandar.

Oleh sebab dua masalah di atas timbul pula masalah ketiga. Pihak sekolah tidak dapat memenuhi permintaan pelajar dari segi kuantiti dan kualiti untuk meneruskan pengajian dalam bidang sains dan teknologi. Peratus penyertaan dalam sains telah menurun walaupun meningkat sedikit dalam tahun 1997 dan masih jauh daripada sasaran untuk menjuruskan 60% daripada jumlah pelajar ke dalam bidang sains dan teknologi dan 40% ke jurusan sastera.

Dalam konteks ini, kurikulum sains sama ada dari segi perlaksanaan atau mutu pengajaran dan pembelajaran sains atau isi kandungan, belum dapat mempertingkatkan lagi tahap atau mengurangkan jurang prestasi dalam mata pelajaran yang berasaskan sains serta mendorong dan merangsangkan pelajar supaya memilih dan meneruskan pengajian mengikut aliran sains di peringkat menengah atas dan seterusnya ke institut pengajian tinggi.

Satu cara mengatasi cabaran yang dihadapi ialah melakukan penyesuaian dalam perkembangan kurikulum atau perlaksanaan kurikulum dengan mengambilkira sasaran negara. McDermott (1992) telah menegaskan perkembangan kurikulum harus dipandu oleh apa pelajar tahu dan boleh buat, bukan berdasarkan andaian apa mereka harus tahu dan harus boleh buat. Rosalind Driver telah menyatakan, berdasarkan kajian pembelajaran fizik, apa pelajar mampu belajar sekurang-kurangnya sebahagiannya bergantung kepada 'apa' yang terdapat dalam kepala (minda) dan apa yang dibawa oleh pelajar semasa mengikuti pelajarannya.

Implikasi untuk Perkembangan Kurikulum

Umumnya, satu kebiasaan yang wujud dewasa ini ialah mentafsir ideas atau konsepsi yang dibentuk oleh kanak-kanak terhadap dunia atau alam sekeliling, dari perspektif konstruktif. Secara tradisi kurikulum dilihat sebagai 'apa yang akan diajar' kepada pelajar. Kurikulum terdiri daripada satu senarai isi kandungan mata pelajaran, kemahiran (proses, manipulatif dan sikap) dan mungkin nilai. Dari sudut ini kurikulum ditentukan oleh faktor di luar suasana pembelajaran seperti struktur atau ciri mata pelajaran dan nilai-nilai masyarakat. Tegasnya, perbincangan di atas menunjukkan bahawa kanak-kanak tidak boleh diibarat sebagai 'tin kosong' atau telah menguasai pembelajaran yang lepas seperti yang diharapkan, mengikut idea atau konsepsi sains. Hasil penyelidikan pemahaman konsep telah menunjukkan bahawa kanak-kanak telah membentuk idea atau konsepsi mengenai dunia sekeliling mereka melalui interaksi mereka sebelum ke sekolah. Idea itu biasanya bertentangan dengan konsepsi yang diterima oleh ahli sains atau yang diterangkan oleh guru. Di samping itu, tanggapan pelajar juga berbeza dengan apa yang diharapkan atau dipersembahkan oleh guru. Konsepsi awal atau salah konsep boleh mempengaruhi pembelajaran selanjutnya, khususnya pembelajaran fizik. Oleh itu, kurikulum fizik atau sains perlu mengambil kira apa yang dibawa oleh pelajar ke dalam bilik darjah. Kegagalan memberi pertimbangan kepada konsepsi pelajar boleh menyebabkan salah padan antara kurikulum dengan apa yang tercapai oleh pelajar.

Kesinambungan Kurikulum

Pembentukan kurikulum sekolah Malaysia memberi keutamaan kepada kesinambungan di antara kurikulum sekolah rendah dengan sekolah menengah. Kurikulum pada tahap yang berikutnya adalah

berpandukan kurikulum sebelumnya. Kurikulum sekolah menengah bermula daripada tahap penamat kurikulum sekolah rendah. Berdasarkan hal ini, biasanya diandaikan bahawa pelajar telah menguasai perkara yang tersenarai dalam kurikulum. Hasil kajian telah menunjukkan bahawa hakikatnya amat berbeza dengan keadaan tersebut kerana wujudnya orientasi pembelajaran ke arah peperiksaan. Di samping itu, tafsiran dan tindakan guru dan pelajar tentang kandungan kurikulum berbeza. Akibatnya, pelajar memasuki sesuatu tahap pendidikan dengan pelbagai latar belakang iaitu berlatar belakang yang tidak seragam. Implikasi yang ternyata ialah terdapat 'lompong' atau 'jurang' antara perkara yang diandaikan pelajar perlu dengan pengetahuan yang sedia ada yang dibawa ke dalam bilik darjah.

Perbezaan yang wujud antara pelajar boleh mengakibatkan julat perbezaan prestasi terus meningkat antara kumpulan. Justeru, kurikulum mata pelajaran sains dan fizik mestilah sepadan dengan tahap pengetahuan. Salah satu sebab kesukaran belajar dapat diatasi sekiranya kurikulum diubahsuaikan supaya padan dengan tahap pengetahuan pelajar.

Bebanan Kurikulum

Kandungan kurikulum Fizik di sekolah menengah khususnya didapati berat dan masalahnya makin bertambah oleh sebab masa yang diperuntukkan tidak mencukupi. Di samping itu, teknik mengajar dan belajar pula memberi fokus kepada kehendak peperiksaan. Keadaan ini telah menggagalkan orientasi pembelajaran secara mendalam dan bermakna. Justeru, pelajar tidak berjaya untuk membentuk satu kerangka konsep yang kukuh bagi membantu mereka menguasai konsep baru selanjutnya.

Pendekatan Mengajar

Telah dibuktikan bahawa pelajar mempunyai salah konsepsi. Sesetengah konsep itu serius dan perlu ditangani dengan pendekatan tertentu. Kaedah tradisi yang mengutamakan guru bertindak sebagai penyampai pengetahuan tidak berkesan bagi mengubah konsepsi pelajar dari idea yang salah kepada konsepsi yang diterima oleh ahli sains. Kaedah pengajaran sains di Malaysia masih bersifat tradisi yang mengutamakan pengajaran berpusatkan guru. Kegiatan pembelajaran pula biasanya menekan pengetahuan fakta untuk lulus peperiksaan dan menggalakkan penerimaan maklumat secara pasif. Guru dan pelajar jarang soal-menysoal tentang apa yang sedang dipelajari. Nilai tradisi timur menyebabkan pelajar berpegang kepada apa yang dicurah oleh guru tanpa menysoal dan mereka menganggap guru mengetahui semua perkara.

Telah ditegaskan di atas bahawa kaedah mengajar yang hanya memberitahu pelajar tentang fakta atau konsep yang betul tidak mampu untuk melenyapkan salah konsepsi di kalangan pelajar atau membetulkan konsepsi awal. Perubahan konsep akan berlaku dengan pendekatan khusus terhadap sasaran salah konsepsi tertentu. Untuk mencapai matlamat, kurikulum perlu pertimbangkan idea yang dibawa oleh pelajar ke dalam situasi pembelajaran. Guru pula perlu dilengkapi dengan idea dan strategi mengatasinya. Kurikulum perlu diubah suai supaya guru mempunyai masa melaksanakan strategi tersebut atau memilih pembelajaran konsep.

Penyelidikan dalam Pendidikan Sains dan Perkembangan Kurikulum

Walaupun pada umumnya, masalah pelajar dalam pembelajaran fizik adalah universal. Berhubung dengan kesediaan pelajar,

salah konsepsi dan persepsi mengenai fizik, penyelesaiannya perlu dilihat dari segi budaya tempatan. Pendekatan mengajar dan pembelajaran telah disemadikan dalam dua bentuk iaitu pengajaran berorientasi penyampaian ilmu dan pembelajaran berorientasi hafalan dan peperiksaan. Budaya ini harus digunakan sebagai latar belakang bagi membentuk sesuatu inovasi. Begitu juga untuk penyelesaian pelaksanaan sesuatu inovasi. Penyelidikan boleh membantu dalam mencari penyelesaian dalam kurikulum. Dalam syarahan ini telah diberi dua contoh utama, satu dari segi pelaksanaan kaedah inkuiri dengan melihat semula model pemikiran inovatif ahli sains tempatan untuk membuat refleksi dan tindakan pemupukan penakulan dan acuan kaedah inkuiri daripada pengalaman Malaysia. Kedua, pendekatan strategi penggunaan peta konsep bagi membantu pembelajaran fizik dan membetulkan salah konsepsi Fizik.

Kurikulum di Malaysia bukan sahaja mengandungi isi kandungan yang perlu diajar tetapi juga cara bagaimana isi perlu diajar. Masih banyak lagi penerokaan perlu dibuat untuk membentuk satu teori pengajaran berdasarkan penyelidikan tentang pembentukan dan pengajian kaedah mengajar sains.

Dewasa ini penyelidikan agak terbatas, kebanyakannya merupakan kajian deskriptif, penghuraian masalah bukan perskriptif untuk penyelesaian masalah yang ingin ditangani. Kebelakangan ini terdapat beberapa projek tentang perubahan kurikulum yang memberi pandangan kepada perkara ini tetapi tidak berjaya membentuk kurikulum yang lebih berdaya sambutan kepada masalah pelajar (McDermott 1992; Linn & Songer 1987). Secara khususnya, masalah yang dimaksudkan adalah berhubung dengan kurikulum sama ada dari aspek pembelajaran, pengajaran atau struktur subjek itu. Fokus yang paling penting diberi pertimbangan adalah aspek guru dan pelajar. Dalam perkembangan kurikulum secara tradisi, masalah yang timbul berpunca daripada kurang perhatian yang diberi terhadap kesediaan guru dan pelajar. Pada satu tahap, pelajar berada pada peringkat perkembangan

tidak bersedia belajar apa yang kita harap mereka dapat belajar daripada kurikulum yang telah dibentuk. Begitu juga, kadang-kadang tidak dipertimbangkan bahawa guru perlu dilatih sebelum mengajar kurikulum baru. Kita berandaian bahawa bahan yang disediakan untuk pengajaran adalah 'bebas guru'. Usaha-usaha perlu dibuat untuk memastikan bahawa tidak terdapat jurang antara tuntutan dalam pelaksanaan kurikulum di dalam bilik darjah dengan penyediaan guru dan pelajar.

Sebagai rumusan, usaha perlu dibuat supaya kurikulum dipadankan dengan keperluan dan kesediaan pelajar, kurikulum juga perlu dipadankan dengan kesediaan guru dan penyelidikan perlu digunakan sebagai panduan untuk pembentukan kurikulum. Tambahan pula dari perspektif penyelidikan pembelajaran konsep lebih menggalakkan penumpuan kepada bilangan topik yang kecil supaya tumpuan boleh diberi kepada pembentukan konsepsi pelajar yang tidak tepat. Liputan bilangan tajuk yang kecil secara mendalam agak bertentangan dengan amalan pendedahan mengikut keluasan banyak tajuk. Mungkin satu jalan penyelesaian adalah memilih bilangan tajuk yang kecil yang mengandungi konsep penting untuk diajar secara mendalam dan tajuk lain yang mengandungi konsep tidak penting secara am.

Penghargaan

Saya ingin merakamkan ucapan terima kasih kepada Naib Canselor UKM dan Kementerian Pendidikan Malaysia. Ucapan terima kasih juga kepada Dr. Hamidah Yusof, Dr. Lilia Halim, Prof. Datin Dr. Rohaty Mohd. Majzub, Prof. Datin Dr. Juriah Long, Prof. Madya Dr. Zalizan Mohd. Jelas, Prof. Madya Abd. Rashid Johar dan Prof. Madya Dr. Abdullah Mohd. Noor dan semua ahli Fakulti kerana memberi pertolongan dan kerjasama. Ucapan terima kasih juga ditujukan kepada Puan Nori Mat Ming kerana membantu dalam menaip skrip. Akhir sekali saya ingin merakamkan penghargaan kepada isteri saya dan tiga orang anak saya yang telah memberi dorongan dalam perjuangan hidup saya.

Rujukan

- Abd. Rashid, J. 1999. Tanggapan salah terhadap beberapa konsep kimia di kalangan pelajar sains UKM. Tesis Doktor Falsafah. Universiti Kebangsaan Malaysia.
- Abu Bakar, N. Abdullah, M.N. , Subahan, M.M. & Abdul Main, S. 1998. Problem seeking and problem solving in innovative thinking skills among Malaysian scientists, dlm. Razali, A. et. al. 1998. *Proceedings National Conference on Cognitive Science*. Kuching: Universiti Malaysia Sarawak.
- Abu Hassan, A. 1971. Peranan Pusat Sains Dalam Memperkembangkan Pelajaran Sains di Sekolah-Sekolah Kebangsaan. Kertas Kerja untuk Kongres Pelajaran Kebangsaan, April.
- Arnauddin, W.W. & Mintzes, J.J. 1985. Students' alternative conception of the human circulatory system: A Cross-Age Study. *Science Education*, 69(5): 721-733.
- Arnaudin, M.W., Mintzes, J.J., Dunn, C.S. & Schafer, T.H. 1984. Concept mapping in college science teaching. *Journal of College Science Teaching*, 14(2): 117-121.
- Arum, C.S. & Berg, E. Van Den. 1990. Salah konsep siswa dengan gaya pada benda diam. Proceedings Konferensi HFTY Ke-5, IKIP Semarang Indonesia. 6 Januari 1990.
- Ausubel, D.P. 1968. *Educational psychology: a cognitive view*. New York: Holt, Rinehart and Winston.
- Ausubel, D.P., Novak, J.D. & Hanesian, H. 1978. *Educational psychology: a cognitive view*. 2nd. Edition. New York: Holt, Rinehart and Winston.
- Azizah Ab. Rahman. 1982. Inovasi kurikulum ñ beberapa pertimbangan penting. *Suara Pendidik*, 8(4):
- Azizah Ab. Rahman. 1987. Curriculum innovation in Malaysia. The case of KBSR. Ph.D. University of London.
- Barnes, D. 1977. Talking and writing in science lessons. *Cambridge Journal of Education*, 7(3): 138-147.
- Berita Harian, 28 Jun 1988. Mutu Pelajaran Alam dan Manusia Perlu Dikaji Semula Keberkesannya.
- Berita Harian, 28 Jun 1988. Sejarah Perkembangan Kurikulum Sains di Malaysia dan Keberkesannya.
- Biggs, J. 1977. Study behaviour and matriculation performance in two school populations. *Australian Journal of Education*, 16: 182-204.
- Biggs, J.B. 1976. Dimensions of study behaviour: another look at ATI. *British Journal of Educational Psychology*, 46: 68 ñ 80.
- Biggs, J.B. & Moore, P.J. 1993. *Process of learning*. Sydney: Prentice Hall.
- Bloom, B.S. 1976. *Human characteristics and school learning*. New York: Wiley.
- Brown, W.F. & Holtzmann, W.H. 1966. *Manual of survey of study habits and attitudes*, New York: The Psychological Corporation.

- Charlesworth, J.D. 1975. Educational change in Malaysia: A case study of the implementation of a curriculum innovation. Ph.D. Thesis, University of Kentucky.
- Clement, J. 1982. Student preconceptions in introductory mechanics. *American Journal of Physics*, 50(1): 66-71.
- Davis, Jr. O.L. 1998. Curriculum and teaching no guarantees of learning. *Education Today*. 48: 28 - 31.
- Dohgren, L.O. 1978. Qualitative differences in conceptions of basic principles in economics. 4th. International Conference on Higher Education, Lancaster.
- Doran, R.L. 1972. Misconceptions in science amongst school pupils. *Journal of Research in Science Teaching*, 9: 127-137.
- Driver, R. 1989. Students' concepts and the learning of science. *Int. J. Sci. Educ.* 11: 481-490.
- Driver, R. 1995. Constructivist approaches to science teaching dlm. Stegge, L.P. & Gale, J. (ed.). *Constructivism in Education*. New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates.
- Driver, R. Guesne, E. & Tiberghien, A. (eds.). 1985. *Children's Ideas in Science*. Philadelphia, PA: Open University Press.
- Elton, L.R.B. 1971. Aims and objectives in teaching mathematics to non-mathematician. *International Journal of Mathematics Education Education in Science and Technology* 2: 75-78.
- Entwistle, N.J. & Wilson, J. 1977. *Degree of excellence*. London: Hodder and Stoughton.
- Entwistle, N.J., Hankey, M. & Hounsell, D.J. 1979. Identifying distinctive approaches to studying. *Higher Education*, 8: 365-380.
- Entwistle, N.J., Thompson, J.B. & Wilson, J.D. 1974. Motivation and study habits. *Higher Education*, 3: 379 - 396.
- Erickson, G. 1980. Children's viewpoint of heat: a second look. *Science Education*, 64(3): 323-336.
- Eylon, B.S. dan Linn, M.C. 1988. Learning and instruction: an examination of four research perspectives in science education. *Review of Education Research*, 58(3): 251-301.
- Fisher, K.M. dan Lipson, J.I. 1986. Twenty questions about student errors. *Journal of Research in Science Teaching*, 23(a): 783-804.
- Fuller, J.L.A. 1994. The Effects of Concept Mapping on Misconceptions About Light in Fifth Graders. Ed.D. Dissertation. Vanderbilt University.
- Gagne, A.M. 1965. *The conditions of learning*. New York: Holt, Rinehart and Winston.
- Griffiths, A.K. & Grant, A.C. 1985. High school student' understanding of food webs: identification of a learning hierarchy and related misconceptions. *Journal of Research in Science Teaching*. 22(5): 421-436.
- Griffiths, A.K., Thomey, K., Cooke, B. & Normore, G. 1988. Remediation of student-specific misconceptions relating to three science concept. *Journal of Research in Science Teaching*. 22(5): 421-436.

- Hameed, H. 1990. The development and evaluation of a computer-assisted instruction, strategy designed to change student misconception about chemical equilibrium. Unpublished Master's Thesis, Edith Cowan University, Perth, Western Australia.
- Hamid, A. 1979. Kebiasaan dan Sikap Belajar Pelajar-Pelajar Diploma Tahun Dua U.T.M. Unpublished M.Ed. Thesis, University of Malaya.
- Hanoor Saliza. Salah Tanggapan Dalam Sifat-Sifat Cahaya. Latihan Ilmiah, UKM.
- Hazel, E.H. & Prosser, M. 1991. Relationship between students' conceptual knowledge and study strategies – Part 1: student learning in physics. *International Journal of Science Education*, 13(3): 303-312.
- Herman, G.W. 1995. Diagnosing and altering three Aristotelian alternative conceptions in dynamics: Microcomputer simulations of science models. *Journal of Research in Science Teaching*, 32(3): 271-290.
- Hewson, M.G. dan Hewson, P.W. 1983. Effect of instruction using students' prior knowledge and conceptual change strategies on science learning. *Journal of Research in Science Teaching*, 20(8): 731-743.
- Hewson, P.W. & Hewson, M.G.A.B. 1992. The status of students conceptions. In R. Duit et. al. (Eds.), *Research in physics learning: Theoretical issues and empirical studies*, 59 - 73.
- Ivowi, U..M.D. 1984. Misconception in physics amongst Nigerian secondary students. *Physics Education*, 19: 279-285.
- Kementerian Pelajaran Malaysia. 1974. *Sukatan Pelajaran Rampaian Sains Moden*. Kuala Lumpur: Dewan Bahasa dan Pustaka.
- Kementerian Pelajaran Malaysia. 1979. *Laporan Jawatankuasa Kabinet Mengkaji Perlaksanaan Dasar*. Kuala Lumpur: Dewan Bahasa dan Pustaka.
- Kementerian Pelajaran Malaysia. 1981. *Penilaian sumatif Sains Paduan*. Kuala Lumpur: Unit Sains Menengah, Pusat Perkembangan Kurikulum.
- Kementerian Pendidikan Malaysia. 1967. *Penyata Jawatankuasa Perancangan Pelajaran Tinggi*. Kuala Lumpur: Cetakan Kerajaan Malaysia.
- Kementerian Pendidikan Malaysia. 1988. *Falsafah Pendidikan Negara dan Kurikulum Bersepadu Sekolah Menengah*. Kuala Lumpur: Pusat Perkembangan Kurikulum.
- Kementerian Pendidikan Malaysia. 1988. *Rancangan Kurikulum Bersepadu Sekolah Menengah (KBSM) dan Perlaksanaan*. Kuala Lumpur: Pusat Perkembangan Kurikulum.
- Kementerian Pendidikan Malaysia. 1994. *Pukal Latihan Sains Pendek*. Kuala Lumpur: Pusat Perkembangan Kurikulum.
- Khalijah Mohd. Salleh, Subahan Mohd. Meerah & Khyasudeen Abdul Majid. 1991. Force and Motion (Results in Malaysia), ASPEN APPTA Workshop II on Research for Students, Conceptual Structures and Changes in Learning Physics, Asian Physics Education Network, University of Philippines, Manila, 89-106.
- Khalijah Mohd. Salleh, T. Subahan Mohd. Meerah & Khyasudeen Abdul Majid. 1990. Study on Assessment of Students Notions of Motion –

- Malaysian Context. ASPEN-APTEA Regional Workshop on Conceptual Structures and Conceptual Learning. 5 ñ 7 November 1990.
- Khursheed A. Siddique & Syed A. Kamal. 1987. A Survey of school and pre-university physics education in Pakistan. Dlm. Sharifah Barlian et. al. (pnyt.) *Physics Education Asia*. Kuala Lumpur: Malaysian Scientific Association.
- Kruger, C., Summers, M., & Palacio, D. 1990. A Survey of primary school teachers' conceptions of force and motion, *Educational Research*, 32: 83-95.
- Lee, M.N.N., Nurulazam, A., Zain, M. & Sulaiman, S. 1992. Misconceptions in selected topics in physics among Malaysian pupils. *Journal of Science and Mathematics Education in Southeast Asia*. 15(1): 55-62.
- Lewin, K. 1981. Science Education in Malaysia and Sri Lanka. Ph.D. Thesis, University of Sussex.
- Lewis, G.E.D. 1949. A comparative study of the intelligence and educability of Malay and Chinese in Malaya and its significance and relations to the educational policy with special reference to the political future of the Malays. Ph.D. University of London.
- Lilia. 1994. Investigating misconceptions in force and motion among pre-service science teachers. Leeds (PGGCE) and National University of Malaysian (UKM), (Dip.Ed.) and its implications. Unpublished M.Ed. (University of Leeds).
- Lisk & Subahan Mohd. Meerah. 1987. Teaching About Hydroelectric Power dlm. D.F. Kirwan (pnyt.) *Energy Resource in Science Education*. Oxford: Pergamon Press, 77-79.
- Malaya. 1931. *Federation of Malaya: Annual Report*. Kuala Lumpur: Government Printers.
- Malaya. 1939. *Report of the Commission on Higher Education in Malaya*. Kuala Lumpur: Government Printers.
- Malaya. 1940. *Report of the Science In Schools Committee*. Kuala Lumpur: Government Press.
- Malaya. 1948. *Federation of Malaya. Annual Report*. Kuala Lumpur: Government Printers.
- Malaya. 1966. *Report of the Higher Education Planning Committee*. Kuala Lumpur: Government Printers.
- Malaysia. 1967. *Report of the Committee of Curriculum Planning and Development*. Kuala Lumpur: Dewan Bahasa dan Pustaka.
- Malaysia. 1968. *Education in Malaysia*. Kuala Lumpur: Dewan Bahasa dan Pustaka.
- Malaysian Context, ASPEN-APTEA Regional Workshop, University of Philippines.
- Marion, F. & Saljo, R. 1976. On qualitative differences in learning. I. Outcome and Process. *British Journal of Education Psychology*, 46: 4 ñ 11.
- McDermott, L. 1990. A perspective on teachers preparation in physics and other sciences: The need for special science courses for teachers. *American Journal Physics*, 58(8): 734-740.

- McDermott, L. 1992. Research as a guide for curriculum development. *American Journal of Physics*. 59(4): 301-315.
- Millar, R. 1988. Teaching physics as a non-specialist: the in-service training of science teachers. *Journal of Education for Teaching*, 14(1): 39-53.
- Miller, G.W. 1970. *Success, failure and wastage in higher education*. London: Harrap & Co.
- Napsiah Mahfoz. 1983. The role of key teachers in the implementation of a New History Curriculum in Malaysia: A Study of Perception. Ph.D., University of Columbia.
- Noor Azmi Ibrahim. 1988. Inservice course and teachers Professionalism: the implementation of KBSR in Malaysia. Ph.D., University of Sussex.
- Nor Riza & Subahan. 1998. Salah tanggapan pelajar sekolah menengah dalam litar elektrik. *Jurnal Pendidikan* (akan terbit).
- Nor Riza. 1998. Salah Tanggapan Pelajar Terhadap Konsep Asas Elektrik. Latihan Ilmiah. Universiti Kebangsaan Malaysia.
- Normah, A. 1996. Penggunaan Peta Konsep bagi mengatasi kewujudan miskonsepsi dalam 'kinematik' di kalangan pelajar-pelajar Tingkatan 4. Tesis Sarjana Pendidikan (tidak terbit) Universiti Kebangsaan Malaysia, Bangi.
- Novak, J.D. dan Gowin, D.B. 1984. *Learning how to learn*. New York: Cambridge University Press.
- Omar, I., Rashidi, A., Subahan, M., Razak, H. dan Alias B. 1999. Kemahiran Berfikir Di Kalangan Guru Dan Murid Sekolah Rendah dalam Mata Pelajaran Sains Dan Matematik. Laporan Kajian IRPA.
- Osborne, R. & Freyberg, P. 1985. *Learning in science: The implications of children's science*. Christchurch: Heinmann.
- Osborne, R.J. Belverley, F.B. & Gilbert, J.K. 1983. Science teaching and children's views of the world. *European Journal of Science Education*.. 5(1): 1-4.
- Peter. 1982. Even honours graduates have conceptual difficulties with physics. *American Journal of Physics*. 50(6): 601-8
- Posner, G.J., Strike, P.W. Hewson & Gertzog, W.A. 1982. Accomodation of a scientific conception: toward a theory of conceptual change. *Science Education*. 66(2): 211-227.
- Ramsden, P. & Entwistle, N.J. 1981. Effects of academic departments of students' approach to studying. *British Journal of Educational Psychology*. 51: 368-383
- Rashidi Azizan & Subahan Mohd. Meerah. 1988. Pengurusan bilik darjah: satu aspek pembelajaran yang perlu diberi perhatian. *Jurnal Kementerian Pendidikan Malaysia*: 32: 41-49
- Rashidi, A. & Subahan Mohd. Meerah. 1987. Evaluating educational software: a proposed model. *Journal of Science and Mathematics Education in SEA*. 10(2): 52-66.
- Razali Arof. 1991. *Pengantar kurikulum*. Kuala Lumpur: Dewan Bahasa dan Pustaka.

- Robiah Sidin & Subahan Mohd. Meerah. 1990. A study of evaluation procedure used to measure the efficiency of higher education systems and institutions in Malaysia, dlm. Bockrell, W.B.(ed.) Evaluation Procedure to Measure the Efficiency of Higher Education System and Institution, UNESCO, Paris.
- Rohaty Mohd. Majzub & Subahan Mohd. Meerah. 1993. Satu tinjauan sahiah dan tingkah laku pendidik yang berkaitan dengan pembelajaran. *Jurnal Pendidikan (UM)* 15.
- Roth, W.M. 1993. The concept map as a tool for the collaborative construction of knowledge: a microanalysis of high school physics students. *Journal of Research in Science Teaching*, 30(5): 503-534.
- Rowell, et. al. 1990. Changing misconceptions: a challenge to science educators. *International Journal of Science Education*. 12(3): 167-175.
- Saljo, R. 1979. Learning about learning. *Higher Education*, 8: 443 ñ 451.
- Scott, et. al. 1992. Teaching for conceptual change: A review of strategies. In R. Duit, F. Goldberg & H. Niedderer (eds.), *Research in physics learning: Theoretical issues and empirical studies*, pp. 310-329. IPN, University of Kiel, Germany.
- Seminar Latihan Mengajar Antara Universiti Ke 7. Anjuran Jawatankuasa Latihan Mengajar Antara Universiti dan Jabatan Pendidikan UIA, 3 ñ 5 Januari 1991.
- Seth Sulaiman. 1997. Penekanan kurikulum dan pengajaran sains di sekolah. Kertas kerja Seminar Kebangsaan Pendidikan Sains dan Matematik. Universiti Teknologi Malaysia. 12-13 September 1997.
- Seth, S. Subahan, T. & Ismail, O. 1993. *Report of Research on Process-based Learning in Malaysian Primary School*. Penang: RECSAM.
- Siti Farina. 1997. Penggunaan peta konsep yang disediakan guru dalam matematik di kalangan pelajar Matrikulasi. Projek Penyelidikan UKM.
- Siti Farina & Subahan. 1999. Kesan penggunaan peta konsep dalam ulangkaji pembelajaran matematik.
- Siti Hawa Ahmad. 1986. Implementation a new curriculum for primary schools: A case study from Malaysia. Ph.D., University of London.
- Siti Hawa Ahmad. 1977. Curriculum implementation with special reference to selected subjects at the lower secondary school level in Peninsular Malaysia. M.Ed., University of London.
- Subahan & Rashidi, A. 1986. Masalah kelemahan murid-murid dalam menghadapi pelajaran sains di peringkat menengah - satu cadangan. *Jurnal Kementerian Pelajaran Malaysia*, 30: 53-61.
- Subahan & Normah Abd. Aziz. 1998. Kesan penggunaan peta konsep ke atas kewujudan miskonsepsi dalam 'Kinematik' di kalangan pelajar tingkatan 4. *Jurnal Pendidikan*, 22: 51-68.
- Subahan Mohd. Meerah & Raof, D. 1989. Kemampuan Guru Menerapkan Unsur-Unsur Nilai Murni Dalam Mata Pelajaran KBSM. Kertas Kerja Persidangan Pegawai-Pegawai Pendidikan Daerah/Bahagian Malaysia Ke-7. Kuala Terengganu 14-17 Ogos 1989.

- Subahan, M.M.T. 1997. Penggunaan teori dalam pengajaran dan pembelajaran. Kertas Kerja Seminar Kebangsaan Pendidikan Sains dan Matematik Pada Abad Ke-21. UTM Johor Bahru, 12-13 September 1997.
- Subahan Mohd. Meerah & Rashidi Azizah. 1989. Computer simulation: Definitions and usefulness. Simposium Kebangsaan Komputer Dalam Pendidikan, The New Straits Times Press (M) Berhad, Kuala Lumpur, 151-165.
- Subahan Mohd. Meerah, Koh Aik Khoo, Ramli Jaya & Sharifah Barlian Aidid. 1988. Physics Education in Malaysia, dlm. Sharifah Barlian Aidid et. al. (pnyt.) *Physics Education in Asia*. Kuala Lumpur: Malaysian Scientific Association. 13-30.
- Subahan Mohd. Meerah. 1990. Miskonsepsi Asas Fizik Guru Pelatih. Laporan Bengkel Keenam Jawatankuasa Latihan Mengajar Antara Universiti, Fakulti Pendidikan, Universiti Sains Malaysia, P. Pinang, 1-30.
- Subahan Mohd. Meerah. 1981. An alternative approach to teaching the concept of field in secondary level physics. *Journal of Science and Mathematic*. 4(1): 27.33.
- Subahan Mohd. Meerah. 1988. Pengkhususan Pendidikan Pra-Universiti: Beberapa Persoalan Mengenai Pendidikan Pra-Universiti, dlm. Rahimah Hj. Ahmad et. al. (pnyt.), Kumpulan Kertas Kerja Konvensyen Nasional Keempat Mengenai Pendidikan, Shah Alam: Persatuan Pendidikan Malaysia, 151-157.
- Subahan Mohd. Meerah. 1988. Review of the literature on the inter-relationship between post-secondary school preparation and university learning, dlm. Sharifah Barlian Aidid et. al. (pnyt.), *Physics Education in Asia*, Kuala Lumpur: Malaysian-Scientific Association 135-149.
- Subahan Mohd. Meerah. 1988/89. Perubahan-perubahan dalam kurikulum sains. *Suara Pendidik*, 102-109.
- Subahan Mohd. Meerah. 1989. Persediaan memasuki Universiti Kebangsaan Malaysia (pengetahuan Fizik), *Jurnal Pendidikan*, 13 & 14: 3 - 17.
- Subahan Mohd. Meerah. 1990. Ke arah menjadikan pendidikan sains yang lebih relevan kepada masyarakat. Dlm. Rashidi Azizan (pnyt.) *Prosiding Bengkel Pengajaran Rampaian Sains*. Kota Bharu: Pustaka Alam, 51-61.
- Subahan, M.M.T. 1993. Keperluan asas matematik pelajar-pelajar baru universiti. *Jurnal Pendidikan*. 17: 83-90.
- Subahan, T.M.M. 1976. Mana lebih baik mata pelajaran Sains Tulen Cambridge atau mata pelajaran Sains Tulen Sukatan Pelajaran Malaysia? Edaran Terhad.
- Subahan, T.M.M. 1986. Ke Arah Pengajaran Rampaian Sains Yang Lebih Berkesan. Kertas kerja yang dibentangkan dalam Bengkel Pengajaran Rampaian Sains, Bangi, Selangor.
- Subahan, T.M.M. 1987. Pembelajaran pelajar-pelajar: satu pengenalan. Terbitan Tak Berkala No. 3. Fakulti Pendidikan, Universiti Kebangsaan Malaysia, 1-15.
- Sukumaran S. 1998. Keberkesanan Pelaksanaan Kurikulum Ekonomi Asas Pada Peringkat Sekolah Menengah: Satu Kajian Kes. Tesis Dr.Fal., UKM.
- Svensson, L. 1977. On qualitative differences in learning III - study skill and learning. *British Journal of Educational Psychology*. 47: 233-243.

- Svensson, L. 1977. On qualitative differences in learning III ñ studying skill and learning. *British Journal of Educational Psychology*. 47: 233 ñ 243.
- Swetz, F. & Subahan Mohd. Meerah. 1982. The reform of physics teaching in Malaysian schools: a case study of curriculum adaptation. *Science Education*. 66(2): 171-180.
- Talisayen, V.M. 1991. ASPEN cross-cultural study on university students' alternative conceptions of electric current. Proceedings of ASPEN. Yogyakarta, 30-31 July, 1991, 166-172.
- Teoh, T.Y. et. al. 1995. Kerangka alternatif di kalangan guru pelatih beberapa buah Maktab Perguruan Malaysia mengenai pembelajaran konsep asas arus elektrik. Johor Bahru: Maktab Perguruan Temenggong Ibrahim.
- The New Straits Times*. 9 July 1973. Suspense New Maths' Say School Heads.
- The New Straits Times*. 4th July, 1973. The New Science.
- Trowbridge, D.E. & McDermott, L.C. 1981. Investigation of student understanding of the concept of acceleration in one dimension. *American Journal of Physics* 48(12): 1020-1028.
- UNESCO. 1992. Insights into science education planning and policy priorities in Malaysia. International Institute for Educational Planning. Eugene: UNESCO.
- Velayudhan, D. et. al. 1995. Kefahaman tentang konsep-konsep tenaga elektrik di kalangan murid sekolah rendah. Kuantan: Maktab Perguruan Tengku Ampuan Afzan.
- Vosniadou, S. 1994. Capturing and modeling the process of conceptual change. *Learning and Instruction*, 4: 45-69.
- Vosniadou, S. & Brewer, W. 1987. Theories of knowledge restructuring in development. *Review of Education Research*, 57(1): 51-67.
- Wandersee, J.H. 1990. Concept mapping and the cartography of cognition. *Journal of Research in Science Teaching*, 27(10): 923-936.
- Wandersee, J.H., Mintzes, J.J. & Novak, J.D. 1994. Research on alternative conceptions in science, Dlm. Gabel, D.L. (ed.). *Handbook of Research on Science Teaching and Learning, a project of the National Science Teachers Association*. New York: MacMillan Publishing Company 177-210.
- Wankowski. 1974. Teaching method and academic success. *Journal of Curriculum Studies*, 6:120-124.
- Webb, P. 1992. Primary science teachers' understanding of electric current. *International Journal of Science Education*. 14(4): 423-329.
- Wesney, J. 1977. An analysis of factors influencing achievement in elementary. College Physics. Thesis Ph.D. (tidak terbit). Cornell University.
- Yau, 1999. Kesan Penggunaan Perisian Berasaskan Multimedia Dalam Mengatasi Masalah Konsepsi Konsep Optik dan Gelombang di Kalangan Mahasiswa UKM, Latihan Ilmiah, Universiti Kebangsaan Malaysia.
- Yeoh & Subahan, M.M.T. 1998. Strategi-strategi daya tindak dalam pengajaran Fizik, guru-guru bukan opsyen. *Jurnal Pendidikan* (akan terbit).

- Yeoh, S.M. 1998. Pengajaran Fizik oleh guru-guru bukan opsyen: satu kajian mengenai strategi-strategi daya tindak yang digunakan oleh guru-guru bukan opsyen. Latihan Ilmiah, UKM.
- Yeong, P.S. 1987. A comparative study of some physics misconceptions among students in some Malaysian and Birmingham schools. Tesis Sarjana Pendidikan, Universiti of Birmingham.
- Zaharudin. 1986. *A profile on science and technology development in Malaysia*. Kuala Lumpur: Kementerian Sains & Alam Sekitar.
- Enrolmen Tingkatan IV dan V Di Sekolah Menengah Bantuan Mengikut Tahun Dan Aliran (1981–1995)

Biodata

Tamby Subahan Mohd. Meerah dilahirkan pada 27 Mei 1945 di Melaka. Beliau mendapat pendidikan menengah di Sekolah Tinggi Melaka dan Sekolah Alam Shah Kuala Lumpur sebelum meneruskan pengajian di Universiti Malaya bagi Ijazah Sarjana Muda dan Diploma Pendidikan. Beliau mula bertugas sebagai guru di Sekolah Menengah Sultan Abdul Halim, Jitra, Kedah dan Sekolah Menengah Alam Shah selama lima tahun.

Selepas menerima tawaran sebagai tutor di Fakulti Pendidikan pada tahun 1975, beliau telah melanjutkan pelajaran di University of Southampton dan berjaya mendapat Ijazah Sarjana Sains Pendidikan Fizik pada tahun 1976 dan meneruskan pengajian di peringkat Ph.D di universiti yang sama pada tahun 1980 dalam masa kira-kira dua setengah tahun. Pengalaman mengajar di universiti bermula sejak 1971 sebagai demonstrator sambil di Jabatan Fizik UKM dan UPM, pensyarah sambil di Jabatan Pendidikan UKM dan UPM. Dr. Subahan memegang jawatan Timbalan Dekan di Fakulti Pendidikan pada 1988 seterusnya Dekan dari 1990 hingga 1991. Pada tahun 1994 beliau telah dilantik sebagai Ketua Jabatan Perkaedahan dan Amalan Pendidikan yang baru ditubuhkan. Beliau telah dinaikkan ke pangkat Profesor Madya pada tahun 1987 dan jawatan Profesor pada 1994 dalam bidang Sains dan Matematik.

Beliau juga aktif dalam bidang kokurikulum bagi kadet sekolah dan telah menerima pertauliah sebagai Leftenan Muda sebanyak dua kali, dan ROTU dari DYMM Yang DiPertuan Agong. Beliau telah menjadi ahli jawatankuasa pengasas Majlis Penyelidikan Pendidikan Malaysia dan Persatuan Sains Kognitif Malaysia. Dr. Subahan pernah menganggotai Jawatankuasa Istillah Fizik dan Matematik Dewan Bahasa dan Pustaka pada tahun 1973 - 1975. Beliau juga ahli jawatankuasa yang aktif dalam Persatuan Pendidikan Malaysia di samping menjadi ahli baru dalam beberapa persatuan.

Kesarjanaan Prof. Dr. T. Subahan amat ketara dalam projek-projek konsultansi atau rundingan yang dipelopori dan dipimpinya. Beliau terlibat dalam projek ‘Process Based Learning’ SEMEO RECSAM Pulau Pinang tajaan Kerajaan Australias, Projek Kajian Membina Instrumen Perpaduan tajaan Jabatan Perpaduan Negara. Beliau juga pakar rujuk dalam projek penggubalan Kurikulum Bersepadu Sains Kementerian Pendidikan Malaysia dan Projek “Assessment of Development With Reference of Science and Technology” tajaan Bank Dunia. Projek-projek penyelidikan beliau menjadi bukti bahawa beliau amat berminat dalam bidang pendidikan sains. Di antara projek penyelidikan yang memberi impak kepada alam pendidikan yang dipelopori beliau adalah Projek Pembelajaran Berasas Proses Sains (RECSAM), Salah Tanggapan Guru Pelatih Dalam Konsep Fizik (Fakulti Pendidikan) dan Penilaian Kritikal Dan Inovatif di Kalangan Sekolah Menengah (IRPA). Impak yang terhasil dari penyelidikan-penyelidikan tersebut memberi kesna pada amalan-amalan pendidikan Sains.

Prof. Dr. T. Subahan telah mengintegrasikan pengajaran, penyelidikan dan penerbitan beliau. Artikel beliau yang berbentuk konseptual teoritis dan berasaskan kajian telah diterbitkan sama ada dalam jurnal akademik tempatan dan luar negara. Beliau telah menghasilkan buku-buku karya asli sebanyak lima buah buku. Prof. T. Subahan banyak membentangkan kertas kerja antarabangsa berkaitan dengan pendidikan Fizik contohnya di Universiti Phillipine, Bandung, Indonesia dan IKP. Sebagai pengiktirafan terhadap kepakaran dan pengalaman beliau dalam urusan pentadbiran, pengajaran dan pembelajaran beliau telah memperolehi kenaikan pangkat melintang dalam SSB.

