

Analisis Status Pendidikan Sains Dan Matematik, Dan Persediaan Tenaga Manusia Sains Dan Teknologi Negara¹

Aminah Ayob (PhD)
Universiti Pendidikan Sultan Idris
Tanjong Malim, Perak Darul Ridzuan

Abstrak

Setiap negara perlu mempunyai perancangan pembangunan sumber manusianya untuk jangka panjang. Dalam hal ini, Malaysia juga mempunyai perancangan pembangunan sumber manusia jangka panjang yang komprehensif sehingga tahun 2020, apabila negara dijangka akan mencapai status negara maju sepenuhnya. Di antara keperluan tenaga manusia yang dianggap sangat kritikal pada masa tersebut ialah dalam bidang sains dan teknologi. Cara yang terbaik ialah menyediakan mereka dari peringkat sekolah lagi. Analisis ini dijalankan secara kualitatif ke atas kurikulum mata pelajaran sains, iaitu kimia, fizik, dan biologi, dan matematik sekolah menengah atas (tingkatan 4 dan 5) untuk menentukan sejauhmana hasrat negara menyediakan sumber manusia sains dan teknologi telah dimasukkan dalam kurikulum sekolah. Artikel ini membincangkan mengenai status pendidikan sains dan teknologi di sekolah dan hasil analisis yang telah dijalankan secara ringkas. Juga dibincangkan ialah tinjauan literatur mengenai kualiti pengajaran dan pembelajaran sains dan matematik di Malaysia dan diakhiri dengan cadangan-cadangan bagaimana menggalakkan pelajar-pelajar meminati dan mempelajari sains dan teknologi di sekolah.

Kata Kunci: Pendidikan sains dan teknologi, analisis kurikulum, pembangunan sumber manusia sains dan teknologi.

Abstract

Every country needs to have a long term planning and preparation of their human resource development. In this respect, Malaysia has come out with a comprehensive long term strategies for her own human resource development until year 2020, that is when Malaysia is expected to become a fully developed country. Amongst the most critical work force needed by then are those that are related to science and technology. It is thought that the best way to prepare the science and technology work force of the future is to start with the schools. This document analysis was conducted briefly and qualitatively on upper secondary school (form 4 and 5) science curricula, namely chemistry, physics and biology, as well as mathematics curriculum, to find out, if the country's aspiration to produce human resource in science and technology has been considered and included in these curricula. This article will discuss the findings of the analysis and the status of science and technology education in Malaysia. Also will be discussed is the review of literature on the quality of teaching and learning in science and mathematics in Malaysia. The article will conclude with recommendations on how to increase the students' interest in learning science and technology in schools.

Keywords: Science and technology education, curriculum analysis, human resource development in science and technology.

¹ Sebahagian daripada artikel ini diambil dari kertas kerja penulis yang telah dibentangkan dalam **Persidangan Kebangsaan Pendidikan Sains Dan Teknologi 2009** di UTHM, pada 26-27 Oktober 2009.

Pengenalan

Dalam era ini, dunia semakin dilimpahi dengan pelbagai jenis teknologi yang sentiasa berkembang secara berterusan, misalnya, teknologi elektronik yang berkembang dengan sangat pesat dan menghasilkan pelbagai teknologi lain seperti teknologi laser, robotik, sistem kawalan jarak jauh, pelbagai sistem telekomunikasi dan lain-lain. Teknologi baharu ini digunakan dalam peralatan-peralatan bagi menjalankan pelbagai fungsi atau kerja, sama ada di rumah, pejabat, tempat-tempat awam atau dalam bidang-bidang seperti perubatan, perindustrian, ketenteraan, pembinaan, penerokaan angkasa lepas dan sebagainya. Teknologi robotik misalnya, telah ditambah nilai melalui inovasi supaya boleh digunakan dalam industri pembuatan dan pembinaan serta perubatan. Kebanyakan peralatan pembedahan kini dijalankan dengan bantuan sistem robotik.

Begitu juga dalam peralatan penerbangan; contohnya, kapal terbang boleh diterbangkan tanpa pemandu, hanya dengan menggunakan sistem kawalan berkomputer yang diprogramkan untuk boleh terbang sendiri. Begitu juga 'drone' iaitu kapal terbang kecil yang boleh terbang sendiri dengan menggunakan kawalan jarak jauh (*unmanned aerial vehicle* atau *UAV*) adalah satu contoh *intelligent robot* yang boleh melakukan pelbagai jenis tugas seperti mengesan, mengintip atau mengambil gambar di tempat-tempat yang tidak boleh dimasuki atau dihampiri oleh manusia, malah ia boleh diprogram untuk menembak dan megebom musuh. Begitu juga lain-lain alat sistem kawalan jarak jauh, seperti sistem informasi geografi (GIS) dan sistem navigasi global (GPS), adalah hasil-hasil inovasi dalam bidang teknologi komputer, satelit, robotik dan sistem telekomunikasi. Malah, kemajuan dalam rekaan komputer dan sistem internet sahaja sudah cukup untuk membuktikan bahawa inovasi dalam bidang ini sedang mengalami ledakan yang cukup dinamik setiap minit dan saat. Setiap hari ada sahaja alat dan cara baru untuk berkomunikasi, seolah-olah tiada had, selagi manusia bersifat kreatif dan inovatif.

Begitulah pesatnya kemajuan dunia sains dan teknologi yang secara terus memberi kesan kepada pembangunan ekonomi sesebuah negara. Kemajuan pesat ini menunjukkan bahawa begitu ramai orang di serata dunia yang sentiasa terlibat dalam melakukan penyelidikan dan menjana ilmu pengetahuan dan idea baharu, yang membolehkan inovasi dilakukan ke atas produk atau perkhidmatan yang diberikan. Kebanyakan hasil ciptaan dan inovasi baharu ini datangnya dari negara-negara maju seperti Sweden, Switzerland, Finland, Jepun, Amerika, Korea, Jerman, dan lain-lain. Jadual 1 dan 2 menunjukkan sepuluh negara paling kreatif dan inovatif di dunia, dan di negara-negara ini jugalah terdapat bilangan penyelidik, saintis dan jurutera (researchers, scientists and engineers atau RSE) bagi setiap 10,000 pekerja yang paling tinggi (Jadual 3).

Jadual 1 Indeks Kreativiti Dunia 2004

Kedudukan	Negara	Indeks Kreativiti
1	Sweden	0.808
2	Jepun	0.766
3	Finland	0.684
4	Amerika Syarikat	0.666
5	Switzerland	0.637
6	Denmark	0.613
7	Iceland	0.612
8	Belanda	0.611
9	Jerman	0.577
10	Kanada	0.548

(Sumber: Flight of the Creative Class, Florida, 2004)

Jadual 2 Indeks Inovasi dunia 2011

Negara	Kedudukan
Switzerland	1
Sweden	2
Singapura	3
Hong Kong	4
Finland	5
Denmark	6
Amerika Syarikat	7
Kanada	8
Belanda	9
Britain	10

(Sumber: Geneva, Jun 30, 2011)

Jadual 3 Bilangan penyelidik, saintis dan jurutera (RSE)

Negara (tahun)	RSE per 10,000 pekerja
Finland (2003)	159.0
Switzerland (2003)	147.0
Jepun (2003)	131.0
Sweden (2003)	106.0
Denmark (2003)	120.0
Amerika (2002)	119.0
Jerman (2003)	116.0
Belanda (2003)	95.0
Singapura (2004)	98.0
Korea Selatan (2003)	89.5
Malaysia (2003)	21.3

(Sumber: National Survey of Research and Development 2006 Report, MOSTI; dan OECD Main Science and Technology Indicator, 2005).

Dalam ledakan inovasi yang begitu mengkagumkan, Malaysia lebih selesa menjadi pengguna teknologi daripada menjadi pencipta teknologi. Bilangan paten dan hasil-hasil ciptaan serta produk dari Malaysia tidak begitu banyak berbanding negara-negara maju. Keadaan ini mungkin disebabkan bilangan penyelidik, saintis dan jurutera (RSE) di Malaysia masih sangat rendah berbanding di negara-negara lain yang telah mempunyai bilangan RSE yang tinggi seperti ditunjukkan dalam Jadual 3 di atas.

Maka, untuk menghasilkan inovasi dan produk baharu, Malaysia mesti meningkatkan bilangan penyelidik, saintis dan jurutera (RSE) kepada dua atau tiga kali ganda bilangan sedia ada dan melatih bakal-bakal tenaga kerja sains dan teknologi dari peringkat sekolah lagi supaya menjadi pekerja yang kreatif dan inovatif, dan mampu bersaing dalam pasaran global. Menurut Menteri Sains, Teknologi dan Inovasi, “sasaran bilangan RSE dalam Rancangan Malaysia Kesembilan iaitu 60 RSE bagi setiap 10,000 pekerja pada tahun 2010 tidak tercapai. Senario ini adalah membimbangkan kerana RSE berkait rapat dengan bilangan hasil reka cipta inovasi dalam bentuk harta intelek serta eksploitasi sumber-sumber yang ada dalam sesebuah negara” (Berita Harian online, 10.06.2010).

Fakta ini sebenarnya telah diberi perhatian utama oleh Kementerian Pengajian Tinggi Malaysia (KPTM), di mana dalam Pelan Strategik Pengajian Tinggi Negara (KPTM, 2006) dinyatakan imperatif atau faktor kritikal dalam pembangunan modal insan negara ialah, (i) meningkatkan bilangan tenaga kerja sains dan teknologi berpendidikan tinggi sebanyak 33% menjelang tahun 2020, (ii) meningkatkan bilangan RSE kepada dua kali ganda bilangan sedia ada, dan (iii) membangunkan modal insan yang kreatif dan inovatif sesuai dengan pasaran kerja masa hadapan (Jadual 4).

Jadual 4 Imperatif bagi meningkatkan daya saing negara di peringkat global

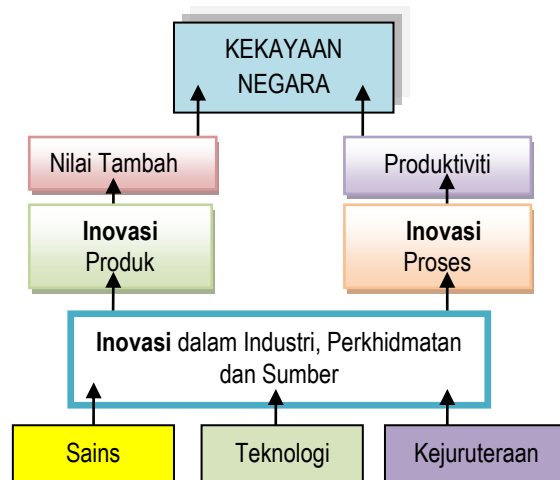
Modal Insan	Sistem Inovasi
Meningkatkan tenaga kerja sains dan teknologi berpendidikan tertiar sebanyak 33% menjelang 2020.	Mengintegrasikan sains dan teknologi dalam proses penghasilan produk bertambah nilai dan teknologi intensif.
Meningkatkan bilangan RSE kepada 50.0 bagi setiap 10,000 tenaga kerja	<ul style="list-style-type: none">• Menambah geran penyelidikan;• Membuka peluang lebih ramai rakyat Malaysia melanjutkan pengajian di peringkat PhD.
Membangunkan modal insan yang: <ul style="list-style-type: none">• boleh menggunakan ilmu secara kreatif dan inovatif untuk merekabentuk ciptaan yang bernilai tinggi• memiliki kemahiran yang mudah dilentur untuk menyesuaikan dengan keperluan pasaran	<ul style="list-style-type: none">• Meningkatkan penyelidikan;• Meningkatkan penglibatan dalam rantaian nilai sistem inovasi kebangsaan dan global;• Meningkatkan keusahawanan.

[Sumber: Pelan Strategik Pengajian Tinggi Negara 2020 (KPTM, 2006)]

Strategi yang mesti diutamakan untuk mencapai bilangan RSE yang disasarkan ialah dengan meningkatkan bilangan graduan dalam bidang sains dan teknologi, serta bilangan pakar yang mempunyai ijazah Sarjana dan PhD dalam bidang-bidang berkaitan sains dan teknologi yang akan menjalankan penyelidikan-penyelidikan secara mendalam dan berkualiti tinggi. Untuk maksud pembangunan modal insan tersebut, maka semuanya hendaklah bermula dari sekolah. Pelajar-pelajar sekolah dari peringkat rendah hingga menengah hendaklah digalakkan supaya berminat untuk belajar sains, matematik dan teknologi, dan terus mengambil jurusan sains dan teknologi di peringkat pengajian tinggi. Bukan itu sahaja, malah mereka mestilah juga dilengkapkan dengan kemahiran berkomunikasi dan kemahiran berfikir secara kritis, kreatif dan inovatif dan kemahiran insaniah yang baik.

Keupayaan sains dan teknologi dan hubungannya dengan pembangunan sektor perindustrian dan kekayaan negara

Wawasan 2020 telah dilancarkan pada 1996. Wasasan ini mengandungi visi dan matlamat untuk menjadikan Malaysia sebuah negara maju pada tahun 2020. Di antaranya ialah: rakyat Malaysia mestilah celik sains dan teknologi, dan menguasai sepenuhnya bidang sains dan teknologi supaya dapat menjayakan matlamat negara ke arah ekonomi berasaskan industri berteknologi tinggi. Sains dan teknologi adalah pengupaya atau pemangkin untuk menghasilkan inovasi dalam produk dan perkhidmatan yang bernilai tambah tinggi, yang dijangka akan dapat menjana kekayaan negara (Ahmad Sarji, 1997). Rajah 1 menunjukkan wawasan yang menghubungkan keupayaan sains, teknologi dan kejuruteraan dalam rantaian penghasilan produk dan perkhidmatan serta sumber negara yang inovatif dan berkualiti tinggi sebagai punca kekayaan negara.



Rajah 1 Saluran untuk menjana kekayaan negara berasaskan sains dan teknologi. (Sumber: Ahmad Sarji, 1997, m.279).

Dalam hal ini, Malaysia perlu mencontohi beberapa negara lain yang telah berjaya mencapai perkembangan pesat dalam ekonomi berasaskan industri berteknologi tinggi seperti Korea, Jepun dan negara-negara Persatuan Eropah (EU). Di negara-negara tersebut, penghasilan produk dilakukan oleh mesin berteknologi tinggi, yang dapat mengeluarkan produk yang lebih kemas, cepat, tepat, dan dalam kuantiti yang besar serta berkualiti tinggi. Hampir kesemua perkhidmatan yang dilaksanakan dilakukan dengan berlandaskan sistem teknologi perkomputeran dan teknologi komunikasi maklumat (ICT). Sebagai contoh, dalam perkhidmatan pengangkutan, sistem berkomputer digunakan bagi menjadualkan perjalanan kereta api, bas, feri, kapal terbang dan sebagainya. Dalam perkhidmatan kewangan dan perbankan, sistem berkomputer dan internet digunakan bagi memudahkan pelanggan

berurusan dan bertransaksi; begitu juga dalam pertanian, perniagaan, pelancungan, dan sebagainya. Semua perkhidmatan yang diberikan telah ditambah nilai yang tinggi sehingga sukar untuk disaingi.

Mun-Chow Lian dan Su-Fei Yap (2004) telah membandingkan keupayaan Malaysia dari segi pembangunan industri baharu berasaskan teknologi berbanding Singapura, Korea dan Taiwan; mereka mendapati Malaysia mengalami kekurangan tenaga mahir dalam bidang sains dan teknologi yang sangat kritikal. Mereka mencadangkan supaya langkah-langkah drastik diambil segera bagi meningkatkan persediaan modal insan sains dan teknologi dalam bilangan yang lebih ramai dengan meningkatkan lebih ramai pelajar sekolah menengah dan tertiar dalam aliran sains dan teknologi. Mereka juga mencadangkan agar diadakan dasar yang jelas berkaitan dengan perkara ini, seperti dalam tahun 70an, di mana Kementerian Pendidikan Malaysia (KPM) telah menetapkan sekolah-sekolah untuk mencapai peratusan pelajar dalam aliran sains dan sastera dalam nisbah 60:40, tetapi sehingga kini, nisbah tersebut masih tidak dapat dicapai, malah peratusan pelajar dalam aliran sains di sekolah-sekolah menengah dan universiti kini didapati semakin menurun. Menurut Timbalan Menteri Sains, Teknologi dan Inovasi, nisbah pelajar sekolah menengah dalam aliran sastera dan sains pada tahun 2010 ialah 2:1 dan di universiti ialah 1:0.8 (The Borneo Post, 29/5/2011). Perkara ini adalah membimbangkan kerana ia boleh menjejaskan bukan sahaja matlamat wawasan negara tetapi juga ekonomi negara yang bergantung sepenuhnya kepada industri berteknologi tinggi pada masa hadapan.

Statistik keperluan sumber manusia sains dan teknologi di Malaysia

Jadual 5 menunjukkan status dan sasaran keperluan guna tenaga profesional, juruteknik dan profesional bersekutu dan pekerja mahir pertanian dan perikanan dari 2007 hingga 2015. Dapat dilihat, sasaran bagi ketiga-tiga kategori pekerja mahir berasaskan pengetahuan sains dan teknologi adalah sangat besar, iaitu 4,040,600 pekerja pada tahun 2012, dan 4,510,000 pada tahun 2015. Keperluan yang besar ini sudah pastilah memerlukan perancangan yang sangat teliti bagi mencapainya. Pada tahun 2010, guna tenaga sains dan teknologi yang diperlukan ialah 3,696,800 orang - satu keperluan yang cukup besar untuk disediakan.

Jadual 5 Guna tenaga dalam pelbagai sektor pekerjaan

Kumpulan pekerjaan	Status pada ('000 orang)			Sasaran ('000 orang)			Pengwujudan Pekerjaan	
	2007	2008	2009	2010	2012	2015	Anggaran*	Sasaran*
Profesional **	649.7	671.4	697.2	741.7	827.9	1,031.6	142.6	289.9
Juruteknik & profesional bersekutu**	1,515.9	1,620.7	1,650.1	1,660.0	1,915.3	2,248.4	287.5	588.4
Pekerja mahir pertanian & perikanan**	1,470.3	1,377.6	1,347.9	1,295.1	1,297.4	1,230.0	-77.4	-65.1
Pegawai kanan & pengurus	832.1	810.4	906.4	941.9	1,000.9	1,097.7	103.1	155.8
Perkeranian	1,117.0	1,146.1	1,115.6	1,142.0	1,210.9	1,256.4	63.6	114.4
Pekerja Perkhidmatan, kedai/jurujuwal	1,846.5	1,933.3	1,917.4	1,942.6	2,112.9	2,274.8	330.5	332.2
Pekerja pertukangan	1,231.0	1,250.3	1,196.9	1,259.7	1,272.7	1,322.6	17.9	62.9
Operator loji, mesin & pemasangan	1,458.9	1,458.6	1,475.8	1,495.2	1,371.6	1,362.2	-193.2	-133.0
Pekerjaan asas	1,276.6	1,308.1	1,313.2	1,295.1	1,346.9	1,401.9	205.9	106.8
Jumlah Guna Tenaga	11,398.0	11,576.5	11,620.5	11,773.3	12,356.5	13,225.6	880.5	1,452.3

(Sumber: UPE dan Jabatan Perangkaan Malaysia, 2006)

* Anggaran dan sasaran dalam ribu

** Bidang profesional termasuk saintis, doktor, dentis, ahli farmasi, jurutera, arkitek, peguam, dll; ahli profesional bersekutu adalah termasuk guru, akauntan, juruaudit, perekabentuk, juru analisis sistem, jurubina, jururawat, penyelik, dll.

Jadual 6 menunjukkan pengeluaran sumber manusia mahir dan separuh mahir dari tahun 2000 hingga tahun 2010. Dapat dilihat, pada tahun 2010, keluaran negara hanya sebanyak 234,527 orang sahaja, tetapi keperluan seperti yang dijumlahkan di atas (dalam Jadual 5) ialah sebanyak 3,696,800 orang. Ini menunjukkan kekurangan tenaga manusia sains dan teknologi yang amat besar pada tahun 2010. Kekurangan yang lebih kritikal akan berlaku menjelang 2015 kelak. Pada masa itu, Malaysia mungkin tidak lagi mampu mencapai sasaran menjadi negara perindustrian berinovasi tinggi. Maka, sesuatu tindakan perlu dibuat bagi mengatasi kekurangan yang akit ini. Dalam masa lima tahun, iaitu dari tahun 2006 hingga 2010, kadar pertumbuhan yang direkodkan hanya sekadar 13.3% (Jadual 6), dan kadar ini adalah amat kecil dan sangat perlahan berbanding keperluan yang begitu besar yang ditunjukkan dalam Jadual 5.

Jadual 6 Keluaran Sumber Manusia Mahir dan Separuh Mahir dalam bidang kejuruteraan, pembinaan, ICT dan lain-lain yang berkaitan sains dan teknologi, 2000-2010

	Bilangan Pelatih									Kadar Pertumbuhan (%)			
	2000			2005			2010			2001-2005		2006-2010	
	Awam	Swasta	Jum.	Awam	Swasta	Jum.	Awam	Swasta	Jum.	Awam	Swasta	Awam	Swasta
Kejuruteraan	16,428	9,730	26,158	31,633	17,337	48,970	56,330	44,627	100,957	14.0	12.2	12.2	20.8
Mekanikal	9,606	2,232	11,838	17,380	4,866	22,246	30,966	10,608	41,574	12.6	16.9	12.2	16.9
Elektrikal	5,234	7,378	12,612	11,677	12,221	23,898	19,828	33,498	53,326	17.4	10.6	11.2	22.3
Sivil	1,588	120	1,708	2,576	250	2,826	5,536	521	6,057	10.2	15.8	16.5	15.8
Pembinaan	1,417	547	1,964	2,566	1,200	3,766	4,232	2,633	6,865	12.6	17.0	10.5	17.0
ICT	903	7,520	8,423	1,013	11,844	12,860	1,853	12,886	14,739	2.4	9.5	12.8	1.7
Lain-lain	2,133	928	3,061	3,550	2,730	6,280	9,379	1,630	11,009	10.7	24.1	21.4	-9.8
JUMLAH	37,309	28,455	65,764	70,395	50,448	120,846	128,124	106,403	234,527	13.2	12.1	13.1	13.3

(Sumber: Rancangan Malaysia Ke-9, EPU, 2006)

Ketidakeimbangan dalam keluaran dan permintaan tenaga kerja mahir sains dan teknologi di negara ini telah ditunjukkan oleh Gross pada tahun 2001. Beliau menyatakan bahawa jika Malaysia meletakkan sasaran pada 33% sahaja pun, ia masih tidak mampu untuk mencapainya. Data dalam Jadual 7 menunjukkan Malaysia telah mengalami kekurangan pekerja teknikal yang besar sejak tahun 2001 lagi. Mengikut Gross (2001);

“while Malaysia offers a large and talented workforce, there is currently a shortage of skilled workers in some technical fields. Engineers and high-tech workers are needed to meet the demand, which has resulted in a labor shortage. The shortage of IT workers ranges between 30,000 and 35,000.” (Gross; 2001, m.2).

Jadual 7 Kekurangan tenaga kerja teknikal di Malaysia pada 2001

Jenis Guna tenaga	Permintaan	Bekalan	Kekurangan
Jurutera	30,100	21,000	9,100 (30%)
Pembantu Jurutera	122,900	84,070	38,830 (31%)
Buruh mahir	394,000	230,000	164,000 (24%)

(Sumber: Gross, 2001)(<http://www.pacificbridge.com/publication.asp?id=14>)

Gross (2001) menekankan bahawa tenaga kerja dalam industri bernilai tambah tinggi seperti yang dihasratkan oleh Malaysia hendaklah dari kalangan mereka yang mempunyai ilmu pengetahuan yang tinggi, sangat kreatif dan inovatif serta bijaksana. Mereka juga mestilah mempunyai kemahiran berfikir, membaca, menulis, numerasi, komunikasi dan ICT yang baik, berciri usahawan, dan berminat terhadap sains dan teknologi. Ciri-ciri tambahan yang perlu ada kepada seseorang pekerja sains dan teknologi mengikut Gross (2001) adalah faktor yang amat penting dalam menentukan kejayaan ekonomi sesebuah negara. Semua ciri-ciri ini perlu diterapkan dalam latihan dan pendidikan yang diberikan sama ada di peringkat sekolah ataupun universiti.

Menurut Presiden Institut Jurutera Malaysia, negara ini memerlukan lebih kurang 200,000 jurutera pada 2008, tetapi yang ada hanya 60,000 sahaja – kekurangan kira-kira 25% (Business@asiaone, 2008). Padahal, Singapura mempunyai seramai 100,000 jurutera pada 2008. Kekurangan ini boleh membantutkan pembangunan ekonomi negara dengan serius. Menteri Perdagangan Antarabangsa dan Industri menyatakan, "kekurangan jurutera ini adalah masalah global kerana lebih ramai anak muda pada hari ini lebih berminat dalam bidang guaman, akauntan dan sebagainya. Kekurangan jurutera itu juga merupakan antara masalah utama yang dihadapi oleh pelabur asing dalam sektor perkilangan di Malaysia. Bagi menampung permintaan, beliau berkata

kerajaan membenarkan pelabur membawa masuk jurutera asing khususnya dari Jepun, Korea Selatan serta India” (Bernama.com, 2011).

Analisis kurikulum sains dan matematik sekolah menengah atas Malaysia

(i) Objektif analisis

Analisis kurikulum sains kimia, fizik, biologi dan matematik sekolah menengah atas (tingkatan 4 dan 5) dibuat secara kualitatif bagi menentukan sejauh mana pelajar-pelajar menengah atas yang bakal memenuhi pekerjaan berteraskan sains dan teknologi di Malaysia telah disediakan dengan ciri-ciri yang diperlukan terutama oleh industri berteknologi tinggi atau industri bernilai tambah tinggi. Analisis ini hanya ditumpukan kepada maklumat yang terkandung dalam kurikulum atau sukatan pelajaran mata pelajaran-mata pelajaran kimia, fizik, biologi dan matematik tingkatan 4 dan 5 sahaja.

(ii) Persoalan yang hendak dijawab

Analisis secara kualitatif ini adalah untuk menjawab persoalan pokok dalam artikel ini, iaitu dapatkah pendidikan sains (kimia, fizik dan biologi) dan matematik yang ditawarkan di sekolah menengah atas Malaysia menyediakan pelajar-pelajar sebagai sumber tenaga manusia yang akan terlibat dalam kerjaya sains dan teknologi pada masa hadapan. Kaedah yang digunakan ialah analisis dokumen secara kualitatif. Dokumen yang dianalisis terdiri daripada kurikulum iaitu sukatan pelajaran bagi mata pelajaran kimia, fizik, biologi dan matematik tingkatan 4 dan 5.

Perkara yang dianalisis ialah: (i) matlamat dan objektif kurikulum – adakah ia sehaluan dengan matlamat negara bagi menyediakan sumber manusia sains dan teknologi, dan (ii) kaedah pengajaran dan pembelajaran yang dicadangkan – dapatkah ia menyediakan pelajar-pelajar dengan pengetahuan dan kemahiran yang diperlukan untuk terlibat dalam kerjaya sains dan teknologi pada masa hadapan. Bagi aspek kedua ini, kemahiran-kemahiran yang diteliti ialah kemahiran berfikir, berkomunikasi, penyelesaian masalah, kreativiti dan ICT.

Status semasa mata pelajaran kimia, fizik, biologi dan matematik sekolah menengah atas Malaysia

Di sekolah menengah atas, sains diajar kepada semua pelajar sebagai mata pelajaran teras atau elektif. Dalam aliran sains, pelajar boleh memilih subjek seperti sains tambahan, kimia, fizik, biologi, dan teknologi komunikasi maklumat (ICT). Matematik adalah subjek yang wajib bagi semua pelajar. Bagi pelajar dalam aliran sains, mereka boleh mengambil subjek Matematik Tambahan jika berminat. Dalam aliran teknologi, pelajar-pelajar ditawarkan subjek seperti reka cipta, grafik berkomputer, produksi multimedia, pengajian kejuruteraan mekanikal, lukisan kejuruteraan, kejuruteraan elektrik dan elektronik, kejenteraan pertanian, teknologi pengurusan perniagaan, teknologi binaan dan lain-lain lagi. Terdapat 93 mata pelajaran elektif dan teknikal yang boleh dipilih oleh pelajar-pelajar di sekolah menengah atas pada masa kini. (Analisis ini tidak melibatkan mata pelajaran teknologi kerana terlalu banyak, dan bukan semuanya ditawarkan di sekolah).

Kurikulum kimia, fizik dan biologi sekolah menengah yang dianalisis adalah versi 2005 dan 2006 yang dikeluarkan oleh Pusat Perkembangan Kurikulum (PPK), Kementerian Pendidikan Malaysia (KPM). Bermula pada tahun 2003, semua mata pelajaran sains diajar dalam bahasa Inggeris dan kurikulumnya juga adalah dalam bahasa Inggeris. Bagi mata pelajaran teknologi, semua subjek yang ditawarkan diajar dalam bahasa Melayu (tetapi analisis ini tidak melibatkan mata pelajaran teknologi).

Kandungan kurikulum atau sukatan pelajaran kimia, fizik, biologi dan matematik tingkatan 4 dan 5 mengandungi topik-topik yang disusun dengan begitu padat sekali. Kebanyakan daripada konsep-konsep asas yang terdapat dalam kurikulum sekolah menengah atas (tingkatan 4 dan 5) telah diajar di peringkat menengah rendah (tingkatan 1, 2 dan 3) dan di sekolah rendah. Di peringkat menengah atas, konsep-konsep tersebut masih diajar, tetapi dengan lebih mendalam - lebih banyak

maklumat dan fakta-fakta diberikan selaras dengan peringkat persekolahan tersebut. Pendekatan kurikulum yang digunapakai ini dinamakan 'kurikulum spiral'. Semua konsep-konsep asas yang telah 'dipelajari' di sekolah menengah rendah dan rendah diulang ajar di sekolah menengah atas. Dengan itu pelajar-pelajar di sekolah menengah atas biasanya terpaksa belajar konten yang banyak dan sangat luas, dengan cakupan yang mendalam dan ditambah dengan beberapa konsep dan topik baharu yang sesuai dengan tahapnya. Pembelajaran konsep-konsep dan topik-topik ini biasanya memerlukan penerokaan dan percubaan atau amali dilakukan di dalam atau di luar bilik makmal.

Hasil analisis

a. Hasrat kurikulum sains (kimia, fizik dan biologi) dan matematik menengah atas

Kesemua kurikulum yang dianalisis didapati telah menyatakan hasrat yang sama atau hampir sama, iaitu untuk menyediakan pelajar-pelajar sebagai ahli masyarakat yang berorientasi sains dan teknologi, yang progresif, berpengetahuan, mampu menangani perubahan, inovatif, berpandangan jauh, dan menjadi penyumbang kepada pembangunan sains dan teknologi pada masa hadapan. Petikan asal adalah dalam bahasa Inggeris, bahawa "*Malaysia needs to create a society that is scientifically oriented, progressive, knowledgeable, having a high capacity for change, forward looking, innovative and a contributor to scientific and technological developments in the future.*" (*Curriculum Specifications: Chemistry Form 4, CDC, MOE, 2006. m.2*)

Demikian juga, disebut bahawa pendidikan sains di Malaysia adalah untuk membina budaya sains dan teknologi melalui pembangunan ciri-ciri individu yang berdaya saing, dinamik, mempunyai kekuatan minda, cekal, dan mampu menguasai pengetahuan sains dan kemahiran teknologi. Petikan asal dalam bahasa Inggeris adalah seperti berikut: "*Science education in Malaysia nurtures a science and technology culture by focusing on the development of individuals who are competitive, dynamic, robust, and resilient, and able to master scientific knowledge and technology competency*" (*Curriculum Specifications: Chemistry Form 4, CDC, MOE, 2006, m.2-3*)

Secara menyeluruh, pendidikan sains dan matematik menengah atas di Malaysia adalah berhasrat untuk melahirkan pelajar-pelajar yang kelak akan memilih bidang-bidang berasaskan sains di peringkat pengajian tinggi. "*Students who have followed the secondary science curriculum will have the foundation in science to enable them to pursue formal and informal further education in chemistry and technology* (*Curriculum Specifications: Chemistry Form 4, CDC, MOE, 2006. m.1*). Oleh kerana subjek-subjek ini hanya dibenarkan diambil oleh pelajar-pelajar dalam aliran sains, maka daripada kalangan merekalah diharap akan lahir para saintis, ahli matematik, jurutera dan teknologis. Maka, kurikulum bagi mata pelajaran-mata pelajaran tersebut telah digubal oleh Kementerian Pendidikan Malaysia (KPM) dengan cukup rapi, mengambil kira ciri-ciri dan kualiti pekerja profesional sains dan teknologi yang diperlukan dalam abad ke 21 ini. (Petikan asal dari kurikulum-kurikulum tersebut adalah dalam bahasa Inggeris dan diberi dalam Anex 1).

b. Matlamat dan objektif kurikulum kimia, fizik, biologi dan matematik tingkatan 4 dan 5

Pernyataan matlamat dan objektif keempat-empat kurikulum yang dianalisis ini adalah jelas maksudnya, iaitu untuk menyediakan pelajar dengan pengetahuan, kemahiran dan nilai-nilai murni. Sebagai contoh, matlamat kurikulum Kimia dan Matematik menegaskan,

"The aims of the chemistry curriculum for secondary school are to provide students with the knowledge and skills in chemistry and technology and enable them to solve problems and make decisions in everyday life based on scientific attitudes and noble values."

(Curriculum Specifications: Chemistry Form 5, , CDC, MOE, 2006. m.1)

“The mathematics curriculum for secondary schools aims to develop individuals who are able to think mathematically, and apply mathematical knowledge effectively and responsibly in solving problems and making decisions; and face the challenges in everyday life brought about by the advancement of science and technology.”

(Curriculum Specifications: Mathematics Form 4, CDC, MOE, 2006; m.x)

Tujuan kurikulum dinyatakan dalam ketiga-tiga mata pelajaran sains dan matematik yang dianalisis adalah sama. Malah, kurikulum matematik lebih menegaskan tujuannya untuk membangunkan individu-inividu yang boleh berfikir secara matematik, menggunakan pengetahuan matematik secara berkesan dan bertanggungjawab dalam menyelesaikan masalah dan membuat keputusan mengenai hal-hal berkaitan pembangunan sains dan teknologi.

Analisis ini memberi maklumat jelas bahawa Kementerian Pelajaran Malaysia (KPM) telah sedia mengambilkira keperluan menyediakan modal insan sains dan teknologi melalui kurikulum fizik, kimia, biologi dan matematik yang ditawarkan di sekolah menengah atas. Matlamat dan objektif yang dinyatakan dalam kurikulum-kurikulum tersebut jelas menyebut bahawa kurikulum sains dan matematik sekolah menengah atas telah dirancang dengan begitu teliti untuk melahirkan tenaga manusia yang mempunyai pengetahuan yang baik dalam bidang sains dan matematik, serta berfikiran saintifik, kreatif, bersikap kritikal dan boleh menyelesaikan masalah dalam kehidupan sehari-hari. Penggubal kurikulum-kurikulum ini telah mengambil kira aspirasi negara untuk melibatkan diri dalam inovasi ekonomi berteknologi tinggi yang memerlukan bakal pekerja yang mampu mengendalikan teknologi dan penyelidikan bagi menjana kekayaan negara.

c. Pengajaran dan pembelajaran sains dan matematik tingkatan 4 dan 5

Hasil analisis juga mendapati semua kurikulum kimia, fizik, biologi dan matematik tingkatan 4 dan 5 menekankan pembelajaran melalui inkuiri dan jumpaan. Ini kerana,

“Inquiry-discovery approach emphasises learning through experience. Inquiry generally means to find information, to question and to investigate phenomenon that occurs in the environment. Discovery is the main characteristic of inquiry. Learning through discovery occurs when the main concepts and principles of science are investigated and discovered by students themselves. Through activities such as experiments, students investigate a phenomenon and draw conclusions by themselves. Teachers then lead students to understand the science concepts through the results of the inquiry.”

(Curriculum Specification: Biology Form 5: PPK, KPM, 2005, m.10).

Selain daripada pendekatan inkuri-jumpaan ini, pendekatan lain yang dicadangkan dalam spesifikasi kurikulum keempat-empat mata pelajaran sains dan matematik ini ialah pembelajaran kontekstual dan masteri. Manakala, kaedah yang dicadangkan ialah eksperimen, perbincangan, simulasi, projek dan lawatan. Kaedah-kaedah ini adalah merupakan kaedah pembelajaran aktif yang sangat ditekankan oleh penyelidik-penyelidik pendidikan sains seperti Bonwell & Eison, 1991; Ginsburg, 2006; Lederman, 2006 dan lain-lain. Ini kerana pengajaran secara inkuiri yang melibatkan pelajar mendefinisi masalah, membuat hipotesis, merancang eksperimen untuk menguji hipotesis, mengawal pembolehubah, mengukur, merekod, mengumpul data, menafsir data dan membuat kesimpulan adalah proses-proses yang membina kemahiran-kemahiran saintifik dan berfikir seperti yang dikehendaki oleh kurikulum. Maka, dalam hal ini, boleh dikatakan bahawa kurikulum sains dan matematik Malaysia adalah tepat dalam menegaskan supaya pelajar belajar sains secara inkuri-jumpaan, yang lebih konstruktif dan kontekstual.

Dalam kurikulum-kurikulum kimia, fizik dan biologi, setiap kemahiran saintifik, kemahiran berfikir kritis dan kreatif serta nilai-nilai murni disenaraikan dengan kemas, dan dengan huraian yang lengkap agar dapat dilaksanakan oleh guru dalam pengajaran dan pembelajarannya. Berikut ialah senarai kemahiran-kemahiran tersebut yang dipetik dari kurikulum fizik tingkatan 4.

Science Process Skills

- *Observing and Communicating*
- *Classifying*
- *Measuring and Using Numbers*
- *Inferring*
- *Predicting*
- *Using Space-Time Relationship*
- *Interpreting Data*
- *Defining Operationally*
- *Controlling Variables*
- *Hypothesising*
- *Experimenting.*

Critical thinking skills

- *Attributing*
- *Comparing and Contrasting*
- *Grouping and Classifying*
- *Sequencing*
- *Prioritising*
- *Analysing*
- *Detecting Bias*
- *Evaluating*
- *Making Conclusions*

Creative thinking skills

- *Generating Ideas*
- *Relating*
- *Making Inferences*
- *Predicting*
- *Making Generalisations*
- *Visualising*
- *Synthesising*
- *Making Hypotheses*
- *Making Analogies*
- *Inventing*

(Sumber: Curriculum Specifications: *PHYSICS Form 4*, Curriculum Development Centre, Ministry of Education Malaysia, 2005)

Semua kemahiran saintifik dan berfikir yang disenaraikan dalam kurikulum sains menengah atas Malaysia, sama ada kimia, fizik atau biologi adalah tepat dengan keperluan untuk melahirkan individu-individu yang mempunyai ciri-ciri sebagai saintis dan penyelidik pada masa hadapan: “*scientific skills are important in any scientific investigation such as conducting experiments and carrying out projects*” (Curriculum Specifications: *Chemistry Form 5*, CDC, MOE, 2005. m.5). Bagi mata pelajaran matematik, kemahiran-kemahiran yang disenaraikan adalah berteraskan disiplin matematik seperti kemahiran membuat anggaran, mengumpul data, membuat representasi data, menginterpretasi data, menggunakan *algorithm*, dan penyelesaian masalah (rujuk Anex 1).

Berikut ialah senarai nilai-nilai murni yang dicadang supaya diterapkan melalui kurikulum kimia, fizik dan biologi serta matematik.

“Scientific Attitudes And Noble Values

- *Having an interest and curiosity towards the environment.*
- *Being honest and accurate in recording and validating data.*
- *Being diligent and persevering.*
- *Being responsible about the safety of oneself, others, and the environment.*
- *Realising that science is a means to understand nature.*
- *Appreciating and practising clean and healthy living.*
- *Appreciating the balance of nature.*
- *Being respectful and well-mannered.*
- *Appreciating the contribution of science and technology.*
- *Being thankful to God.*
- *Having critical and analytical thinking.*
- *Being flexible and open-minded.*
- *Being kind-hearted and caring.*
- *Being objective.*
- *Being systematic.*
- *Being cooperative.*
- *Being fair and just.*
- *Daring to try.*
- *Thinking rationally.*
- *Being confident and independent.*“

(Integrated Curriculum for Secondary Schools Biology Form 4: CDC, MOE, 2005, m.8)

Perbincangan dan pandangan

Secara kasar, analisis kualitatif ini mendapati matlamat, objektif dan pendekatan kurikulum sains dan matematik sekolah menengah atas Malaysia telah digubal bertepatan dengan strategi untuk melahirkan

modal insan yang berpengetahuan baik dalam bidang sains dan matematik, mempunyai kemahiran saintifik, berfikir secara kritis dan kreatif, bersikap dinamik, progresif, menghayati alam sekitar serta mempunyai nilai-nilai yang mulia. Semua ini ternyata telah ditekankan dalam sukatan-sukatan pelajaran sains dan matematik dengan panduan pelaksanaan yang jelas. Andainya, sukatan pelajaran-sukatan tersebut dihayati dan dilaksanakan sebaiknya, maka Malaysia mampu melahirkan sumber manusia sains dan teknologi yang menyerlah, setanding dengan negara maju.

Namun, hakikatnya, apabila disoroti dalam literatur mengenai laporan-laporan penyelidikan yang dijalankan mengenai kualiti pengajaran dan pembelajaran sains dan matematik di sekolah, didapati hasil pembelajaran sains dan matematik tidak seperti yang dikehendaki. Matlamat dan objektif kurikulum yang dirancang tidak dapat dicapai dengan baik dan hasilnya tidak begitu menggalakkan. Yoong Suan & Aminah (2005) melaporkan pengajaran dan pembelajaran mata pelajaran kimia, fizik dan biologi masih berbentuk *teacher-centred* dan pelajar-pelajar lebih gemar menghafal fakta-fakta untuk diluahkan kembali dalam peperiksaan. Tidak banyak amali dalam makmal dilakukan oleh pelajar-pelajar kerana pelbagai kekangan dan masalah yang menyebabkan pelajar-pelajar kurang kebolehan untuk menyelidik dan menjalankan eksperimen sains. Kaedah inkuiri-jumpaan dan pendekatan pendekatan kontekstual yang disarankan juga jarang-jarang dilakukan, walau pun masih ada yang membuat projek-projek sains untuk pertandingan atau pameran. Dengan kata lain, kaedah pembelajaran aktif berbentuk *student-centred*, menggunakan pendekatan inkuiri-jumpaan dan amali dalam makmal sudah kurang atau jarang berlaku di kelas-kelas sains menengah atas seperti yang dilaporkan oleh penyelidikan-penyelidikan yang disoroti di bawah ini.

Kajian Shariha (2005) terhadap 293 orang pelajar tingkatan lima aliran sains dari enam buah sekolah menengah atas di Kelantan mendapati tahap penguasaan kemahiran proses sains seperti kemahiran mengeksperimen di kalangan pelajar adalah lemah. Beliau mendapati dalam mata pelajaran kimia, hanya 30% pelajar-pelajar mampu melaksanakan eksperimen secara inkuiri; hanya 31% boleh membina hipotesis; juga 31% sahaja yang boleh mengenalpasti pembolehubah; hanya 24% tahu bagaimana merancang eksperimen; 36% boleh menafsir data dengan betul; dan hanya 18% boleh membuat kesimpulan. Ini adalah satu dapatan yang membimbangkan. Jika pelajar-pelajar dalam aliran sains tidak mempunyai kemahiran-kemahiran saintifik seperti disenaraikan dalam kurikulum sains (kimia/fizik/biologi), maka apakah harapan negara untuk menyediakan lebih ramai tenaga kerja sains dan teknologi pada masa hadapan.

Sebenarnya apa yang disarankan dalam kurikulum sains (kimia, fizik dan biologi) sukar dicapai oleh guru. Kajian Mageswari, Zurida Ismail dan Norita (2007) mendapati kurikulum Kimia sekolah menengah gagal melahirkan individu yang seimbang dari segi jasmani, emosi, rohani dan intelek kerana keterlaluan penekanan diberikan kepada teknik menghafal dan mengingat konsep-konsep dan fakta-fakta, demi untuk mendapat keputusan cemerlang dalam peperiksaan. Pedagogi yang digunakan tidak menyumbang kepada peningkatan kreativiti dan pemikiran kreatif, malah pengajaran masih berpusatkan guru (m.s.79).

Kajian Aida Suraya et al. (2005) mengenai kebolehan pelajar universiti di Malaysia menyelesaikan masalah hanya berada pada tahap sederhana. Ini menunjukkan pelajar-pelajar lepasan sekolah yang masuk ke universiti juga masih kekurangan dalam pelbagai kemahiran saintifik. Beliau menerangkan; “*students do not have the generic skills in problem solving, specifically in definition and formulation of problems, in generation of alternatives subscale, in decision making and in implementation and verification of the solution*” (m.s.269). Dengan dapatan begini, maka adalah dibimbangi bahawa sumber manusia negara masa hadapan tidak mampu berfikir secara saintifik, tidak pandai menyelesaikan masalah, tidak kreatif, dan tidak dapat mereka cipta untuk menghasilkan produk baharu walaupun telah mengikuti pembelajaran sains di peringkat sekolah menengah dan universiti.

Pengajaran dan Pembelajaran Sains dan Matematik dalam bahasa Inggeris

Pada 2003, Kementerian Pelajaran Malaysia (KPM) telah melaksanakan pengajaran sains dan matematik dalam bahasa Inggeris atau ringkasnya PPSMI. Keadaan ini lebih menyulitkan kerana kebanyakan guru kurang mahir mengajar dalam bahasa Inggeris dan pelajar-pelajar juga kurang berminat belajar sains dan matematik dalam bahasa Inggeris (Isahak Harun, 2008). Kajian Nor Hashimah Jalaludin (2004) ke atas 971 orang pelajar menunjukkan 75% pelajar menyatakan mereka

menghadapi masalah 'tidak faham' apabila diajar sains dan matematik dalam bahasa Inggeris. Manakala 96% guru menyatakan pelajar semakin kurang berminat belajar sains dan matematik apabila diajar dalam bahasa Inggeris, dan 98% guru bersetuju pelajar mengalami masalah memahami sains dan matematik dalam bahasa Inggeris.

Juriah Long et al., (2007) mengkaji pandangan pelajar mengenai pelaksanaan pengajaran dan pembelajaran sains dalam bahasa Inggeris dan mendapati: 59% pelajar bersetuju guru telah mengajar sains dalam bahasa Inggeris dengan cara jelas dan menarik; 51% bersetuju guru menggunakan perisian komputer dalam kelas sains; tetapi hanya 8.9% pelajar bersetuju bahawa mereka pernah menggunakan perisian komputer dalam kelas sains; dan hanya 33% pelajar bersetuju mereka mampu berbincang dengan kawan dalam bahasa Inggeris dalam kelas sains.

Dalam pengajaran dan pembelajaran matematik, Mohd Rashid Mohd Saad (2006) mendapati ramai guru tidak begitu kompeten dan yakin mengajar dalam bahasa Inggeris, dan ini memberi kesan kepada proses pengajaran dan pembelajaran matematik. Daripada sorotan literatur ini, didapati pengajaran dan pembelajaran sains dan matematik tidak berjaya dilaksanakan seperti kehendak kurikulum disebabkan pelbagai faktor, terutamanya faktor bahasa pengantar dan masa. Dengan itu pengajaran dan pembelajaran sains dan matematik menjadi '*dull*' dan tidak menarik. Pelajar hanya belajar secara '*rote learning*'.

Sebagai rumusan daripada tinjauan literatur ini, boleh dikatakan bahawa ramai pelajar tidak mendapat manfaat daripada pelaksanaan dasar PPSMI kerana guru-guru kurang mahir menggunakan bahasa Inggeris dalam pengajaran mereka. Maka minat pelajar untuk belajar sains dan matematik semakin berkurangan. Mereka juga sukar terlibat dalam pembelajaran secara aktif disebabkan kekangan bahasa Inggeris. Dengan itu, proses pengajaran dan pembelajaran menjadi satu hala, iaitu daripada guru atau buku kepada muris atau pelajar. Masa yang diperuntukkan juga dikatakan tidak mencukupi bagi guru menggunakan kaedah-kaedah lain yang disarankan dalam kurikulum, seperti *thoughtful learning* atau kaedah kontekstual (m.s.496).

Cadangan untuk meningkatkan kualiti pendidikan sains dan matematik sekolah menengah

Pembelajaran sains dan matematik di sekolah menengah hendaklah menekankan pendidikan dan literasi sains dan matematik, dan bukan hanya untuk peperiksaan. Oleh itu kurikulum dan pengajaran sains dan matematik hendaklah dijadikan subjek teras untuk semua pelajar sama ada dalam aliran sains atau bukan, dan pengajarannya hendaklah berfokus kepada keperluan pelajar untuk memahami tentang 'dunia' dan kemajuan sains dan teknologi dalam kehidupan sehari-hari. Aspek ini amat penting untuk menyediakan masyarakat Malaysia yang celik sains dan matematik, mempunyai budaya sains dan teknologi yang tinggi, dan mampu mengambil bahagian dalam pembangunan lestari. Pembelajaran sains dan matematik hendaklah menggunakan kaedah inkuiri-jumpaun untuk menggalakkan pelajar menyiasat, mengkaji, meneroka, mengeksperimen, merekacipta sambil menyelesaikan masalah. Kemahiran bertanya dan berfikir adalah kritikal diterapkan, terutama bagi membolehkan pelajar-pelajar, yang bakal mewarisi pekerjaan masa hadapan dapat bersaing dan membuat keputusan yang betul. Dunia pekerjaan masa hadapan memerlukan sumber manusia yang bertanggungjawab dan tahu menilai baik dan buruk ciptaan teknologi yang semakin banyak dihasilkan setiap masa.

Kandungan kurikulum sains dan matematik hendaklah tidak terlalu padat dengan fakta-fakta, tetapi diberi lebih masa untuk membolehkan pengajaran dan pembelajaran secara inkuiri, jumpaun, perbincangan, projek dan sebagainya dijalankan, yang dapat meningkatkan kemahiran proses sains, matematik, berfikir secara kritis dan kreatif, penghayatan sains dan teknologi, kesedaran terhadap alam sekitar dan pembangunan lestari, dan pembinaan ciri-ciri individu yang dinamik, demokratik, disamping inovatif dan berorientasikan sains dan teknologi.

Pengajaran dan pembelajaran sains dan matematik hendaklah menekankan kreativiti bagi menyediakan modal insan yang mampu menghadapi dunia pekerjaan dan kehidupan yang semakin kompetitif, dan bagi meningkatkan produktiviti negara. Rekacipta dan inovasi merupakan asas industri masa hadapan. Ini bermakna ekonomi negara bergantung kepada sejauhmana hasil kreativiti dan inovasi yang dapat dijana oleh tenaga manusianya. Pelajar-pelajar harus digalakkan menerokai

alam fantasi minda (imaginasi) kerana sains dan teknologi adalah subjek yang meramal masa hadapan, berbentuk futuristik, dan berasaskan pemikiran logik-matematik.

Integrasi teknologi adalah satu elemen penting yang mesti dilakukan dalam pengajaran sains, matematik dan teknologi, kerana pelajar hari ini adalah dari generasi digital. Gaya belajar mereka telah berubah daripada audio-verbal kepada video-visual. Mereka lebih gemar belajar menggunakan bahan-bahan digital seperti video-dokumentari, VCD, permainan komputer, internet, *blog*, *twitter*, *ipod*, *ipad* dan *iphone*, dan sebagainya. Tambahkan peruntukan masa dan jadikan masa pembelajaran fleksibel supaya memberi peluang pelajar lebih terlibat dan aktif melayari internet untuk mencari maklumat, atau berhubung dengan orang luar atau untuk berkomunikasi sesama sendiri. Galakkan kaedah projek yang boleh melibatkan pelajar bekerja dalam kumpulan secara kolaboratif.

Ubah cara pentaksiran dan penilaian bagi mata pelajaran sains, matematik dan teknologi. Pelbagai cara penaksiran boleh digunakan yang boleh memberi maklumat lebih tepat tentang pemahaman dan prestasi pelajar-pelajar. Perkara yang lebih penting, bukannya gred tetapi sejauhmana pelajar-pelajar telah memahami dan menguasai konsep-konsep asas dan kemahiran-kemahiran yang diperlukan seperti dinyatakan dalam silibus. Di peringkat sekolah menengah, aspek yang lebih penting ialah kebolehan menyelesaikan masalah dan berfikir sebagai saintis bukannya maklumat yang dihafal secara tidak bermakna.

Adakan aktiviti-aktiviti pertandingan sains dan teknologi supaya dapat melahirkan pelajar yang berdaya saing, sedia bersaing dalam pertandingan-pertandingan yang mencabar, seperti Program *FI Technology Challenge* dan *Robotic Competition* yang telah diperkenalkan oleh KPM. Di Singapura, pelbagai pertandingan berasaskan sains dan teknologi dianjurkan oleh kerajaan, swasta atau industri untuk menggalakkan pelajar-pelajar terlibat menghasilkan rekacipta teknologi. Demikian juga di Jepun, Korea dan Taiwan, hampir setiap bulan diadakan pertandingan sains dan teknologi, pertandingan merekacipta robot, senibina, dan sebagainya. Pertandingan seumpama ini boleh dianjurkan di peringkat sekolah, daerah atau negeri dan negara. Jadikan ianya sebahagian daripada proses pembelajaran yang menyentuh topik-topik yang dicakupi dalam sukatan pelajaran pelajar.

Berikan peruntukan yang lebih banyak kepada jabatan atau panitia sains dan matematik untuk menjalankan aktiviti-aktiviti seumpama ini, daripada hanya menumpu kepada aktiviti pembangunan yang besar-besaran. Bangunkan minda pelajar supaya mereka menjadi generasi yang berfikir dan berdaya saing, dan tiada ada seorangpun yang akan tercicir atau ketinggalan.

Penutup

Sebagai kesimpulan, analisis secara kualitatif ke atas dokumen kurikulum-kurikulum sains (kimia, fizik dan biologi) dan matematik sekolah menengah atas Malaysia menunjukkan bahawa matlamat dan objektif kurikulum yang dinyatakan dalam sukatan pelajaran cukup jelas maksudnya untuk melahirkan tenaga manusia sains dan teknologi masa hadapan yang mantap. Setiap aspek kemahiran yang perlu dibangunkan dalam diri pelajar melalui kurikulum-kurikulum tersebut telah diperincikan dengan lengkap, maka tidak ada alasan bagi guru atau pihak pengurusan sekolah untuk tidak melaksanakannya. Malaysia amat bergantung kepada guru-guru dan pihak sekolah bagi merealisasikan hasrat kurikulum sains dan matematik menengah atas yang bakal melahirkan sumber manusia sains dan teknologi negara. Begitu juga, didapati dalam semua kurikulum yang dianalisis kaedah mengajar yang harus dilaksanakan telah diterangkan dengan terperinci. Oleh itu, memandang kepada kurikulum sains dan matematik sekolah menengah atas ini, tiada alasan mengapa pelajar-pelajar tidak akan berminat untuk menyertai pengajian lanjutan dalam bidang sains dan teknologi.

Namun, tinjauan literatur mendapati kualiti pengajaran dan pembelajaran sains dan matematik di sekolah semakin menurun, walaupun setiap tahun didapati keputusan peperiksaan-peperiksaan awam menunjukkan peningkatan dalam peratus pelajar yang mendapat skor A, pada realitinya, kualiti pengetahuan, pemahaman dan kemahiran saintifik pelajar adalah merosot. Semakin ramai pelajar tidak memilih untuk berada dalam aliran sains sejak tahun 2005 menyebabkan kemerosotan berlaku dalam enrolmen di institusi pengajian tinggi dalam bidang-bidang berasaskan sains. Kesan jangka panjang daripada keadaan ini akan menyebabkan keperluan tenaga manusia sains dan teknologi masa hadapan terjejas. Sekaligus, kesannya juga akan menjejaskan matlamat wawasan negara.

Maka, usaha-usaha perlu dilakukan untuk meningkatkan bilangan tenaga manusia sains dan teknologi dan RSE. Di antara langkah-langkah yang dicadangkan ialah menukar cara mengajar sains dan matematik di sekolah; kaedah tradisional 'teacher-centred' perlu diubah kepada kaedah "learner-centred" dan pembelajaran aktif yang menekankan penglibatan pelajar dan integrasi teknologi. Kaedah penaksiran hasil pembelajaran juga perlu diubah, daripada menilai pencapaian kepada menilai prestasi. Begitu juga, dasar sains dan teknologi negara harus dijadikan teras dalam pelaksanaan dasar pendidikan negara.

RUJUKAN

- Ahmad Sarji (1997 ed.). *Malaysia's Vision 2020: Understanding the Concept, Implications & Challenges*. Petaling Jaya: Pelanduk Publications.
- Aida Suraya Md Yunus, Ramlah Hamzah, Rohani Ahmad Tarmizi, Rosini Abu, Sharifah Md Nor, Habsah Ismail, Wan Zah Wan Ali, dan Kamariah Abu Bakar (2005). Problem solving abilities of Malaysia university students. *Prosiding Seminar Pendidikan 2005: pendidikan untuk Pembangunan Lestari, 28-30 Ogos 2005, UM*
- Akınođlu, O. and Tandođan, R. O. (2006). The effects of problem-based active learning in science education on students' academic achievement, attitude and concept learning. Marmara Üniversitesi, Istanbul, Turkey.
- Aziz Bin Nordin & Thivya A/P Venugopal (2006). Tahap pemahaman pelajar-pelajar tingkatan satu dan empat aliran sains terhadap langkah-langkah keselamatan di makmal sains di sekolah-sekolah menengah di Daerah Sungai Petani, Kedah. Tesis Sarjana, UTM.
- Bonwell, C. and Eison, J. (1991). *Active Learning: Creating Excitement in the Classroom. AEHE-ERIC Higher Education Report No. 1*. Washington, D.C.: Jossey-Bass.
- Ginsburg, M. (2006). Challenges to promoting active-learning, student-centered pedagogies. *EQUIP1 Issue Paper*. Washington, DC: American Institute for Research.
- Gross, A. (2001). HR in Malaysia: An Overview. Published in Corporate Relocation News
- Juriah Long, Khalid Abdullah, Zirin Ismail & Zanaton Hj. Ikhsan (2007). Mengkaji Pelaksanaan P&P Sains dan Matematik dalam Bahasa Inggeris dalam konteks kepelbagaian pelajar. *Prosiding Seminar Kebangsaan Isu-isu Pendidikan Negara ke-3: Dasar dan Pelaksanaan, 13-14 Februari 2007, UKM*.
- Mageswari K., Zurida Ismail dan Norita Mohamed (2007). Reorientasi kurikulum kimia KBSM ke arah kurikulum lestari. *Prosiding Seminar Kebangsaan Isu-isu Pendidikan Negara ke-3: Dasar dan Pelaksanaan, 13-14 Februari 2007, UKM*.
- Maznah Ali (2005). Are we ready for science in English? *Prosiding Seminar Pendidikan 2005: pendidikan untuk pembangunan lestari, 28-30 Ogos 2005, USM*.
- Mohd Rashid Mohd Saad (2006). Suara hati guru matematik dalam pelaksanaan dasar bahasa Inggeris bagi subjek matematik: Satu tinjauan. *Jurnal Pendidikan Islam, Jilid 12, bil.1, Julai 2006*.
- Mohd Azhar Abd Hamid, Esa Khalid, Othman A. Kassim, Mohd Koharuddin Balwi, Muhamed Fauzi Othman (2007). Membina negara dan masyarakat yang kreatif-inovatif – suatu perbincangan awal dalam konteks pembangunan modal insan. *Prosiding Persidangan Antarabangsa Peradaban Melayu III, UPSI, 2007*.
- Curriculum Development Centre, Ministry of Education Malaysia (2005). *Integrated Curriculum for Secondary Schools: Curriculum Specifications: CHEMISTRY Form 4*.
- Curriculum Development Centre, Ministry of Education Malaysia (2006). *Integrated Curriculum for Secondary Schools: Curriculum Specifications: CHEMISTRY Form 5*.
- Curriculum Development Centre, Ministry of Education Malaysia (2005). *Integrated Curriculum for Secondary Schools: Curriculum Specifications: PHYSICS Form 4*.
- Curriculum Development Centre, Ministry of Education Malaysia (2005). *Integrated Curriculum for Secondary Schools: Curriculum Specifications: PHYSICS Form 5*.
- Curriculum Development Centre, Ministry of Education Malaysia (2005). *Integrated Curriculum for Secondary Schools: Curriculum Specifications: BIOLOGY Form 4*.
- Curriculum Development Centre, Ministry of Education Malaysia (2005). *Integrated Curriculum for Secondary Schools: Curriculum Specifications: BIOLOGY Form 5*.
- Curriculum Development Centre, Ministry of Education Malaysia (2006). *Integrated Curriculum for Secondary Schools: Curriculum Specifications: MATHEMATICS Form 4*.
- Shariha bt. Jusoh (2005). *Kajian Mengenai Tahap Penguasaan Inkuiri Pelajar dalam mata pelajaran Kimia*. Disertasi Sarjana. Universiti Teknologi Malaysia
- Sheila a/p Shamuganathan (2001). *Kajian miskonsepsi bagi konsep-konsep asas kimia di kalangan pelajar-*

pelajar Matrikulasi. Tesis Sarjana, USM
Unit Perancang Ekonomi, Jabatan Perdana Menteri (2006). Rancangan Malaysia Ke-9. Penerbitan Kerajaan
Malaysia.

Yoong Suan & Aminah Ayob (2005). Students' attitudes towards science, technology and environmental issues:
Malaysian perspective and international comparison. *Prosiding Seminar Pendidikan 2005: Pendidikan
untuk Pembangunan Lestari, 28-30 Ogos 2005, USM.*

Bahan-bahan daripada internet:

Florida, R. (2004). Flight of the Creative Class:

<http://compassioninpolitics.wordpress.com/2009/04/18/global-creativity-index-from-flight-of-the-creative-class/>

Geneva (Jun 30, 2011):

http://www.wipo.int/pressroom/en/articles/2011/article_0019.html

Berita Harian online, 2010/06/10:

http://www.bharian.com.my/bharian/articles/Sasaran60RSEsetiap10_000pekerjamasihjauhuntukcapai/Article/print.html

[Business @ AsiaOne: www.asiaone.com](http://www.asiaone.com)