

**REKA BENTUK SEKOLAH KEBANGSAAN DARIPADA ASPEK  
KECEKAPAN TENAGA :  
KAJIAN KES DI DAERAH PERAK TENGAH**

**MOHD NAJIB BIN MOHD SALLEH**

**PUSAT PENGAJIAN PERUMAHAN, BANGUNAN DAN PERANCANGAN  
UNIVERSITI SAINS MALAYSIA**

**2008**

**REKA BENTUK SEKOLAH KEBANGSAAN DARIPADA ASPEK**

**KECEKAPAN TENAGA :**

**KAJIAN KES DI DAERAH PERAK TENGAH**

**oleh :**

**MOHD NAJIB BIN MOHD SALLEH**

**Tesis yang diserahkan untuk memenuhi keperluan syarat penganugerahan**

**Ijazah Sarjana Sains (Senibina)**

**MAC 2008**

## PENGHARGAAN

Tesis ini adalah mustahil untuk dihasilkan tanpa penyelia saya, Profesor Madya Ar. Dr. Ku Azhar bin Ku Hassan dan Profesor Madya Dr. Mohd Zin bin Kandar atas tunjuk ajar yang amat bernilai yang diberikan serta dorongan mereka dalam menghasilkan tesis ini. Terima kasih juga kepada pensyarah Pusat Pengajian Perumahan, Bangunan Dan Perancangan, Universiti Sains Malaysia yang telah membantu secara langsung dan tidak langsung melalui seminar, diskusi terbuka dan tertutup dalam konsep model penghasilan penyelidikan ini.

Kepada Kementerian Pelajaran Malaysia (KPM), Pejabat Pelajaran Negeri Perak (PPNP), pihak Pejabat Pelajaran Daerah Perak Tengah dan pihak Sekolah Menengah Kebangsaan yang terlibat dalam kajian kes ini. Jutaan terima kasih kerana bersedia terlibat dalam membantu penyelidikan ini dari aspek utama hingga akhir proses pengumpulan maklumat secara umum dan khusus bagi menjayakan kajian penyelidikan ini. Penghargaan ini juga ditujukan kepada pihak Jabatan Kerja Raya Malaysia (JKR) yang turut telah membantu sebagai pusat rujukan penyelidik daripada konteks reka bentuk sekolah kebangsaan di Malaysia sebagai agensi pelaksana kerajaan yang bertanggungjawab menyediakan kemudahan prasarana fizikal negara.

Akhir kata saya juga ingin mengucapkan jutaan terima kasih tidak terhingga kepada isteri tercinta Siti Rasidah Sakip, anak tersayang Siti Afiqah Najwa dan Mohd Akhtar Raid serta keluarga serta rakan dan kenalan, dengan sokongan dan galakan yang diberikan dalam membantu secara langsung dan tidak langsung sehingga terhasilnya tesis ini.

Mohd Najib bin Mohd Salleh

Mac 2008

## SUSUNAN KANDUNGAN

	Muka surat
<b>PENGHARGAAN</b>	ii
<b>SUSUNAN KANDUNGAN</b>	iii
<b>SENARAI JADUAL</b>	viii
<b>SENARAI RAJAH</b>	xi
<b>SENARAI SINGKATAN</b>	xiv
<b>SENARAI LAMPIRAN</b>	xv
<b>ABSTRAK</b>	xvi
<b>ABSTRACT</b>	xviii
<b>BAB SATU : Pengenalan</b>	
1.1 Pengenalan	1
1.2 Latarbelakang Penyelidikan	1
1.2.1 Kepentingan Pendidikan	3
1.2.2 Kepentingan Reka Bentuk	4
1.3 Isu dan Permasalahan	6
1.3.1 Menambah Data Baru Kadar Indeks Tenaga Bangunan Sekolah	6
1.3.2 Mengkaji Tahap Keselesaan Pengguna di Sekolah	7
1.3.3 Keperluan Mewujudkan Garis Panduan Sekolah Berkecekapan Tenaga	8
1.3.4 Keperluan Teknologi Maklumat dan Komunikasi	9
1.3.5 Peningkatan Kos Penyelenggaraan	10
1.3.6 Peningkatan Permintaan Tenaga Komersial	11
1.4 Matlamat Penyelidikan	11
1.5 Objektif Penyelidikan	12
1.6 Kepentingan Penyelidikan	12
1.7 Proses Penyelidikan	13
1.7.1 Pengumpulan Maklumat	14
1.7.2 Perbincangan dan Analisis	17
1.7.3 Sintesis	17
1.7.4 Cadangan dan Kesimpulan	17

1.8	Struktur Penyelidikan	17
1.8.1	Bab 1 : Pengenalan	18
1.8.2	Bab 2 : Tenaga dan Bangunan	18
1.8.3	Bab 3 : Ciri-ciri Reka Bentuk Sekolah Menengah Kebangsaan di Malaysia	18
1.8.4	Bab 4 : Metodologi Kajian	19
1.8.5	Bab 5 : Kajian Kes : Sekolah Menengah di Daerah Perak Tengah	19
1.8.6	Bab 6 : Analisis Kajian	20
1.8.7	Bab 7 : Kesimpulan	20
<b>BAB DUA : Tenaga dan Bangunan</b>		
2.1	Pengenalan	21
2.2	Definisi Kecekapan Tenaga	21
2.3	Huraian Tenaga	22
2.3.1	Penakrifan Tenaga	23
2.3.2	Sumber–Sumber Tenaga	23
2.3.3	Tenaga Elektrik	24
2.3.4	Perpindahan dan Pengaliran Tenaga	24
2.3.5	Pengurusan & Penjimatan Tenaga	25
2.4	Reka Bentuk Kecekapan Tenaga	28
2.4.1	Konsep Penghadang Angin (Wind Break)	29
2.4.2	Konsep Tumbuhan dan Air (Plants and Water)	32
2.4.3	Konsep Bilik Dalaman dan Luaran (Indoor/Outlet Rooms)	33
2.4.4	Konsep Perlindungan Bumi (Earth Sheltering)	34
2.4.5	Konsep Tingkap dan Dinding Solar (Solar Walls and Windows)	35
2.4.6	Konsep Sampul Terma Bahan Binaan (Material Thermal Envelope)	37
2.4.7	Konsep Peneduhan Matahari (Sun Shading)	38
2.4.8	Konsep Pengudaraan Semulajadi (Natural Ventilation)	39
2.5	Keselesaian Terma	41
2.6	Audit Tenaga	43
2.6.1	Faedah Audit Terhadap Kecekapan Tenaga	43
2.6.2	Kaedah Perlaksanaan Audit Tenaga	44
2.6.3	Analisis Keputusan Pengauditan	46
2.7	Ringkasan	47

**BAB TIGA : Ciri-ciri Reka Bentuk Bangunan Sekolah Menengah  
Kebangsaan di Malaysia**

3.1	Pengenalan	49
3.2	Latarbelakang Pendidikan di Malaysia	49
	3.2.1 Sejarah Pendidikan	50
	3.2.2 Falasafah Pendidikan	53
3.3	Struktur Sistem Pendidikan	54
	3.3.1 Pendidikan Pra Sekolah	55
	3.3.2 Pendidikan Rendah	55
	3.3.3 Pendidikan Menengah	57
	3.3.4 Pendidikan Tertiari	60
	3.3.5 Pendidikan Tinggi	61
3.4	Bangunan Piawai Sekolah	62
	3.4.1 Sejarah	62
	3.4.2 Blok Pentadbiran	63
	3.4.3 Blok Akademik	66
	3.4.4 Kantin	68
	3.4.5 Dewan Perhimpunan	70
	3.4.6 Bengkel	71
	3.4.7 Blok Asrama	72
	3.4.8 Kemudahan Lain	74
3.5	Pembangunan Sekolah	75
3.6	Pendidikan Negeri Perak	77
	3.6.1 Daerah Perak Tengah	80
	3.6.2 Butiran Daerah Perak Tengah	81
	3.6.3 Pendidikan dan Latihan	82
3.7	Ringkasan	83

**BAB EMPAT : Metodologi Kajian**

4.1	Pengenalan	85
4.2	Metodologi Yang Digunakan	85
4.3	Tinjauan Pengauditan Tenaga	86
4.4	Tinjauan Pemerhatian	87
4.5	Pemilihan Sampel	88

4.6	Tinjauan Soal Selidik	89
4.6.1	Proses Kerja Soal Selidik	89
4.6.2	Saiz Sampel	90
4.6.3	Jenis Sampel	91
4.6.4	Responden	92
4.6.5	Kajian Rintis	93
4.6.6	Reka Bentuk Borang Soal Selidik	94
4.6.7	Kadar Maklumbalas	104
4.6.8	Tempoh Kajian	104
4.7	Tinjauan Temubual	104
4.8	Analisis Data	105
4.9	Ringkasan	105

**BAB LIMA : Kajian Kes : Sekolah Menengah di Daerah Perak Tengah**

5.1	Pengenalan	107
5.2	Kajian Pengauditan Tenaga	108
5.2.1	Senarai Sekolah	108
5.2.2	Corak Penggunaan Tenaga	109
5.2.3	Penggiraan Data BEI dan OEI	111
5.2.4	Analisis Data BEI dan OEI	115
5.3	Kajian Pemerhatian	118
5.3.1	Sekolah Menengah Kebangsaan Seri Iskandar	120
5.3.2	Sekolah Menengah Kebangsaan Dato' Abdul Rahman Yaakub	128
5.3.3	Sekolah Menengah Teknik Seri Iskandar	135
5.3.4	Sekolah Menengah Kebangsaan Agama Sultan Azlan Shah	141
5.4	Ringkasan	147

**BAB ENAM : Analisis Kajian**

6.1	Pengenalan	148
6.2	Teknik Penganalisisan Data	148
6.3	Analisis Soal Selidik	150
6.3.1	Bahagian A (Maklumat Bangunan Sekolah)	150
6.3.2	Bahagian B (Latar Belakang Pengguna)	151
6.3.3	Bahagian C (Penilaian Pengguna Terhadap Rekabentuk)	154
6.3.4	Bahagian D (Penilaian Pengguna Terhadap Kecekapan Tenaga)	165

6.4	Rumusan Soal Selidik	176
6.4.1	Maklumat Bangunan Sekolah	176
6.4.2	Latar Belakang Pengguna	177
6.4.3	Penilaian Pengguna Terhadap Reka Bentuk	178
6.4.4	Penilaian Pengguna Terhadap Kecekapan Tenaga	179
6.4	Ringkasan	181
<b>BAB TUJUH : Kesimpulan</b>		
7.1	Pengenalan	182
7.2	Penemuan Kajian	182
7.2.1	Zon Penilaian Keselesaan	183
7.2.2	Zon Penilaian Kesedaran	184
7.2.3	Senarai Penemuan	186
7.3	Cadangan Garis Panduan Reka Bentuk Sekolah Berkecekapan Tenaga	192
7.4	Cadangan dan Kajian Lanjutan	196
7.4.1	Reformasi Reka Bentuk Sekolah	197
7.4.2	Mewujudkan Unit Pengurusan Tenaga	197
7.4.3	Kajian Pengauditan Tenaga Terperinci di Sekolah Se-Malaysia	197
7.4.4	Melaksanakan Garis Panduan Sekolah Berkecekapan Tenaga	198
7.5	Kesimpulan	198
<b>SENARAI RUJUKAN</b>		200
<b>LAMPIRAN</b>		206



## SENARAI JADUAL

Muka surat

1.1	: Perkhidmatan Akhir Tenaga Komersial Mengikut Sumber 2000-2010	2
1.2	: Bekalan Tenaga Komersial di Malaysia bagi Tahun 1990 dan 1997-2001	11
3.1	: Bilangan Sekolah, Enrolmen, Guru, dan Kelas di Sekolah Menengah Mengikut Jenis dan Negeri seperti pada 31 Januari 2005	78
3.2	: Bilangan Penduduk 2005	81
3.3	: Unjuran Penduduk 2005-2015	82
4.1	: Pembahagian Sampel di Bangunan Kajian	92
5.1	: Waktu Penggunaan Bangunan Sekolah	111
5.2	: Maklumat SMK Sultan Muzafar Shah	111
5.3	: Maklumat SMK Sultan Abdul Jalil Shah	112
5.4	: Maklumat SMK Seri Iskandar	112
5.5	: Maklumat SMK Dato' Abdul Rahman Yaakob	113
5.6	: Maklumat SMK Dato' Seri Maharaja Lela	113
5.7	: Maklumat SM Teknik Seri Iskandar	114
5.8	: Maklumat SMK Agama Sultan Azalan Shah	114
5.9	: Maklumat SMK Sultan Dr. Nazrin Shah	115
5.10	: Nilai Purata BEI dan OEI Sekolah Kajian	117
6.1	: Senarai Sekolah Yang Terlibat Dalam Kajian	149
6.2	: Bilangan Jantina Responden Mengikut Sekolah	152
6.3	: Bilangan Status Responden Terlibat Mengikut Sekolah	152
6.4	: Tempoh Responden Berkhidmat/Belajat di Sekolah Tersebut	153
6.5	: Cadangan Memperbaiki Keselesaan Bilik Darjah	154
6.6	: Keadaan Panas di Waktu Pagi (7pg. – 11pg.) di dalam Bilik Darjah	155
6.7	: Keadaan Panas di Waktu Tengahari (12tgh. – 1tgh.) di dalam Bilik Darjah	156
6.8	: Keadaan Panas di Waktu Petang (2ptg. – 6ptg.) di dalam Bilik Darjah	156
6.9	: Keadaan Silau di Waktu Pagi (7pg. – 11pg.) di dalam Bilik Darjah	157

6.10 : Keadaan Silau di Waktu Tengahari (12tgh. – 1tgh.) di dalam Bilik Darjah	158
6.11 : Keadaan Silau di Waktu Petang (2ptg. – 6ptg.) di dalam Bilik Darjah	158
6.12 : Keperluan Lampu Digunakan Sepanjang Perjalanan Kelas	159
6.13 : Keperluan Kipas Digunakan Sepanjang Perjalanan Kelas	160
6.14 : Perlunya Tingkap di Tutup Ketika Hujan	160
6.15 : Bersetuju Dengan Kedudukan Bilik Darjah	161
6.16 : Bersetuju Dengan Kedudukan Bilik Darjah di Tingkat Bawah	162
6.17 : Bersetuju Dengan Kedudukan Bilik Darjah di Tingkat Satu	162
6.18 : Bersetuju Dengan Kedudukan Bilik Darjah di Tingkat Dua	163
6.19 : Bersetuju Dengan Kedudukan Bilik Darjah di Tingkat Tiga	164
6.20 : Bersetuju Dengan Kedudukan Bilik Darjah di Tingkat Empat Atau Lebih Tinggi	164
6.21 : Bersetuju Sekiranya Bilik Dajah Menggunakan Sistem Penghawa Dingin	165
6.22 : Anda Yang Memastikan Suis Lampu di Bilik Darjah di Tutup Ketika ianya Tidak di Gunakan	166
6.23 : Anda Yang Memastikan Suis Kipas di Bilik Darjah di Tutup Ketika ianya Tidak di Gunakan	167
6.24 : Anda Sedar Penggunaan Sistem Penghawa Dingin di Perpustakaan Memerlukan Penggunaan Tingkap yang Kedap Udara.	168
6.25 : Anda Sedar, Tanpa Kesedaran Pengguna Terhadap Kecekapan Tenaga Elektrik Mengakibatkan Pembaziran	168
6.26 : Anda Setuju Bahawa Pelajar di Sekolah Hari Ini Amat Teka Terhadap Penggunaan Tenaga di Sekolah	169
6.27 : Anda Setuju Bahawa Guru di Sekolah Hari Ini Amat Teka Terhadap Penggunaan Tenaga di Sekolah	170
6.28 : Anda Setuju Kita Harus Menggunakan Lampu Elektrik di dalam Kelas Walaupun Hanya Dengan Cahaya Siang Ia Masih Memberikan Anda Penglihatan yang Jelas	170
6.29 : Anda Setuju Kita Harus Menggunakan Kipas Elektrik di dalam Kelas Walaupun Danya Dengan Membuka Tingkap Ia Masih Memberikan Anda Berasa Selesa Dan Berangin	171
6.30 : Anda Berasa Selesa Berada di dalam Kelas Dengan Kipas Dan Tingkap yang Terbuka Selepas Kelas Jasmani Atau Pun Aktiviti Luar	172

6.31 : Anda Bersetuju Sekiranya Bilik Darjah Menggunakan Sistem Penghawa Dingin Akan Banyak Membantu Meningkatkan Minat Dan Prestasi Pelajar	173
6.32 : Anda Bersetuju Sekiranya Bilik Darjah Menggunakan Pengudaraan Semulajadi Sepenuhnya Akan Banyak Membantu Meningkatkan Minat Dan Prestasi Pelajar	173
6.33 : Anda Setuju Masalah Utama Anda Berada di dalam Bilik Darjah Adalah Masalah Pencahayaan	174
6.34 : Anda Setuju Masalah Utama Anda Berada di dalam Bilik Darjah Adalah Masalah Pengudaraan	175
6.35 : Anda Setuju Masalah Utama Anda Berada di dalam Bilik Darjah Adalah Masalah Kebisingan Dari Persekitaran	175
7.1 : Peratusan Keseluruhan Penilaian Pengguna Terhadap Rekabentuk	183
7.2 : Skala Pengukuran Zon Keselesaan Terhadap Tahap Keselesaan	184
7.3 : Peratusan Keseluruhan Penilaian Pengguna Terhadap Kecekapan Tenaga	185
7.4 : Skala Pengukuran Zon Kesedaran Terhadap Tahap Kesedaran	186

## SENARAI RAJAH

	Muka surat
1.1 : Model Konsep Kerja	15
2.1 : Permukaan Tanah yang Dibentuk Beralun	30
2.2 : Struktur Penghadang Angin	31
2.3 : Air Sebagai Elemen Penyejukan Struktur	32
2.4 : Saiz Ruang Peneduh Sebagai Ruang Perantaraan	33
2.5 : Bumi Sebagai Perlindung Melalui Reka Bentuk	35
2.6 : Laluan Matahari Pada Musim Sejuk dan Panas	36
2.7 : Penggunaan Bahan Penebat Haba di Bangunan	38
2.8 : Penggunaan Struktur dan Tumbuhan Sebagai Peneduh	39
2.9 : Arah Laluan Angin yang Dibentuk	40
2.10 : Kesan Tekanan dan Kesan Tingkat yang Berlaku Secara Serentak	41
2.11 : Pertukaran Haba Badan	42
3.1 : Blok Pentadbiran Piawai / Akademik	64
3.2 : Blok Pentadbiran – Pilihan Bumbung 01	65
3.3 : Blok Pentadbiran – Pilihan Bumbung 02	65
3.4 : Blok Pentadbiran – Pilihan Bumbung 03	65
3.5 : Blok Akademik - “Comprehensive School” tahun 60’ an	66
3.6 : Blok Akademik - Contoh Sekolah Tahun 70’ an	67
3.7 : Blok Akademik - Contoh Sekolah Tahun 80’ an	67
3.8 : Blok Asrama - Contoh Bangunan Asrama Piawai	68
3.9 : Kantin - Contoh Pelan Lantai Piawai	69
3.10 : Kantin - Contoh Kantin Piawai	69
3.11 : Dewan Perhimpunan - Contoh Dewan Piawai (1962)	70
3.12 : Dewan Perhimpunan - Contoh Dewan Piawai (1980)	71
3.13 : Bengkel - Contoh Bengkel Sains Rumahtangga	72
3.14 : Bengkel - Contoh Bengkel Piawai	72

3.15 : Blok Asrama - Contoh Bangunan Asrama Piawai 4 Tingkat	73
3.16 : Blok Asrama – Contoh Bangunan Asrama Piawai 2 Tingkat	73
3.17 : Blok Asrama - Contoh Bangunan Asrama SMTV	74
3.18 : Surau - Contoh Surau Piawai	75
3.19 : Kedudukan Negeri Perak di Semenanjung Malaysia	77
3.20 : Kedudukan Daerah Perak Tengah dalam Negeri Perak	80
5.1 : Pandangan Blok C SMK. Seri Iskandar	121
5.2 : Reka Bentuk Sekolah yang Berimej Baru	121
5.3 : Pandangan Blok D SMK. Seri Iskandar	121
5.4 : Pandangan Blok C SMK. Seri Iskandar	122
5.5 : Kipas di Bilik Guru	123
5.6 : Penggunaan Kipas dan Penghawa Dingin	123
5.7 : Tambahan Tingkap di Pintu Bilik Darjah 1	124
5.8 : Tambahan Tingkap di Pintu Bilik darjah 2	124
5.9 : Bilik Kesihatan Bertingkap Kaca Berbingkai Aluminium	125
5.10 : Reka Bentuk Yang Tidak Mempertimbangkan Penggunaan Cahaya Siang	126
5.11 : Penggunaan Lampu Masih Diperlukan Waktu Siang	126
5.12 : Cahaya Siang di Bilik Darjah	126
5.13 : Persekitaran Sekolah	128
5.14 : Penggunaan Elemen Peneduh	128
5.15 : Pandangan Dari Pintu Pagar Utama Sekolah	129
5.16 : Pandangan Blok Akademik	129
5.17 : Penggunaan Penghawa Dingin – Tingkap Terbuka	130
5.18 : Penggunaan Penghawa Dingin yang Tidak Cepak	131
5.19 : Jenis Tingkap yang Tidak Sesuai	131
5.20 : Bilik Darjah Menerima Cahaya Siang	132
5.21 : Pencahayaan Siang dengan Bukaannya Yang Luas	133

5.22 : Lanskap di Kantin Sekolah Untuk Pengudaraan	134
5.23 : Blok Dewan Besar Sekolah	134
5.24 : Blok Pentadbiran	136
5.25 : Blok Akademik	136
5.26 : Bilik Guru Menggunakan Penghawa Dingin	137
5.27 : Penggunaan Penghawa Dingin di Sekolah	138
5.28 : Tingkap Terbuka di Bilik Berhawa Dingin	138
5.29 : Pencahayaan di Bilik Darjah	139
5.30 : Ruang Kantin yang Terang dengan Cahaya Siang	139
5.31 : Lanskap Lelaman Dalam sekolah	140
5.32 : Pintu Gerbang ke Sekolah	142
5.33 : Blok Pentadbiran dan Akademik	142
5.34 : Penghawa Dingin untuk Pejabat dan Bilik Guru	143
5.35 : Kipas dan Penghawa Dingin Digunakan	143
5.36 : Lampu Digunakan Pada Waktu Siang	143
5.37 : Penggunaan Tenaga yang Tidak Cepak	144
5.38 : Tandas yang Turut Memasang Lampu	144
5.39 : Penggunaan Kipas yang Tidak Dikawal	145
5.40 : Tumbuhan yang Menceriakan Persekitaran	146
5.41 : Lanskap Persekitaran	146

## SENARAI SINGKATAN

	Muka surat
P&P : Pengajaran dan Pembelajaran	3
JKR : Jabatan Kerja Raya	4
PMC : Project Management Consultant	4
BEI : Building Energy Index	5
LEO : Low Energy Office	5
KTAK : Kementerian Tenaga, Air dan Komunikasi	5
ZEO : Zero Energy Office	5
PTM : Pusat Tenaga Malaysia	5
MS : Malaysian Standard	7
CETREE : Center for Education, Training and Research in Renewable Energy and Energy Efficiency	7
KT : Kecekapan Tenaga	7
TD : Tenaga Diperbaharui	7
OEI : Occupancy Energy Index	7
RH : Relative Humidity	8
KPKT : Kementerian Perumahan dan Kerajaan Tempatan	9
UBBL : Uniform Building By Law	9
KPM : Kementerian Pelajaran Malaysia	10
PJ : Petajoule	11
SPSS : Statistical Package for Social Sciences for Windows Version 10.0	15
USM : Universiti Sains Malaysia	16
UiTM : Universiti Teknologi Mara	16
PPN : Pejabat Pelajaran Negeri	16
PPD : Pejabat Pelajaran Daerah	16
TNB : Tenaga Nasional Berhad	24
BTU : British Termal Unit	28

KBSR	: Kurikulum Baru Sekolah Rendah	53
KBSM	: Kurikulum Baru Sekolah Menengah	53
3M	: Menulis, Membaca dan Mengira	56
SMV	: Sekolah Menengah Vokasional	59
SMT	: Sekolah Menengah Teknik	59
SMTV	: Sekolah Menengah Teknik dan Vokasional	59
SBP	: Sekolah Berasrama Penuh	59
STAR	: Sekolah Tuanku Abdul Rahman	62
UPSI	: Universiti Pendidikan Sultan Idris	78
MCKK	: Tha Malay College of Kuala Kangsar	78
SRJK(C)	: Sekolah Rendah Jenis Kebangsaan (Cina)	82
SRJK(T)	: Sekolah Rendah Jenis Kebangsaan (Tamil)	82
IPTA	: Institut Pengajian Tinggi Awam	83
UTP	: Universiti Teknologi Petronas	83
SMK	: Sekolah Menengah Kebangsaan	107
SM	: Sekolah Menengah	107
SI	: International System of Units	110
RM	: Ringgit Malaysia	110
PSALI	: Penggunaan Lampu Pencahayaan Bantuan Secara Kekal	127

## **SENARAI LAMPIRAN**

	Muka surat
1.1 : Brif Piawai Sekolah Rendah dan Menengah RMKe9	207
4.1 : Borang Soal Selidik	231
5.1 : Tarif Elektrik	237
6.1 : Analisis Kebolehpercayaan (SPSS)	239



# **REKA BENTUK SEKOLAH KEBANGSAAN DARIPADA ASPEK**

## **KECEKAPAN TENAGA :**

### **KAJIAN KES DI DAERAH PERAK TENGAH**

#### **ABSTRAK**

Pendidikan merupakan nadi pembangunan dan kemajuan sesebuah negara melalui pertumbuhan ekonomi disebabkan wujudnya tenaga kerja yang terlatih, produktif dan komited yang berasaskan daripada adanya ilmu pengetahuan. Perkembangan ilmu pengetahuan dewasa ini, secara langsung mewujudkan impak terhadap perkembangan pendidikan khasnya dan pembangunan fizikal sekolah secara umumnya. Secara langsung perkembangan kemudahan dan fizikal sekolah turut dipengaruhi faktor ekonomi dan isu tenaga dunia. Isu ini dapat dilihat dengan kadar permintaan bekalan tenaga yang diunjur mencatatkan kenaikan hampir 80% pada tahun 2030 di negara-negara membangun.

Peningkatan tenaga elektrik di negara ini, yang diunjur sehingga tahun 2010 adalah sebanyak 420.0 petajoule, berbanding 220.4 petajoule pada tahun 2000. Oleh yang demikian kerajaan telah mengambil beberapa langkah inisiatif dalam aspek kecekapan tenaga. Antaranya adalah dengan memastikan penggunaan sumber tenaga yang cekap dan meminimumkan pembaziran terhadap penggunaan tenaga di bangunan kerajaan.

Sehubungan itu tesis penyelidikan ini, memberi tumpuan kepada reka bentuk sekolah menengah kebangsaan dari aspek kecekapan tenaga. Kajian tesis yang merangkumi 14 buah sekolah menengah di daerah Perak Tengah, bertujuan mengaudit penggunaan tenaga di sekolah-sekolah tersebut untuk mendapatkan nilai indeks tenaga bangunan dan pengguna bangunan.

Objektif penyelidikan ini antaranya mewujudkan Garispanduan Reka Bentuk Kecekapan Tenaga untuk Sekolah, sebagai penanda aras kepada pereka bentuk dalam merealisasikan Sekolah Berkecekapan Tenaga dengan bersandarkan daripada data sediaada dan data baru yang diperolehi. Pemilihan sekolah menengah daerah Perak Tengah sebagai kawasan kajian adalah disebabkan faktor geografi, faktor sejarah, faktor statistik dan faktor sosial kawasan tersebut. Penyelidikan ini telah dilaksanakan melalui kajian pengauditan, pemerhatian, soal selidik serta temubual.

Hasil daripada penemuan analisis yang dilaksanakan mendapati tahap reka bentuk sekolah kebangsaan hari ini berada pada kadar yang kurang selesa berdasarkan skala pengukuran hasil penyelidikan ini. Penggunaan sistem penghawa dingin yang tidak terancang, pengudaraan bilik darjah yang tidak kondusif, kepanasan dan kebisingan di bilik darjah turut menyokong dapatan maklumat tersebut. Selain itu penemuan kajian ini menunjukkan tahap kesedaran pengguna daripada aspek kecekapan tenaga, membuktikan wujudnya tahap kesedaran yang baik dikalangan pengguna.

Berdasarkan daripada hasil Garis Panduan yang diperolehi mencadangkan nilai Indeks Tenaga Bangunan (BEI) untuk Sekolah Kecekapan Tenaga perlulah berada di bawah paras  $10\text{kWj/m}^2/\text{tahun}$ . Secara keseluruhan penemuan hasil kajian ini, diharap mampu menjadi rujukan kepada agensi kerajaan, para akademik, dan pereka bentuk khususnya dan pengguna umumnya dalam merialisasikan reka bentuk berkecekapan tenaga di sekolah menengah.

**NATIONAL SCHOOL DESIGN FROM  
ENERGY EFFICIENTCY ASPECT :  
CASE STUDY AT DISTRICT OF PERAK TENGAH**

**ABSTRACT**

It is undeniable that education system is one of the major factors in building a nation. A quality framework and system will ensure continues development of human resources by improving skills and commitment in responding to the labor market. The development of education itself has gives a big impact onto learning process directly and physical structure of schools generally, and all of that will focus to the heart of the framework school building, which is being affected by economic factor and world energy issues.

The development countries are predicted will use until 80% of energy necessitate by year 2030, and this situation has create a vicious cycle. In Malaysia itself, the expected consumption in year 2010 has increase to 420.0 petajoule compared to 220.4 petajoule in 2000. Realizing the impacts, Malaysian government has make the initiatives in achieving energy efficiency especially in industries, transportations, commercials and governments operated buildings.

Concern on the needs to achieve efficient energy consumption, this research will therefore emphasize on the aspect of achieving energy efficient building in the design of school building. Objective of the research is to draft a Guidelines for Energy Efficient Design for schools as a reference for designers in designing Energy efficient schools. The location of study and data collections were conducted on 14 secondary schools within the Perak Tengah area with prime considerations to the different fundamentals such as geographical situations, history and social statistic. All the data collected through auditing process, observation, interviews and questionnaires.

The synthesis of the analysis finds that the current school design is not within the comfortable zone. Part of the factors that contribute to this finding were poorly planned AC and ventilation system, heat built ups and noise pollutions. Surprisingly, the finding shows that the level of awareness of consumers is very acceptable.

Based from the designed guidelines of this research, the optimum Building energy Index ( BEI ) for energy efficient school should be below the value of 10kWj/m<sup>2</sup>/year. This can also be achieved through integration of other external factors that can contribute in better consumption of energy in Malaysian schools. Generally, it is greatly hoped that the results of this research will contribute significantly and act as a reference for government agencies, academicians and designers ( specially ) and lastly the consumers in achieving energy efficient school in Malaysia.

# **BAB SATU : PENGENALAN**

## **1.1 Pengenalan**

Sebagai bab pengenalan dalam penyelidikan ini, perbincangan adalah berkisar kepada asas kajian yang dijalankan. Bermula dengan penerangan awalan, huraian dan struktur pelaksanaan penyelidikan yang disusun bermula dengan latar belakang penyelidikan berdasarkan isu dan permasalahan. Seterusnya dikemukakan matlamat penyelidikan dan objektifnya serta kepentingan penyelidikan ini dilakukan. Kemudian peneylidik akan menerangkan berkaitan proses penyelidikan ini dijalankan. Penyelidikan ini secara keseluruhan terbahagi kepada tujuh bab termasuk bab ini, dan perancangan ringkas bab dikemukakan di dalam struktur penyelidikan diakhir bab ini.

## **1.2 Latar Belakang Penyelidikan**

Penyelidikan ini adalah berkaitan reka bentuk sekolah kebangsaan daripada aspek kecekapan tenaga. Penyelidikan ini bermula dengan kesedaran terhadap kepentingan hubungan tenaga elektrik dan reka bentuk bangunan sekolah, apabila diperhatikan daripada sudut kos dan penyelenggaraannya. Sebagaimana diketahui umum tanggungjawab kerajaan dalam menyediakan keperluan prasarana pendidikan seperti sekolah adalah tidak asing lagi. Harus diketahui selain keperluan penyediaan prasarana tersebut secara keseluruhannya, turut memerlukan kos penyelenggaraan tenaga elektrik. Hari ini permintaan tenaga elektrik semakin meningkat, ini dapat diperhatikan sebagaimana yang ditunjukkan dalam Jadual Permintaan Akhir Tenaga Komersial, Mengikut Sumber 2000-2010 (**Jadual 1.1**). Jadual tersebut menunjukkan peningkatan tenaga elektrik negara yang diunjur sehingga tahun 2010 iaitu sebanyak 420 petajoule berbanding 220.4 petajoule pada tahun 2000. Berikutan peningkatan permintaan tersebut, kerajaan telah menggariskannya dalam Rancangan Malaysia Kesembilan antara agenda yang perlu diberi perhatian.

Beberapa langkah bagi mempergiatkan inisiatif kecekapan tenaga dalam sektor industri, pengangkutan dan komersial serta di bangunan-bangunan kerajaan telah dirancang. Ia bertujuan untuk memastikan penggunaan sumber tenaga yang cekap dan secara langsung dapat mengurangkan pembaziran. Antara tumpuan yang diberikan adalah aspek reka bentuk dan pemasangan peralatan yang cekap tenaga di bangunan-bangunan kerajaan. Sehubungan itu, garis panduan yang baru mengenai reka bentuk yang cekap tenaga bagi bangunan kerajaan seperti klinik dan sekolah telah dirangka (Rancangan Malaysia Kesembilan, 2006-2010).

**Jadual 1.1 : Permintaan Akhir Tenaga Komersial Mengikut Sumber, 2000-2010<sup>1</sup>**

*Sumber : Rancangan Malaysia Kesembilan (2006-2010)*

Sumber	Petajoule <sup>2</sup>			% daripada jumlah			Kadar pertumbuhan Tahunan purata (%)	
	2000	2005	2010	2000	2005	2010	RMK Ke 8	RMK Ke 9
Produk Petroluem	820.0	1.023.1	1.372.9	65.9	62.7	61.9	4.5	6.1
Gas Asli <sup>3</sup>	161.8	246.6	350.0	13.0	15.1	15.8	8.8	7.3
<b>Elektrik</b>	<b>220.4</b>	<b>310.0</b>	<b>420.0</b>	<b>17.7</b>	<b>19.0</b>	<b>18.9</b>	<b>7.1</b>	<b>6.3</b>
Arang Batu dan Kok	41.5	52.0	75.0	3.4	3.2	3.4	4.6	7.6
<b>Jumlah</b>	<b>1,243.7</b>	<b>1,631.7</b>	<b>2,217.9</b>	<b>100.0</b>	<b>100.0</b>	<b>100.0</b>	<b>5.6</b>	<b>6.3</b>
Penggunaan Per Kapita (gigajoule)	52.9	62.2	76.5				3.3	4.2

*Nota :* <sup>1</sup> Merujuk kepada kuantiti tenaga komersil yang dibekal kepada pengguna akhir tetapi tidak termasuk gas, arang batu dan minyak bahan api yang digunakan dalam penjanaan elektrik.

<sup>2</sup> Joule ialah unit tenaga yang digunakan untuk menetapkan kandungan persamaan fizikal haba bagi setiap bentuk sumber tenaga. Satu megajoule =  $10^6$  joule. Satu gigajoule (GJ) =  $10^9$  joule dan satu petajoule (PJ) =  $10^{15}$  joule dan satu PJ = 0.0239 juta tan metrik minyak (mtoe). Satu toe = 7.6 tong.

<sup>3</sup> Termasuk gas asli yang digunakan sebagai bahan api dan bahan sua oleh sektor bukan elektrik.

Sejajar dengan itu penyelidikan ini telah menjadikan Brif Projek Piawai Sekolah Rendah & Menengah Baru Rancangan Malaysia Kesembilan (2006 – 2010) sebagai panduan (**Lampiran 1.1**). Penyelidikan ini juga turut menjadikan sekolah menengah daerah Perak Tengah sebagai kajian kes, yang melibatkan kajian pengauditan tenaga dan kajian pemerhatian. Seterusnya kajian soal-selidik turut dilaksanakan ke atas beberapa buah sekolah yang dipilih berdasarkan kategori sekolah tersebut. Kajian kes ini dilaksanakan berdasarkan dua (2) kepentingan dalam mempengaruhi perkembangan pendidikan iaitu :

- i. Kepentingan pendidikan
- ii. Kepentingan reka bentuk

### **1.2.1 Kepentingan Pendidikan**

Pendidikan adalah kunci kepada peningkatan daya saing negara. Melalui pendidikan juga insan yang seimbang dan harmoni dari segi intelek, rohani, emosi dan jasmani mampu dilahirkan. Menurut Ismail Md. Salleh (2005) keperluan insan yang seimbang adalah penting sebagai bekalan tenaga kerja yang terlatih, produktif dan komited. Secara tidak langsung menjadi keperluan utama sesebuah negara dalam memastikan pertumbuhan ekonomi negara terus berkembang.

Dewasa ini sekolah merupakan tempat pendidikan disampaikan. Kepentingan penyampaian pendidikan kepada rakyat adalah bertujuan secara tidak langsung mampu mempertingkatkan tahap pembangunan negara. Ini diperkuatkan lagi dengan kenyataan dari Sidek Baba (2006) bahawa kemajuan dan pembangunan sesebuah negara adalah bergantung kepada sistem pendidikannya. Perkembangan era globalisasi dan pengetahuan ekonomi (k-ekonomi) hari ini telah meninggalkan impak terhadap sekolah secara umumnya dan bentuk pengajaran dan pembelajaran (P&P) secara khususnya.

P&P bukan lagi hanya melalui proses secara formal tetapi lebih bergerak secara kolektif, kreatif dan berinovatif terhadap penggunaan komputer serta teknologi maklumat, seperti penggunaan komputer dalam pembelajaran. Perubahan ini adalah sejajar ke arah Misi Nasional yang menjadi rangka kerja bagi mencapai wawasan negara maju pada tahun 2020. Oleh yang demikian keperluan prasarana yang lengkap dengan kemudahan tersebut di sekolah adalah amat perlu bagi mencapai k-ekonomi yang bermatlamatkan budaya Teknologi Maklumat. Selaras dengan itu, P&P dan perkembangan teknologi terkini perlu diberikan perhatian. Pada masa yang sama faktor prasarana fizikal sekolah harus diberi penekanan agar sekolah dapat dibina dengan lebih berkecekapan tenaga serta menjimatkan kos dari jangkamasa yang ditetapkan agar seiring dengan perubahan daripada aspek pengajaran dan pembelajaran.

### **1.2.2 Kepentingan Reka Bentuk**

Menurut Liew et.al. (1981) reka bentuk sesebuah sekolah adalah melibatkan proses dari masa ia dirancang, disusuli proses pembinaan dan seterusnya dinilai sejauh mana keberkesanannya. Proses tersebut melibatkan perancangan ke hadapan dalam program pembinaan sesebuah sekolah supaya dapat diimplementasikan dengan berkesan dan penggunaan sumber yang lebih efektif.

Reka bentuk bangunan sekolah telah mengalami revolusi pembinaan terhadap kaedah pembinaan, bermula dari penghasilan oleh masyarakat setempat kepada kerajaan, melalui agensi pelaksanaannya Jabatan Kerja Raya (JKR) seawal tahun 1957 (Jabatan Kerja Raya, 1990). Seterusnya pada era tahun 1990-an pelaksanaannya terbahagi kepada 2 kaedah, iaitu melalui kaedah perlantikan Perunding Pegurusan Projek (PMC) (*Project Management Consultant*) dan agensi pelaksana JKR. Hari ini tanggungjawab tersebut dipulangkan semula sepenuhnya kepada agensi pelaksana kerajaan JKR. (Khalid Mohd. et. al, 2004).



Secara keseluruhannya tanggungjawab pembinaan sekolah adalah dibawah kawal selia pihak kerajaan melalui agensi perlaksananya. Berdasarkan laporan Mohd Zin Kandar (2005) bahawa kebanyakan bangunan di negara ini direka bentuk tanpa mengambil kira pertimbangan iklim. Hanya segelintir pereka bentuk yang melihat faktor tersebut dari aspek tenaga dan fungsi yang dihasilkan, malahan kebanyakannya hanya melihat aspek tenaga dari sudut pembelajaran. Sekiranya usaha menerapkan penekanan terhadap aspek tenaga dapat diperluaskan kepada pereka bentuk dan pihak bertanggungjawab, maka negara berkemungkinan apat mengurangkan penggunaan tenaga elektrik di sesebuah bangunan dan secara langsung keseluruhan permintaan tenaga elektrik negara dapat dikurangkan.

Melalui pendekatan ini negara mampu mengurangkan beban penyediaan modal berbilion ringgit untuk penyediaan infrastruktur tenaga seperti pembinaan loji-loji baru janakuasa dan penggunaan tenaga disekolah dapat berfungsi dengan cekap. Secara langsung dapat mengurangkan kadar penggunaan tenaga di sekolah khususnya.

Bangunan komersil di Malaysia hari ini telah mencapai Indeks Tenaga Bangunan (*BEI*) (*Building Energy Index*) purata sebanyak 250 kWj/m<sup>2</sup>/thn. Manakala data yang diperolehi dari projek *Low Energy Office (LEO)* oleh Kementerian Tenaga Air dan Komunikasi (KTAK), dan projek *Zero Energy Office (ZEO)* oleh Pusat Tenaga Malaysia (PTM) yang diklasifikasikan sebagai projek contoh bangunan kecekapan tenaga di Malaysia, mampu menerapkan reka bentuk berkecekapan tenaga yang berupaya menggunakan hanya sekitar 100 hingga 150 kWj/m<sup>2</sup>/thn. Projek tersebut adalah bertujuan mengurangkan nilai BEI sesebuah bangunan (Mohd. Zin Kandar, 2005). Oleh demikian keperluan penyelidikan ini ke atas bangunan sekolah di Malaysia menurut Bahagian Perancangan dan Penyelidikan Dasar Pendidikan (2007) yang mencatatkan sebanyak 9,663 buah untuk keseluruhan jenis sekolah rendah dan menengah dilaksanakan.

Hal ini perlu dan bertujuan untuk mengurangkan perbelanjaan tenaga secara cekap serta memastikan keselesaan pengguna di sekolah. Penyelidik sedar untuk mencapai sesebuah reka bentuk berkecekapan tenaga dan pada masa yang sama mampu memberikan keselesaan kepada pengguna adalah sesuatu yang sukar. Walau bagaimana pun usaha kearah penghasilan reka bentuk sekolah berkecekapan tenaga haruslah mendapat usaha berterusan bagi mewujudkan persekitaran dalaman bangunan yang selesa kepada pengguna serta mengurangkan kos penggunaan tenaga pada tahap yang sewajarnya.

### **1.3 Isu dan Permasalahan**

Terdapat beberapa perkara dalam mengenalpasti isu dan permasalahan dalam kajian ini. Ia bertujuan mengenalpasti skop permasalahan yang perlu diberi perhatian dari semua pihak bagi mencapai matlamat yang dikehendaki. Isu permasalahan tersebut adalah seperti berikut :

- i. Menambah data baru kadar indeks tenaga bangunan sekolah
- ii. Mengkaji tahap keselesaan pengguna di sekolah
- iii. Keperluan mewujudkan garis panduan sekolah berkecekapan tenaga
- iv. Keperluan teknologi maklumat dan komunikasi
- v. Peningkatan kos penyelenggaraan
- vi. Peningkatan permintaan tenaga komersial

#### **1.3.1 Menambah Data Baru Kadar Indeks Tenaga Bangunan Sekolah**

Bangunan komersil di Malaysia secara keseluruhannya mencapai Indeks Tenaga Bangunan BEI purata sebanyak 200 hingga 300 kWj/m<sup>2</sup>/thn (Steve A. Lojuntin, 2002). Berdasarkan dari analisis Mohd. Zin Kandar (2005) bangunan-bangunan baru yang menerapkan reka bentuk berkecekapan tenaga berupaya menggunakan kadar indeks tenaga yang lebih rendah antara sekitar 100 hingga 150 kWj/m<sup>2</sup>/thn.

Merujuk kepada *Code of Practice on Energy Efficiency and Use of Renewable Energy for Non-residential Building* (Standard Malaysia, MS1525:2001) yang menggariskan panduan berkaitan kecekapan tenaga dan tenaga diperbaharui untuk bangunan bukan kediaman haruslah mencapai sekurang-kurangnya BEI 135 kWj/m<sup>2</sup>/thn. Pencapaian tersebut boleh diperolehi melalui beberapa pendekatan wajar diperingkat reka bentuk dan koordinasi bersepadu diantara para perunding dan pemilik bangunan diperingkat reka bentuk. Oleh yang demikian penyelidik berpendapat keperluan satu penanda aras untuk mengukur kadar indeks tenaga bangunan untuk kategori sekolah diwujudkan.

Berdasarkan keperluan ini maka kajian ini merupakan rujukan yang membantu penambahan data rujukan sediaada. Merujuk kepada penyelidikan sebelum ini yang pernah dilaksanakan oleh Pusat Pendidikan dan Latihan Tenaga Diperbaharui dan Kecekapan Tenaga (CETREE) *Centre for Education and Training in Renewable Energy and Energy Efficiency*. Melalui laporan kajian tersebut yang bertajuk Analisis dan Ulasan Projek-Projek Kecekapan Tenaga (KT) & Tenaga Diperbaharui (TD) Sekolah-sekolah Menengah Se-Malaysia, menunjukkan nilai BEI yang diperolehi adalah sebanyak 19 kWh/m<sup>2</sup>/thn manakala nilai OEI pula adalah 115 kWj/pengguna/tahun. Berdasarkan data tersebut kos tenaga mengikut tarif elektrik semasa sebanyak RM6.14 bagi setiap meter persegi keluasan lantai setahun dan RM37.15 bagi setiap pelajar setahun (Mohd Zin Kandar, 2003).

### **1.3.2 Mengkaji Tahap Keselesaan Pengguna di Sekolah**

Keperluan memastikan keselesaan pelajar dan guru di sesebuah sekolah harus diberi perhatian. Kesedaran peningkatan taraf hidup yang lebih baik hari ini serta dengan pembangunan negara, sekolah seharusnya tidak ketinggalan dalam mengikuti perubahan tersebut. Reka bentuk sekolah perlu mengambilkira keselesaan dalaman bagi mencapai tahap keselesaan yang sewajarnya.

Kedudukan Malaysia yang berada di garisan Khatulistiwa menerima pancaran matahari purata 10 jam sehari dan purata keamatan  $500 \text{ W/m}^2$  serta panas terik mencapai  $1000 \text{ kW/m}^2$ . Kebiasaannya keadaan langit sepanjang tahun adalah berawan dan mendung diantara 60% hingga 90%. Manakala semasa keadaan langit cerah pula adalah antara  $700 - 850 \text{ cd/m}^2$ . Berkaitan hujan pula Malaysia boleh dikategorikan sebagai penerima hujan yang tinggi serta diikuti ribut petir dengan purata 2,000 hingga 5,000 mm/tahun.

Selain itu kelajuan angin pula adalah berbagai arah, serta mempunyai tempoh tenang yang lama dengan purata 1.5 m/s. Secara puratanya suhu di Malaysia adalah antara  $27^\circ\text{C}$  hingga  $32^\circ\text{C}$  pada waktu siang dan  $22^\circ\text{C}$  pada waktu malam. Malaysia turut mengalami kelembapan relatif sekitar 75% dan boleh mencecah hingga 100%. Menurut Abdul Malek Abdul Rahman (2000) keselesaan terma di Malaysia yang dicapai apabila kelembapan relatif (RH) antara 45% - 80.6% dan suhu (dry bulb temperature) antara  $25.5^\circ\text{C} - 28.5^\circ\text{C}$  dengan kelajuan angin 1.5 m/s sukar memberikan keselesaan kepada penduduk di Malaysia sama ada berada di luar mahupun di dalam bangunan. Oleh itu penyelidikan ini antaranya bertujuan mengkaji secara soal-selidik tahap keselesaan pengguna di sekolah berhubung penggunaan tenaga.

### **1.3.3 Keperluan Mewujudkan Garis Panduan Sekolah Berkecekapan Tenaga**

Kerajaan telah mengambil beberapa langkah dalam melaksanakan piawaian kecekapan tenaga. Antaranya dengan mengemukakan beberapa cadangan melalui Kementerian Tenaga, Air dan Komunikasi (KTAK) sebagai kementerian yang bertanggungjawab.

Perkara tersebut adalah dengan mencadangkan kewajipan pihak pemaju hartanah dalam memastikan bangunan yang mereka bina menepati piawaian yang ditetapkan kepada kementerian yang berkaitan untuk dipertimbangkan penguatkuasaannya (Berita Harian, 2005). Piawaian tersebut termaktub menerusi kod amalan bagi kecekapan tenaga dan tenaga diperbaharui bagi Sektor Bangunan Bukan Kediaman. Kod amalan ini dirujuk sebagai Standard Malaysia 1525 (MS1525) yang mula diperkenalkan pada tahun 2001.

Walau bagaimana pun pada masa ini pelaksanaannya adalah secara sukarela. Pihak Kementerian Perumahan dan Kerajaan Tempatan (KPKT) pada waktu ini masih mempertimbangkan kemungkinan piawaian ini dapat dilaksanakan sebagai piawaian yang perlu dipatuhi melalui Undang-undang Kecil Bangunan Seragam 1984 (*UBBL 1984 Uniform Building By Law*). Perkara tersebut adalah diperingkat penggubalan oleh Pejabat Peguam Negara berkaitan Peraturan Pengurusan Kecekapan Tenaga Elektrik dan Keperluan Kecekapan Tenaga yang akan diletakkan ke dalam pindaan untuk Akta Bekalan Elektrik 1990. Penyelidikan ini pula mencadangkan diwujudkan garis panduan untuk bangunan sekolah berkecekapan tenaga selari dengan usaha kerajaan dalam mengambil langkah pelaksanaan piawaian kecekapan tenaga di negara ini.

#### **1.3.4 Keperluan Teknologi Maklumat dan Komunikasi**

Selaras dengan keperluan teknologi maklumat di sekolah hari ini sebagai satu agenda rasmi kerajaan. Ismail Md. Salleh (2005) menyarankan bahawa pasaran tenaga kerja perlu dilengkapi dengan kumpulan manusia yang memperolehi ilmu yang sesuai dengan kehendak industri terutama daripada aspek kemahiran, pengetahuan teknologi maklumat dan kreativiti yang tinggi dalam sesuatu bidang di samping kebolehan berkomunikasi.

Perlaksanaan agenda ini oleh Kementerian Pelajaran Malaysia (KPM) sebagaimana yang telah digariskan dalam perancangan kementerian untuk Reformasi Pendidikan yang akan dilaksanakan dalam Rancangan Malaysia Kesembilan dan Kesepuluh telah memperuntukkan program latihan, penyediaan geran perintis kepada sekolah-sekolah, penyediaan peralatan bantuan pengajaran dan pendidikan, penyediaan kemudahan asas dan infrastruktur fizikal serta keperluan teknologi maklumat melalui program Pembestarian Sekolah (Bernama, 2005). Secara tidak langsung impak dari reformasi tersebut turut akan mempengaruhi reka bentuk ruang di bilik darjah khususnya dan sekolah umumnya seperti keperluan komputer dan projektor di bilik darjah. Selain itu faktor penambahan penggunaan tenaga semasa melalui penggunaan kelengkapan teknologi maklumat turut akan meningkat.

### **1.3.5 Peningkatan Kos Penyelenggaraan**

Para pereka bentuk, arkitek dan pihak bertanggungjawab harus sedar bahawa kos penyelenggaraan sesebuah bangunan adalah dipengaruhi oleh faktor reka bentuk yang dihasilkan. Pekara tersebut bukan sahaja menyebabkan kos pembinaan dan penyelenggaraan bangunan meningkat malahan ia merangkumi kos tenaga melalui penggunaan tenaga elektrik, air, gas dan telekomunikasi yang meninggalkan kesan yang sama. Menurut Mohd Zin Kandar (2005) perkara tersebut tidak harus belaku sekiranya para arkitek atau perunding mempunyai pertimbangan yang wajar dalam mengelakkan masalah tersebut berulang melalui reka bentuk bangunan yang berkecekapan tenaga yang telah dikenal pasti lebih awal di peringkat mereka bentuk. Berdasarkan dari data Princeton Energy Resources International (2004) sesebuah bangunan yang terancang mampu mengurangkan kos elektrik yang tinggi. Tanpa mengambil kira faktor usia sesebuah bangunan tersebut, pengurangan mampu dilakukan diantara 5% sehingga 20% melalui pengurusan, penyelenggaraan dan operasi yang terancang.

### 1.3.6 Peningkatan Permintaan Tenaga Komersial

Permintaan tenaga komersial di Malaysia khususnya adalah didapati meningkat secara purata. Berdasarkan Jadual Bekalan Tenaga Komersial di Malaysia bagi Tahun 1990 dan 1997-2001 (**Jadual 1.2**) menunjukkan permintaan sumber elektrik turut meningkat dari tahun 1990 sehingga 2001. Peningkatan sebanyak 71.8 petajoule (PJ) pada tahun 1990 kepada 230 petajoule (PJ) pada tahun 2001 menunjukkan pertambahan permintaan kepentingan sumber elektrik yang telah meningkat sebanyak 31.2 % dalam tempoh tersebut.

#### Jadual 1.2 : Bekalan Tenaga Komersial di Malaysia bagi Tahun 1990 dan 1997-2001

*Sumber : Rancangan Malaysia Kesembilan (2006-2010)*

Permintaan Sumber	1990		1997		1998		1999		2000(p)		2001(r)	
	PJ	%	PJ	%	PJ	%	PJ	%	PJ	%	PJ	%
Minyak	414.0	74.8	794.9	72.2	732.3	68.4	745.7	68.0	804.3	68.9	853.4	68.1
<b>Elektrik</b>	<b>71.8</b>	<b>13.0</b>	<b>172.3</b>	<b>15.6</b>	<b>191.6</b>	<b>17.9</b>	<b>200.6</b>	<b>18.3</b>	<b>205.0</b>	<b>17.6</b>	<b>230.0</b>	<b>18.4</b>
Gas asli	45.7	8.3	103.2	9.4	114.2	10.7	115.9	10.5	120.0	10.3	129.5	10.3
Arang Batu	21.5	3.9	31.0	2.8	32.1	3.0	34.8	3.2	37.8	3.2	40.4	3.2
<b>Jumlah (PJ)</b>	<b>553.0</b>		<b>1101.4</b>		<b>1070.2</b>		<b>1097.0</b>		<b>1167.1</b>		<b>1253.3</b>	

### 1.4 Matlamat Penyelidikan

Matlamat penyelidikan ini adalah untuk menambah data nilai Indeks Tenaga Bangunan (BEI) dan nilai Indeks Tenaga Pengguna (OEI) untuk bangunan sekolah di Malaysia melalui kajian kes di daerah Perak Tengah. Selain daripada itu penyelidikan ini bermatlamat menilai tahap keselesaan pengguna berhubung penghasilan reka bentuk sekolah kebangsaan sediaada dan tahap kesedaran berkaitan pengetahuan berhubung penggunaan tenaga. Seterusnya hasil data yang diperolehi daripada penyelidikan ini dirangka menjadi Garis Panduan Bangunan Sekolah Berkecekapan Tenaga yang mampu membantu menambah usaha kerajaan dalam pelaksanaan piawaian kecekapan tenaga.

Selain itu para pereka bentuk secara tidak langsung mendapat pendedahan berhubung reka bentuk sekolah sediada yang memerlukan pemerhatian semula terutama dalam mengambilkira keperluan baru teknologi maklumat di dalam pendidikan serta kecekapan tenaga di sekolah. Secara tidak langsung penyelidikan ini juga membantu pengurangan kos penyelenggaraan bangunan di sekolah khususnya dan di negara ini umumnya yang seterusnya mengurangkan permintaan tenaga komersial di Malaysia.

### **1.5 Objektif Penyelidikan**

Objektif utama penyelidikan adalah seperti berikut :

- a. Menambah data nilai Indeks Tenaga Bangunan (BEI) dan nilai Indeks Tenaga Pengguna (OEI) untuk kategori sekolah menengah kebangsaan melalui kajian pengauditan tenaga.
- b. Mengenalpasti tahap penyelesaian dan kesedaran pengguna di sekolah berhubung aspek kecekapan tenaga melalui kajian soal selidik.
- c. Menyediakan draf Garis Panduan Reka Bentuk Sekolah Berkecakapan Tenaga.
- d. Mengenalpasti reka bentuk sekolah sediada bagi menilai fungsi dan kesan kepada pengguna melalui pemerhatian visual dari perspektif arkitek.

### **1.6 Kepentingan Penyelidikan**

Penyelidikan ini diharap dapat membantu pihak yang berikut :

- a. Pihak kerajaan dalam mengurangkan kos tenaga komersial negara untuk penyediaan bangunan sekolah khususnya dan penyelenggaraan bangunan-bangunan tersebut



- b. Pihak Kementerian Pelajaran Malaysia (KPM) sebagai kementerian yang bertanggungjawab dan pihak Jabatan Kerja Raya Malaysia (JKR) sebagai agensi pelaksana dalam memperbaiki mutu reka bentuk kecekapan tenaga di bangunan sekolah sebagaimana yang digariskan dalam Rancangan Malaysia Kesembilan.
- c. Para akademik dari aliran kesenibinaan dalam menambah maklumat dan data berkaitan kecekapan tenaga khususnya dan reka bentuk sekolah amnya.
- d. Para pengguna di sekolah yang melibatkan para guru, pelajar dan pekerja dari aspek penambahan ilmu pengetahuan dan mempertingkatkan tahap kesedaran dan kepekaan berkaitan kecekapan tenaga.
- e. Arkitek dan perunding yang terlibat dalam pembangunan projek sekolah dan pendidikan dari aspek kesedaran terhadap hasil reka bentuk khususnya.

## **1.7 Proses Penyelidikan**

Langkah pertama dalam melaksanakan kajian ini adalah melalui proses mendapatkan maklumat dari data sekunder iaitu maklumat yang diperolehi secara tidak langsung. Ia boleh diperolehi dari kajian terhadap perkara yang berkaitan dengan penyelidikan yang dijalankan. Melalui pembacaan, seminar, simposium dan sebagainya mampu membuka skop lingkup berkaitan tajuk penyelidikan. Pencarian bahan dan maklumat berkaitan dengan tenaga dan aspek reka bentuk yang berkaitan secara tidak langsung dengan tenaga atau penggunaannya samada sebagai faktor utama mahupun faktor penyumbang. Setelah tajuk ditentukan, langkah seterusnya yang dibuat adalah membuat pembacaan atau sorotan literatur.

Hasil pembacaan penulisan dan bahan berkaitan bagi menentukan hala tuju kajian untuk mengelakkan sebarang pertindihan dan persamaan kajian yang telah dilakukan oleh para penyelidik sebelum ini. Salah satu proses penyelidikan ini melibatkan kajian yang memerlukan kaedah secara audit dan pemerhatian berserta soal selidik, maka langkah seterusnya ialah melaksanakan kajian lapangan dengan bermula dari menyediakan satu borang audit untuk mendapatkan maklumat. Manakala kaedah pelaksanaan mengaudit ini telah menggunakan kaedah pertama dari Kaedah Pelaksanaan Audit Tenaga iaitu Tinjauan Awal Terhadap Bangunan (Rujuk bab 2).

Kajian yang dijalankan adalah secara berperingkat serta mengikut kaedah-kaedah berikut merujuk kepada **(Rajah 1.1)** :

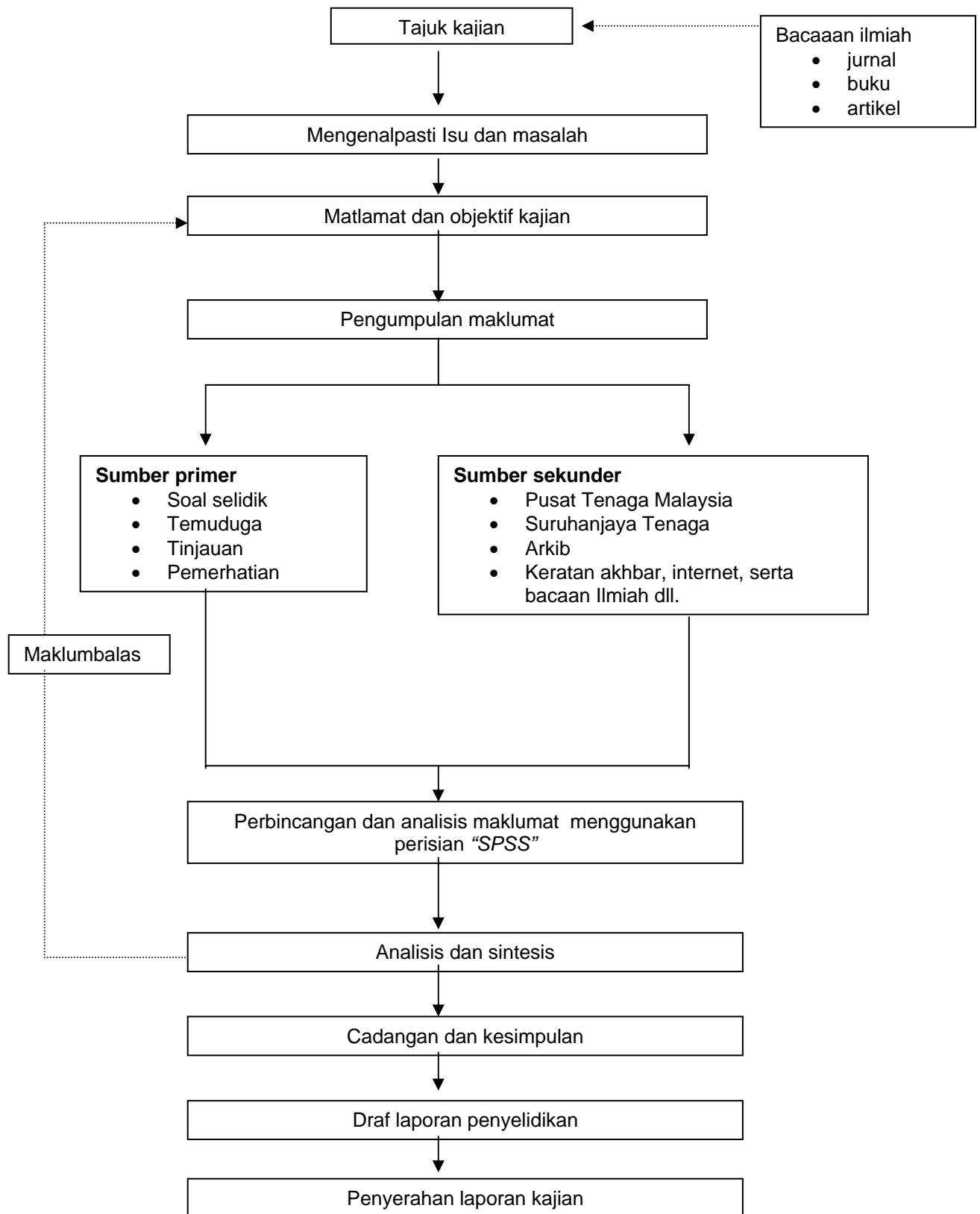
- i. Pengumpulan Maklumat
- ii. Perbincangan dan Analisis
- iii. Sintesis
- iv. Cadangan dan kesimpulan

### **1.7.1 Pengumpulan Maklumat**

Kaedah yang digunakan dalam menjalankan proses penyelidikan ini untuk mendapatkan maklumat yang diperlukan berdasarkan dari metodologi yang dirangka berdasarkan dari proses penyelidikan di Bab 1 yang dimulakan dengan Literatur dan seterusnya Kajian Lapangan yang menghuraikan bentuk kajian yang dilaksanakan.

Data yang digunakan bagi memperolehi maklumat yang berkaitan ialah

- i. Data Primer
- ii. Data Sekunder



Rajah 1.1: Model Konsep Kerja

### **i. Data Primer**

Data Primer adalah data yang diperolehi secara langsung melalui kaedah soal selidik terhadap pengguna di sekolah, iaitu guru, pelajar dan pekerja. Kaedah temubual secara tidak rasmi turut dilakukan dengan persoalan berkisar penggunaan tenaga di sekolah. Selain itu kajian tinjauan dilakukan dari aspek pemerhatian visual terhadap reka bentuk fizikal sekolah yang dipilih. Ia bertujuan membolehkan penyelidik mendapat gambaran sebenar reka bentuk sekolah tersebut berhubung penggunaan tenaga di sekolah tersebut. Data seterusnya diperolehi melalui kajian soal selidik yang dilakukan terhadap 500 responden dari empat (4) buah sekolah dari keseluruhan sekolah. Pemilihan 4 buah sekolah berdasarkan kepada 3 kategori sekolah yang berlainan dan usia sekolah tersebut.

### **ii. Data Sekunder**

Data Sekunder pula adalah data yang diperolehi secara tidak langsung iaitu melalui daripada hasil kajian terdahulu seperti statistik, laporan, majalah, jurnal, internet dan sebagainya. Data yang diperolehi melalui pembacaan maklumat-maklumat berkaitan dengan tajuk yang dibuat iaitu kecekapan tenaga, sekolah kebangsaan dan keselesaan serta isu reka bentuk sekolah. Data yang diterbitkan adalah secara menyeluruh secara rasmi dan tidak rasmi, samada yang diterbitkan oleh kerajaan atau bukan kerajaan. Bahan tersebut merangkumi artikel, buku, jurnal, prosiding, latihan ilmiah, laman web, dokumen, kertas kerja, garis panduan, audio, mikrofilem dan sebagainya. Kajian ini juga mengumpulkan maklumat data dari perpustakaan Universiti Sains Malaysia (USM), Universiti Teknologi Mara (UiTM) dan Jabatan Kerja Raya (JKR). Selain itu maklumat dari agensi kerajaan yang terlibat seperti Kementerian Pelajaran Malaysia (KPM), Pejabat Pelajaran Negeri (PPN) Perak, Pejabat Pelajaran Daerah (PPD), Majlis Daerah, Jabatan Perangkaan, Internet dan lain-lain yang berkaitan.

### **1.7.2 Perbincangan dan Analisis**

Data dan maklumat yang diperolehi dari temuduga secara tidak rasmi dan separa struktur dianalisis untuk memudahkan penilaian darjah kepercayaan dapat diperolehi. Manakala data-data berbentuk kuantitatif yang diperolehi daripada soal selidik dengan menggunakan borang soal selidik pula dikodkan dan dimasukkan ke dalam komputer dengan menggunakan perisian *Statistical Package for Social Sciences for Windows Version 10.0* (SPSS). Penemuan ini akan dianalisis secara statistik dan deskriptif dalam persekitaran bergrafik. Penggunaan perisian ini adalah untuk mengukur data-data yang berbentuk kuantitatif dan mampu menilai tahap peratusan penggunaan tenaga dari aspek keselesaan reka bentuk serta mengukur tahap kesedaran pengguna berhubung kecekapan tenaga

### **1.7.3 Sintesis**

Bahagian ini adalah penemuan yang dapat diketengahkan untuk penyelidikan yang lebih mendalam sejauh mana keberkesanan terhadap reka bentuk kecekapan tenaga dan kesan dari penggunaan tenaga terhadap tahap keselesaan pengguna.

### **1.7.4 Cadangan dan Kesimpulan**

Bahagian ini pula membuat beberapa cadangan dan kesimpulan dari hasil penyelidikan yang dibuat. Penyelidikan hanya menggariskan huraian yang berkaitan dengan penyelidikan selain daripada cadangan lanjutan yang turut di kemukakan.

## **1.8 Stuktur Penyelidikan**

Struktur tesis penyelidikan ini dirangka sebanyak tujuh (7) bab. Secara ringkasnya ia adalah seperti yang berikut :

### **1.8.1 Bab 1 : Pengenalan**

Bab ini merupakan perbincangan berkaitan penyelidikan yang bermula dengan pengenalan dan bab diikuti pula latarbelakang penyelidikan bagi menghuraikan serba sedikit berkaitan penyelidikan. Kemudian disusuli dengan isu serta permasalahan berkaitan penyelidikan. Seterusnya proses mengenalpasti matlamat penyelidikan dan objektif penyelidikan sebagaimana yang telah dinyatakan.

### **1.8.2 Bab 2 : Tenaga dan Bangunan**

Bab ini pula berkaitan tenaga secara teori. Ia sebagai garis panduan dalam penyelidikan ini bagi menganalisis reka bentuk di sekolah dari aspek kecekapan tenaga. Bab ini juga menghuraikan pengenalan bab yang diikuti definisi kecekapan tenaga. Huraian tenaga seterusnya dilakukan setelah konsep reka bentuk kecekapan tenaga dikemukakan. Manakala topik keselesaan terma dan audit tenaga pula dijelaskan dengan ringkas dan padat. Pada akhir ringkasan bab pula penyelidik membuat rangkuman keseluruhan bab tersebut.

### **1.8.3 Bab 3 : Ciri-ciri Reka Bentuk Sekolah Menengah Kebangsaan di Malaysia**

Penerangan secara literatur sekolah menengah kebangsaan pula diterangkan dalam ini. Perbincangan berkaitan reka bentuk sekolah kebangsaan di Malaysia dimulakan dengan pengenalan bab dan seterusnya adalah latarbelakang pendidikan di Malaysia yang menghuraikan sejarah dan falsafah pendidikan negara. Topik struktur sistem pendidikan pula menerangkan berkenaan perkembangan pendidikan di Malaysia. Seterusnya maklumat reka bentuk sekolah kebangsaan yang di pengaruhi dengan reka bentuk bangunan piawai dibincangkan dan diikuti topik pembangunan sekolah. Bab ini juga turut mengemukakan kepentingan pendidikan di negeri Perak dan akhirnya ringkasan bab dikemukakan.

#### **1.8.4 Bab 4 : Metodologi Kajian**

Bab metodologi kajian pula menunjukkan kaedah dan prosedur yang digunakan sepanjang penyelidikan ini. Penerangan dalam bab ini melibatkan pengenalan metodologi yang telah dirangka dan digunakan. Bermula dengan bahagian pengenalan bab seterusnya perbincangan adalah berkaitan kaedah kajian yang dijalankan. Kaedah pengumpulan maklumat dibincangkan, bagaimana maklumat diperolehi dan saiz sampel serta jenis sampel kajian dan responden yang terlibat.

Penyelidikan ini yang menjadikan daerah Perak Tengah sebagai kajian kes dengan melibatkan keseluruhan sekolah menengah pada peringkat awal dan disusuli pemilihan sekolah untuk mendapatkan nilai indeks tenaga melalui kajian pengauditan tenaga dan seterusnya kajian pemerhatian dan kajian soal selidik dijalankan. Kaedah temubual dan tempoh kajian yang dijalankan turut diterangkan. Seterusnya data yang diperolehi dianalisis menggunakan perisian SPSS. Pada akhir bab ini ringkasan keseluruhan bab turut dikemukakan.

#### **1.8.5 Bab 5 : Kajian Kes : Sekolah Menengah di Daerah Perak Tengah**

Perbincangan berkaitan kajian pengauditan tenaga dan pemerhatian di lapangan berkaitan pecahan sekolah yang terlibat dalam sesebuah proses kajian yang dilakukan dihuraikan dalam bab 5 ini. Ia dimulakan dengan pengenalan dan diikuti dengan kajian pengauditan tenaga secara langsung sebagai nadi kepada penyelidikan yang dijalankan. Kemudian kajian kedua iaitu kajian pemerhatian turut dibincangkan melalui maklumat yang diperolehi serta perbincangan hasil kajian pemerhatian dibuat dan seterusnya di ringkaskan bab ini di bahagian ringkasan kajian.

### **1.8.6 Bab 6 : Analisis Kajian**

Bab 6 pula melaksanakan proses menganalisis data dari borang soal selidik yang telah dilakukan iaitu setiap bahagian membincangkan maklumat yang diperolehi menggunakan perisian SPSS. Perbincangan analisis dimulakan dengan pengenalan dan kemudiannya teknik penganalisan data berdasarkan maklumat yang diperolehi. Analisis soal selidik pula adalah menganalisis berkaitan latarbelakang pengguna dan disusuli ringkasan analisis kajian.

### **1.8.7 Bab 7 : Kesimpulan**

Bab terakhir dalam penyelidikan ini membincangkan sistesis atau penemuan yang terhasil melalui data analisis yang diterima melalui kaedah penjadualan yang di klasifikasikan melalui skala pengukuran yang direka bentuk oleh penyelidik. Bab ini dimulakan dengan pengenalan seterusnya hubungan kajian penggunaan tenaga dan disusuli pengintegrasian kajian. Pada bahagian akhir bab ini disusuli dengan cadangan dan kajian lanjutan serta kesimpulan.



## **BAB DUA : TENAGA DAN BANGUNAN**

### **2.1 Pengenalan**

Bab ini membincangkan topik tenaga secara teori yang menjadi subjek dalam kajian ini. Oleh itu bab ini di jadikan sebagai panduan dalam menganalisis kecekapan tenaga daripada aspek reka bentuk di sekolah berhubung skop penyelidikan ini. Selain itu dalam bab ini juga menyentuh beberapa perkara iaitu definisi kecekapan tenaga dan huraian terhadap tenaga secara jensep dan takrifan berkaitan penyelidikan. Kemudiannya di panjangkan berkenaan reka bentuk kecekapan tenaga dan penyelesaian terma. Begitu juga dengan kaedah pengauditan tenaga untuk mendapatkan nilai indeks tenaga bangunan dan pengguna bangunan dan seterusnya dikemukakan ringkasan untuk bab ini.

### **2.2 Definisi Kecekapan Tenaga**

Menurut Kamus Dewan (1970) menyatakan kecekapan adalah berkelayakan atau berkebolehan. Manakala tenaga adalah kekuatan, daya, energi, gerakan, harkat, upaya, pengaruh, kuasa, kegiatan, larat, riang, kudrat, reng, kadar, kesanggupan, kesediaan dan kemampuan. *Chamber's 20<sup>th</sup> Century Dictionary (2006)* pula mendefinisikan tenaga sebagai kuasa melaksanakan kerja.

Manakala menurut CETREE (2006) kecekapan tenaga bermaksud penggunaan tenaga secara cekap. Oleh itu kecekapan tenaga ditafsir sebagai kebolehan menggunakan tenaga secara cekap tanpa mengurangkan tahap penyelesaian dan keperluan pada tahap sewajarnya. Tafsiran ini perlu sebagai perbezaan untuk definisi penjimatan tenaga yang turut membawa maksud yang sama tetapi berlainan dari segi aplikasi perlaksanaannya.

## 2.3 Huraian Tenaga

Tenaga boleh didefinisikan dalam bentuk termodinamik klasik sebagai keupayaan untuk melakukan kerja. Sumber tenaga telah digunakan sejak adanya manusia di bumi ini. Contohnya tenaga haba boleh didapati apabila kayu dibakar. Menurut ahli sains, tenaga adalah satu konsep yang diciptakan untuk menerangkan kenyataan bahawa apabila kerja diletakkan atau dikeluarkan dari satu sistem, maka sistem itu akan berakhir dalam satu peringkat yang berlainan daripada asalnya (Baharudin Yatim, 1989). Manakala sesetengah ciri atau sifat sistem itu perlulah diambil kira untuk perbezaan tersebut.

Tenaga bukan hanya sebagai bahan api untuk pengangkutan dan pemanasan tetapi juga sebagai makanan dan perumahan untuk kehidupan manusia. Menurut Ludwig B. (1886) menyatakan bahawa kehidupan pada dasarnya adalah persaingan untuk tenaga dengan kata lain tenaga adalah asas bagi tamadun dan kemajuan manusia. Ini kerana semakin maju sesebuah negara itu maka semakin banyak tenaga yang diperlukan bagi menghidupkan kemajuan, serta mengekalkan kegiatan yang dijalankan oleh penduduknya.

Lebih seratus tahun dahulu sumber tenaga di Malaysia adalah tertumpu kepada kayu api dan bahan-bahan sisa pertanian. Tetapi apabila terjumpanya arang batu maka ia telah menggantikan kayu api dan sisa pertanian tersebut. Namun sumber-sumber ini seperti minyak, gas dan arang batu akan habis dan tidak boleh diganti. Huraian tenaga seterusnya bolehlah dibahagikan seperti berikut :

- i. Penakrifan Tenaga
- ii. Sumber-Sumber Tenaga
- iii. Tenaga Elektrik
- iv. Perpindahan dan Pengaliran Tenaga
- v. Pengurusan & Penjimatan Tenaga

### **2.3.1 Penakrifan Tenaga**

Menurut Baharudin Yatim (1989) tenaga ditakrifkan sebagai satu objek apabila digerakkan dengan keadaan melawan daya yang menentang sesuatu pergerakan maka ia menunjukkan suatu kerja sedang dilakukan. Maka tenaga digunakan oleh objek tersebut dalam melaksanakan kerja yang dilakukan. Oleh yang demikian seseorang yang boleh melaksanakan sesuatu kerja yang berat dikatakan mempunyai banyak tenaga. Tenaga juga ditakrifkan sebagai suatu kuantiti yang memberikan kemampuan untuk melakukan sesuatu kerja.

### **2.3.2 Sumber–Sumber Tenaga**

Sumber tenaga utama dunia adalah matahari. Manusia memperolehi sumber-sumber tenaga yang lain berpunca daripada matahari. Sumber tenaga ini termasuklah bahan api fosil, seperti arang batu, gas dan minyak. Selain daripada bahan api fosil kesan daripada matahari adalah tenaga angin, tenaga ombak, tenaga haba dalam bumi dan pancaran matahari. Menurut Habibah Hashim & Norasidah Md. Din (1995) sumber tenaga yang tersebut boleh ditukar kepada tenaga elektrik dan manakala dari tenaga elektrik ia boleh ditukar pula untuk bentuk tenaga yang lain. Keadaan tersebut berlaku dalam kebanyakan keadaan sebagaimana contoh daripada wujudnya tenaga mekanik yang terkandung dalam mesin pengisar berpindah kepada tenaga bunyi apabila suis loceng mesin pengisar tersebut ditekan.

Objek yang tidak bernyawa mempunyai salah satu dari 3 bentuk tenaga, iaitu tenaga keupayaan, tenaga kinetik dan tenaga kimia. Satu hukum asas yang dipatuhi oleh tenaga ialah keabadian tenaga. Ini bermaksud tenaga boleh digunakan, dan tidak ada bahagian yang lesap atau timbul dari jumlah asal tenaga tersebut. Tenaga boleh berubah daripada satu bentuk tenaga kepada satu bentuk tenaga yang lain.

### **2.3.3 Tenaga Elektrik**

Tenaga elektrik adalah pemangkin kepada pembangunan sesebuah negara. Hampir semua industri bergantung kepada tenaga elektrik secara langsung mahupun tidak langsung. Penghasilan tenaga elektrik adalah terhasil daripada pergerakan oleh air, gas, stim dan sebagainya. Perubahan tenaga dari bentuk tenaga asal tersebut kepada tenaga mekanikal dan kemudiannya menghasilkan tenaga elektrik memerlukan stesen janakuasa untuk penghasilannya. Pada masa kini di negara ini stesen janakuasa beroperasi dengan menggunakan sumber tenaga seperti petroleum, gas asli, arang batu dan hidro (air).

Secara keseluruhan terdapat 6 jenis stesen janakuasa :

- a. Stesen Janakuasa Elektrik Hidro
- b. Stesen Janakuasa Elektrik Stim
- c. Stesen Janakuasa Elektrik Gas
- d. Stesen Janakuasa Elektrik Diesel
- e. Stesen Janakuasa Elektrik Nuklear
- f. Stesen Janakuasa Elektrik Solar

Di Malaysia Tenaga Nasional Berhad (TNB) adalah sebuah syarikat bekalan tenaga elektrik terbesar. TNB yang mempunyai aset perniagaannya sejumlah RM 60 bilion bertanggungjawab menjana, menghantar dan membahagi tenaga tersebut ke seluruh Malaysia. Tenaga elektrik tersebut dihantar melalui jaringan talian Grid Nasional melalui talian 132 kV, 275kV dan 500 kV. (Tenaga Nasional Berhad, \_).

### **2.3.4 Perpindahan dan Pengaliran Tenaga**

Tenaga terdapat dalam pelbagai bentuk seperti tenaga haba, tenaga cahaya, tenaga bunyi, tenaga keupayaan, tenaga kinetik dan lain-lain. Tenaga juga boleh berpindah dari satu bentuk kepada bentuk yang lain.