

Perbandingan Penggunaan Tenaga bagi Bangunan Hijau '*Diamond Building*' dengan Bangunan Pejabat Konvensional di Malaysia

Alif Hilmi Shahron¹ & Seow Ta Wee^{1*}

¹Department of Construction Management, Faculty of Technology Management & Business,
Universiti Tun Hussein Onn Malaysia, Parit Raja, Batu Pahat, Johor, 86400,
MALAYSIA

*Corresponding Author Designation

DOI: <https://doi.org/10.30880/rmtb.2020.01.01.047>

Received 30 September 2020; Accepted 01 November 2020; Available online 01 December 2020

Abstract: The headquarters of the Malaysian Energy Commission in Putrajaya is one of the most accredited buildings in the Green Building Index (GBI). One of the novelty of Diamond buildings is their lower BEI performance compared to other office buildings. This study was conducted to look at the comparative use of Diamond building energy and conventional office buildings. The question from this study is how energy consumption is used in Diamond building and conventional office building and what are the steps taken by both buildings to save energy. The objectives of the study were to identify energy consumption in the diamond building and conventional office buildings and to identify energy saving measures in both office buildings. Therefore, this study examines the use of qualitative methods as the primary source for data acquisition. Respondents consisted of 2 experienced and knowledgeable people in the the building being studied. The results of this study found that generally the energy consumption for these two buildings are from the use of air conditioning, electrical and electronic equipment and mechanical equipment and what distinguishes these two buildings is the system used to operate the equipment. The energy management involves monitoring energy consumption, consumer discretion in selecting appropriate equipment, the knowledge of clients, architects, engineers and contractors on architecture and sustainable construction and cooperation of building occupants. This study can provide inspiration and benchmarks for other buildings in the management of energy consumption in the building and measures to reduce energy consumption. The data and information collected may be used by facility managers, building supervisors, technicians and related members as reference.

Keywords: BEI, Diamond building, Conventional Building, Energy Consumption

Abstrak: Ibu pejabat Suruhanjaya Tenaga Malaysia di Putrajaya adalah salah satu bangunan yang mendapat pengiktirafan bangunan hijau Green Building Index (GBI).

Antara keistimewaan bangunan Diamond adalah pencapaian BEI yang rendah berbanding rata-rata bangunan pejabat lain. Kajian ini dilaksanakan untuk melihat perbandingan penggunaan tenaga bangunan Diamond dan bangunan pejabat jenis konvensional. Persoalan dari kajian ini adalah bagaimanakah penggunaan tenaga bagi bangunan Diamond dan bangunan pejabat konvensional dan apakah langkah penjimatan yang diambil oleh kedua-dua pihak bangunan. Antara objektif-objektif kajian adalah untuk mengenalpasti penggunaan tenaga di dalam bangunan diamond building dan bangunan pejabat konvensional dan untuk mengenalpasti langkah-langkah penjimatan tenaga dalam kedua-dua bangunan pejabat. Oleh itu, kajian ini mengkaji menggunakan kaedah kualitatif sebagai sumber utama untuk mendapatkan data. Responden terdiri daripada 2 orang yang berpengalaman dan arif tentang penggunaan bangunan yang dikaji. Hasil daripada kajian ini mendapati penggunaan tenaga bagi kedua-dua bangunan ini rata-rata adalah dari penggunaan tenaga pendingin hawa, peralatan elektrik dan elektronik dan peralatan mekanikal dan yang membezakan kedua-dua bangunan ini adalah sistem yang digunapakai bagi mengoperasikan peralatan-peralatan tersebut. Pengurusan penggunaan tenaga ini melibatkan pemantauan penggunaan tenaga, kebijaksanaan pengguna dalam memilih peralatan yang sesuai, kesedia makluman klien, arkitek, jurutera dan kontraktor terhadap senibina dan pembinaan mampan dan kerjasama yang diberikan penghuni-penghuni bangunan. Kajian ini dapat memberi ilham dan penanda aras bagi bangunan-bangunan lain dalam pengurusan penggunaan tenaga di dalam bangunan dan langkah-langkah mengurangkan penggunaan tenaga. Data dan informasi yang di kumpul boleh digunapakai oleh pengurus fasiliti, penyelia bangunan, juruteknik dan ahli-ahli yang berkaitan sebagai rujukan.

Kata kunci: BEI, Bangunan Diamond, Bangunan Konvensional, Penggunaan Tenaga.

1. Pendahuluan

Bangunan Hijau ditakrifkan sebagai struktur yang bertanggungjawab terhadap alam sekitar dan sumber yang efisien untuk tempoh hayatnya (EPA, 2014) (Kibert, 2016). Konsep bangunan hijau diperkenalkan dengan tujuan untuk mewujudkan taraf hidup yang sederhana dan memelihara alam semula jadi dari kemusnahan, di samping menjimatkan tenaga, air dan sumber semula jadi yang lain. (Hwang, 2012). Bagi memantau dan menaik taraf bangunan-bangunan kepada bangunan mampan, pelbagai organisasi ditubuhkan di seluruh dunia. Di Malaysia agensi yang bertanggungjawab menilai bangunan hijau adalah Indeks Bangunan Hijau (GBI). GBI adalah industri Malaysia yang mengiktiraf alat

Penarafan hijau untuk bangunan untuk mempromosikan kelestarian dalam persekitaran yang dibina dan meningkatkan kesedaran di kalangan pengamal pembinaan mengenai isu alam sekitar (Papargyropoulou *et al.*, 2012). Alat penarafan GBI memberikan peluang kepada pemaju dan pemilik bangunan untuk merekabentuk dan membina bangunan hijau lestari yang dapat memberikan penjimatan tenaga, penjimatan air, persekitaran dalaman yang lebih sihat, hubungan yang lebih baik dengan pengangkutan awam dan penggunaan kitar semula dan kehijauan (GBI, 2016).

1.1 Penyataan Masalah

Umum kita mengetahui terdapat dua jenis sumber tenaga iaitu tenaga yang boleh diperbaharui dan juga sumber tenaga yang tidak boleh diperbaharui. Kedua-dua jenis tenaga ini digunakan untuk menghasilkan tenaga elektrik di seluruh negara. Sumber tenaga merupakan sumber yang amat penting di dalam kehidupan kita. Tanpa sumber tenaga, maka tiadalah kemajuan material hari ini. Indeks Tenaga Bangunan (BEI) merupakan pengiraan jumlah tenaga tahunan yang digunakan di dalam sesebuah bangunan dalam jam kilowatt (kWj), dibahagikan dengan keluasan lantai dalam meter persegi (m²).

BEI bagi bangunan pejabat yang biasa (konvensional) di Malaysia adalah 210kWj/m² setahun. Namun yang demikian, bangunan Diamond direka dengan BEI 85kWj/m² setahun dengan penggunaan 2,800 jam – pengurangan sebanyak 65% dari segi penggunaan tenaga. Purata BEI untuk bangunan ini adalah 65kWj/m² setahun. Isu yang diketengahkan di dalam kajian adalah berbanding dengan bangunan pejabat konvensional, bagaimanakah keadaan

1.2 Persoalan Kajian

- (i) Bagaimanakah penggunaan tenaga di dalam bangunan diamond building dan bangunan pejabat konvensional.
- (ii) Apakah langkah-langkah penjimatan tenaga dalam kedua-dua bangunan pejabat.

1.3 Objektif Kajian

- (i) Mengenalpasti penggunaan tenaga di dalam bangunan diamond building dan bangunan pejabat konvensional.
- (ii) Mengenalpasti langkah-langkah penjimatan tenaga dalam kedua-dua bangunan pejabat.

1.4 Kepentingan Kajian

Kajian ini dapat memberi manfaat kepada pihak berkepentingan dengan mempelajari dan memberi ilham dan penanda aras bagi bangunan-bangunan lain dalam pengurusan dan langkah-langkah mengurangkan penggunaan tenaga. Tambahan lagi, data dan informasi yang di kumpul boleh digunakan oleh pengurus fasiliti, penyelia bangunan, dan juruteknik.

1.5 Skop Kajian

Skop kajian ini memfokuskan kepada beberapa perkara seperti dijalankan pada Bangunan Diamond dan sebuah bangunan yang dirujuk sebagai bangunan X yang merupakan syarikat G7 di Alor Setar. Tambahan lagi, responden bagi kajian ini adalah orang yang ahli tentang pengurusan tenaga dan penyelenggaraan bangunan seperti pengurus fasiliti, juruteknik dan lain-lain jawatan yang berkaitan

2. Kajian Literatur

2.1 Penjanaan dan Penggunaan Tenaga di Malaysia

Jadual 1 menunjukkan penjanaan dan penggunaan elektrik kasar untuk Malaysia pada tahun 2012. Penggunaan elektrik adalah kurang berbanding janaan dengan kira-kira 18GWh. Tenaga elektrik dijana di negara ini adalah sekitar 135GWh dan penggunaannya sekitar 117GWh. Perkembangan ekonomi di Malaysia bergantung kepada bekalan tenaga yang berterusan. Akibatnya, kekurangan bekalan tenaga dinegara akan memberi hasil yang tidak baik kepada ekonomi negara (Shafie *et al.*, 2011).

Jadual 1: Penjanaan elektrik wilayah (Tenaga, 2012)

Wilayah	Penghasilan Elektrik Kasar Gwh		Penggunaan Elektrik Gwh		Keupayaan Tersedia MW	Permintaan Puncak MW	
		%		%			
Semenanjung	117,797	87.7	102,174	87.7	21,044	15,836	33.0
Malaysia							
Sarawak	10,824	8.0	9,237	7.9	2,265	1,161	95.1
Sabah	5,754	4.3	4,943	4.3	1,091	828	31.8

Jumlah	134,375	100.0	116,354	100.0	24,400
--------	---------	-------	---------	-------	--------

Penggunaan elektrik oleh sektor utama iaitu industri, bangunan komersial dan perumahan ditunjukkan dalam jadual 2. Majlis Bangunan Hijau Dunia menyatakan bahawa bangunan merupakan penyumbang tunggal terbesar dalam pemanasan global. Ini menyumbang satu pertiga daripada pelepasan karbon global. Di Malaysia, bangunan (komersial dan perumahan) menggunakan 13% daripada jumlah tenaga dan 48% penggunaan elektrik (Tenaga, 2012). Tenaga (Chua *et al.*, 2011) menekankan bahawa struktur bangunan di negara ini menggunakan sejumlah 54% daripada jumlah elektrik di negara ini. Bangunan komersial memakan 33% dan bangunan kediaman 21%. Sebanyak 38,645 GWh digunakan oleh bangunan komersial. Sebaliknya, bangunan kediaman menggunakan sejumlah 24,709 GWh. Jadual 2 di bawah menunjukkan penggunaan tenaga oleh pelbagai sektor di negara ini.

Jadual 2: Penggunaan elektrik serantau dan sektoral di Malaysia (Tenaga, 2012)

Wilayah	Industri GWh	Komersil GWh	Perumahan GWh	Pengangkutan GWh	Pertanian GWh	Jumlah GWh
Semenanjung Malaysia	45,357	34,696	21,536	241	344	10,2174
Peratusan (%)	44%	34%	21%	0%	0%	100%
Sarawak	5554	2026	1657	-	-	9,237
Peratusan (%)	60%	22%	18%	0%	0%	100%
Sabah	1504	1923	1516	-	-	4,943
Peratusan (%)	305	39%	31%	05	05	100%
Jumlah	52414	38645	24709	241	344	116,353
Peratusan (%)	45%	33%	21%	0%	0%	100%

2.2 Faktor Penentu Mempengaruhi Penggunaan Tenaga

(a) Cuaca dan lokasi

Zon iklim dan suhu luaran setiap hari berubah mengikut keadaan cuaca dan lokasi negara tertentu. Di Malaysia, iklim tropika diperhatikan sepanjang tahun dan suhu antara 22°C hingga 32°C (Al-obaidi, 2014). Walau bagaimanapun, suhu udara purata tahunan ialah 27°C (Ahmad, 2009).

(b) Ciri fizikal bangunan

Faktor ini mempertimbangkan jenis penggunaan bahan bakar untuk pemanasan air serta tahap penebat yang digunakan di bangunan. Penentu ini memerlukan pelaburan jangka panjang ketika melakukan pengubahsuaian. Selain itu, antara ciri fizikal yang mempengaruhi adalah orientasi bangunan

(c) Perkakas dan elektronik

Faktor ini mempertimbangkan keadaan udara, peti sejuk dan komputer yang digunakan di bangunan. Penentu ini memerlukan pelaburan jangka sederhana hingga jangka pendek untuk pengubahsuaian.

(d) Jumlah dan tingkah laku penghuni

Stern (2000) menyebut bahawa penyelidikan yang dilakukan terhadap bangunan berkaitan dengan penjimatan tenaga tidak efisien dan tidak berkesan. Ini kerana tingkah laku penghuni. Penyelidikan yang dijalankan menunjukkan bahawa sebahagian besar organisasi telah menumpukan perhatian pada pembuatan dasar pengurusan, dengan sedikit penekanan pada tingkah laku penghuni terhadap kecekapan tenaga (Uitzinger, 2006). Bangunan cekap tenaga tidak terhad kepada reka bentuk dan pembinaan sahaja. Tingkah laku penghuni dapat mempengaruhi penggunaan dengan mudah. Kecekapan tenaga dapat berfungsi sebagai strategi kawalan persekitaran bangunan yang ada dalam agenda kelestarian. Dalam usaha memastikan prestasi yang baik dari segi kecekapan tenaga bangunan, jurutera harus mempertimbangkan hubungan penghuni dengan sistem kawalan bangunan (Andersen *et al.*, 2009). Ini kerana orang di negara maju menghabiskan 80-90% masa mereka di dalam rumah (Workgroup, 2009) (Frontczak *et al.*, 2012) dan (Wargoocki *et al.*, 2011) Sangat sukar untuk meramalkan tahap interaksi penghuni pada tahap individu, sebaliknya, penggunaan corak untuk sekumpulan penghuni dan tingkah laku yang berkaitan dengan kawalan tren umum.

Tren dan corak sangat membantu dalam mengukur parameter persekitaran seperti aktiviti dalaman dan luaran (Pröglhöf & A.M.a.C., (2009). Apabila tingkah laku sering diulang, tidak lagi memerlukan penilaian yang disengajakan, kerana menjadi "kebiasaan" (Nisiforou *et al.*, 2012). Ini menunjukkan bahawa penjimatan tenaga berhubung dengan penggunaan tenaga penghuni boleh menjadi rumit dan sukar diukur. Banyak tenaga terbuang kerana tingkah laku penghuni (Lindelof, 2006), (Masoso, 2010). Perlakuan dan adab penghuni terhadap penggunaan tenaga adalah faktor penentu utama penggunaan bangunan kediaman. Beberapa faktor penentu tingkah laku mudah dan sementara (cth, Penetapan termostat). Sementara penentu lain dikaitkan dengan usaha dan kesan lama (cth, Membeli peralatan yang cekap tenaga).

2.3 Penggunaan Tenaga Elektrik serta Impaknya Terhadap Kelestarian Alam Sekitar

Kelestarian alam sekitar merupakan suatu perkara yang harus diberikan perhatian serius demi kepentingan sejagat. Salah satu komponen yang tidak seharusnya dipinggirkan adalah kecekapan penggunaan tenaga khususnya elektrik. Secara khususnya, aspek kecekapan penggunaan tenaga elektrik harus diberikan penekanan kerana merupakan salah satu penyumbang terbesar kepada perubahan iklim melalui proses penjaanaan tenaga dan pembakaran bahan api fosil. Sesebuah ekonomi menggunakan semua sumber yang ada untuk kemajuan tetapi adalah sesuatu yang ironis apabila kemajuan diciptakan manusia akhirnya boleh membawa kemusnahan kepada penduduk dunia. Roberts dan Lansford (1979) melihat keinginan untuk memanipulasi alam sekitar untuk memenuhi kehendak manusia walaupun bagi tujuan kemandirian diri hanya kelak akan mengundang kebinasaan dan bencana kerana sistem alam sekitar itu sendiri yang akan berubah-ubah secara semulajadi. Bazerman dan Hoffman (1999) mengkategorikan tiga perlakuan tingkah laku yang memusnahkan alam sekitar iaitu pertumbuhan populasi manusia, terlebih penggunaan sumber alam serta akhir sekali pencemaran udara, air, dan daratan. Tunjang kepada perlakuan memusnahkan ini ialah individu, organisasi dan juga institusi. Peningkatan dalam taraf dan gaya hidup masyarakat Malaysia akan turut menyaksikan pertambahan kepada keperluan tenaga khususnya tenaga elektrik dan lain-lain bahan api fosil.

Justeru itu, masyarakat perlu mengubah gaya hidup mereka kepada kehidupan yang lebih mesra alam agar kelestarian alam sekitar dapat dikekalkan. Namun bagaimana perubahan boleh dicetus dan menurut Bridges (2003), bahawa perkara yang sukar bukanlah perubahan itu sendiri tetapi proses transisi yang dibawakan oleh perubahan berkenaan. Ini kerana perubahan adalah berbentuk situasi sedangkan transisi bersifat psikologi yang terdiri daripada proses tiga fasa iaitu pertamanya melepaskan, kehilangan dan menamatkan sesuatu diikuti fasa zon neutral yang berada di pertengahan dan akhir sekali peringkat permulaan baru. Meyerson (2008) mencadangkan pendekatan bertingkat (incremental approach) untuk memulakan sesuatu perubahan. Ini bermaksud sekiranya kita ingin menerapkan gaya hidup yang lebih mesra alam ia sebaiknya bermula daripada pengguna itu sendiri berbanding daripada

ia ditetapkan oleh pihak yang berkuasa. Walaupun kejayaan yang dicapai pada mulanya kelihatan kecil namun lazimnya langkah yang dilakukan itu boleh dilaksanakan dan akhirnya akan membawa kepada perubahan lanjutan.

Selain itu, penggunaan tenaga elektrik berlebihan menyebabkan pihak kerajaan terpaksa meningkatkan jumlah tenaga yang dijana agar dapat memenuhi keperluan pengguna. Selaras dengan keadaan tersebut pihak kerajaan terpaksa menaikkan tarif elektrik dan bil perkhidmatan tenaga elektrik meningkat. Penggunaan tenaga elektrik yang berlebihan terutamanya pada masa puncak telah menyebabkan dunia menghadapi krisis yang serius berkaitan tenaga. Antaranya adalah bekalan tenaga yang tidak mencukupi dan harga pasarnya yang tidak menentu serta membawa kemusnahan kepada alam sekitar (perubahan cuaca/iklim). Keadaan ini bertambah buruk di negara-negara membangun terutamanya di Asia Tenggara termasuklah Malaysia. Ini disebabkan oleh faktor ekonomi yang berkembang pesat akan mendorong penggunaan bahan atau produk berteknologi tinggi secara besar-besaran tanpa memikirkan risiko pengurusan tenaga yang berasal daripada sumber semulajadi yang tidak boleh diperbaharui iaitu minyak dan arang batu.

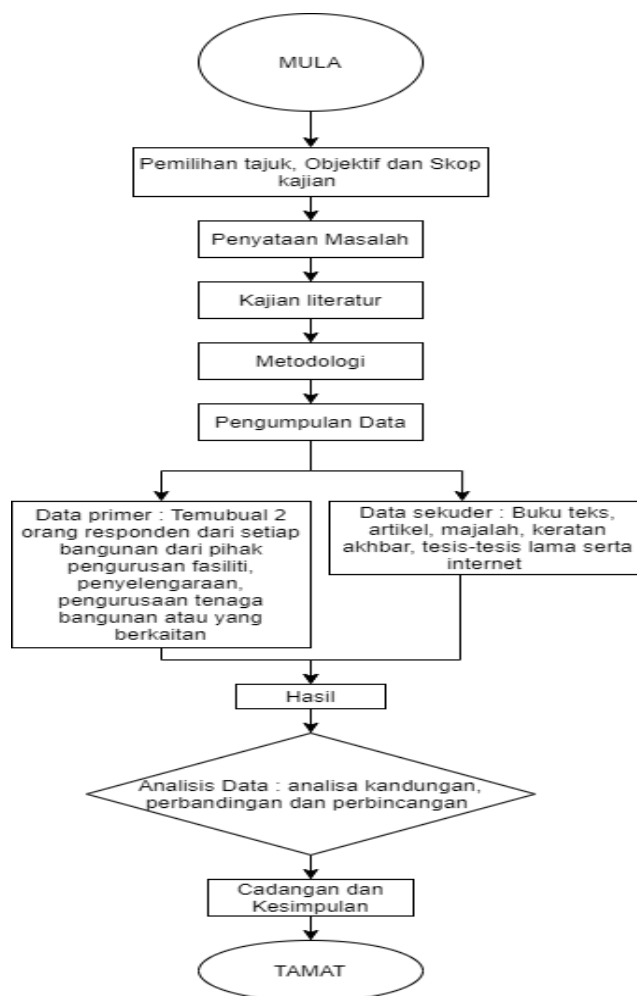
Menurut Laporan Human Development Report 2007/2008 Fighting Climate Change: Human Solidarity in Divided World yang diterbitkan oleh Program Pembangunan PBB (UNDP) meletakkan Malaysia dikedudukan ke-26 daripada 30 buah negara yang menghasilkan pelepasan gas CO₂ tertinggi di dunia bagi tahun 2004. Kadar penghasilan gas CO₂ di Malaysia didapati telah meningkat daripada 55.3 metrik tan (MtCO₂) pada 1990 kepada 177.5 MtCO₂ pada 2004, menjadikan kadar pelepasan CO₂ per kapita meningkat daripada 3.0 tCO₂ pada 1990 kepada 7.5 tCO₂ pada 2004. Menurut perangkaan Jabatan Statistik (2009), jumlah bilangan penduduk Malaysia pada 2008 ialah seramai 27.73 juta. Oleh itu dengan menggunakan kadar pelepasan karbon dioksida per kapita sebanyak 7.5 tCO₂, dianggarkan penduduk Malaysia menghasilkan kira-kira 208 juta tCO₂ pada 2008 (UNDP 2007).

Sebanyak enam gas yang membentuk komposisi gas rumah hijau telah dikenal pasti oleh UNFCC iaitu Karbon Dioksida (CO₂), Methane (CH₄), Nitrous Oksida (N₂O), Hidrofluorokarbon (HFCs), Perfluorokarbon (PFCs) dan Sulfur Heksafluorida (SF₆). Unsur Karbon Dioksida merupakan gas rumah hijau utama dengan pelepasan tahunannya meningkat 80 peratus tahun 1970 hingga 2004 iaitu daripada 21 ke 38 gigaton (Gt) dan mewakili 77 peratus daripada keseluruhan gas rumah hijau antropogenik yang dilepaskan pada tahun 2004. Pertambahan terbesar pelepasan gas rumah hijau antara tahun 1979 hingga 2004 datangnya daripada sektor perbekalan tenaga, pengangkutan dan indutri, manakala pelepasan bagi sektor pembangunan seperti pembinaan, pertanian dan perhutanan bertambah pada kadar lebih rendah (UNDP 2007).

Dalam skala yang lebih kecil, Kadaruddin et.al (2008) telah menganggarkan bahawa bagi sebuah institusi pendidikan yang mempunyai populasi seramai 31,302 berupaya menghasilkan 234,765 tCO₂ melalui penggunaan tenaga elektrik. Untuk mengurangkan kadar penghasilan karbon dioksida kepada kadar tahun 1990, sebanyak 60% penghasilan CO₂ iaitu sebanyak 140,859 tCO₂ perlu dilupuskan. Rumusnya penjaan tenaga elektrik di Malaysia merupakan antara penyumbang utama kepada pelepasan gas rumah hijau (Mahlia 2002). Justeru, penjimatan tenaga elektrik melalui penggunaan secara cekap dan optimum adalah langkah terbaik bagi mengurangkan penghasilan gas CO₂ oleh setiap individu selain memberikan pulangan kewangan daripada penjimatan bil penggunaannya. Pelepasan gas rumah hijau dikenal pasti sebagai punca utama perubahan iklim yang diakibatkan oleh aktiviti antropogenik (manusia) (Stern 2006).

3. Metodologi Kajian

Kajian ini dijalankan menggunakan kaedah kualitatif. Rajah 1 menunjukkan carta alir kajian ini.



Rajah 1: Carta alir penyelidikan

Setelah tajuk kajian, permasalahan kajian objektif utama dan skop kajian dikenalpasti. Kajian literatur diperoleh untuk dijadikan sebagai rujukan sepanjang kajian dijalankan, ia merupakan data sekunder iaitu melalui bahan-bahan bacaan iaitu buku teks, artikel, majalah, keratan akhbar, tesis-tesis lama serta internet sesawang. Dengan menggunakan kaedah kualitatif, sumber data yang diperolehi adalah melalui data primer iaitu temubual responden. Dalam kajian ini terdiri daripada dua respondent utama bagi mencapai objektif kajian. Data yang diperolehi dianalisis melalui analisis kandungan dan seterusnya cadangan dan kesimpulan kajian dilaksanakan.

4. Analisis Data dan Perbincangan

4.1 Latar Belakang Responden

Jadual 3 menunjukkan latar belakang responden yang terlibat dalam kajian ini.

Jadual 3: Latar belakang responden

Responden	Pengalaman Kerja	Jawatan
Responden 1 (R1)	8 tahun	Ketua Bangunan dan Pengurusan Aset
Responden 2 (R2)	5 tahun	Pengurus Fasiliti Bangunan

Merujuk jadual 3, kedua-dua responden berpengalaman dan masing-masing merupakan pakar rujuk dan bertanggungjawab bagi penggunaan tenaga di dalam bangunan yang dikaji.

4.2 Objektif 1: Mengenalpasti penggunaan tenaga di dalam bangunan berdasarkan cuaca dan lokasi, ciri fizikal bangunan, perkakasan elektrik dan elektronik, jumlah dan tingkah laku penghuni terhadap penggunaan tenaga

(a) *Pengaruh cuaca dan lokasi*

Jadual 3 menunjukkan hasil dapatan dari temubual yang dilaksanakan bagi kajian ini. Berdasarkan data dan maklumat yang di perolehi oleh pengkaji penggunaan tenaga yang dipengaruhi cuaca dan lokasi adalah tenaga penyejuk di dalam bangunan. Hal ini demikian kerana keadaan cuaca yang panas dan lokasi sesebuah bangunan yang terdedah kepada matahari secara terus akan memberi impak suhu di dalam bangunan yang mana akan mendorong kepada penggunaan pendingin hawa berlebihan. Menurut Rozana *et al.* (2013) rakyat Malaysia dikurniakan pencahayaan matahari semula jadi yang banyak dan radiasi suria yang tinggi. Berdasarkan maklumat yang diperolehi kedua-dua responden bersetuju bahawa cuaca dan lokasi mempengaruhi penggunaan tenaga berdasarkan atas faktor-faktor yang dikemukakan dan kedua-dua bangunan mengambil langkah yang berbeza-beza dalam mengatasi masalah keselesaan termal dan masalah pengudaraan di dalam bangunan. Hal ini di justifikasi oleh Taufiq *et al.*, (2007) di dalam kajiannya yang menunjukkan bahawa suhu persekitaran memainkan peranan penting kepada penggunaan tenaga sistem pendingin hawa.

Jadual 3: Rumusan Pengaruh cuaca dan lokasi

Pengaruh cuaca dan lokasi	Responden	
	Bangunan pejabat X	Bangunan Diamond
	R1	R2
Hubungkait cuaca dan lokasi kepada peningkatan penggunaan tenaga di dalam bangunan	Ya.	Ya
Langkah-langkah mengatasi masalah keselesaan termal.	Pendingin hawa dan kawalan suhu, ventilator fan	Penanaman pokok-pokok
Bilangan pendingin hawa dalam bangunan	120 unit	8 unit
Inisiatif lain bagi pembekalan oksigen dan peneutralan bau	Pengudaraan daripada tingkap, jadual pencucian dan pewangi bangunan	Sensor karbondioksida, damper fresh air dan exhaust fan
Peralatan mekanikal yang digunakan bagi tujuan alir pengudaraan di dalam bangunan	Tiada	Tiada
Peratusan penggunaan tenaga bagi tujuan penyejuk.	80 %	55-60 %

(b) *Pengaruh ciri fizikal*

Jadual 4 menunjukkan dapatan berkaitan pengaruh fizikal. Bagi pengaruh ciri fizikal pula, penggunaan tenaga dipengaruhi oleh seni bina, seni reka, struktur dan insulasi yang dipasangkan pada bangunan. Berdasarkan maklumat yang diperolehi, kedua-dua responden berpendapat bahawa seni bina dan seni reka bangunan memainkan peranan yang penting terhadap penggunaan tenaga cahaya dan keselesaan termal khususnya. Aspek yang boleh dititikberatkan adalah aspek reka bentuk yang membolehkan bangunan mendapat pencahayaan yang optimum dengan mengambil kesempatan akan pencahayaan matahari untuk menggantikan pencahayaan pada siang hari. Selain itu, tenaga haba yang datang dari cahaya matahari bergantung kepada pemilihan insulasi pada envelop bangunan yang juga antara ciri fizikal yang mempengaruhi penggunaan tenaga penyejuk seperti pendingin hawa.

Menurut Kavousian et al (2013) di dalam satu kajiannya, beliau mengatakan bahawa ciri fizikal bangunan lebih banyak pengaruh terhadap penggunaan elektrik berbanding dengan kategori lain seperti tingkah laku penghuni.

Jadual 4: Rumusan Pengaruh ciri fizikal bangunan

Pengaruh Ciri Fizikal Bangunan	Responden	
	Bangunan pejabat X	Bangunan Diamond
	R1	R2
Keistimewaan senibina dari aspek kecekapan tenaga	Tidak pasti. Malah ada kekurangan dari segi pengudaraan	Sistem pendingin hawa slab cooling
Jenis insulasi yang digunakan pada dinding dan bumbung dalam bangunan.	Tak pasti	Insulated Concrete Floor
Jenis bahan api yang digunakan dalam pemanasan air	Tiada	Tiada
Senireka dan rekabentuk bangunan membantu pencahayaan di dalam bangunan	Ya	Ya
Keistimewaan senireka dan rekabentuk terhadap pencahayaan siang (day lighting) dan impak terhadap penjimatan tenaga bangunan	Posisi dinding bangunan dibina pada kedudukan yang mendapat matahari yang mencukupi.	Penggunaan konsep pantulan dan pembiasan cahaya. banyak cahaya luar dibiaskan kedalam bangunan tahap penggunaan lampu juga turut berkurang.

(c) Penggunaan perkakasan elektrik dan elektronik

Jadual 5 menunjukkan dapatan bagi penggunaan perkakasan elektrik dan elektronik. Kekerapan dalam penggunaan pendingin hawa, peti sejuk, komputer yang digunakan di dalam bangunan adalah faktor yang diambil kira bagi menentukan penggunaan perkakasan elektrik dan elektronik. Berdasarkan

dapatan kajian, diantara faktor-faktor yang di nyatakan, kedua-dua responden bersetuju bahawa pendingin hawa adalah penyumbang utama akan penggunaan tenaga terbesar dalam bangunan.

Ini bertepatan dengan Pérez-Lombard (2008). Menurut beliau sektor bangunan adalah salah satu pengguna tenaga utama di dunia, yang menyumbang sekitar 40% daripada jumlah tenaga penggunaan, dengan sistem HVAC menjadi penyumbang terbesar.

Jadual 5: Rumusan Penggunaan perkakasan elektrik dan elektronik

Penggunaan perkakasan Elektrik dan Elektronik	Responden	
	Bangunan pejabat X	Bangunan Diamond
	R1	R2
Perkaka san elektrik dan elektronik adalah punca utama penggunaan tenaga bangunan	Ya	Ya, contohnya; Komputer, Printer, Water Dispenser, Photocopy Machine
Komputer menjadi salah satu penyumbang utama penggunaan tenaga di dalam bangunan	Tidak	Ya, dalam jumlah yang sedikit kerana jenis komputer yang dipasang dibangunan ini mempunyai ciri-ciri penjimatan tenaga.
Perkakasan elektrik dan elektronik pada sudut dapur di pejabat penyumbang utama penggunaan tenaga	Tidak ada dapur	Tiada sudut dapur
Tindakan bagi memastikan penggunaan tenaga minimum didalam bangunan dikecapi	Menggunakan lampu LED dan mengatur jadual menyelenggara	Memastikan penyelenggaraan dilakukan dengan baik dan mewujudkan kesedaran di dalam penghuni bangunan supaya sentiasa berjimat cermat sewaktu di dalam bangunan

(d) Jumlah dan tingkah laku penghuni bangunan

Jadual 6 menunjukkan dapatan berkaitan jumlah dan tingkah laku penghuni bangunan. Berdasarkan dapatan kajian, jumlah penghuni bagi kedua-dua bangunan adalah sama dan kedua-dua responden bersetuju bahawa jumlah dan tingkah laku penghuni di dalam bangunan juga mendorong akan penggunaan tenaga di dalam bangunan. Namun demikian kedua-dua responden memberi maklum balas yang positif apabila ditanyakan tentang sikap dan kerjasama yang diberikan oleh penghuni kedua-dua bangunan tersebut.

Salah satu cabaran sesebuah bangunan untuk mencapai kecekapan tenaga adalah tingkah laku penghuni yang tidak konsisten. Penghuni bangunan boleh mempengaruhi penggunaan tenaga dengan cara yang berbeza (Agarwal *et al.*, 2009).

Jadual 6: Rumusan Jumlah dan tingkah laku penghuni di dalam bangunan

	Responden	
	Bangunan pejabat X	Bangunan Diamond

Jumlah dan tingkah laku penghun di dalam bangunan	R1	R2
Tingkah laku penghuni bangunan mempengaruhi peningkatan penggunaan tenaga	Ya	Ya.
Pemantauan penggunaan tenaga bangunan di kalangan kakitangan	Tiada pemantauan dibuat.	Membekalkan display yang menunjukkan tahap kecekapan dan penjimatan pad setiap aras
Sikap penghuni- penghuni bangunan	Baik semua boleh bagi kerjasama	Membantu dan amat menggalakan. Kerjasama antara jabatan perlu dipertingkatkan dari masa ke semasa

4.3 Objektif 2: Langkah penjimatan tenaga di dalam bangunan

Langkah penjimatan tenaga bagi kedua-dua bangunan adalah berbeza mengikut kelainan sistem yang digunakan di dalam bangunan walaupun pada asasnya sama iaitu pengamalan penggunaan tenaga secara optimum seperti yang ditunjukkan dalam Jadual 7 dan 8. Berdasarkan dapatan kajian, faktor yang penting dalam penjimatan tenaga adalah pemilihan peralatan elektrik dan elektronik yang digunakan, sentiasa mengikut garis panduan yang ditetapkan oleh pihak OSHA dan TNB, sentiasa peka dengan penggunaan tenaga harian iaitu sentiasa memastikan suis ditutup jika tidak digunakan.

Jadual 7: Rumusan Langkah penjimata tenaga di dalam bangunan

Langkah penjimatan tenaga di dalam bangunan	Responden	
	Bangunan pejabat X R1	Bangunan Diamond R2
Langkah yang diambil bagi meminimakan penggunaan pendingin hawa di dalam bangunan	Kurangkan penggunaan pendingin hawa berpusat	Dengan mematuhi garis panduan suhu pihak DOSH
Langkah yang diambil untuk meminimakan penggunaan peralatan mekanikal untuk tujuan pengudaraan	Menggunakan peralatan cekap tenaga	Pembelian aset yang mempunyai ciri-ciri penjimatan tenaga
Langkah penjimatan tenaga elektrik semasa waktu jam berkerja	Power off jika tidak menggunakan peralatan	Guna apabila perlu sahaja dan menutup suis apabila tiada ditempat atau pulang bekerja

Langkah yang diambil bagi meminimalkan penggunaan lampu	Menggunakan motion sensor	Dengan meletakkan lux sensor
---	---------------------------	------------------------------

Jadual 8: Rumusan Umum

Umum	Responden	
	Bangunan pejabat X	Bangunan Diamond
	R1	R2
Pandangan terhadap penggunaan tenaga di bangunan secara mampan	Dapat menghindari perkara yang lebih buruk terhadap alam sekitar	Membantu penjimatan kos operasi, menjaga alam sekitar

5. Kesimpulan

Kajian ini telah mengetengahkan penggunaan tenaga daripada jenis peralatan dan faktor-faktor yang menyumbang kepada peningkatan tenaga bangunan bagi kedua-dua bangunan. Berdasarkan dapatan kajian, dalam pengurusan penggunaan tenaga, selain pemantauan tenaga, ia juga melibatkan kebijakan pengguna dalam memilih peralatan yang sesuai, kesedia makluman klien, arkitek, jurutera dan kontraktor terhadap senibina dan pembinaan mampan dan kerjasama yang diberikan penghuni-penghuni bangunan. Dengan ini perbandingan penggunaan tenaga bangunan hijau diamond building dan bangunan pejabat konvensional telah dijalankan berdasarkan penyataan masalah yang dikenal pasti.

Penghargaan

Kajian ini dilakukan dengan kerjasama yang baik di kalangan pelajar Universiti Tun Hussein Onn Malaysia (UTHM) dari pelbagai fakulti. Terima kasih kepada semua pihak yang membantu, terutama pelajar yang telah bersedia menjadi responden untuk sesi temu bual berstruktur yang dijalankan.

Rujukan

- Agarwal, Y., Weng, T., and Gupta, R. K. 2009. The Energy Dashboard: Improving The Visibility Of Energy Consumption At A Campus-Wide Scale. 1st ACM Workshop on Embedded Sens. Sys.for Energy-Efficiency in Buildings. 55–60.
- Ahmad, Kubota T., C. D. T. H., , C. 2009. The Effects of Night Ventilation Technique on Indoor Thermal Environment for Residential Buildings in Hot-humid Climate of Malaysia. *Energy and Buildings*. 41: 829–839.
- Andersen, R. V. T., Jørn Andersen, Klaus Kaae Olesen, Bjarne W. 2009. Survey of Occupant Behaviour and Control of Indoor Environment in Danish Dwellings. *Energy and Buildings*. 41(1): 11– 16.
- Al-Obaidi, K. M., M. Ismail, and A. M. Abdul Rahman. 2014. A Review of the Potential of Attic Ventilation by Passive and Active Turbine Ventilators in Tropical Malaysia. *Sustainable Cities and Society*. 10(0): 232–240.
- Bazerman, M.H. & Hoffman, A.J. (1999). Sources of environmentally destructive behaviour: Individual, organization and institutional perspectives. *Research in Organizational Behaviour*, 21, 39-79.
- Bridges, W. (2003). *Managing transitions: Making the most of change*. Ed. Ke-2. Cambridge: Da Capo Press.
- Environmental Protection Agency (EPA). (2014). United States Environmental Protection Agency.

- Frontczak, M., Schiavon, S., Goins, J., Arens, E., Zhang, H., & Wargocki, P. (2012). Quantitative relationships between occupant satisfaction and satisfaction aspects of indoor environmental quality and building design. *Indoor air*, 22(2), 119-131.
- Green Building Index (GBI). (2016). Retrieved on: <http://new.greenbuildingindex.org/whatandwhy>
- Hassan, J. S., Zin, R. M., Abd Majid, M. Z., Balubaid, S., & Hainin, M. R. (2014). Building energy consumption in Malaysia: An overview. *Jurnal Teknologi*, 70(7).
- Hwang, B.-G. (2012). Green building project management: obstacles and solutions for sustainable development. *Sustainable Development*, 335-349.
- Kadaruddin Aiyub, Shaharuddin Ahmad, Kadir Arifin, Jamaluddin Md. Jahi, Azahan Awang & Muhammad Rizal Razman. (2011). Mitigasi perubahan iklim melalui program kecekapan tenaga dan perubahan tingkah laku. Dlm. Mardi Mazuki *et al.* (pnyt.), *Prosiding Persidangan Kebangsaan Geografi dan Alam Sekitar* (hlm. 256-270). Tanjung Malim:Universiti Pendidikan Sultan Idris.
- Kavousian, A., R. Rajagopal, and M. Fischer. 2013. Determinants of Residential Electricity Consumption: Using Smart Meter Data to Examine the Effect of Climate, Building Characteristics, Appliance Stock, and Occupants' Behavior. *Energy*. 55(0): 184–194.
- Kibert, C. J. (2016). *Sustainable construction: green building design and delivery* (4th Edition), John Wiley & Sons. United State of America.
- Lansford, Gisser, M., R. R., Gorman, W. D., Creel, B. J., & Evans, M. (1979). Water trade-off between electric energy and agriculture in the Four Corners area. *Water Resources Research*, 15(3), 529-538.
- Lindelo f, N. M. 2006. A Field Investigation of the Intermediate Light Switching by Users. *Energy and Buildings*. 38: 790–801.
- Mahlia, T.M.I. (2002). Emission from electricity generation in Malaysia. *Renewable Energy*, 27, 293- 300.
- Masoso, O. T. and L. J. Grobler. 2010. The Dark Side Of Occupants' Behavior on Building Energy Use. *Energy and Buildings*. 42(2): 173– 177.
- Meyerson, D.E. (2008). *Rocking the boat*. Boston: Harvard Business Press.
- Nisiforou, O. A., Poullis, S., & Charalambides, A. G. (2012). Behaviour, attitudes and opinion of large enterprise employees with regard to their energy usage habits and adoption of energy saving measures. *Energy and Buildings*, 55, 299-311
- Papargyropoulou, E., Padfield, R., Harrison, O., & Preece, C. (2012). The rise of sustainability services for the built environment in Malaysia. *Sustainable Cities and Society*, 5, 44-51.
- Pérez-Lombard, L., Ortiz, J., & Pout, C. (2008). A review on buildings energy consumption information. *Energy and buildings*, 40(3), 394-398.
- Pröglhöf, A.M.a.C. 2009. User Behavior and Energy Performance in Buildings Proceedings of the Internationalen Energiewirtschaftstagung der TU Wien—IEWT.
- Rozana Zakaria, F. K. S., Muhd Zaimi Abd. Majid, Rosli Mohamad Zin, Mohd Rosli Hainin, Othman Che Puan, Haryati Yaacob, Noriha Derin, Farinie Ainee, Norlizah Hamzah, Saied Omar Balubaid, Ain Naadia Mazlan, Mohd Affendi Ismail, Yazlin Shalfiza Yazid, Raja Rafidah Raja Mohd Rooshdi, Farzaneh Moayed. 2013. Energy Efficiency Criteria for Green Highways in Malaysia. *Jurnal Teknologi* (Sciences and Engineering). 65(3): 91–95.
- Shafie, S. M. M., T. M. I. Masjuki, H. H. Andriyana, A. 2011. Current Energy Usage and Sustainable Energy in Malaysia: A Review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. 15(9): 4370–4377.
- Stern, N. (2006). *The economics of climate change: The Stern Review*. Dlm. H.M Treasury (pnyt.). Cambridge: Cambridge University Press
- Stern, P. C. 2000. Toward a Coherent Theory of Environmentally Significant Behavior. *Journal of Social Issues*. 56(3): 407–424.
- Taufiq, B. N. M., H. H. Mahlia, T. M. I. Amalina, M. A. Faizul, M. S. Saidur, R. 2007. Exergy Analysis of Evaporative Cooling for Reducing Energy Use in a Malaysian Building. *Desalination*. 209(1– 3): 238–243.
- Tenaga, S. 2012. *National Energy Balance 2012*. SURUHANJAYA TENAGA (ENERGY COMMISSION): No. 12,
- Utzinger, E. D.a.J. 2006. *Residential Behavior in Sustainable Houses*. The Netherlands: Springer. 119–126.
- Wargocki, Frontczak, M. and P. 2011. Literature Survey on How Different Factors Influence Human Comfort in Indoor Environments. *Building and Environment*. 46(0): 922–937.
- Workgroup, E. G. B. 2009. *Buildings and their impact on the environment: a statistical summary*. Technical Report, U.S. Environmental Protection Agency.