

Penggunaan Tenaga di dalam Bangunan Hijau

Nor Atikah Udin¹, Ts. Sharifah Meryam Shareh Musa^{1, *}

¹Jabatan Pengurusan Pembinaan, Fakulti Pengurusan Teknologi dan Perniagaan,
Universiti Tun Hussein Onn Malaysia, Parit Raja, Batu Pahat, Johor 86400,
MALAYSIA

*Corresponding Author

DOI: <https://doi.org/10.30880/rmtb.2022.03.02.040>

Received 30 September 2022; Accepted 01 November 2022; Available online 01 December 2022

Abstract: The demand for electricity consumption in the country continues to increase every year. The sharp increase in electricity has required the government to take initiative in terms of energy efficiency. Among them is to ensure the efficient use of electrical energy sources and minimize waste of energy consumption. The non-residential building sector is among the major consumers of the total amount of electricity generated in the country. Although many initiatives have been made to improve the energy efficiency of a building, there are still some obstacles that are difficult to avoid. Among them there is no clear information and inconsistent data on the factors that cause high electricity consumption in this sector. This in turn causes an increase in greenhouse gases as a result of electricity consumption. Therefore, this study focuses on the use of electricity for green buildings. The objective of this study is to identify energy consumption in green building and to identify approach measures for energy saving in the green building at University Tun Hussein Onn Malaysia Parit Raja, Batu Pahat Johor. The qualitative research strategy employed in this study was to acquire relevant information by conducting interviews on behalf of employees in the green building. The usage of energy in green buildings has been determined as a result of the study finding and energy saving measures have been implemented in green buildings.

Keywords: Green building, Energy use, Energy saving

Abstrak: Permintaan penggunaan tenaga elektrik negara terus meningkat saban tahun. Peningkatan tenaga elektrik yang mendadak telah mengkehendaki kerajaan mengambil langkah inisiatif daripada aspek kecekapan tenaga. Antaranya adalah dengan memastikan penggunaan sumber tenaga elektrik yang cekap dan meminimumkan pembaziran penggunaan tenaga. Sektor bangunan bukan kediaman adalah antara pengguna utama daripada jumlah keseluruhan tenaga elektrik yang dijana di negara ini. Walaupun terdapat banyak inisiatif yang telah dibuat untuk meningkatkan kecekapan tenaga pada sesebuah bangunan, namun masih terdapat beberapa halangan yang sukar dielakkan. Antaranya tiada maklumat yang jelas dan data yang tidak konsisten mengenai faktor yang menyebabkan penggunaan tenaga elektrik dalam sektor ini tinggi. Seterusnya menyebabkan berlaku peningkatan gas rumah hijau kesan dari penggunaan tenaga elektrik. Oleh itu, Kajian ini memfokuskan

penggunaan tenaga elektrik bagi bangunan-bangunan yang bercirikan bangunan hijau di Universiti Tun Hussein Onn Malaysia Parit Raja, Batu Pahat Johor. Objektif kajian ini adalah mengenalpasti penggunaan tenaga di dalam bangunan hijau dan mengenalpasti langkah-langkah pendekatan bagi penjimatan tenaga dalam bangunan hijau. Kaedah kajian yang digunakan dalam kajian ini adalah kaedah kualitatif melalui temu bual pada pihak pekerja dalam bangunan hijau tersebut bagi mendapatkan maklumat yang berkaitan. Melalui hasil kajian yang diperoleh telah dikenalpasti tentang penggunaan tenaga di dalam bangunan hijau dan terdapat langkah-langkah penjimatan yang diambil bagi penjimatan tenaga di dalam bangunan hijau.

Kata Kunci: Bangunan hijau, Penggunaan tenaga, Penjimatan tenaga

1. Pendahuluan

Bangunan hijau (juga dikenali sebagai pembinaan hijau atau bangunan mampan) merujuk kepada kedua-dua struktur dan proses permohonan yang bertanggungjawab alam dan sumber cekap di seluruh kitaran hayat bangunan dari merancang untuk reka bentuk, pembinaan operasi, penyelenggaraan, pembaikpulihan dan pencerobohan. Bangunan hijau juga ditakrifkan sebagai struktur yang bertanggungjawab terhadap alam sekitar dan sumber yang efisien untuk sepanjang tempoh hayatnya (EPA, 2014). Konsep bangunan hijau juga diperkenalkan dengan 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). Alat penarafan GBI memberikan peluang kepada pemaju dan pemilik bangunan untuk mereka bentuk dan membina bangunan hijau lestari yang dapat memberikan penjimatan tenaga, penjimatan air, dalaman yang lebih sihat, hubungan yang lebih baik dengan pengangkutan awam dan penggunaan kitar semula dan kehijauan (GBI, 2016).

2. Kajian Literatur

Bahagian ini membincangkan mengenai perkara yang berkaitan dengan tajuk yang dijalankan iaitu Penggunaan tenaga di dalam bangunan hijau.

2.1 Kecekapan tenaga: Definisi

Penggunaan tenaga yang cekap dapat membantu mengurangkan penggunaan tenaga. Kecekapan tenaga dapat diterapkan dalam pengeluaran, pengedaran dan penggunaan tenaga dalam banyak kawasan seperti loji janakuasa, dan di sektor seperti perindustrian, pengangkutan, komersial dan kediaman (Maznah, 2003). Ramai pentadbir hospital dan pasukan pengurusan kini memahami dengan mendalam bahawa keuntungan signifikan dapat dicapai melalui inisiatif kecekapan tenaga dan pelaburan awal. (Azmir Merican, 2017).

2.2 Penggunaan tenaga di dalam bangunan hijau

Tenaga memainkan peranan penting sebagai sumber aktiviti di bangunan. Kajian menunjukkan bahawa sektor bangunan menggunakan peratusan nasional yang besar penggunaan tenaga kerana menyumbang 21% hingga 41% dari jumlah penggunaan tenaga (Lin *et al.*, 2012).

(a) Menggunakan peralatan elektrik yang mematuhi bintang tenaga

Negara Singapura memanfaatkan sistem penuaian air hujan bagi menampung keperluan permintaan dan penggunaan air oleh penduduk mereka disebabkan mereka tidak mempunyai sumber bekalan air bawah tanah. Sebagai sebuah negara kecil yang mempunyai penduduk yang padat dan tidak mempunyai kawasan tadahan semula jadi yang luas. Bagi mengatasi masalah ini satu jalan penyelesaian diambil dengan menggunakan bangunan-bangunan yang dibina di kawasan perbandaran di negara ini untuk dijadikan sebagai kawasan tadahan pengumpulan air hujan. Cara penuaian air hujan di kawasan bandar

memerlukan kaedah perancangan yang terbaik serta sistem sokongan saintifik yang boleh diharapkan bagi memastikan hasil yang diperolehi dapat memenuhi kualiti yang diperlukan (Appan, 2001).

(b) Tingkah laku pengguna

Stern (2000) menyebut bahawa penyelidikan yang dilakukan terhadap bangunan berkaitan dengan penjimatan tenaga tidak efisien dan tidak berkesan 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). Dalam usaha memastikan prestasi yang baik dari segi kecekapan tenaga bangunan, jurutera harus mempertimbangkan hubungan penghuni dengan sistem kawalan bangunan (Andersen *et al.*, 2009).

(c) Menggunakan lampu cekap tenaga

Lampu cekap tenaga seperti tiub kalimantang T5 digunakan di seluruh bangunan berbanding tiub kalimantang T8 seperti kebiasaannya. Gabungan dengan sensor cahaya siang membolehkan lampu ditutup apabila cahaya siang mencukupi, sekaligus dapat menjimatkan tenaga. Penggunaan sistem *light sensor* boleh menjimatkan sehingga 22% tenaga (Sarkisian, 2016). Lampu akan menyala secara automatik apabila sebarang pergerakan dikenalpasti dan akan tertutup semula sekiranya tiada pergerakan dikenalpasti selama lebih dari 3 minit bergantung kepada sistem pengeluaran dari kilang (Khairul, 2018).

(d) Sistem pengudaraan

Pengudaraan di dalam bangunan terbahagi kepada dua iaitu sistem pengudaraan semulajadi dan sistem pengudaran mekanikal (sistem penyaman udara). Kualiti udara dalaman (IAQ) dapat didefinisikan sebagai keadaan udara dalam dan di sekitar bangunan dimana ia amat mempengaruhi aspek kesihatan dan keselesaan pengguna-pengguna yang berada di dalam bangunan (Mahmud, 2015). Bangunan hijau menggunakan sistem penghawa dingin yang dilengkapi dengan sistem heating, ventilation, and air conditioning (HVAC). Dalam sistem (HVAC) ada bahagian yang dinamakan Air *Handling Unit* (AHU) yang berfungsi sama dengan indoor unit pada sistem *Air Conditioning Split* (Vaserro, 2020)

2.3 Langkah-langkah bagi penjimatan tenaga di dalam bangunan hijau

(a) Menggunakan panel fotovoltai

Bangunan hijau yang dilengkapi dengan panel fotovoltai jenis filem nipis *telluride*, dengan jumlah kapasiti 71.4 kWp, disalurkan secara tidak langsung kepada sistem grid kebangsaan. Satu teknologi dicipta untuk mendapatkan tenaga daripada radiasi cahaya matahari ini dinamakan tenaga solar. Tenaga matahari digunakan untuk menghasilkan tenaga elektrik melalui enjin pemanasan dan panel solar fotovoltai (Berita harian, 2020). Solar panel digunakan untuk menukarkan cahaya matahari kepada tenaga elektrik. Timbalan Menteri Tenaga, Teknologi Hijau dan Air Datuk Seri Mahdzir Khalid, berkata berdasarkan satu laporan oleh panel antara kerajaan mengenai perubahan iklim di bawah Pertubuhan Bangsa Bersatu, pelepasan gas rumah kaca mencapai paras membimbangkan. Keadaan ini memerlukan tindakan perubahan ke arah penggunaan tenaga rendah karbon dan tenaga boleh dibaharui (TBB) dengan segera, laporan yang sama juga mendapati kos penjanaan elektrik daripada sumber TBB khususnya tenaga fotovoltai solar (PV) menurun (Berita harian, 2014).

(b) Menggunakan lampu LED

Lampu LED menggunakan 75% tenaga berbanding lampu kalimantang biasa dan mempunyai jangka hayat 10 kali. Lampu LED mampu menjimatkan tenaga elektrik kerana hanya menghasilkan tiga watt tenaga selain mampu mengurangkan pemanasan global yang menjadi isu hangat diperbahaskan. Cobham berkata, ia turut mengurangkan kos tenaga setiap tahun iaitu RM195 bilion, mengurangkan

245-ton pengeluaran karbon dioksida setahun, 55 juta tong minyak setahun dan mengurangkan 190 tapak pemprosesan tenaga (Adham Shadan, 2008).

(c) Sistem penyejuk udara

Menurut Menteri Tenaga, Teknologi Hijau dan air, pejabat sekurang-kurangnya 40% daripada tenaga elektrik yang disalurkan bagi menjana alat pendingin hawa dan bangunan pejabat telah dihadkan supaya menetapkan suhu pendingin hawa pada paras 24°C kerana suhu tersebut sudah memadai untuk membuat suasana selesa serta dapat menjimatkan penggunaan tenaga elektrik (M Star, 2011). Sistem radiant cooling dan penyimpanan ais akan dicaj pada waktu malam dan suhu akan diagihkan dan disimpan pada slab lantai dan tangki penyimpanan ais secara sama rata. Pada waktu pagi pula, suhu yang disimpan tadi akan diagihkan oleh sistem kawalan bangunan kepada radiant cooling dan sistem pemanasan udara secara sama rata. Suhu sekeliling dan penyejukan pada waktu malam akan menyejukkan air untuk kegunaan keesokkan harinya (Afifah, 2018).

(d) Pencahayaan semulajadi-

Selain daripada strategi orientasi bangunan, konfigurasi bangunan dan bukaan fasad, penjimatan tenaga dari aspek pencahayaan juga boleh diperolehi dari teknologi pencahayaan bangunan itu sendiri (Afifah, 2018). Bagi sesebuah bangunan hijau, penggunaan tenaga cekap dan menjimatkan merujuk kepada tahap kemampuan menggunakan cahaya semulajadi iaitu Cahaya Matahari pada siang hari sebagai agen pencahayaan dan mampu mengurangkan penggunaan lampu yang menggunakan tenaga elektrik (Berita Harian, 2009). Reka bentuk tingkap yang terbahagi untuk semua bahagian luar fasad, dengan internal light shelf membantu membawa cahaya semulajadi ke dalam ruang kerja (Suruhanjaya tenaga, 2012).

3. Metodologi Kajian

3.1 Reka Bentuk Kajian

Menurut Kamarul (2015), hasil kajian ditentukan oleh kaedah dan reka bentuk kajian. Reka bentuk kajian pula ditentukan oleh tujuan kajian. Reka bentuk kajian merupakan satu tatacara pengolahan data yang dipungut berdasarkan perancangan khusus dan sistematik terhadap konsep, pembentukan rangkaian, hubungan antara pembolehubah-pembolehubah yang terlibat dalam sesuatu kajian, (Kerlinger, 1970). Data primer yang digunakan dalam kajian ini adalah kaedah kualitatif yang melibatkan pihak pekerja dalam bangunan hijau. Ini bertujuan untuk mendapatkan data mengenai penggunaan tenaga dan langkah-langkah penjimatan yang diambil dalam bangunan hijau. Kesemua data ini akan diperolehi melalui temu ramah dan kaedah pemerhatian yang mendalam..

3.2 Pengumpulan Data

Terdapat dua jenis data yang diperolehi di dalam penyelidikan ini iaitu sumber utama iaitu pihak pekerja di dalam bangunan hijau UTHM manakala kaedah kedua diambil daripada buku, jurnal, tesis, artikel dan keratan akhbar yang berkaitan dengan kajian. Semua maklumat yang diperolehi dari peringkat awal akan dikumpulkan bagi memudahkan proses menganalisis data seterusnya mencapai objektif dan matlamat kajian.

3.3 Analisis Data Temubual

Analisis data adalah proses dimana kesemua data-data yang dikumpul dan diperolehi dilakukan analisis untuk mendapatkan keputusan yang tepat. Kesemua data dari sumber primer dan sumber sekunder iaitu maklumat yang diperolehi dari tesis, jurnal, artikel, keratan akhbar dan buku serta temu bual akan dikumpulkan dan ditapis untuk digunakan oleh penyelidik berdasarkan objektif kajian. Proses ini merangkumi kaedah kualitatif dan analisis kualitatif adalah bagi mendapatkan maklumat serta memahami perspektif masyarakat sama ada sebagai individu atau berkumpula

4. Analisis Data dan Dapatan Kajian

Dalam bab ini menerangkan mengenai analisis data. Data yang dianalisis berdasarkan kepada hasil kajian daripada pengumpulan data melalui temu bual berstruktur yang dijalankan terhadap penggunaan tenaga di dalam bangunan hijau dan langkah-langkah penjimatan tenaga di dalam bangunan hijau. Oleh itu, segala maklumat yang diperolehi daripada pihak responden yang ditemu bual disusun secara sistematik dalam bentuk soalan struktur.

4.1 Analisis Data

Data yang dianalisis berdasarkan kepada hasil kajian daripada pengumpulan data melalui temu bual berstruktur yang dijalankan terhadap penggunaan tenaga di dalam bangunan hijau dan langkah-langkah penjimatan tenaga di dalam bangunan hijau. Satu Set soalan borang temu bual yang ditujukan kepada pihak pekerja yang terlibat dalam penggunaan tenaga di dalam bangunan hijau dan langkah-langkah penjimatan yang diambil di dalam bangunan hijau. *Results 1*

4.2 Latar Belakang Responden

Jadual 2: Latar Belakang Responden

Responden	Jantina	Jawatan	Pengalaman bekerja
R1	Wanita	Pembantu perpustakaan	19 tahun
R2	Lelaki	Pembantu perpustakaan	12 tahun
R3	Wanita	Pembantu sambilan	6 bulan

4.3 Data Analisis

4.3.1 Penggunaan Tenaga di Dalam Bangunan Hijau (Objektif 1)

(a) *Peralatan elektrik yang mematuhi label tenaga barangan elektrik (Energy rating star)*

Jadual 3: Peralatan elektrik yang mematuhi label tenaga barangan elektrik (Energy rating star)

Responden	Menggunakan peralatan elektrik yang mematuhi label tenaga barangan elektrik (Energy rating star)
R1	<i>“Ya, seperti sedia tahu bahawa bangunan hijau merupakan bangunan yang mementingkan kecekapan tenaga elektrik jadi produk yang mempunyai label cekap tenaga barangan elektrik ini dapat menjimatkan penggunaan tenaga dan sangat sesuai digunakan di dalam bangunan hijau bagi kecekapan tenaga.”</i>
R2	<i>“Ya, hal ini kerana produk elektrik seperti penghawa dingin, penyaman udara, kipas yang mempunyai label tenaga barangan elektrik dapat menjimatkan penggunaan tenaga sebagai contohnya, label yang mempunyai lima bintang menunjukkan penjimatan yang paling tinggi sudah semestinya menjadi pilihan untuk digunakan di dalam bangunan yang berkonsepkan hijau.”</i>
R3	<i>“Kerana penggunaan peralatan elektrik yang mematuhi label tenaga barangan elektrik (Energy efficiency star) adalah yang bercirikan konsep hijau kerana bersifat cekap tenaga.”</i>

Berdasarkan kenyataan yang diberikan oleh responden terlibat di Jadual 3, kesemua responden bersetuju bahawa bangunan hijau menggunakan peralatan elektrik yang mematuhi label tenaga barangan elektrik (*Energy rating star*) di dalam bangunan kerana bangunan hijau menggunakan peralatan elektrik yang mempunyai ciri-ciri kecekapan tenaga dan sangat sesuai dengan konsep hijau yang diterapkan pada bangunan. Hasil analisis data dapat dibincangkan bahawa bangunan hijau menggunakan peralatan elektrik yang mematuhi label tenaga barangan elektrik (*Energy rating label*).

(b) Label Tenaga Barangan Elektrik (Energy Rating Label) Menjimatkan tenaga.

Jadual 4: Label Tenaga Barangan Elektrik (Energy Rating Label) Menjimatkan tenaga.

Responden	Peralatan elektrik mematuhi label tenaga barangan elektrik (<i>energy star</i>) dapat menjimatkan penggunaan tenaga
R1	<i>“Ya, kerana label cekap tenaga barangan elektrik ini dapat menjimatkan penggunaan tenaga dan sangat sesuai digunakan di dalam bangunan hijau bagi kecekapan tenaga.”</i>
R2	<i>“Ya, hal ini kerana produk elektrik seperti penghawa dingin, penyaman udara, kipas ang mempunyai label tenaga barangan elektrik dapat menjimatkan penggunaan tenaga sebagai contohnya, label yang mempunyai lima bintang menunjukkan penjimatan yang paling tinggi”</i>
R3	<i>“Ya, sebagai contohnya, pengecas telefon bimbit yang dapat meneghadkan dan memberhentikan pengecasan apabila sudah mencapai tahap yang dikehendaki”</i>

Berdasarkan kenyataan yang diberikan oleh responden yang terlibat, 100% responden bersetuju dengan menggunakan peralatan elektrik yang mematuhi label kadaran tenaga barangan elektrik (*energy rating label*) dapat menjimatkan penggunaan tenaga elektrik. Label kadaran tenaga menunjukkan anggaran penggunaan tenaga bagi setiap peralatan elektrik berdasarkan sistem kadaran kecekapan tenaga. Kadaran 1 hingga 5 ditunjukkan dalam label bermakna 1-bintang adalah yang paling kurang cekap dan 5-bintang adalah yang paling cekap. Penggunaan peralatan elektrik yang mempunyai label 5 bintang dapat menjimatkan penggunaan elektrik. Melalui analisis data ini, jelaslah bahawa pihak pekerja bersetuju penggunaan peralatan elektrik yang mematuhi label kadaran tenaga barangan elektrik (*energy rating label*) dapat menjimatkan penggunaan tenaga.

(c) Produk Elektrik Menggunakan Tenaga yang Sedikit

Jadual 5: Produk Elektrik Menggunakan Tenaga yang Sedikit

Responden	Produk elektrik yang menggunakan tenaga yang sedikit dapat membantu melindungi alam sekitar.
R1	<i>“Ya kerana produk elektrik yang cekap tenaga dapat mengurangkan pengeluaran gas karbon dioksida yang menyebabkan berlakunya penipisan ozon. Penipisan lapisan ozon menebabkan suhu sekitar meningkat”.</i>
R2	<i>“Sangat setuju kerana bangunan hijau yang menggunakan teknologi hijau seperti peralatan elektrik yang menggunakan tenaga yang sedikit dapat membantu mengurangkan pelepasan gas seperti karbon dioksida, metana dan nitrus oksida yang memberi kesan kepada rumah hijau”</i>
R3	<i>“Ya kerana apabila semakin banyak penggunaan tenaga elektrik dikeluarkan dan digunakan ia akan menjadi semakin tinggi gangguan kepada eco sistem dipersekitaran kita.”</i>

Berdasarkan kenyataan yang diberikan oleh responden yang terlibat, 100% responden bersetuju bahawa produk elektrik yang menggunakan tenaga yang sedikit dapat membantu melindungi alam sekitar. Melalui analisis data ini, jelaslah bahawa pihak pekerja bersetuju penggunaan peralatan elektrik yang menggunakan tenaga yang sedikit di dalam bangunan hijau dapat membantu melindungi alam sekitar.

(d) Tingkah Laku Pengguna juga Memainkan Peranan Dalam Penggunaan Tenaga

Jadual 6: Tingkah Laku Pengguna juga Memainkan Peranan Dalam Penggunaan Tenaga

Responden	. Tingkah laku pengguna juga memainkan peranan dalam penggunaan tenaga
-----------	--

R1	<i>“Ya, kerana penggunaan tenaga tidak bergantung kepada kecekapan peralatan elektrik sahaja tetapi pihak pengguna juga haruslah membudayakan amalan penjimatan tenaga di dalam sesebuah bangunan. Hal ini demikian kerana tingkah laku penghuni akan memberi kesan kepada jumlah penggunaan elektrik. Sebagai contohnya, membiarkan lampu terbuka apabila tidak lagi digunakan menyumbang kepada pembaziran tenaga.”</i>
R2	<i>“Setuju, kerana penjimatan penggunaan tenaga juga dapat dilaksanakan dengan adanya kesedaran dan rasa tanggungjawab untuk penjimatan tenaga daripada pihak pengguna. Sebagai contohnya, menutup suis lampu atau penghawa dingin apabila tidak digunakan.”</i>
R3	<i>“Setuju kerana beban hidup dan beban mati yang diterima oleh sesebuah bangunan sangat memainkan peranan untuk memastikan penggunaan tidak melebihi kadar yang sepatutnya digunakan. Jadi tingkah laku pengguna juga memainkan peranan.”</i>

Berdasarkan kenyataan yang diberikan oleh responden yang terlibat, ketiga-tiga responden bersetuju bahawa tingkah laku pengguna juga memainkan peranan dalam penggunaan tenaga di dalam bangunan hijau. Melalui analisis data ini, jelaslah bahawa pihak pekerja bersetuju tingkah laku pengguna juga memainkan peranan dalam penggunaan tenaga di dalam bangunan hijau

(e) Penggunaan Tiub Kalimantan T5 Menjimatkan Tenaga Berbanding Tiub T8

Jadual 7: Penggunaan Tiub Kalimantan T5 Menjimatkan Tenaga Berbanding Tiub T8

Responden	Lampu cekap tenaga seperti tiub Kalimantan T5 (Pendaflour) dalam bangunan hijau dapat menjimatkan penggunaan tenaga berbanding tiub kalimantan T8
R1	<i>“Setuju bahwa lampu cekap tenaga seperti tiub Kalimantan T5 dan T8 dalam bangunan hijau dapat menjimatkan penggunaan tenaga berbanding tiub Kalimantan T8”</i>
R2	<i>“Ya, Kerana tiub T5 menggunakan jumlah tenaga yang optimum berbanding dengan tiub T8. Selain itu, T5 menggunakan elektrik secara berkhemah dan penjimatan elektrik dalam jangka masa Panjang.”</i>
R3	<i>“Saya tidak pasti. apa yang saya tahu sekiranya penggunaan lampu yang digunakan dalam jangka masa yang panjang dan lama tidak dimatikan atau diputuskan, sesuatu pengaliran tenaga elektrik itu tidak mengganggu berbanding penggunaan yang sering di tutup mati dengan penggunaan yang tidak tetap. Ini boleh menaikkan voltan secara cepat berbanding penggunaan yang hanya buka sekali sahaja.”</i>

Berdasarkan kenyataan yang diberikan oleh ketiga-tiga responden, R1 dan R2 bersetuju bahawa lampu cekap tenaga seperti tiub kalimantan T5 dan T8 dalam bangunan hijau dapat menjimatkan penggunaan tenaga berbanding tiub Kalimantan T8 kerana tiub T5 menggunakan jumlah tenaga yang optimum berbanding dengan tiub T8. Namun begitu R3 tidak pasti bahawa tiub Kalimantan T5 dapat menjimatkan tenaga berbanding tiub T8. Hasil analisis data yang diperolehi mendapati bahawa setiap responden mempunyai pendapat yang berlainan tentang penggunaan Lampu cekap tenaga seperti tiub Kalimantan T5 (Pendaflour) dalam bangunan hijau dapat menjimatkan penggunaan tenaga berbanding tiub kalimantan T8

(f) Sistem Light Sensor Pada Lampu

Jadual 8: Sistem Light Sensor Pada Lampu

Responden	Sistem <i>light sensor</i> pada lampu hanya sesuai pada ruangan yang minimal seperti tandas, bilik stor atau bilik mesyuarat sahaja.
R1	<i>“Tidak, sistem light sensor ini sesuai digunakan pada ruangan apa sahaja kerana dapat menjimatkan tenaga elektrik.”</i>

- R2 *“Tidak, sistem light sensor akan berfungsi apabila dapat menegesan suhu objek, yang berbeza daripada suhu ambien. Jadi sistem ini tidak hanya digunakan pada ruangan minimal sahaja.”*
- R3 *“Tidak, ia juga sesuai seperti di dapur, ruang tamu, parking kereta dan tangga. Pengalaman saya semasa berada di South Korea sangat menyedarkan saya tentang penggunaan sistem light sensor kerana setiap sudut di dalam bangunan menggunakan light sensor. Ini sangat menjimatkan tenaga elektrik.”*

Berdasarkan kenyataan yang diberikan oleh responden terlibat, majoritinya tidak bersetuju tentang Sistem *light sensor* pada lampu hanya sesuai pada ruangan yang minimal seperti tandas, bilik stor atau bilik mesyuarat sahaja. Hasil analisis data dapat dibincangkan bahawa pihak pekerja kesemua pihak pekerja di dalam bangunan hijau tidak setuju tentang Sistem *light sensor* pada lampu hanya sesuai pada ruangan yang minimal seperti tandas, bilik stor atau bilik mesyuarat sahaja.

(g) *Sistem Pengudaraan Bangunan Yang Dikawal Oleh Air-Handling Unit (AHU)*

Jadual 9: Sistem Pengudaraan Bangunan Yang dikawal oleh Air-Handling Unit (AHU)

Responden	Sistem pengudaraan bangunan yang dikawal oleh <i>air-handling unit</i> (AHU) terletak di atas bumbung dapat menyejukkan suhu sehingga 24° celcius.
R1	<i>“Setuju, sistem pengudaraan yang dikawal oleh AHU dapat menyejukkan suhu sehingga 20°celcius yang dapat mengekalkan kesegaran yang selesa.”</i>
R2	<i>“Ya, sistem pengudaraan bangunan yang dikawal oleh air-handling unit (AHU) terletak di atas bumbung dapat menyejukkan suhu sehingga 20°celcius sekaligus dapat menjimatkan penggunaan tenaga.”</i>
R3	<i>“Tidak pasti. Tapi yang diberikan oleh seseorang kontraktor bangunan adalah pilihan yg terbaik bersesuaian dengan kapasiti dan penggunaan ruang bangunan.”</i>

Berdasarkan kenyataan yang diberikan oleh ketiga-tiga responden, R1 dan R2 bersetuju bahawa sistem pengudaraan bangunan yang dikawal oleh *air-handling unit* (AHU) terletak di atas bumbung dapat menyejukkan suhu sehingga 20°celcius. Hal ini kerana bangunan hijau bukan sahaja dilengkapi dengan pengudaraan semulajdi tetapi juga pengudaraan mekanikal di dalam bangunan selari dengan kajian literatur yang telah dilakukan. Manakala responden iaitu R3 tidak pasti bahawa sistem ini mampu menyejukkan suhu sehingga 20°celcius. Hasil analisi data yang dibuat terdapat perbezaan pendapat yang diberikan oleh ketiga-tiga responden mengenai sistem pengudaraan pada bangunan yang dikawal oleh (AHU) terletak di atas bumbung sehingga 20°celcius sekaligus dapat menjimatkan penggunaan tenaga.

4.4 Langkah-langkah Penjimatan Tenaga Di Dalam Bangunan hijau

Kesemua responden yang terdiri daripada pihak pekerja yang bekerja di dalam bangunan hijau telah ditemu bual dan telah menghurai kesemua soalan yang dituju.

4.4.1 Teknologi Fotovoltaik

(a) *Teknologi Fotovoltaik Merupakan Teknologi Yang Boleh Diperbaharui Setelah Tamat Kitaran Hayatnya*

Jadual 10: Teknologi Fotovoltaik Pada Bangunan Hijau Merupakan Teknologi Yang Boleh Diperbaharui Setelah Tamat Kitaran Hayatnya

Responden	Teknologi fotovoltaik pada bangunan hijau merupakan teknologi yang boleh diperbaharui setelah tamat kitaran hayatnya
R1	<i>“Setuju, hal ini demikian kerana panel fotovoltaik mampu menghasilkan tenaga melalui cahaya matahari dan merupakan tenaga yang boleh diperbaharui sepenuhnya. Panel fotovoltaik ini juga tidak sama sekali mencemarkan alam sekitar.”</i>
R2	<i>“Ya teknologi fotovoltaik merupakan teknologi yang boleh diperbaharui setelah tamat kitaran hayatnya. Hal ini kerana sumber tenaga yang diperoleh adalah semulajadi hasil dari pancaran sinaran matahari yang membentuk tenaga secara automatik.”</i>
R3	<i>“Sangat setuju kerana tenaga yang diperoleh adalah daripada sistem suria kerana sistem ini boleh dimanfaatkan bagi menggantikan tenaga elektrik. Tenaga fotovoltaik adalah sifat yang dimiliki oleh bahan tertentu yang boleh menghasilkan arus elektrik semasa mendapat sinaran suria.”</i>

Melalui kenyataan yang diberikan oleh responden yang terlibat, kesemua responden bersetuju bahawa teknologi fotovoltaik pada bangunan hijau merupakan teknologi yang boleh diperbaharui setelah tamat kitaran hayatnya. Hal ini kerana panel fotovoltaik memperoleh tenaga secara semulajadi daripada sinaran cahaya matahari dan tidak mencemarkan alam sekitar. Hasi daripada analisis data ini, dapat disimpulkan bahawa kesemua pekerja di dalam bangunan hijau setuju bahawa teknologi fotovoltaik pada bangunan hijau merupakan teknologi yang boleh diperbaharui setelah tamat kitaran hayatnya

(b) *Panel Fotovoltaik Mampu Mengurangkan Pelepasan Gas Rumah Hijau.*

Jadual 11: Panel Fotovoltaik Mampu Mengurangkan Pelepasan Gas Rumah Hijau Yang Mampu Menyumbang Kepada Pemanasan Global.

Responden	Panel fotovoltaik mampu mengurangkan pelepasan gas rumah hijau yang mampu menyumbang kepada pemanasan global.
R1	<i>“Ya, hal ini demikian kerana sumber tenaga terbahagi kepada dua iaitu sumber boleh diperbaharui dan tidak boleh diperbaharui. Sumber yang boleh diperbaharui adalah sumber tenaga matahari yang mesra alam sekitar.”</i>
R2	<i>“Ya, tenaga solar merupakan cara terbaik untuk mengurangkan gas karbon dan tidak mendatangkan pencemaran alam sekitar dan merupakan sumber tenaga boleh diperbaharui ini tidak melepaskan sebarang gas rumah hijau.”</i>
R3	<i>“Setuju, tenaga solar fotovoltaik mampu mengurangkan pelepasan gas rumah hijau yang mampu menyumbang kepada pemanasan global kerana diperoleh daripada sumber semulajadi iaitu tenaga matahari.”</i>

Berdasarkan kenyataan yang diberikan oleh responden terlibat, kesemua responden bersetuju bahawa Langkah yang diambil oleh bangunan hijau dengan menggunakan panel fotovoltaik bagi mendapatkan sumber tenaga mampu mengurangkan pelepasan gas rumah hijau yang mampu menyumbang kepada pemanasan global. Melalui analisis data ini, jelaslah bahawa pihak pekerja di

dalam bangunan hijau bersetuju penggunaan panel fotovoltaik dapat mengurangkan pencemaran alam sekitar.

4.4.2 Menggunakan Lampu LED

(a) Lampu LED Mampu Menjimatkan Tenaga Elektrik

Jadual 12: Lampu LED Yang Digunakan Pada Bangunan Hijau Mampu Menjimatkan Tenaga Elektrik

Responden	Lampu LED pada bangunan hijau mampu menjimatkan tenaga elektrik
R1	<i>‘Ya kerana lampu pendafluor biasa menghasilkan banyak tenaga haba, manakala lampu LED mengubah semua menjadi tenaga cahaya yang tidak akan menyebabkan pembaziran haba.’</i>
R2	<i>“Setuju kerana lampu LED mempunyai kecekapan dan kecerahan cahaya yang tinggi. Pada masa ini kecekapan cahaya lampu LED yang bagus adalah lebih dua kali ganda berbanding lampu biasa sekaligus dapat menjimatkan tenaga elektrik.”</i>
R3	<i>“Ya. Selain dapat memberi cahaya yang mencukupi dan selamat digunakan lampu LED juga dikatakan penggunaan mesra alam”.</i>

Berdasarkan kenyataan yang diberikan oleh responden yang terlibat, kesemua responden bersetuju bahawa 11 lampu LED yang digunakan pada bangunan hijau mampu menjimatkan tenaga elektrik. Hal ini kerana lampu LED mempunyai kecekapan dan kecerahan cahaya yang tinggi. Hasil daripada kajian yang dilakukan analisi data dapat disimpulkan bahawa penggunaan lampu Kalimantan LED ini sememangnya dapat menjimatkan penggunaan tenaga.

(b) Lampu LED Mempunyai Jangka Hayat Yang Lebih Lama

Jadual 13: Lampu LED Mempunyai Jangka Hayat Lebih Lama

Responden	Lampu LED mempunyai jangka hayat yang lebih lama
R1	<i>“Ya, jangka hayat LED boleh mencapai lebih dari 50,000 jam tanpa bekalan kuasa berbanding lampu biasa”</i>
R2	<i>“Ya, jangka hayat lampu LED adalah lebih Panjang berbanding lampu biasa dan lampu LED mampu bertahan dalam 10-15 tahun.”</i>
R3	<i>“Setuju bahawa lampu LED mampu bertahan lebih lama berbanding lampu biasa.”</i>

Berdasarkan kenyataan yang diberikan oleh responden yang terlibat, ketiga-tiga responden bersetuju bahawa bangunan hijau menggunakan lampu LED kerana lampu LED mempunyai jangka hayat yang lebih lama berbanding lampu biasa. Kesemua kenyataan yang diberikan oleh responden adalah selari dengan kajian literatur yang telah dibuat. Hasil daripada kajian yang dilakukan analisi data dapat disimpulkan bahawa lampu LED mempunyai jangka hayat yang lebih lama berbanding lampu biasa.

4.4.3 Sistem Penyejuk Udara

(a) Sistem Penyejuk Udara Merupakan Perkakas Elektrik Yang Banyak Menggunakan Tenaga

Jadual 14: Sistem Penyejuk Udara Merupakan Perkakas Elektrik Yang Banyak Menggunakan Tenaga Dalam Bangunan.

Responden	Sistem penyejuk udara merupakan perkakas elektrik yang banyak menggunakan tenaga dalam bangunan.
R1	<i>“Ya, kerana sistem penyejuk udara adalah perkakas elektrik yang membantu pengudaraan di dalam sesuatu ruang di dalam bangunan.”</i>

- R2 “Setuju, hal ini kerana sistem penyejuk udara adalah perkakas elektrik yang digunakan hampir sepanjang waktu bekerja bagi menyederhanakan suhu sekitar yang boleh memberi keselesaan kepada penghuni.”
- R3 “Setuju kerana untuk mendapatkan ruang yang dingin dalam masa yang pantas ia memerlukan tenaga untuk menghasilkan pengudaraan dingin berbanding suhu diluar bangunan.”

Berdasarkan kenyataan yang diberikan oleh responden terlibat, kesemua responden bersetuju bahawa sistem penyejuk udara merupakan perkakas elektrik yang banyak menggunakan tenaga dalam di dalam bangunan hijau. Kenyataan ini selari dengan kenyataan Menteri Tenaga, Teknologi Hijau dan air berkata, pejabat sekurang-kurangnya menggunakan 40% daripada tenaga elektrik yang disalurkan bagi menjana alat penghawa dingin (Star, 2011). Hasil analisis data dapat dibincangkan dapat disimpulkan bahawa) perkakas elektrik yang banyak menggunakan tenaga di dalam bangunan hijau adalah sistem penyejuk udara.

(b) Sistem Penyejuk Udara Seperti Radiant Cooling dan Underfloor Cooling Memainkan Peranan Sebagai Medium Untuk Memindahkan Suhu.

Jadual 15: Sistem Penyejuk Udara Radiant Cooling dan Underfloor Cooling Dapat Menjimatkan Penggunaan Tenaga

Responden	sistem penyejuk udara <i>radiant cooling</i> dan <i>underfloor cooling</i> di mana lantai bangunan memainkan peranan sebagai medium untuk memindahkan suhu dapat menjimatkan penggunaan tenaga.
R1	“Ya, kerana sistem <i>radiant cooling</i> dan <i>underfloor cooling</i> operasinya memerlukan peredaran air pada separuh suhu sistem tradisional. Oleh itu, ia memerlukan kurang tenaga daripada sistem tradisional sekaligus menjimatkan kos. Ia boleh menjimatkan sehingga 20% daripada kos penyaman udara”
R2	“Ya, penggunaan tenaga sistem ini adalah dengan menggunakan kuasa pam sebagai ganti kuasa kipas, sistem udara dan air juga boleh merendahkan penggunaan tenaga secara keseluruhan dengan membenarkan penyejuk beroperasi pada mod yang lebih optimum sekaligus meminimumkan penggunaan tenaga”
R3	“Ya, seperti penyerapan haba yang rendah dan haba yang tinggi.”

Berdasarkan kenyataan yang diberikan oleh responden terlibat, ketiga-tiga responden bersetuju bahawa sistem *radiant cooling* dan *underfloor cooling* di mana lantai bangunan memainkan peranan sebagai medium untuk memindahkan suhu yang digunakan di dalam bangunan hijau dapat menjimatkan penggunaan tenaga di dalam bangunan. Kenyataan yang diberikan oleh kesemua responden adalah selari dengan kajian literatur yang telah dilakukan. Hasil analisis data dapat dibincangkan dapat disimpulkan bahawa sistem ini dapat menjimatkan penggunaan tenaga di dalam bangunan.

4.4.4 Pencahayaan Semulajadi

(a) Pencahayaan Semulajadi Dapat Menjimatkan Penggunaan Tenaga.

Jadual 16: Pencahayaan Semulajadi Dari Sumber Cahaya Semulajadi Dapat Menjimatkan Penggunaan Tenaga

Responden	Pencahayaan semulajadi dari sumber cahaya semulajadi dapat menjimatkan penggunaan tenaga.
-----------	---

R1	<i>“Setuju, hal ini demikian kerana pencahayaan semulajadi yang diperolehi daripada sinaran matahari dapat mengurangkan penggunaan lampu di dalam bangunan sekaligus dapat menjimatkan penggunaan tenaga elektrik.”</i>
R2	<i>“Setuju pencahayaan semulajadi adalah teknik membawa sinaran matahari ke dalam bangunan. Pencahayaan ini bukan sahaja dapat menjimatkan penggunaan tenaga tetapi juga dapat memberi keselesaan kepada penghuni namun kemasukkan jumlah cahaya juga mesti dikawal bagi mengelakkan silau dan ketidalselesaan.”</i>
R3	<i>“Ya, kerana pencahayaan semulajadi ini boleh diperolehi dari sinaran semulajadi sebagai contohnya matahari melalui bukaan seperti tingkap, pintu dan sebagainya.”</i>

Berdasarkan Kenyataan yang diberikan oleh responden yang ditemu bual. Ketiga-tiga responden bersetuju dengan Langkah yang diambil oleh bangunan hijau bagi menjimatkan penggunaan tenaga adalah dengan pencahayaan semulajadi dari sumber cahaya semulajadi yang dapat menjimatkan penggunaan tenaga. Melalui analisis data ini, jelaslah bahawa kurangnya pencahayaan semulajadi pada bangunan hijau mampu menjimatkan penggunaan tenaga

(b) Low-emissivity Glass (low-e glass) Membenarkan Cahaya Siang Masuk ke Dalam Bangunan

Jadual 17: Low-emissivity Glass (low-e glass) Yang Membenarkan Cahaya Siang Masuk ke Dalam Bangunan di Samping Dapat Meminimumkan Haba Daripada Matahari

Responden	Low-emissivity glass (<i>low-e glass</i>) yang membenarkan cahaya siang masuk ke dalam bangunan di samping dapat meminimumkan haba daripada matahari.
R1	<i>“Ya, low emissivity low membenarkan cahaya siang masuk ke dalam bangunan di samping dapat meminimumkan haba daripada matahari kerana kaca low emissivity glass ini membenarkan cahaya masuk ke ruang bangunan tetapi pada waktu yang sama memantulkan sinaran haba daripada masuk ke dalam ruang bangunan.”</i>
R2	<i>“Setuju, hal ini kerana kaca low emissivity glass ini dapat membenarkan cahaya masuk ke dalam bangunan dan mampu menghalang sinaran UV daripada masuk ke dalam bangunan. Perkara ini dapat meminimumkan jumlah haba yang diterima.”</i>
R3	<i>“Setuju selain daripada membenarkan cahaya siang masuk ke dalam bangunan di samping dapat meminimumkan haba daripada matahari ia juga dapat mengubah rekabentuk bangunan yang lebih moden dan selamat digunakan.”</i>

Berdasarkan kenyataan yang diberikan oleh responden yang terlibat, kesemua responden bersetuju bahawa penggunaan kaca *low emissivity glass* yang digunakan pada bangunan hijau yang membenarkan cahaya siang masuk ke dalam bangunan di samping dapat meminimumkan haba daripada matahari. Jumlah haba yang minimum dapat menjimatkan penggunaan elektrik di dalam bangunan hijau. Hasi daripada analisis data ini, dapat disimpulkan bahawa ketiga-tiga responden bersetuju bahawa Low-emissivity glass (*low-e glass*) yang digunakan pada bangunan hijau dapat membenarkan cahaya siang masuk ke dalam bangunan di samping dapat meminimumkan haba daripada matahari.

5. Kesimpulan

Secara kesimpulannya, Berdasarkan data yang diperolehi untuk objektif kajian 1, penggunaan tenaga di dalam bangunan hijau melibatkan penggunaan peralatan elektrik yang mempunyai label barangan elektrik (Energy rating label). Selain itu, penglibatan penggunaan tenaga di dalam bangunan hijau ini adalah bergantung kepada tingkah laku pekerja yang bekerja di dalam bangunan tersebut. Disamping itu, penggunaan tenaga di dalam bangunan hijau juga melibatkan penggunaan lampu cekap tenaga dan

sistem pengudaraan juga meyumbang kepada penggunaan tenaga. Hasil kajian ini mendapat penggunaan tenaga di dalam bangunan hijau adalah minimum. Manakala, bagi objektif kajian 2 iaitu mengenalpasti langkah-langkah bagi penjimatan tenaga di dalam bangunan hijau. Berdasarkan data yang diperolehi, antara Langkah penjimatan tenaga adalah menggunakan panel fotovoltai, menggunakan lampu LED, sistem pengudaraan cekap tenaga dan pencahayaan semulajadi. Kesemua Langkah ini dapat menjimatkan penggunaan tenaga di dalam bangunan hijau.

Cadangan penambahbaikan menggunakan dinding yang dicat putih bagi menangkis haba solar bagi membantu mengurangkan suhu keseluruhan bangunan. Selain itu, Bangunan hijau harus dilengkapi sistem peninjau tenaga (EMS), yang membolehkan pemerhatian terhadap penggunaan elektrik dan Pihak pemaju, perlu membangunkan bangunan hijau yang dilengkapi dengan lebih banyak ciri-ciri yang boleh membantu menjimatkan penggunaan tenaga. Kajian penyelidikan ini berjaya dilaksanakan dan mencapai kedua-dua objektif kajian. Oleh itu, penyelidikan ini adalah bertepatan dan relevan kerana pihak-pihak responden mempunyai pengalaman bekerja di dalam persekitaran bangunan hijau. Selain itu, pandangan responden adalah sangat penting bagi mengenalpasti penggunaan tenaga di dalam bangunan hijau dan langkah-langkah penjimatan penggunaan tenaga di dalam bangunan hijau.

Penghargaan

Penulis ingin merakamkan setinggi penghargaan kepada Fakulti Pengurusan Teknologi dan Perniagaan UTHM dan pihak responden yang terlibat dalam kajian ini di atas segala sokongan dan kerjasama yang telah diberikan.

Rujukan

- Adham Shadan. (2008, 2 Julai). Lampu LED lebih hijau. *Harian Metro*. Dimuatturun daripada <http://www.mymetro.com.my>
- Environmental Protection Agency (EPA). (2014). United States Environmental Protection Agency. Green Building Index (GBI). (2016). Retrieved on: <http://new.greenbuildingindex.org/whatandwhy>
- Hamidi Ismail, T. P. (2013). Kesedaran Mengenai Penjimatan Tenaga Elektrik dan Kelestarian. *Google scholar*, 2-3.
- Hwang, B.-G. (2012). Green building project management: obstacles and solutions for sustainable development. *Sustainable Development*, 335-349.
- Mohamad, I. (2018). Pengurusan Penggunaan Tenaga Elektrik Di Kolej Kediaman.
- Ngah, N. (2017). Pemanasan global kini tahap kritikal. *Kuala Lumpur: Harian Metro*.
- Metro, H. (2021). Penggunaan elektrik meningkat. *Kuala Lumpur: Harian Metro*.
- Then, F. (2013). Energy efficiency technology in the office and commercial building. *Google scholar*. Tenaga, S. 2012. National Energy Balance 2012. SURUHANJAYA TENAGA (ENERGY COMMISSION): Uitzinger, E. D.a.J. 2006. Residential Behavior in Sustainable Houses. The Netherlands: Springer. 119-126.
- Zainon, P. M. (2020, Ogos 31). *Berita Harian*. Retrieved from <https://www.bharian.com.my/rencana/komentar/2020/08/726376/tenaga-mesra-alam-lestarian-kehijauan-bum>