

LAPORAN AUDIT TENAGA

JANUARI 2016

**BANGUNAN PUSPANITAPURI,
PUTRAJAYA**



**CAWANGAN SENGGARA FASILITI BANGUNAN,
IBU PEJABAT JKR MALAYSIA**



JKR/SKS(FB)/040.090/13/003

No.	ISI KANDUNGAN	MUKA SURAT
	Ringkasan Eksekutif	3
1.0	PENGENALAN	8
2.0	MAKLUMAT BANGUNAN	
	2.1 Latar belakang bangunan	10
	2.2 Waktu Operasi	10
	2.3 Bilangan Penghuni	10
	2.4 Imej Satelit	11
3.0	SKOP KERJA	12
4.0	SENARAI PERALATAN	13
5.0	PENEMUAN	
	5.1 Analisa Sejarah Bil Elektrik (Penggunaan Tenaga)	17
	5.2 Imbangan Tenaga	20
	5.3 Pecahan Tenaga Dan Profil Beban	22
	5.4 Indeks Penggunaan Tenaga	25
	5.4.1 Building Energy Intensity (BEI)	25
	5.4.2 Building Energy Cost (BEC)	27
	5.4.3 Air-Conditioning Energy Intensity Index (ACEII)	28
	5.4.4 Air-Conditioning Power Index (ACPI)	31
	5.4.5 Air- Conditioning Cost Index (ACCI)	32
	5.4.6 Lighting Power Intensity (LPI)	33
	5.4.7 Lighting Energy Intensity (LEI)	33
	5.4.8 Lighting Cost Intensity (LCI)	34
	5.5 Prestasi Sistem Aktif (Elektrik)	
	5.5.1 Pengenalan Sistem Elektrik	35
	5.5.2 Penemuan Teknikal Sistem Elektrik	35
	5.6 Prestasi Sistem Aktif (Mekanikal)	
	5.6.1 Pengenalan Sistem Mekanikal	41
	5.6.2 Penemuan Teknikal Sistem Mekanikal	43
	5.7 Prestasi Sistem Aktif (Mekanikal - Penyusupan Udara Luar / Infiltrasi)	
	5.7.1 Pengenalan Sistem Aktif (Mekanikal - Penyusupan Udara Luar / Infiltrasi)	57
	5.7.2 Penemuan Teknikal Ujian Penyusupan Udara Luar / Infiltrasi	58
	5.8 Prestasi Sistem Pasif	
	5.8.1 Pengenalan Sistem Pasif	62

No.	ISI KANDUNGAN	MUKA SURAT
	5.8.2 Penemuan Teknikal Sistem Pasif	63
	5.9 Penilaian Sistem Pengurusan Tenaga	70
	5.10 Kaji Selidik Keselesaan Pengguna	71
6.0	CADANGAN LANGKAH PENJIMATAN TENAGA DAN KIRAAN TEMPOH BAYARAN BALIK MUDAH PELABURAN	
	6.1 Sistem Elektrik	
	6.1.1 Tanpa Kos	87
	6.1.2 Dengan Kos	87
	6.2 Sistem Mekanikal	
	6.2.1 Tanpa Kos	92
	6.2.2 Dengan Kos	93
	6.3 Sistem Mekanikal (Penyusupan Udara Luar / Infiltrasi)	
	6.3.1 Tanpa Kos	95
	6.3.2 Dengan Kos	95
7.0	KESIMPULAN	96
8.0	LAMPIRAN	101

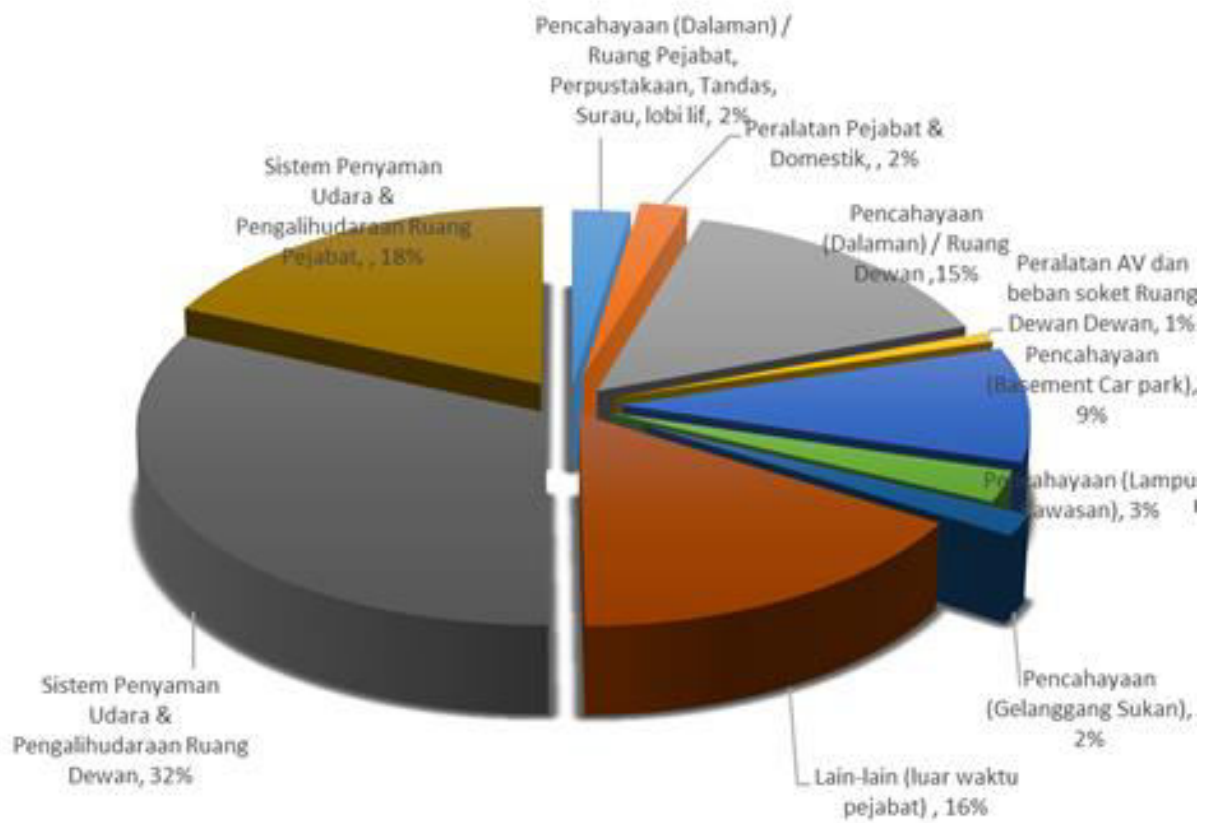
RINGKASAN EKSEKUTIF

Laporan auditan tenaga ini disediakan berdasarkan audit terperinci yang telah dijalankan di Bangunan Puspanitapuri, Putrajaya pada 18 hingga 22 Januari 2016. Audit tenaga yang dijalankan mendapati bahawa Bangunan Puspanitapuri, Putrajaya ini terdiri daripada bangunan pejabat, dewan serbaguna, klinik kesihatan serta tempat penginapan. Analisa ke atas penggunaan tenaga yang direkod melalui bil elektrik bulanan menunjukkan profil penggunaan tenaga yang tidak sekata kerana penggunaan dewan serbaguna untuk majlis-majlis keraian memberi kesan yang ketara terhadap penggunaan tenaga bulanan bangunan. Oleh yang demikian, analisa terhadap Intensiti Tenaga Bangunan (BEI) yang dikira berdasarkan bil elektrik bulanan tidak sesuai dilaksanakan. Walaubagaimanapun, pihak pasukan audit telah bersetuju untuk menganalisa BEI melalui anggaran penggunaan tenaga (kWh) berdasarkan penggunaan kuasa bagi setiap sistem elektrik dan mekanikal di ruang pejabat dan klinik serta di ruang dewan. Indeks Penggunaan Tenaga Keseluruhan Bangunan adalah seperti **Jadual 1** berikut:

No	Perkara	Bangunan Puspanitapuri	
		Pejabat	Dewan
1	<i>Building Energy Intensity (BEI)</i> (kWj/m ² /tahun)	248.17	88.39
2	<i>Building Energy Cost (BEC)</i> (RM/m ² /tahun)	126.32	44.99
3	<i>Lighting Power Intensity (LPI)</i> (W/m ²)	6.37	38.90
4	<i>Lighting Energy Intensity (LEI)</i> (kWj/m ² /tahun)	16.80	27.62
5	<i>Lighting Cost Intensity (LCI)</i> (RM/m ² /tahun)	8.55	14.06
6	<i>Air-Conditioning Cost Index (ACCI)</i> (RM/m ² /tahun)	61.25	30.58
7	<i>Air- Conditioning Power Index(ACPI) (W/m²)</i>	46.38	83.44
8	<i>Air- Conditioning Energy Intensity Index(ACEII) (kWj/m²/tahun)</i>	120.32	60.08

Jadual 1: Indeks Penggunaan Tenaga Keseluruhan Bangunan

Pecahan penggunaan tenaga keseluruhan bangunan Puspanitapuri ini adalah seperti **Rajah 1**. Didapati penggunaan tenaga tertinggi adalah dari sistem penyaman udara dan pengalihan udara ruang dewan sebanyak 32 % dan kedua tertinggi sistem penyaman udara dan pengalihan udara ruang pejabat sebanyak 18 % dan Lain-lain (Luar Waktu Pejabat) sebanyak 16 %.



Rajah 1: Pecahan penggunaan tenaga Keseluruhan Bangunan Puspanitapuri

Bil.	Strategi Penjimatan (Skop Elektrik)	Potensi Penjimatan (Setahun)			Kos Pelaburan (RM)	Simple Payback Period
		kW	kWj	RM		
1. Dengan Kos						
a.	<u>Lampu Dalam Bangunan:</u> Retrofit lampu sedia ada T8 36 watt bersama <i>magnetic ballast</i> kepada lampu cekap tenaga T8 28 watt bersama electronic ballast.	2.76	8,743.68	22,962.17	4,450.53	5.7 Thn
b.	Meletakkan pengesan pergerakan (<i>motion sensor</i>) di dalam surau lelaki dan perempuan.	1.01	1,064.45	541.80	500.00	10 Bln
c.	<u>Lampu Dalam Bangunan di Kawasan <i>Basement Car park</i></u> Retrofit lampu sedia ada T8 36 watt bersama <i>magnetic ballast</i> kepada lampu cekap tenaga T8 LED10 watt.	4.16	35,942.00	18,294.68	45,500.00	2.5 Thn

Jadual 2: Cadangan Penjimatan Tenaga Skop Elektrik dengan kos

Bil.	Strategi Penjimatan (Skop Mekanikal)	Potensi Penjimatan (Setahun)			Kos Pelaburan (RM)	Simple Payback Period
		kW	kWj	RM		
1. Tanpa Kos						
b.	Penutupan pintu dan tingkap bagi mengelakkan penyusupan udara luar ke ruang berpenyaman udara.	-	1,189	605.20	Tiada	Serta Merta
e.	Mewujudkan dan melaksanakan Sistem Pengurusan Tenaga (SPT)	-	-			

Jadual 3: Cadangan Penjimatan Tenaga Skop Mekanikal Tanpa Kos

Bil.	Strategi Penjimatan (Skop Mekanikal)	Potensi Penjimatan (Setahun)			Kos Pelaburan (RM)	Simple Payback Period
		kW	kWj	RM		
2. Dengan Kos						
a.	Kerja-kerja mencuci dan menyenggara komponen sistem penyaman udara terutama komponen menara penyejuk (cooling tower)	-	21,993.84	11,194.86	17,000.00	1 tahun 7 bulan
b.	Penggunaan kipas untuk ruang pejabat selepas waktu pejabat.	-	10,898.6	5,547. 40	1,250.00	3 bulan

Jadual 4: Cadangan Penjimatan Tenaga Skop Mekanikal Dengan Kos

Definasi Singkatan

1.	BEI	=	Building Energy Intensity
2.	ACPI	=	Air- Conditioning Power Index
3.	BEC	=	Building Energy Cost
4.	LPI	=	Lighting Power Index
5.	LEI	=	Lighting Energy Index
6.	LCI	=	Lighting cost Index
7.	kW	=	kiloWatt
8.	kWj	=	kiloWatt jam
9.	m ²	=	Meter Persegi
10.	ACEII	=	Air- Conditioning Enegy Intensity Index
11.	ACCI	=	Air- Conditioning Cost index
12.	ICPT	=	Pelepasan Imbangan Kos Penjanaan (<i>Imbalance Cost Pass Through</i>)
13.	KWTBB	=	Kumpulan Wang Tenaga Boleh Baharu
14.	GST	=	Cukai Barangan dan Perkhidmatan (<i>Goods and ServicesTax</i>)

1.0 PENGENALAN

Pasukan Audit Tenaga Jabatan Kerja Raya Malaysia (JKR) telah menjalankan kerja Audit Tenaga di Bangunan Puspanitapuri, Putrajaya pada 18 hingga 22 Januari 2016. Pasukan Audit Tenaga Ibu Pejabat JKR terdiri daripada pegawai – pegawai cawangan berikut:

- i. Cawangan Senggara Fasiliti Bangunan (Urusetia).
- ii. Cawangan Kejuruteraan Elektrik.
- iii. Cawangan Kejuruteraan Mekanikal.
- iv. Cawangan Alam Sekitar Dan Kecekapan Tenaga.
- v. Cawangan Arkitek

Tujuan Audit Tenaga ini dijalankan adalah bagi mengenalpasti tahap penggunaan tenaga di bangunan ini serta mencadangkan langkah-langkah penjimatan tenaga berdasarkan kategori-kategori berikut:

- i. Tanpa Kos
- ii. Dengan Kos.

Berikut adalah beberapa perkara utama yang dianalisa dan dibincangkan di dalam laporan Audit Tenaga ini, iaitu:

- i. Penggunaan tenaga secara keseluruhan.
- ii. Indeks tenaga bangunan.
- iii. Cadangan Kaedah Penjimatan Tenaga (berdasarkan kategori-kategori yang dinyatakan di atas).

Berikut adalah maklumat am, maklumat Pasukan Audit Tenaga JKR dan maklumat pegawai-pegawai daripada Kompleks JKR yang terlibat di dalam kerja audit tenaga ini:

Bil	PERKARA	MAKLUMAT AM	
1	Pelanggan	Yang DiPertua PUSPANITA	
2	Lokasi & Alamat	Bangunan Puspanitapuri, Putrajaya	
3	Wakil JKR	Unit Tenaga,Cawangan Senggara Fasilitas Bangunan	En. Rozman Bin Khalid Pn. Hartini Binti Alias Pn. A Room A/P Nu Plooon En. Mohamad Aiman Bin Mohamad Radzi
		Unit Perunding Kecekapan Tenaga Elektrik, Cawangan Kejuruteraan Elektrik	En. Ir. Mohd Zaini Bin Abu Hassan En. Mohd Ainor Bin Yahya En. Amir Hamzah Bin Abdul Ghani En. Norzamri Bin Husain
		Unit Kecekapan Tenaga & Tenaga Diperbaharui, Cawangan Kejuruteraan Mekanikal	En. Mohd Norizan Bin Md Zain En.Thiagarajen A/L Munusamy Muhammad Sufi Bin Baharudin
		Cawangan Alam Sekitar & Kecekapan Tenaga	Pn. Monaliza binti Mohd Hassan Pn. Samsiah binti Omar Pn. Siti Rohani binti Suardi En. Abdul Muiez bin Abdullah En. Mohamad Noor Adnan bin Zulkafli
		Bahagian Teknologi & Inovasi Senibina, Cawangan Arkitek	Pn. Haslina Binti Sumairi En. Mohd Firrdhaus Bin Mohd Sahabudin Cik Marzianna Binti Ahmad
4	Wakil Pelanggan	Bangunan Puspanitapuri	Pn. Nurul Akmar Binti Rasli

2.0 MAKLUMAT BANGUNAN

2.1 Latar Belakang Bangunan.

Bangunan Puspanitapuri ini terletak di koordinat 2°56'37.7"N 101°41'13.4"E.

Blok Puspanitapuri ini terletak di Persiaran Seri Perdana, Presint 10, Putrajaya, Wilayah Persekutuan Putrajaya, Malaysia. Bangunan ini berfungsi sebagai pejabat pentadbiran bagi Puspanita dan terdiri daripada dua blok yang mengandungi kemudahan iaitu:

- Pejabat Pentadbiran
- Dewan Banquet
- Penginapan
- Besmen Tempat Letak Kenderaan
- Gelanggang futsal dan tenis

Secara keseluruhannya keluasan bangunan adalah seperti yang berikut:

- | | |
|--|--------------------------|
| - Keluasan keseluruhan bangunan | : 4011.06 m ² |
| - Luas kawasan berpenyaman udara Dewan Puspanitapuri | : 3022.86 m ² |
| - Luas kawasan berpenyaman udara bangunan pejabat | : 988.2 m ² |

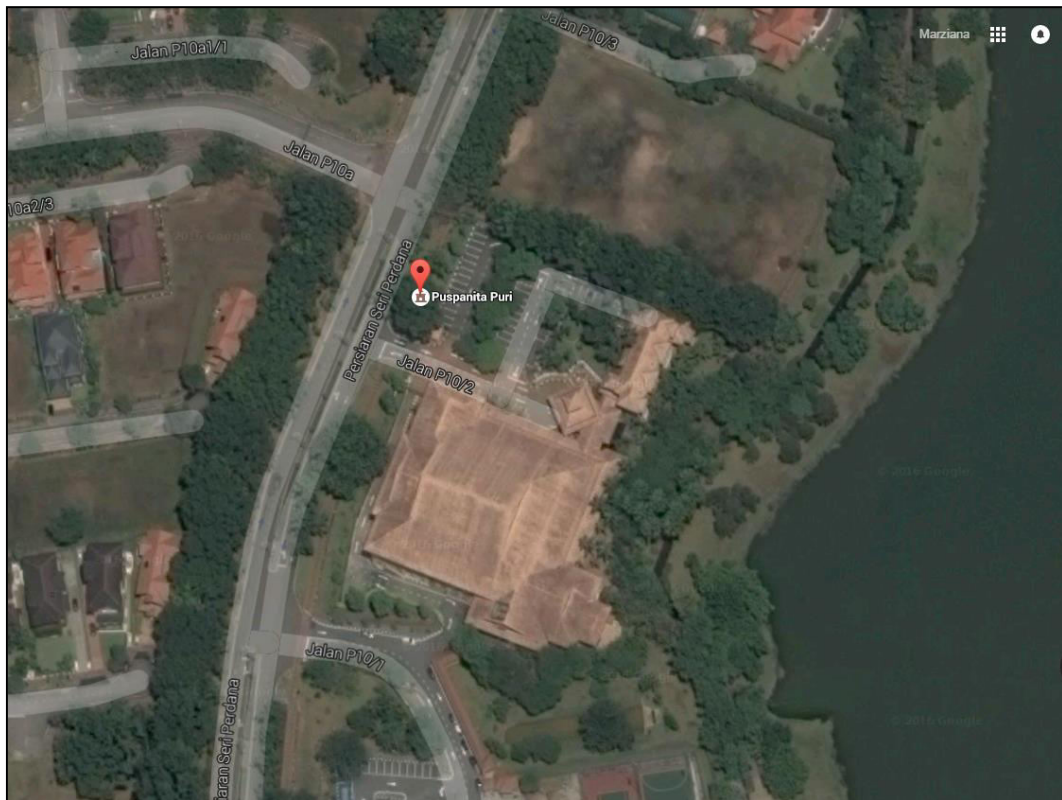
2.2 Waktu Operasi

Waktu operasi Bangunan Puspanitapuri dari 7.30 pagi hingga 5.30 petang (Isnin hingga Jumaat).). Bangunan ini juga beroperasi pada waktu hujung minggu sekiranya terdapat majlis yang menggunakan Dewan De' Seri Endon serta jika terdapat tempahan untuk gelanggang tenis atau futsal pada waktu malam.

2.3 Bilangan Penghuni

Bilangan kakitangan yang berkhidmat di bangunan Puspanitapuri adalah 30 orang. Maklumat bilangan pelawat di bangunan ini pada satu-satu masa tidak diperolehi ketika kerja audit dilakukan.

2.4 Imej Satelit



Gambar 1 : Imej Satelit Bangunan Puspanitapuri

3.0 SKOP KERJA

Kerja-kerja Audit Tenaga yang dijalankan merangkumi aktiviti-aktiviti seperti berikut:

- i. Pemasangan *Power Logger* pada papan suis utama bagi mendapatkan *load profile* (sistem penyaman udara, sistem lampu dan soket)
- ii. Audit terperinci bagi mendapatkan jumlah peralatan elektrik dan mekanikal seperti jenis-jenis lampu dan sistem penyaman udara yang digunakan di bangunan tersebut.
- iii. Audit terperinci bagi mendapatkan jumlah beban bagi sistem lampu dan soket pada setiap papan suis di setiap tingkat dengan menggunakan *Clamp Meter*.
- iv. Mendapatkan bacaan kWj daripada bil-bil terdahulu (bulan Januari 2015 sehingga Disember 2015) untuk mengetahui trend tahunan penggunaan elektrik.
- v. Audit terperinci bagi mengukur kadar penyusupan udara luar ke dalam bangunan.
- vi. Penyediaan laporan.

4.0 SENARAI PERALATAN

Peralatan-peralatan yang digunakan semasa audit tenaga adalah seperti berikut:

- a) **Power Logger** – Merekod bacaan jumlah penggunaan kuasa, sistem penyaman udara dan tenaga sistem lampu dan soket di papan suis utama. **Gambar 2** menunjukkan *power logger* yang digunakan.



Gambar 2: Power Logger

- b) **Clamp Meter** – Mengambil bacaan arus elektrik (Amp) di papan agihan elektrik bagi peralatan lampu dan soket yang menghasilkan arus malar. **Gambar 3** menunjukkan *clamp meter* yang digunakan.



Gambar 3: Clamp Meter

- c) **Lux Meter** – Mengambil bacaan tahap pencahayaan (*lux level*) di dalam bangunan. **Gambar 4** menunjukkan *lux meter* yang digunakan.



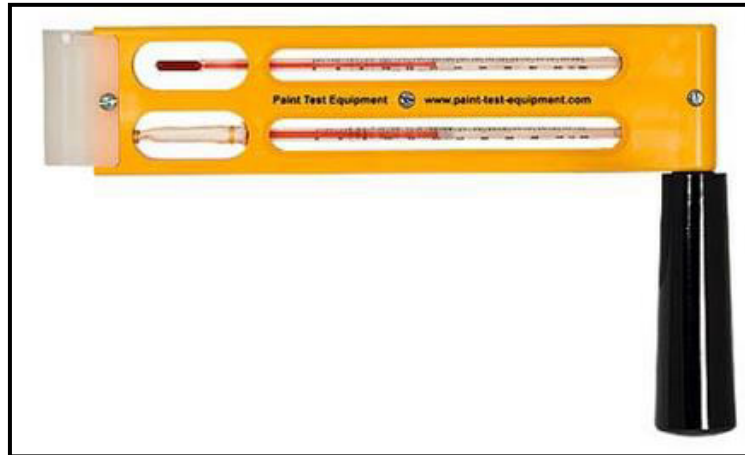
Gambar 4 : Lux Meter

- d) **Data Logger** – Mengambil bacaan suhu dan kelembapan relatif (RH) serta aras lux dalam jangka waktu yang panjang. **Gambar 5** menunjukkan *data logger* yang digunakan



Gambar 5: Data Logger

- e) **Sling Thermometer** – Mengambil bacaan suhu *dry bulb* dan *wet bulb* untuk setiap satu (1) jam. **Gambar 6** menunjukkan *Sling thermometer* yang digunakan.



Gambar 6: Sling Thermometer

- f) **CO₂ meter** – Menentukan bacaan CO₂ setiap bilik. **Gambar 7** menunjukkan CO₂ meter yang digunakan.



Gambar 7: CO₂ Meter

- g) ***Thermal Imaging Camera*** – untuk mengesan perbezaan suhu ruang dan permukaan.



Gambar 8: *Thermal Imaging Camera*

5.0 PENEMUAN

5.1 ANALISA SEJARAH BIL TENAGA ELEKTRIK (PENGUNAAN TENAGA)

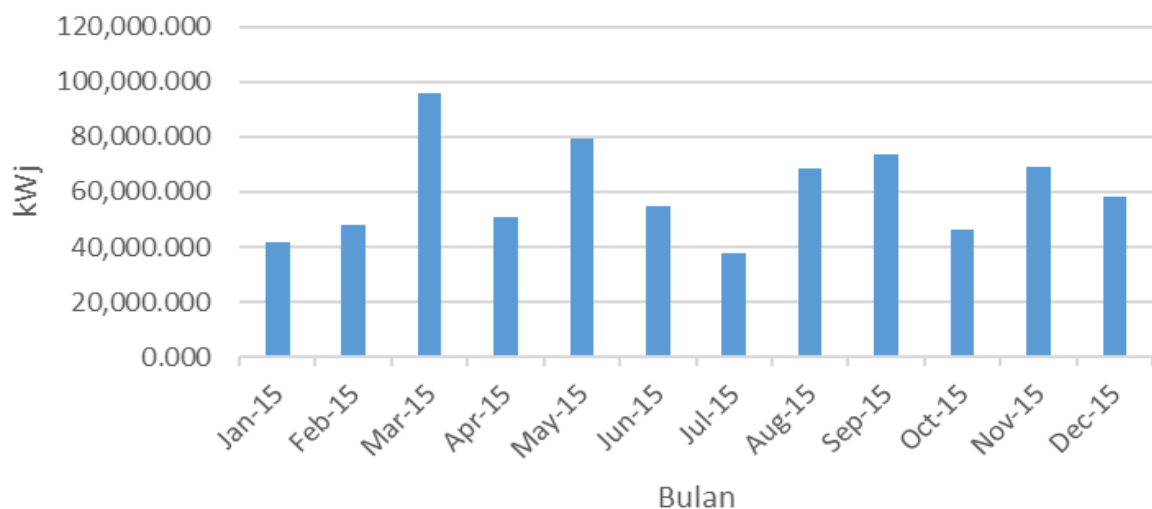
ANALISA SEJARAH BIL TENAGA ELEKTRIK (PENGUNAAN TENAGA)

Berikut adalah analisis bil elektrik berdasarkan maklumat bil elektrik dari bulan Januari 2015 sehingga Disember 2015.

- i. Bangunan Puspanitapuri, Putrajaya dikenakan dengan tarif B di mana hanya penggunaan tenaga (kWj) sahaja dicaj di dalam bil elektrik bulanan. Caj tarif TNB per kWj bagi penggunaan tenaga elektrik 200 kWj pertama yang dikenakan adalah sebanyak RM 0.435 dan RM 0.509 bagi penggunaan seterusnya.
- ii. Terdapat penalti lewat bayar yang dikenakan pada bulan Januari, Februari, Mac, April, Mei dan Ogos yang berjumlah RM 764.03. **Adalah menjadi tanggungjawab pihak pengurusan bangunan untuk memantau pembayaran bil elektrik bulanan supaya kejadian seperti ini tidak berulang.**
- iii. Terdapat Caj Kumpulan Wang Tenaga Boleh Baharu (KWTBB) dikenakan seperti ditunjukkan di Bangunan Puspanitapuri, Putrajaya. Ini kerana berkuatkuasa 1 Disember 2011, TNB telah mengenakan 1% levi ke atas jumlah kos bil pengguna. Bermula pada 1 Januari 2014, caj ini telah dinaikkan sebanyak 0.6% iaitu berjumlah 1.6% levi ke atas jumlah kos bil pengguna. Pengecualian kepada caj levi ini hanya diberikan kepada pengguna domestik yang menggunakan tenaga elektrik kurang daripada 300 kWj sebulan.
- iv. Bermula bulan April 2015, pihak TNB telah mengenakan cukai barangan dan perkhidmatan (*Goods and Services Tax – GST*) sebanyak 6% kepada bil elektrik pengguna. Walaubagaimanapun, pengecualian kepada caj GST ini hanya diberikan kepada pengguna domestik yang menggunakan tenaga elektrik kurang daripada 300 kWj sebulan.
- v. Pelepasan Imbangan Kos Penjanaan (*Imbalance Cost Pass Through - ICPT*) adalah mekanisme yang diluluskan oleh kerajaan dan dilaksanakan oleh Suruhanjaya Tenaga (ST) sejak 1 Januari 2014 sebagai sebahagian daripada pembaharuan kawal selia yang lebih luas yang dikenali sebagai Peraturan Berasaskan Insentif (IBR). Mekanisme ICPT membolehkan TNB untuk membuat perubahan (sama ada peningkatan atau pengurangan caj elektrik) disebabkan oleh turun naik harga dalam bahan api bagi penjanaan elektrik di mana kos tarif elektrik akan dikaji setiap enam (6) bulan, tertakluk kepada keputusan dan kelulusan Kerajaan. Buat masa sekarang caj ICPT yang

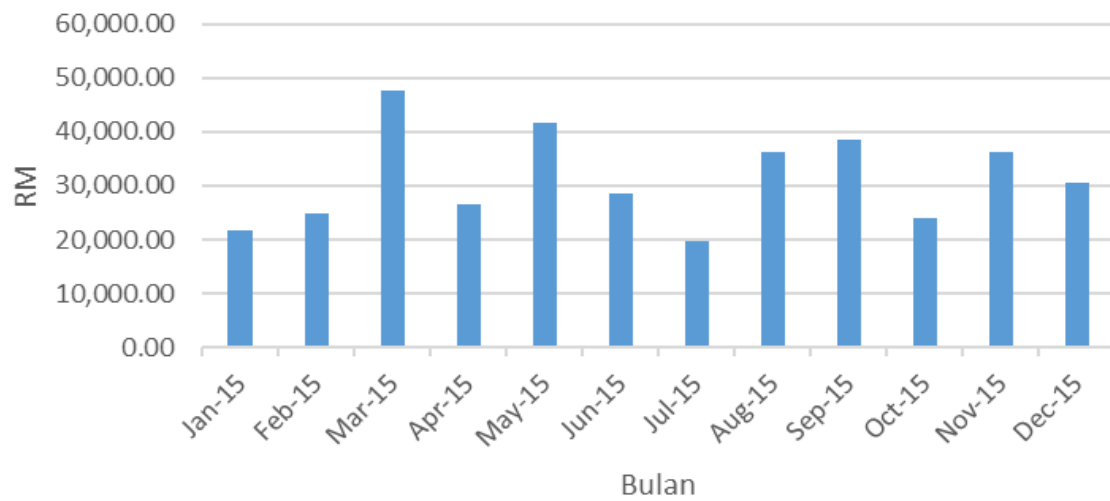
dikenakan adalah (- RM0.0225) yang bermaksud pengguna mendapat rebat sebanyak RM0.0225 per kWj.

- vi. Variasi penggunaan tenaga elektrik bulanan (kWj) dari Januari 2015 sehingga Disember 2015 di Bangunan Puspanitapuri, Putrajaya ini seperti di **Rajah 2**. Didapati, penggunaan tenaga paling tinggi berlaku pada bulan Mac 2015 (96,102 kWj) dan yang paling rendah pula pada bulan Julai 2015 (37,537 kWj). Maklumat terperinci bagi penggunaan tenaga di Bangunan Puspanitapuri, Putrajaya boleh di rujuk pada Lampiran 1.



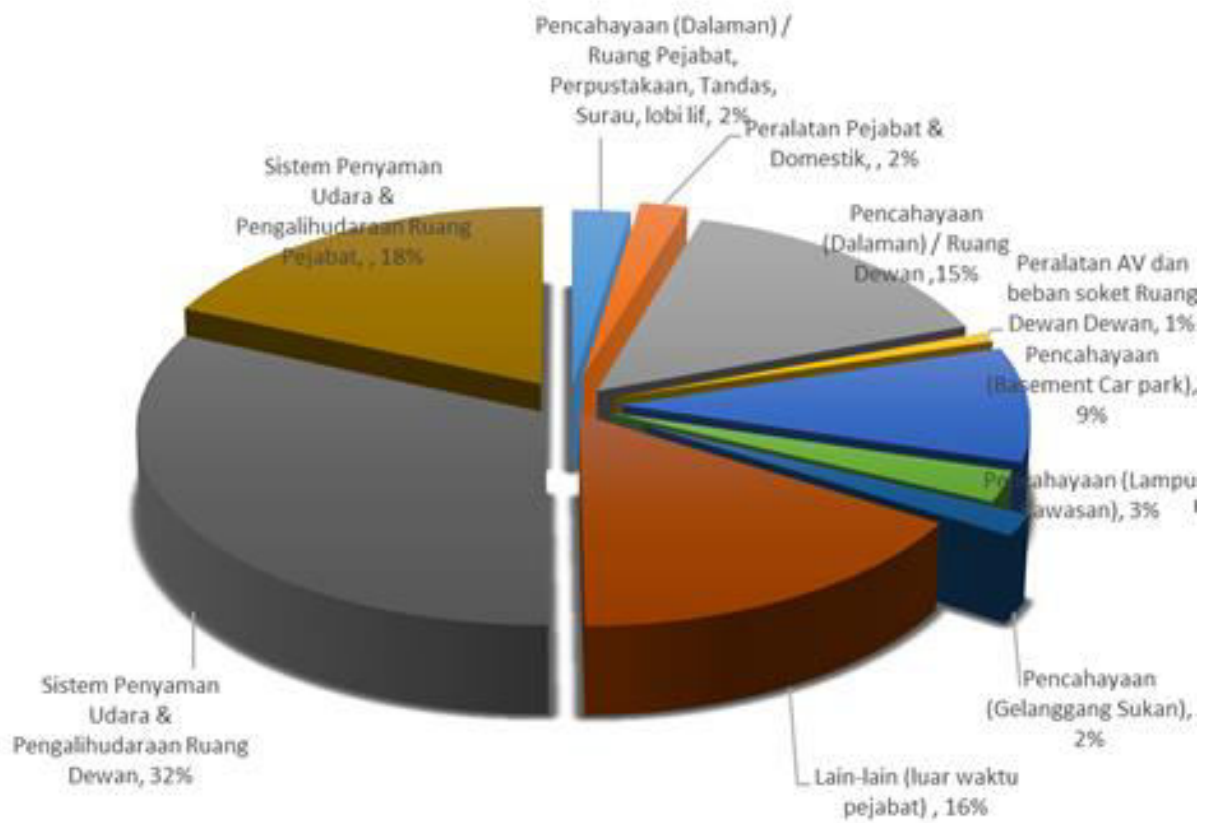
Rajah 2: Variasi Penggunaan Tenaga Elektrik Di Bangunan Puspanitapuri, Putrajaya Dari Januari 2015 Sehingga Disember 2015.

- vii. Variasi caj keseluruhan bil elektrik bagi Bangunan Puspanitapuri, Putrajaya yang merangkumi Caj Penggunaan Tenaga Bulanan (kWj), Kumpulan Wang Tenaga Boleh Baharu (KWTBB) dari bulan Januari 2015 sehingga Disember 2015 dan caj *Goods and Services Tax* (GST) yang dikenakan bermula April 2015 seperti di **Rajah 3**. Didapati, kos penggunaan yang tertinggi adalah pada bulan Mac 2015 (RM 47,790.00) manakala kos penggunaan yang terendah adalah pada bulan Julai 2015 (RM 19,647.00). Maklumat terperinci bagi caj elektrik di Bangunan JKR Perak boleh di rujuk pada Lampiran 1.



Rajah 3: Variasi Caj Penggunaan Tenaga Elektrik Di Bangunan Puspanitapuri, Putrajaya Dari Januari 2015 sehingga Disember 2015

5.2 IMBANGAN TENAGA



Rajah 4: Pecahan Penggunaan Tenaga Keseluruhan Bangunan

Analisa imbalan tenaga dilakukan bagi mengetahui dan mengesahkan kadar penggunaan semasa tenaga elektrik yang diperolehi semasa audit di jalankan menggunakan peralatan pengukuran (*power logger* dan *clamp meter*) dan membuat perbandingan dengan bil elektrik TNB. Berikut adalah ringkasan penemuan tersebut.

Komponen	Anggaran Penggunaan Tenaga (kWj/bulan)**
Pencahayaan (Dalaman) / Ruang Pejabat, Perpustakaan, Tandas, Surau, lobi lif	1,195.10
Peralatan Pejabat & Domestik	976.60
Pencahayaan (Dalaman) / Ruang Dewan	7,055.40
Peralatan AV dan beban soket Ruang Dewan Dewan	374.40
Pencahayaan (Basement Car park)	4,515.84
Pencahayaan (Lampu Kawasan)	1,226.40
Pencahayaan (Gelanggang Sukan)	841.20
Lain-lain (luar waktu pejabat)	7,533.66
Sistem Penyaman Udara & Pengalihudaraan Ruang Dewan	15,149.40
Sistem Penyaman Udara & Pengalihudaraan Ruang Pejabat	8,728.60
Jumlah	47,596.60

gelanggang sukan adalah berdasarkan pada anggaran pihak pasukan audit kerana tidak terdapat data bagi jadual tempahan gelanggang sukan diserahkan pada pihak pasukan audit untuk dianalisa.

Anggaran jumlah penggunaan tenaga elektrik sebulan bagi sistem elektrik dan mekanikal termasuk penggunaan tenaga pada hari bercuti = **47,596.6 kWj**

Penggunaan Tenaga Elektrik Sebulan (Berdasarkan Bil Elektrik TNB bulan Februari tahun 2015) = **47,987.00 kWj**

Perbezaan data penggunaan tenaga sebulan (Bil Elektrik TNB – Data audit tenaga) = 390.4 kWj

Peratus perbezaan data = 0.81 %

Berdasarkan keputusan perbezaan data penggunaan tenaga sebulan (berdasarkan audit & Bil Elektrik TNB), peratus perbezaan adalah sebanyak 0.81 %. Nilai perbezaan yang rendah (kurang dari 5 %) ini menunjukkan bahawa data yang diperolehi semasa audit dijalankan adalah tepat. Walaubagaimanapun, penggunaan tenaga bagi pencahayaan di ruang gelanggang sukan adalah berdasarkan pada anggaran pihak pasukan audit kerana tidak terdapat data bagi jadual tempahan gelanggang sukan diserahkan pada pihak pasukan audit untuk dianalisa.

5.3 PECAHAN TENAGA DAN PROFIL BEBAN

PECAHAN TENAGA DAN PROFIL BEBAN

Bagi mengenalpasti maklumat terperinci mengenai beban sistem elektrik yang digunakan di Bangunan Puspanitapuri, Putrajaya ini, pecahan tenaga bagi sistem pencahayaan dan peralatan pejabat serta domestik dianalisa. **Jadual 5, 6 dan 7 di bawah** menunjukkan anggaran jumlah peratusan penggunaan tenaga sistem elektrik di Bangunan Puspanitapuri, Putrajaya pada hari bekerja dan cuti (sabtu dan ahad) serta penggunaan Dewan semasa majlis keraian.

Beban Hari Bekerja

Sistem	Anggaran Kuasa (kW)	Anggaran Tempoh Operasi (Jam)	Anggaran Bilangan Hari Operasi	Anggaran Penggunaan Tenaga Bulanan (kWj)	Anggaran Peratus Penggunaan Tenaga (%)
Pencahayaan (Dalam) / Ruang Pejabat, Perpustakaan, Tandas, Surau, lobi lif	6.29	10	22	1,383.80	29.02%
Peralatan Pejabat & Domestik	5.14	10	22	1,130.80	23.71%
Pencahayaan (Lampu Kawasan)	3.65	12	22	963.60	20.21%
Pencahayaan (<i>Basement Car park</i>)	6.72	24	22	1,290.24	27.06%
				4,768.44	
Pencahayaan (Gelanggang Sukan)	21.03	4	2	168.24	
Lain-lain (luar waktu pejabat)	15.63	14	22	4,814.04	
				6,272.52	
Jumlah				9,750.72	

Jadual 5: Anggaran Penggunaan Tenaga Sistem Elektrik Pada Hari Bekerja di Bangunan Puspanitapuri, Putrajaya

Beban Hari Cuti (Sabtu dan Ahad)

Sistem	Anggaran Kuasa (kW)	Anggaran Tempoh Operasi (Jam)	Anggaran Bilangan Hari Operasi	Anggaran Penggunaan Tenaga Bulanan (kWj)	Anggaran Peratus Penggunaan Tenaga (%)
Pencahayaan (<i>Basement Car park</i>)	6.72	24	8	1,290.24	24.28%
Pencahayaan (Lampu Kawasan)	3.65	12	8	350.4	6.60%
Pencahayaan (Gelanggang Sukan)	21.03	4	8	672.96	12.66%
Lain-lain (luar waktu pejabat)	15.63	24	8	3,000.96	56.47%
Jumlah				5,314.56	

Jadual 6 :Penggunaan Tenaga Sistem Elektrik Pada Cuti Sabtu dan Ahad di Bangunan Puspanitapuri, Putrajaya

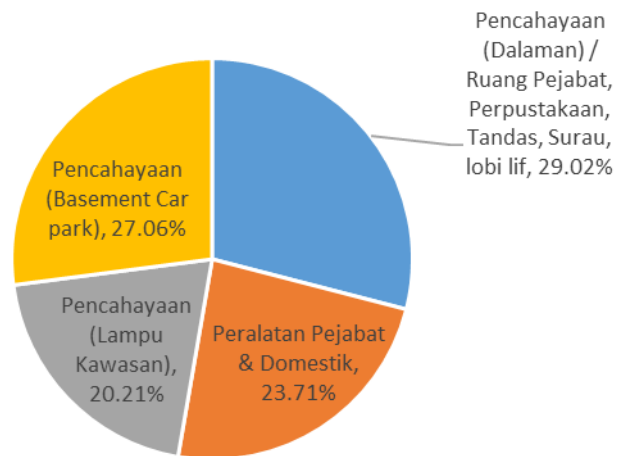
Beban Ruang Dewan

Sistem	Anggaran Kuasa (kW)	Anggaran Tempoh Operasi (Jam)	Anggaran Bilangan Hari Operasi	Anggaran Penggunaan Tenaga (kWj)	Anggaran Peratus Penggunaan Tenaga (%)
Pencahayaan (Dalaman) / Ruang Dewan	117.59	10	1	1,175.90	94.96%
Peralatan AV dan beban soket Dewan	6.24	10	1	62.40	5.04%
Jumlah				1,238.30	

Jadual 7: Anggaran Penggunaan Tenaga Sistem Elektrik di Ruang Dewan Bangunan Puspanitapuri, Putrajaya

Peratusan pecahan penggunaan tenaga sistem elektrik bagi Bangunan Puspanitapuri, Putrajaya ditunjukkan pada **Rajah 5** di bawah.

Didapati penggunaan tenaga tertinggi adalah dari Sistem Pencahayaan (Dalaman) sebanyak 29.02 % diikuti oleh Pencahayaan pada ruang *basement car park* sebanyak 27.02 %, Peralatan Pejabat dan Domestik sebanyak 23.71 % dan Pencahayaan Luaran sebanyak 20.21 %.



Rajah 5: Pecahan Penggunaan Tenaga Sistem Elektrik di Bangunan Puspanitapuri, Putrajaya

Berdasarkan analisa ini, jelas menunjukkan sekiranya Bangunan Puspanitapuri, Putrajaya ingin mendapat penjimatan yang besar dalam sistem elektrik, langkah-langkah penjimatan pada Sistem Pencahayaan Dalam dan *Basement Car Park* perlu diberi perhatian.

5.4 INDEKS PENGGUNAAN TENAGA

Bangunan Puspanitapuri, Putrajaya mempunyai anggaran keluasan bagi ruang pejabat berpenyaman udara 988.2 m². Pihak pasukan audit telah bersetuju untuk menganalisa BEI berdasarkan anggaran penggunaan tenaga yang dikira berdasarkan anggaran penggunaan kuasa yang direkod bagi ruang pejabat dan ruang dewan. Intensiti Penggunaan Tenaga bagi Bangunan Puspanitapuri, Putrajaya seperti berikut dikira:

- i. *Building Energy Intensity (BEI).*
- ii. *Building Energy Cost (BEC)*
- iii. *Air Conditioning Energy Intensity Intensity (ACEII).*
- iv. *Air Conditioning Power Intensity (ACPI).*
- v. *Lighting Power Intensity (LPI).*
- vi. *Lighting Energy Intensity (LEI)*
- vii. *Lighting Cost Intensity (LCI)*

Pengiraan terperinci bagi setiap indeks tenaga yang dinyatakan di atas adalah seperti **perkara 5.4.1 sehingga 5.4.8.**

5.4.1 BUILDING ENERGY INTENSITY (BEI)

BUILDING ENERGY INTENSITY (BEI)

- i) BEI keseluruhan ruang pejabat dan ruang dewan di bangunan Puspanitapuri, Putrajaya

Bagi mendapatkan anggaran BEI di ruang pejabat dan ruang dewan, pecahan penggunaan tenaga hanya bagi ruang pejabat dianalisa seperti **Jadual 8** dan ruang dewan seperti **Jadual 9**.

Sistem	Anggaran Kuasa (kW)	Anggaran Tempoh Operasi (Jam)	Anggaran Bilangan Hari Operasi	Anggaran Penggunaan Tenaga Bulanan (kWj)
Pecahan Tenaga Ruang Pejabat				
Pencahayaan (Dalaman) / Ruang Pejabat, Perpustakaan, Tandas, Surau, lobi lif	6.29	10	22	1,383.80
Peralatan Pejabat & Domestik	5.14	10	22	1,130.80
Lain-lain (luar waktu pejabat - Hari Bekerja)	15.63	14	22	4,814.04
Lain-lain (luar waktu pejabat - Sabtu & Ahad)	15.63	24	8	3,000.96
Sistem Penghawa Dingin Pejabat & Klinik	45.94	10	22	10,106.80

Anggaran penggunaan tenaga sebulan bagi ruang pejabat	20,436.40
Anggaran penggunaan tenaga setahun bagi ruang pejabat	245,236.80

Jadual 8: Anggaran Pecahan Penggunaan Tenaga Bagi Ruang Pejabat

Sistem	Anggaran Kuasa (kW)	Anggaran Tempoh Operasi (Jam)	Anggaran Bilangan Hari Operasi	Anggaran Penggunaan Tenaga (kWj)
Pecahan Tenaga Ruang Dewan				
Pencahayaan (Dalaman) / Ruang Dewan	117.59	10	71	83,488.90
Peralatan AV dan beban soket Dewan	6.24	10	71	4430.40
Sistem Penghawa Dingin Ruang Dewan	252.49	10	71	179,267.90
Anggaran penggunaan tenaga setahun bagi ruang dewan				267,187.20

Jadual 9 : Anggaran Pecahan Penggunaan Tenaga Bagi Ruang Dewan

Anggaran bilangan hari operasi bagi ruang dewan adalah merujuk kepada jadual tempahan dewan bagi tahun 2015 yang mencatatkan sebanyak 71 majlis.

BEI = Jumlah Penggunaan Tenaga Tahunan (kWj) / Luas Lantai Berpenyaman Udara(m²).

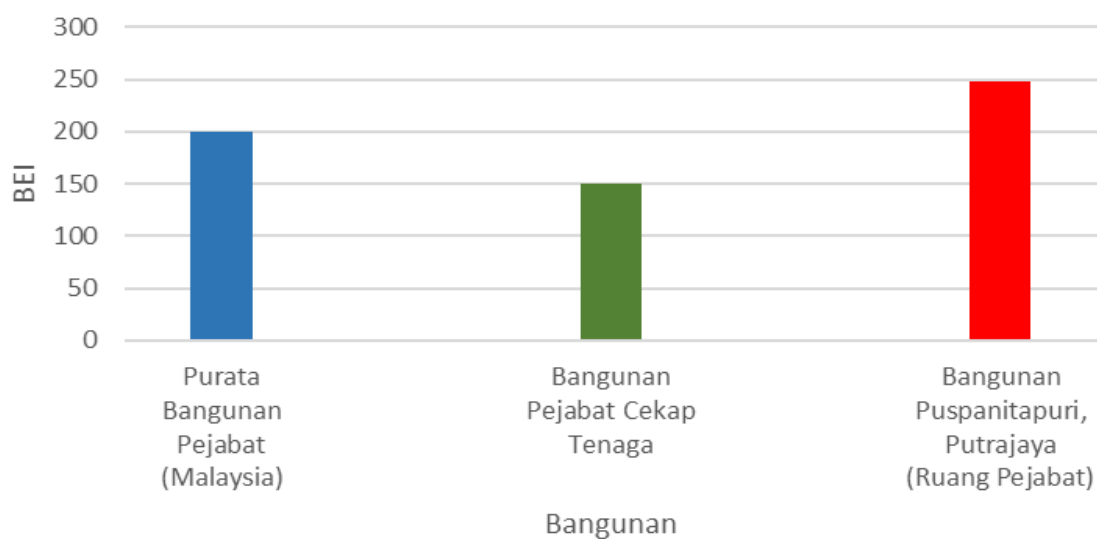
Tahun 2015	Ruang Pejabat	Ruang Dewan
Anggaran Jumlah Penggunaan Tenaga Tahunan (kWj)	245,236.80	267,187.20
Luas Lantai Berpenyaman Udara (m²)	988.20	3,022.86
BEI (kWj/m²/tahun)	248.17	88.39

Jadual 10: Anggaran Nilai BEI

Merujuk kepada **Rajah 6**, Bangunan Puspanitapuri, Putrajaya telah merekodkan BEI 248.17 kWj/m²/tahun. Data penggunaan tenaga bagi tempoh setahun ini adalah anggaran penggunaan tenaga melalui analisa pecahan tenaga seperti Jadual 5.31 A. Ini kerana, bil elektrik TNB merekodkan penggunaan keseluruhan tenaga bagi Bangunan Puspanitapuri yang merangkumi ruang pejabat serta dewan untuk majlis keraian.

Nilai BEI yang direkodkan ($248.17 \text{ kWj/m}^2/\text{tahun}$) ini lebih tinggi dari nilai cadangan BEI Bangunan Pejabat Cepak Tenaga di Malaysia sebanyak 65.45 %. Nilai yang direkodkan juga adalah tinggi berbanding purata nilai BEI bagi kebanyakan bangunan pejabat di Malaysia sebanyak 24.09 %.

Oleh yang demikian, masih terdapat potensi untuk mengurangkan penggunaan tenaga bagi mencapai BEI yang lebih baik dengan melaksanakan langkah-langkah penjimatan yang dicadangkan di dalam laporan ini untuk memastikan bangunan ini dapat merekodkan nilai BEI yang baik di masa hadapan.



Rajah 6: Perbandingan Intensiti Tenaga Bangunan

5.4.2 BUILDING ENERGY COST (BEC)

$$\text{BEC} = \text{Bil Tahunan (RM)} / \text{Luas Lantai Berpenyaman Udara (m}^2\text{)}$$

$$\text{Anggaran bil tahunan} = 245,236.80 \times 0.509 \text{ (RM)}$$

$$= \text{RM}124,825.53$$

Tahun 2015	Ruang Pejabat	Ruang Dewan
Anggaran Bil Tahunan (RM)	124,825.53	135,998.28
Luas Lantai Berpenyaman Udara (m ²)	988.2	3,022.86

BEC (RM/m²/tahun)	126.32	44.99
Luas Lantai Berpenyaman Udara (m²)	988.2	3,022.86
BEC (RM/m²/tahun)	126.32	44.99

5.4.3 Air-Conditioning Energy Intensity Index (ACEII)

Secara asasnya, *Air Conditioning Energy Intensity Index (ACEII)* adalah penunjuk prestasi tenaga bagi mengukur tahap kecekapan penggunaan tenaga peralatan sistem penyaman udara di dalam sesebuah bangunan. Pengiraan *ACEII* adalah seperti dalam persamaan (1):

$$ACEII = \frac{\text{Jumlah penggunaan tenaga tahunan sistem penyaman udara (kWh/year)}}{\text{Luas lantai berpenyaman udara (m}^2\text{)}} \dots (1)$$

Berikut adalah pengiraan bagi menganggar kadar guna tenaga bagi peralatan sistem penyaman udara yang terlibat.

Dewan

- i. *Condenser Water Pump* (1 unit beroperasi dan 1 unit *standby*)

Jumlah penggunaan kuasa (kW) sehari = 13.62 kW

Jumlah penggunaan tenaga (kWh) sehari = 13.62 kW x 10 jam
= **136.2 kWh/hari**

- ii. *Cooling Tower Fan* (2 unit beroperasi)

Jumlah penggunaan kuasa (kW) sehari = 7.0 kW

Jumlah penggunaan tenaga (kWh) sehari = 7.0 kW x 10 jam
= **70.0 kWh/hari**

- iii. *Air Cooled Split Unit (ACSU)& Fan Coil Unit (FCU)* (16 unit)

Jumlah penggunaan kuasa (kW) sehari = 38.39 kW

Jumlah penggunaan tenaga (kWh) sehari = 38.39 kW x 10 jam x 0.7 (*load factor*)
= **268.7 kWh/hari**

Nota: *Load factor 0.7* dipilih kerana penggunaan tenaga sistem ACSU adalah bergantung kepada keperluan semasa dan ianya tidak konsisten sepanjang masa.

iv. *Water Cooled Packaged Unit (WCPU)*

Jumlah penggunaan kuasa (kW) sehari = **145.10 kW**

Jumlah penggunaan tenaga (kWh) sehari = (145.10 kW x 10 jam)
= **1,451.0 kWh/hari**

v. *Air Cooled Packaged Unit (ACPU)*

Jumlah penggunaan kuasa (kW) sehari = **59.65 kW**

Jumlah penggunaan tenaga (kWh) sehari = (59.65 kW x 10 jam)
= **596.5 kWh/hari**

- vi. Jumlah penggunaan tenaga (kWh/hari) bagi keseluruhan sistem penyaman udara yang boleh dianggarkan dengan ditambah jumlah penggunaan tenaga (kWh/hari) bagi semua komponen sistem penyaman udara yang terlibat seperti di 5.4 (ii), (iii), (iv) dan (v) di atas dimana :

Jumlah tenaga sistem penyaman udara = **136.2 + 70.00 + 268.73 + 1,451.0 + 596.5**
(kWh/hari)
= **2,522.43 kWh/hari**

Berdasarkan kepada penganalisaan jumlah penggunaan tenaga bagi sistem penyaman udara, *Air Conditioning Energy Intensity Index (ACEII)* bagi Dewan Puspanitapuri Putrajaya ialah:

$$\begin{aligned} ACEII &= \frac{\text{Jumlah penggunaan tenaga tahunan sistem penyaman udara (kWh/year)}}{\text{Luas lantai berpenyaman udara (m}^2\text{)}} \\ &= \frac{2,522.43 \text{ kWh} \times 6 \text{ day/mnth} \times 12 \text{ mnth/yr}}{3,022.86 \text{ m}^2} \\ &= \frac{181,614.96 \text{ kWh/year}}{3,022.86 \text{ m}^2} \\ &= 60.08 \text{ kWh/m}^2\text{/year} \end{aligned}$$

Nota: 6 day/mnth - Anggaran penggunaan dewan sebulan

Pejabat

i. *Condenser Water Pump* (1 unit beroperasi dan 1 unit *standby*)

Jumlah penggunaan kuasa (kW) sehari = 3.32 kW

Jumlah penggunaan tenaga (kWh) sehari = 3.32 kW x 10 jam

$$= 33.2 \text{ kWh/hari}$$

- ii. *Cooling Tower Fan* (1 unit beroperasi)

$$\text{Jumlah penggunaan kuasa (kW) sehari} = 3.0 \text{ kW}$$

$$\begin{aligned} \text{Jumlah penggunaan tenaga (kWh) sehari} &= 3.0 \text{ kW} \times 10 \text{ jam} \\ &= 30 \text{ kWh/hari} \end{aligned}$$

- iii. *Air Cooled Split Unit (ACSU) & Fan Coil Unit (FCU)* (32 unit)

$$\text{Jumlah penggunaan kuasa (kW) sehari} = 56.30 \text{ kW}$$

$$\begin{aligned} \text{Jumlah penggunaan tenaga (kWh) sehari} &= 56.30 \text{ kW} \times 10 \text{ jam} \times 0.7 (\text{load factor}) \\ &= 394.1 \text{ kWh/hari} \end{aligned}$$

Nota: Load factor 0.7 dipilih kerana penggunaan tenaga sistem ACSU adalah bergantung kepada keperluan semasa dan ianya tidak konsisten sepanjang masa.

- iv. Jumlah penggunaan tenaga (kWh/hari) bagi keseluruhan sistem penyaman udara yang boleh dianggarkan dengan ditambah jumlah penggunaan tenaga (kWh/hari) bagi semua komponen sistem penyaman udara pejabat yang terlibat seperti di 5.4 (i), (ii) dan (iii) di atas dimana :

$$\begin{aligned} \text{Jumlah tenaga sistem penyaman udara} &= 33.2 + 30 + 394.1 \\ &\quad (\text{kWh/hari}) \\ &= 457.3 \text{ kWh/hari} \end{aligned}$$

Berdasarkan kepada penganalisaan jumlah penggunaan tenaga bagi sistem penyaman udara, *Air Conditioning Energy Intensity Index (ACEII)* bagi Pejabat (termasuk klinik & Penginapan) Puspanitapuri Putrajaya ialah:

$$\begin{aligned} ACEII &= \frac{\text{Jumlah penggunaan tenaga tahunan sistem penyaman udara (kWh/year)}}{\text{Luas lantai berpenyaman udara (m}^2\text{)}} \\ &= \frac{457.3 \text{ kWh} \times 5 \text{ day/wk} \times 52 \text{ week/yr}}{988.14 \text{ m}^2} \\ &= \frac{118,898 \text{ kWh/year}}{988.14 \text{ m}^2} \\ &= 120.32 \text{ kWh/m}^2/\text{year} \end{aligned}$$

5.4.4 Air-Conditioning Power Index (ACPI)

Air Conditioning Power Index (ACPI) adalah penunjuk prestasi penggunaan kuasa elektrik bagi sistem penyaman udara yang terlibat bagi setiap meter persegi sesebuah bangunan. Pengiraan *ACPI* adalah seperti dalam persamaan (2):

$$ACPI = \frac{\text{Jumlah penggunaan kuasa harian sistem penyaman udara (W)}}{\text{Luas lantai berpenyaman udara (m}^2\text{)}} \dots (2)$$

Berdasarkan kepada penganalisan jumlah penggunaan kuasa bagi sistem penyaman udara, *Air Conditioning Power Index (ACPI)* bagi Dewan dan Pejabat (termasuk klinik & Penginapan) Puspanitapuri Putrajaya ialah:

Dewan

$$\begin{aligned} ACPI &= \frac{\text{Jumlah penggunaan kuasa harian sistem penyaman udara (W)}}{\text{Luas lantai berpenyaman udara (m}^2\text{)}} \\ &= \frac{(145,100 + 59,650 + 26,873 + 13,620 + 7,000) \text{ W}}{3,022.86 \text{ m}^2} \\ &= \frac{252,243 \text{ W}}{3,022.86 \text{ m}^2} \\ &= 83.44 \text{ W/m}^2 \end{aligned}$$

Pejabat

$$\begin{aligned} ACPI &= \frac{\text{Jumlah penggunaan kuasa harian sistem penyaman udara (W)}}{\text{Luas lantai berpenyaman udara (m}^2\text{)}} \\ &= \frac{(39,410 + 3,320 + 3,000) \text{ W}}{988.14 \text{ m}^2} \\ &= \frac{45,730 \text{ W}}{988.14 \text{ m}^2} \\ &= 46.38 \text{ W/m}^2 \end{aligned}$$

5.4.5 Air-Conditioning Cost Index (ACCI)

Air Conditioning Cost Index (ACCI) adalah kaedah penganalisaan jumlah kos bagi sistem penyaman udara yang terlibat dan juga dapat menentukan kos penggunaan tenaga tahunan bagi setiap meter persegi sesebuah bangunan. Pengiraan ACCI adalah seperti dalam persamaan (3):

$$ACCI = \frac{\text{Jumlah kos penggunaan tenaga tahunan sistem penyaman udara (RM/year)}}{\text{Luas lantai berpenyaman udara (m}^2\text{)}} \dots (3)$$

Berdasarkan kepada penganalisaan jumlah penggunaan tenaga bagi sistem penyaman udara, *Air Conditioning Cost Index (ACCI)* bagi bangunan Dewan dan Pejabat (termasuk klinik & Penginapan) Pusanitapuri Putrajaya ialah ialah:

Dewan

$$\begin{aligned} ACCI &= \frac{\text{Jumlah kos penggunaan tenaga tahunan sistem penyaman udara (RM/year)}}{\text{Luas lantai berpenyaman udara (m}^2\text{)}} \\ &= \frac{(2,522.43 \text{ kWh} \times 6 \text{ day/mnth} \times 12 \text{ mnth/yr}) \times \text{RM}0.509}{3,022.86 \text{ m}^2} \\ &= \frac{181,614.96 \text{ kWh/year} \times \text{RM}0.509}{3,022.86 \text{ m}^2} \\ &= \frac{92,442.01 \text{ RM/year}}{3,022.86 \text{ m}^2} \\ &= 30.58 \text{ RM/m}^2/\text{year} \end{aligned}$$

Pejabat

$$\begin{aligned} ACCI &= \frac{\text{Jumlah kos penggunaan tenaga tahunan sistem penyaman udara (RM/year)}}{\text{Luas lantai berpenyaman udara (m}^2\text{)}} \\ &= \frac{(457.3 \text{ kWh} \times 5 \text{ day/wk} \times 52 \text{ week/yr}) \times \text{RM}0.509}{988.14 \text{ m}^2} \end{aligned}$$

$$= \frac{118,898 \text{ kWh/year} \times \text{RM}0.509}{988.14 \text{ m}^2}$$

$$= \frac{60,519.08 \text{ RM/year}}{988.14 \text{ m}^2}$$

$$= 61.25 \text{ RM/m}^2/\text{year}$$

nota – kos penggunaan tahunan berdasarkan tarif TNB iaitu 0.509 sen/kWh (Tarif B – Low Voltage Commercial Tariff)

5.4.6 LIGHTING POWER INTENSITY (LPI)

LPI adalah kaedah penganalisan jumlah kuasa pencahayaan bagi setiap meter persegi sesebuah bangunan.

LPI = Jumlah Kuasa Pencahayaan (kW) / Luas Lantai Berpenyaman Udara (m²)

Tahun 2015	Ruang Pejabat	Ruang Dewan
Kuasa Pencahayaan (kW)	6.29	117.59
Luas Lantai Berpenyaman Udara (m ²)	988.2	3,022.86
LPI (W/m ²)	6.37	38.90

5.4.7 LIGHTING ENERGY INTENSITY (LEI)

LEI adalah kaedah penganalisan jumlah tenaga pencahayaan bagi setiap meter persegi sesebuah bangunan.

LEI =

Jumlah Penggunaan Tenaga Pencahayaan Tahunan (kWj) / Luas Lantai Berpenyaman Udara (m²)

Tahun 2015	Ruang Pejabat	Ruang Dewan
Kuasa Pencahayaan (kWj)	16,605.60	83,488.90
Luas Lantai Berpenyaman Udara (m²)	988.2	3,022.86
LEI (kWj/m²/tahun)	16.80	27.62

5.4.8 LIGHTING COST INTENSITY (LCI)

LCI adalah kaedah penganalisan jumlah kos tenaga pencahayaan bagi setiap meter persegi sesebuah bangunan.

LCI =

Anggaran Jumlah Kos Penggunaan Tenaga Pencahayaan Tahunan (RM) / Luas lantai Berpenyaman Udara (m²)

Tahun 2015	Ruang Pejabat	Ruang Dewan
Anggaran Kos Penggunaan Tenaga Pencahayaan Tahunan (RM)	8,452.25	42,495.85
Luas Lantai Berpenyaman Udara (m²)	988.2	3,022.86
LCI (RM/m²/tahun)	8.55	14.06

5.5 PRESTASI SISTEM AKTIF (ELEKTRIK)

5.5.1 Pengenalan Sistem Elektrik

Bangunan Puspanitapuri, Putrajaya menerima bekalan masuk 415 Volt daripada TNB di bawah Tarif B di mana hanya penggunaan tenaga sahaja dikenakan di dalam bil elektrik.

Bangunan ini mempunyai satu (1) Papan Suis Utama Voltan Rendah bagi mengawal bekalan kuasa (Sistem Penyejukan Udara, Sistem Pencahayaan Dalaman, Peralatan Domestik & Pejabat serta Lif).

Terdapat 2 suis gear masukan bagi *incoming* papan suis utama daripada jenis ACB yang berkapasiti 1600 Amp setiap satu. Bangunan ini juga dilengkapi dengan satu (1) janakuasa tunggu sedia berkapasiti 350 kVA dan akan memberikan bekalan berterusan kepada bekalan *essential* apabila bekalan daripada TNB terputus.

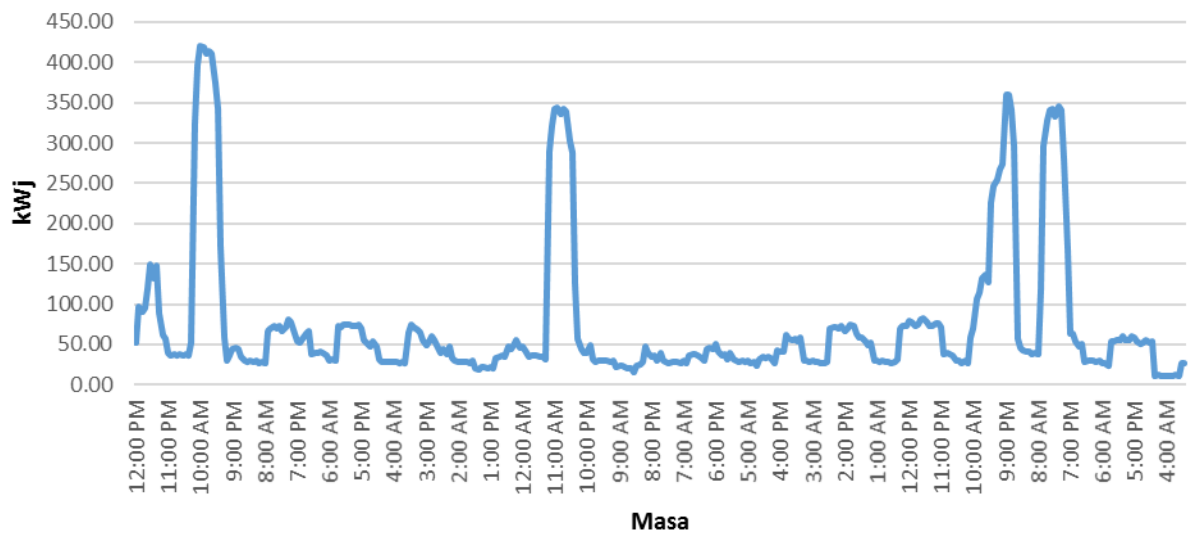
Sistem pencahayaan bagi bangunan ini menggunakan lampu *fluorescent*, *compact fluorescent light (downlight)* dan *SON* untuk sistem pencahayaan di dalam dan di luar bangunan.

Lampiran 2 menunjukkan jenis-jenis lampu yang digunakan di dalam bangunan.

5.5.2 Penemuan Teknikal Sistem Elektrik

- i) **Rajah 7** di bawah menunjukkan Profil Penggunaan Tenaga di Bangunan Puspanitapuri, Putrajaya dari 18 Januari 2016 sehingga 2 Mac 2016 yang telah direkodkan menggunakan *Power Logger (Fluke dan WinPQ)* bagi setiap selang masa 5 minit pada masukan no.1 dan no.2.

Anggaran purata penggunaan harian pada waktu pejabat adalah sekitar 75 kWj. Didapati purata penggunaan kuasa elektrik di luar waktu pejabat pula adalah sekitar 26 kWj. Jumlah penggunaan kuasa elektrik di luar waktu pejabat ini merangkumi 34.67% daripada jumlah penggunaan tenaga waktu pejabat. Peratus penggunaan tenaga di luar waktu pejabat ini agak tinggi jika dibandingkan dengan bangunan kerajaan lain yang mana peratusan penggunaan adalah sekitar 15%.



Rajah 7: Profil Penggunaan Tenaga (kWj) di Bangunan Puspanitapuri, Putrajaya Yang Direkod Menggunakan Power Logger

- ii) Daripada audit yang telah dijalankan pada setiap tingkat, didapati tahap kecerahan (*lux level*) di kebanyakan ruang adalah mengikut garis panduan yang telah ditetapkan di dalam **MS 1525:2014** (Rujuk **Lampiran 3**).

iii). Penemuan Bergambar Sistem Elektrik

Gambar/Penemuan	Keterangan
	Lokasi: Di ruang surau lelaki dan perempuan Ulasan: lampu terpasang walaupun tiada pegawai di dalam surau Penambahbaikan: Menutup lampu atau meletakkan <i>motion sensor</i> untuk mengelakkan lampu sentiasa terpasang walaupun tiada pegawai
	Lokasi: Di tandas pegawai Ulasan: lampu sentiasa terpasang walaupun tiada pegawai di dalam tandas Penambahbaikan: Menutup lampu atau meletakkan motion sensor untuk mengelakkan lampu sentiasa terpasang walaupun tiada pegawai.

	
Tiada Gambar	<u>Lokasi:</u> Parkir kereta di aras basement <u>Ulasan:</u> Lampu di parker kereta di aras basement dipasang 24 jam. <u>Penambahbaikan:</u> Menukar lampu sediaada kepada lampu yang lebih cekap tenaga, T5 atau LED.
	<u>Lokasi:</u> Stor <u>Ulasan:</u> Lampu dibiarkan terpasang walaupun tiada pegawai ataupun aktiviti dijalankan. <u>Penambahbaikan:</u> Menutup suis lampu ketika tiada pegawai atau aktiviti dijalankan. Meletakkan <i>motion sensor</i> pada ruang yang jarang digunakan bagi mengawal penutupan serta pembukaan lampu.



Aras: Ruang pantry

Ulasan: Ruang pantry yang mendapat pencahayaan semulajadi yang cukup tidak memerlukan pencahayaan tambahan dengan memasang lampu.

Penambahbaikan: Menutup suis lampu atau meletakkan daylight sensor bagi mengawal penutupan serta pembukaan lampu.

Lokasi: Dewan serbaguna

Ulasan: Lampu di dalam dewan tidak dipadamkan sepenuhnya walaupun tiada aktiviti dijalankan

Penambahbaikan: Menutup sepenuhnya lampu di dalam dewan ketika tiada aktiviti dijalankan.



Lokasi: Koridor pejalan kaki

Ulasan: Penggunaan satu suis bagi mengawal 10 set lampu

Penambahbaikan:

Menggunakan sekurang-kurangnya 2 suis bagi mengawal lampu tersebut dengan kaedah *alternate switching* agar penggunaan tenaga dapat dikurangkan serta memanjangkan hayat lampu tersebut.

5.6 Prestasi Sistem Aktif (Mekanikal)

5.6.1 Pengenalan Sistem Mekanikal

Audit tenaga ini dilaksanakan merangkumi sistem mekanikal yang terdapat di bangunan Puspanitapuri, Putrajaya yang menggunakan tenaga. Kesemua data penggunaan tenaga oleh komponen mekanikal diambil secara *clamp (instant reading)* atau *logging* bagi mendapatkan kadar penggunaan tenaga oleh komponen dan sistem berkenaan.

Data-data ini dianalisa bagi mengenalpasti penggunaan beban sistem mekanikal di dalam bangunan seperti beban sistem penyaman udara, sistem lif dan sistem bekalan air domestik.

Bagi sistem penyaman udara, audit terperinci telah dilaksanakan melalui penganalisaan beban termal bangunan untuk mengenalpasti kecekapan sistem dan komponen penyaman udara.

Audit tenaga juga menilai tahap keselesaan bangunan melalui pemeriksaan ke atas *Indoor Air Quality (IAQ)*. Bacaan suhu, *relative humidity (RH)* dan kadar CO₂ diambil ke atas beberapa ruang di dalam bangunan untuk diperiksa akan pematuhannya pada MS1525:2014 dan *Code of Practice on Indoor Air Quality* ISBN : 983-2014-51-4.

Bangunan Puspanitapuri, Putrajaya terdiri Pejabat Pentadbiran, Dewan Banquet, Klinik Pemeriksaan Wanita, beberapa bilik penginapan, gelanggang sukan dan tempat letak kereta bawah tanah. Keluasan kasar (*Gross Floor Area, GFA*) Puspanitapuri, Putrajaya adalah sebanyak 15,756m² dan ruang berpenyaman udara seluas 4,011m². Terdapat 3 sistem mekanikal yang digunakan di dalam bangunan ini iaitu:

1. Sistem Penyaman Udara dan Pengalihudaraan
2. Sistem Lif
3. Sistem Bekalan Air Domestik

a. Sistem Penyaman Udara dan Pengalihudaraan

Sistem penyaman udara yang terdapat di bangunan ini adalah daripada jenis, i). *Water-Cooled Packaged Unit (WCPU)*, ii). *Fan Coil Unit* iii). *Air-Cooled Packaged Unit (ACPU)* dan iv). *Air-Cooled Split Unit (ACSU)*. Sistem penyaman udara jenis *Water-Cooled Packaged Unit* dan *Air-Cooled Packaged Unit* merupakan sistem utama untuk Dewan Banquet manakala sistem

penyaman udara jenis *Fan Coil Unit* dan *Air-Cooled Split Unit* digunakan di bangunan pejabat, klinik dan bilik penginapan.

Sistem *ACSU* juga bertindak sebagai sokongan kepada sistem *WCPU* untuk Dewan *Banquet* dan digunakan di Bilik *VVIP*, Bilik *AV*, Bilik Pengantin dan Ruang *RE Function*. Terdapat sejumlah empat (4) unit *WCPU*, satu (1) unit *ACPU* dan enam (6) unit (*FCU*). Bilangan *ACSU* diseluruh bangunan Puspanitapuri, Putrajaya ini adalah sebanyak empat puluh tujuh (47) unit. Kuantiti dan kapasiti bagi setiap jenis sistem penyaman udara adalah seperti di **Jadual 11**.

BIL	KOMPONEN	KUANTITI	KAPASITI/SAIZ
1	<i>WCPU – 195RT</i>	4	145.10 kW*
2	<i>ACPU–62.5RT</i>	1	59.6 kW*
3	<i>FCU-6.99RT</i>	6	24.62 kW
4	<i>ACSU–19.07RT</i>	48	67.14 kW
5	<i>Cooling Tower - 700 HRT</i>	2	7.0 kW*
6	<i>Condenser Water Pump</i>	4	16.94 kW*

Jadual 11 : Sistem Penyaman Udara di bangunan Puspanitapuri, Putrajaya

Nota: * Kapasiti keseluruhan unit (bacaan sebenar diperolehi melalui alat *power logger & clamp meter*).

Sebanyak empat (4) unit *WCPU* dan satu (1) unit *ACPU* telah diaudit. Unit berkenaan adalah seperti di **Jadual 12**.

BIL	KOMPONEN WCPU	KAPASITI Btu/Hr	LOKASI
1	WCPU-1	938,000	Basement
2	WCPU-2	476,100	Basement
3	WCPU-3	476,100	Basement
4	WCPU-4	476,100	Basement
5	ACPU-1	750,000	Dewan

Jadual 12: Water Cooled Packaged Unit dan Air Cooled Packaged Unit yang diaudit.

Operasi sistem *ACSU* di Bilik Penginapan dan Bilik *VVIP* adalah hanya pada ketika penggunaan bilik berkenaan, manakala operasi sistem *ACSU* di ruang-ruang lain bergantung kepada keadaan suhu dan jadual operasi ruang-ruang tersebut.

b. Sistem Lif

Bangunan Puspanitapuri, Putrajaya mempunyai satu (1) unit lif penumpang yang beroperasi dari *Basement 2* hingga Aras Tanah (*Ground Floor*). Walaubagaimanapun aktiviti audit ini tidak mengambil kira kadar tenaga yang digunakan oleh sistem lif memandangkan penggunaannya yang rendah dan saiz lif yang berkapasiti kecil.

c. Sistem Bekalan Air Domestik

Bangunan Puspanitapuri, Putrajaya ini berketinggian tiga tingkat termasuk dua tingkat parkir kereta bawah tanah dan mempunyai tiga pam penggalak (*Booster Pump*) untuk menghantar air daripada paip syarikat pembekal air kepada tangki air yang berada di bumbung bangunan berkenaan. *Rated Power* yang dinyatakan bagi setiap pam adalah 2.61 kW.

d. Sistem Exhaust Fan Parkir Basement

Bangunan Puspanitapuri, Putrajaya ini terdapat dua Exhaust *Fan* di parkir kereta basement bagi tujuan pengalihudraan. Ianya akan beroperasi sekiranya terdapat kebakaran. *Rated Power* yang dinyatakan bagi setiap pam adalah 29.84 kW.

5.6.2 Penemuan Teknikal Sistem Mekanikal

Bahagian ini memberi perincian terhadap penggunaan tenaga untuk sistem mekanikal bagi bangunan Puspanitapuri Putrajaya.

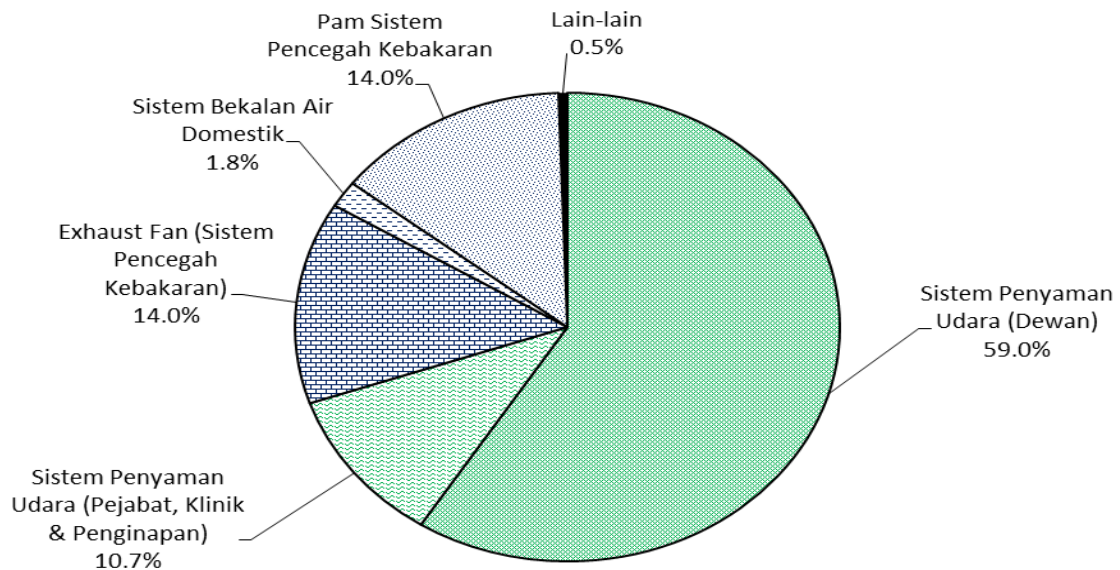
Penggunaan Tenaga Sistem Mekanikal

Penggunaan tenaga oleh sistem mekanikal di bangunan Puspanitapuri Putrajaya dapat dirumuskan seperti di dalam **Jadual 13** dan **Rajah 8**.

Komponen	Penggunaan tenaga harian (kW)	(%)
Sistem Penyaman Udara (Dewan)	252.49	59%
Sistem Penyaman Udara (Pejabat, Klinik & Penginapan)	45.73	11%
Exhaust Fan (Sistem Pencegah Kebakaran)	59.68	14%
Sistem Bekalan Air Domestik	7.83	2%
Pam Sistem Pencegah Kebakaran	59.68	14%
Lain-lain	2.24	1%
Jumlah	427.7	100%

Jadual 13: Penggunaan tenaga sistem penyaman udara Puspanitapuri Putrajaya

Jadual 3 menunjukkan bahawa jumlah penggunaan tenaga harian yang digunakan oleh sistem Mekanikal di Puspanitapuri Putrajaya ialah 427.7 kW dengan penggunaan tenaga tertinggi dicatatkan oleh komponen Sistem Penyaman Udara iaitu 298.2 kW.



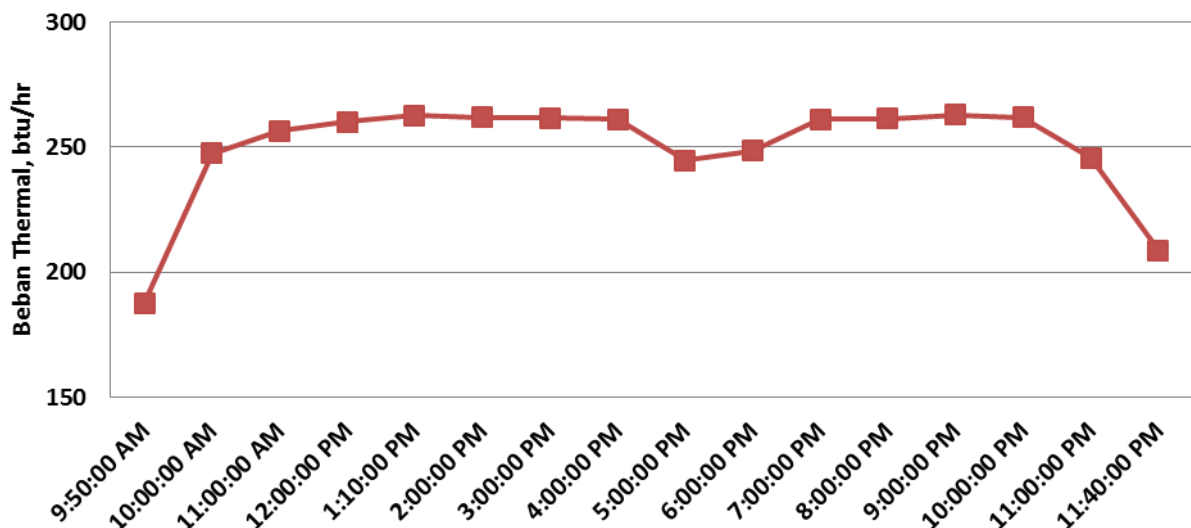
Rajah 8: Penggunaan tenaga sistem mekanikal Bangunan Puspanitapuri

Penggunaan tenaga oleh sistem penyaman udara adalah yang tertinggi berbanding sistem-sistem mekanikal yang lain iaitu sebanyak 70%. Perkara ini berlaku kerana iklim (*climate*) di Malaysia mempunyai suhu luaran (*ambient temperature*) yang tinggi, iaitu pada purata 33°C. Ini menyebabkan perbezaan suhu (ΔT) yang tinggi di antara kawasan di luar dan suhu di dalam bangunan yang dikehendaki (iaitu pada 24°C) sebanyak 9 °C. Perbezaan ini mengakibatkan kadar pemindahan haba ke dalam bangunan yang tinggi, sekaligus memerlukan penggunaan tenaga yang banyak oleh sistem penyaman udara untuk mengeluarkan haba daripada bangunan. Selain itu, waktu operasi sistem yang panjang adalah merupakan satu faktor penggunaan tenaga yang tinggi.

Sasaran utama Audit tenaga sistem mekanikal ini ditumpukan pada kapasiti beban sistem penyaman udara yang merupakan penyumbang terbesar kepada bil utiliti elektrik sesebuah bangunan (*significant energy user*), seterusnya membuat cadangan bagi mengurangkan beban tersebut.

6.2 Profil Beban Sistem Penyaman Udara Dewan

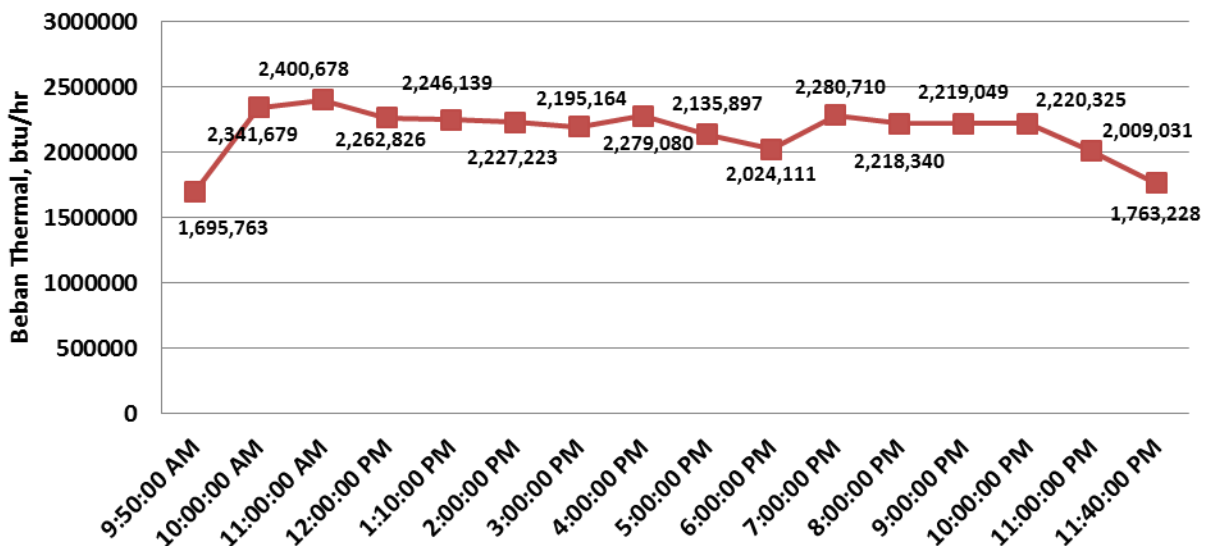
Beban elektrik sistem penyaman udara jenis *WCPU* dan *ACPU* bagi dewan Puspanitapuri Putrajaya direkodkan selama satu (1) hari semasa dewan digunakan untuk mengenalpasti profil penggunaan tenaga berkenaan. Bacaan selama sehari adalah cukup konsisten untuk mendapatkan profil beban sistem penyaman udara secara keseluruhan seperti yang ditunjukkan dalam **Rajah 9**.



Rajah 9: Beban elektrik sistem *WCPU* dan *ACPU* dewan Puspanitapuri Putrajaya

Jika dilihat pada rajah ini, beban elektrik meningkat bermula jam 9.50 pagi ke 10.00 pagi secara mendadak adalah disebabkan oleh kesemua sistem *WCPU* dan *ACPU* telah beroperasi secara konsisten antara jam 10.00 pagi hingga 11.40 malam. Terdapat penurunan beban elektrik bermula jam 5.00 petang yang mungkin disebabkan oleh pergerakan hadirin keluar masuk dewan. Selain itu, perubahan suhu di luar bangunan turut mempengaruhi penurunan beban elektrik pada waktu ini. Penurunan beban elektrik yang lebih ketara dapat dilihat bermula jam 10.00 malam di mana berakhirnya penggunaan dewan dan sistem penyaman udara dimatikan.

Beban termal (*thermal load*) merupakan suhu atau perubahan suhu yang memberikan kesan kepada penggunaan tenaga bangunan. Contohnya suhu udara luar (*outdoor air temperature*), radiasi matahari (*solar radiation*), suhu bawah tanah, suhu dalam bangunan dan suhu daripada peralatan yang terdapat di dalam bangunan. Beban termal dikira dengan mendapatkan tenaga yang diperlukan untuk menyejukkan sesebuah ruang di dalam bangunan. **Rajah 10** menunjukkan anggaran profil beban thermal bagi sistem penyaman udara bangunan.



Rajah 10: Profil beban termal WCPU dan ACPU Dewan Puspanitapuri Putrajaya

Rajah 10 menunjukkan beban termal tertinggi yang dicatatkan oleh sistem WCPU dan ACPU ialah 2,400,678 Btu/hr pada jam 11.00 pagi manakala beban termal yang terendah ialah 1,695,763 Btu/hr pada jam 9.50 pagi. Beban termal adalah rendah pada jam 9.50 pagi kerana sistem baru mula beroperasi. Beban termal tertinggi pada jam 11.00 pagi adalah disebabkan oleh peningkatan suhu luar, dewan mula dipenuhi dengan para hadirin dan lain-lain lagi. Beban termal mula menurun selepas 10.00 malam kerana para hadirin mula berkurangan dan operasi sistem penyaman udara mula dimatikan.

Pecahan Tenaga Sistem Penyaman Udara

Bagi mengenalpasti maklumat terperinci mengenai beban sistem penyaman udara, pengumpulan data telah dilakukan dengan merekod bacaan tenaga melalui *data logger*. Data-data elektrik iaitu penggunaan kuasa (kW) dan tenaga (kWh) oleh sistem penyaman udara direkodkan.

Selain itu, data-data penggunaan tenaga termal turut diperolehi melalui pengambilan data suhu dan kelembapan relatif (*relative humidity, RH*) bagi *on-coil* dan *off-coil Water Cooled Package* yang berkenaan. Bacaan bagi *on-coil* dan *off-coil* ini diperolehi dengan meletakkan *data logger* di WCPU dan ACPU. **Jadual 14 dan Jadual 15** menunjukkan jumlah penggunaan tenaga harian oleh sistem penyaman udara Puspanitapuri Putrajaya.

Komponen	Kuasa (kW)	PenggunaanTenaga (kWh/day)	Peratus (kwh/day) (%)
Water-Cooled Package Unit (WCPU)	145.1	1,451	58%
Air-Cooled Package Unit (ACPU)	59.6	596	24%
CWP	13.62	136.2	5%
Cooling Tower	7	70	3%
Fan Coil Unit (FCU)	2.87	28.7	1%
Split Unit (ACSU)	24	240	10%
Jumlah	252.2	2,521.9	100%

Jadual 14: Penggunaan tenaga harian sistem penyaman udara Dewan Puspanitapuri Putrajaya

** Nota: load factor 0.7 ACSU & FCU adalah bergantung kepada keperluan semasa dan ianya tidak konsisten sepanjang masa. Waktu operasi purata 10 jam dianggarkan untuk setiap operasi penggunaan dewan.*

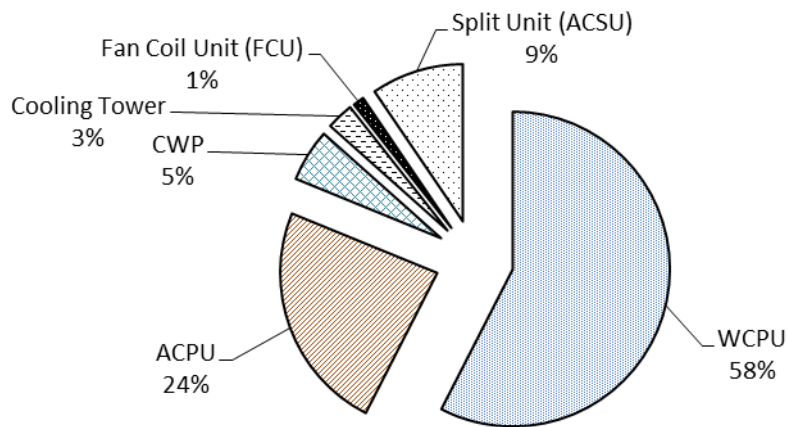
Jadual 14 menunjukkan bahawa jumlah penggunaan tenaga harian yang digunakan oleh sistem penyaman udara Dewan Puspanitapuri Putrajaya ialah 2,521.9 kWh dengan penggunaan tenaga tertinggi dicatatkan oleh komponen *WCPU* iaitu 1,451 kWh.

Komponen	Kuasa (kW)	PenggunaanTenaga (kWh/day)	Peratus (kwh/day) (%)
CWP	3.3	33.2	7.3
Cooling Tower	3.0	30.0	6.6
Fan Coil Unit (FCU)	15.4	153.9	33.7
Split Unit (ACSU)	24.0	240.2	52.5
Jumlah	45.7	457.3	100

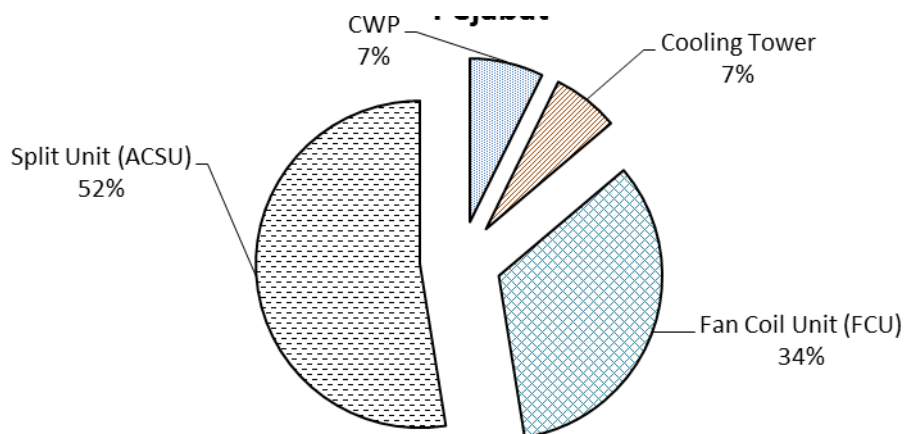
Jadual 15: Penggunaan tenaga harian sistem penyaman udara Pejabat (termasuk klinik & Penginapan) Puspanitapuri Putrajaya

** Nota: load factor 0.7 ACSU & FCU adalah bergantung kepada keperluan semasa dan ianya tidak konsisten sepanjang masa. Waktu operasi purata 10 jam dianggarkan untuk setiap operasi penggunaan dewan.*

Jadual 15 menunjukkan bahawa jumlah penggunaan tenaga harian yang digunakan oleh sistem penyaman udara Pejabat (termasuk klinik & Penginapan) Puspanitapuri Putrajaya ialah 457.3 kWh dengan penggunaan tenaga tertinggi dicatatkan oleh *Split Unit* iaitu 240.2 kWh.



Rajah 11: Peratus penggunaan tenaga oleh komponen sistem penyaman udara dewan



Rajah 12: Peratus penggunaan tenaga oleh komponen sistem penyaman udara pejabat (termasuk klinik & penginapan)

Coefficient of Performance (COP)

Coefficient of Performance (COP) merupakan satu kuantiti tanpa unit, atau nisbah, antara beban penyejukan ke atas sesuatu ruang, dan tenaga elektrik yang diperlukan oleh sistem penyaman udara untuk menyejukkan ruang itu. Ianya merupakan salah satu kaedah yang digunakan untuk mengukur tahap kecekapan sistem penyaman udara.

Nilai COP yang semakin tinggi menunjukkan sesebuah sistem penyaman udara itu lebih cekap dalam operasinya, dan lebih berupaya menyejukkan sesuatu ruang dengan penggunaan tenaga yang rendah.

Secara amnya,
$$COP = \frac{\text{Beban penyejukan sesuatu ruang}}{\text{Kuasa digunakan untuk menyejukkan ruang}}$$

$$COP = \frac{\text{Refrigerant ion load (kW}_{rt})}{\text{Electrical power input to the system/cycle (kW}_e)}$$

Nilai COP bagi lima (3) unit Sistem *WCPU* dan satu (1) unit Sistem *ACPU* yang telah diaudit adalah seperti di dalam **Jadual 16** hingga 19.

Masa	Jumlah Kuasa AHU	Beban Penyejukan		Kecekapan	
	(kW)	RT	kW _{rt}	COP	kW _e /RT
9:50 AM	61.096	76.304	268.359	4.392	0.801
10:00 AM	77.959	87.906	309.165	3.966	0.887
11:00 AM	77.714	87.224	306.765	3.947	0.891
12:00 PM	76.615	83.538	293.803	3.835	0.917
1:10PM	77.959	84.221	296.203	3.799	0.926
2:00 PM	78.264	82.514	290.203	3.708	0.948
3:00 PM	77.409	83.948	295.243	3.814	0.922
4:00 PM	77.042	85.176	299.564	3.888	0.905
5:00 PM	61.096	76.304	268.359	4.392	0.801
6:00 PM	64.090	68.660	241.475	3.768	0.933
7:00 PM	77.042	85.176	299.564	3.888	0.905
8:00 PM	77.409	83.948	295.243	3.814	0.922
9:00 PM	77.409	83.948	295.243	3.814	0.922
10:00 PM	77.409	83.948	295.243	3.814	0.922
11:00 PM	61.096	76.304	268.359	4.392	0.801
11:40 PM	66.962	67.568	237.635	3.549	0.991
Purata	73.6	82.1	288.7	3.9	0.9

Jadual 16: Prestasi kecekapan WCPU-1

Purata *COP* yang dicatatkan bagi WCPU 1 adalah **3.9**

Masa	Jumlah Kuasa AHU	Beban Penyejukan		Kecekapan	
	(kW)	RT	kW _{rt}	COP	kW _e /RT
9:50 AM	41.545	3.686	12.962	0.312	11.273
10:00 AM	40.873	25.621	90.110	2.205	1.595
11:00 AM	40.568	24.487	86.122	2.123	1.657
12:00 PM	41.118	25.657	90.235	2.195	1.603
1:10PM	41.423	26.188	92.104	2.223	1.582

2:00 PM	41.179	25.657	90.235	2.191	1.605
3:00 PM	40.935	24.416	85.873	2.098	1.677
4:00 PM	40.873	26.826	94.348	2.308	1.524
5:00 PM	40.873	26.826	94.348	2.308	1.524
6:00 PM	40.873	26.826	94.348	2.308	1.524
7:00 PM	40.873	26.826	94.348	2.308	1.524
8:00 PM	40.996	25.692	90.359	2.204	1.596
9:00 PM	41.545	25.692	90.359	2.175	1.617
10:00 PM	40.873	25.869	90.983	2.226	1.580
11:00 PM	40.935	18.428	64.809	1.583	2.221
11:40 PM	41.545	17.719	62.317	1.500	2.345
Purata	41.1	23.5	82.7	2.0	2.3

Jadual 17: Prestasi kecekapan WCPU 2

Purata *COP* yang dicatatkan bagi WCPU 2 adalah **2.0**

Masa	Jumlah Kuasa AHU	Beban Penyejukan		Kecekapan	
	(kW)	RT	kW _{rt}	COP	kW _e /RT
9:50 AM	2.016	11.659	41.004	20.338	0.173
10:00 AM	20.712	14.919	52.471	2.533	1.388
11:00 AM	26.882	20.377	71.664	2.666	1.319
12:00 PM	27.616	14.636	51.474	1.864	1.887
1:10PM	27.616	13.785	48.482	1.756	2.003
2:00 PM	27.493	14.600	51.349	1.868	1.883
3:00 PM	27.432	14.246	50.103	1.826	1.926
4:00 PM	27.493	14.459	50.851	1.850	1.902
5:00 PM	27.616	14.033	49.355	1.787	1.968
6:00 PM	27.860	13.076	45.990	1.651	2.131
7:00 PM	27.921	14.707	51.723	1.852	1.899
8:00 PM	28.043	14.494	50.975	1.818	1.935
9:00 PM	28.349	14.494	50.975	1.798	1.956
10:00 PM	28.349	14.388	50.601	1.785	1.970
11:00 PM	28.349	15.344	53.966	1.904	1.847
11:40 PM	19.184	10.702	37.639	1.962	1.793
Purata	25.2	14.4	50.5	3.1	1.7

Jadual 18: Prestasi kecekapan WCPU 3

Purata *COP* yang dicatatkan bagi WCPU 3 adalah **3.1**

Masa	Jumlah Kuasa AHU	Beban Penyejukan		Kecekapan	
	(kW)	RT	kW _{rt}	COP	kW _e /RT
9:50 AM	61.096	41.993	147.691	2.417	1.455
10:00 AM	77.104	46.423	163.270	2.118	1.661

11:00 AM	77.531	45.537	160.154	2.066	1.703
12:00 PM	80.464	44.592	156.831	1.949	1.804
1:10PM	81.197	42.998	151.222	1.862	1.888
2:00 PM	80.708	42.702	150.184	1.861	1.890
3:00 PM	81.625	40.989	144.160	1.766	1.991
4:00 PM	81.564	42.820	150.599	1.846	1.905
5:00 PM	80.830	40.399	142.082	1.758	2.001
6:00 PM	81.441	40.163	141.251	1.734	2.028
7:00 PM	80.892	42.584	149.768	1.851	1.900
8:00 PM	80.281	40.635	142.913	1.780	1.976
9:00 PM	80.708	40.694	143.121	1.773	1.983
10:00 PM	80.647	40.694	143.121	1.775	1.982
11:00 PM	80.708	40.458	142.290	1.763	1.995
11:40 PM	50.588	36.737	129.204	2.554	1.377
Average	77.3	41.9	147.4	1.9	1.8

Jadual 19: Prestasi kecekapan ACPU 1

Purata *COP* yang dicatatkan bagi ACPU 1 adalah **1.9**

Sebagai pemerhatian, **Jadual 16** hingga **19** mempunyai persamaan di mana terdapat peningkatan penggunaan kuasa elektrik oleh Unit Kawalan Udara (*Air Handling Unit, AHU*) yang ketara antara jam 9.50 pagi hingga jam 10.00 pagi. Ianya berlaku disebabkan sistem penyaman udara yang beroperasi pada tahap yang tinggi untuk menyejukkan sesuatu ruang dengan kadar yang cepat. Selain itu, sistem penyaman udara bangunan menggunakan kuasa elektrik yang lebih tinggi bagi menyingkirkan haba yang terkumpul di dalam bangunan sepanjang malam dan sekaligus menyebabkan peningkatan beban termal.

Sebagai perbandingan, data daripada “*MS 1525:2014 Code of Practice on Energy Efficiency and Renewable Energy for Non-Residential Building*” ditunjukkan dalam **Jadual 10** untuk *COP* minima yang dicadangkan untuk *water chilling packages, electrically driven*.

Equipment	Size	Sub-category	Minimum COP
Air conditioners: Air cooled with condenser	< 19 kW _r	Single Split/Package	2.8
		Multi-split	2.8
	≥ 19 kW _r and < 35 kW _r	Split or Package	2.8
	≥ 35 kW _r	Split or Package	2.7
Air conditioners: Water and evaporatively cooled	< 19 kW _r	Split or Package	3.6
	≥ 19 kW _r and < 35 kW _r	Split or Package	3.7
	≥ 35 kW _r	Split or Package	3.8

**Jadual 20: Unitary air conditioners, electrically driven: Minimum COP – cooling
[MS1525:2014]**

Bil.	Lokasi	Unit WCP	COP Sebenar	COP Minima (MS1525:2014)
1	Basement	WCPU 1	3.9	3.8
2	Basement	WCPU 2	2.0	3.8
3	Basement	WCPU 3	3.1	3.8
Purata COP WCPU			3.0	3.8
4	Dewan	ACPU 1	1.9	2.7

Jadual 21: Perbandingan data COP sebenar dan COP minima

Berdasarkan kepada **Jadual 21**, satu (2) daripada tiga (3) unit *WCP* yang diaudit tidak mematuhi kecekapan minimum yang ditetapkan oleh MS1525:2014 iaitu nilai *COP* 3.8 manakala bagi satu (1) *ACP* yang diaudit nilai *COP* adalah 1.9 dan tidak mematuhi kecekapan minimum yang ditetapkan oleh MS1525:2014 iaitu nilai *COP* 2.7. Tahap kecekapan *WCP* yang dicatatkan sepanjang audit tenaga adalah antara *COP* 2 hingga 4.

COP yang rendah boleh berpunca daripada beban termal untuk ruang dewan adalah rendah manakala kapasiti *AHU* pula terlalu besar. Pengiraan semula beban termal sepatutnya dibuat sebelum kerja-kerja penggantian *AHU* dilaksanakan. *COP* yang rendah juga boleh disebabkan penyenggaraan berkala ke atas sistem penyaman udara tidak dilaksanakan secara komprehensif dan mengikut jadual.

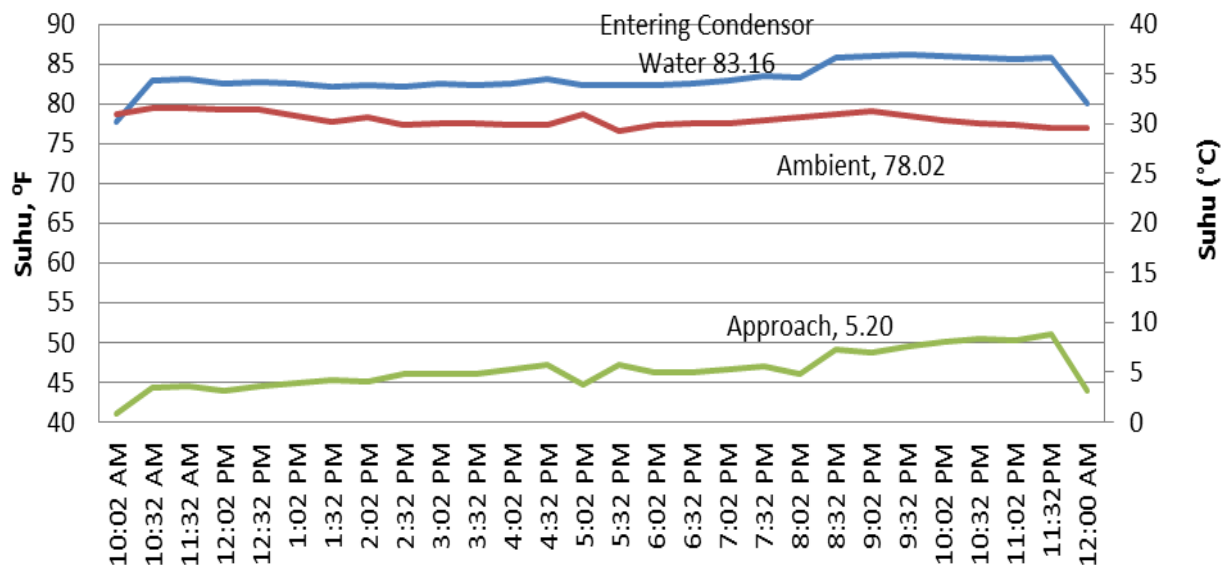
Condenser Approach

Menara Penyejuk (*Cooling Tower*) merupakan salah satu komponen dalam Sistem Penyaman Udara *WCP*. Ia berfungsi sebagai alat untuk menyingkirkan haba daripada *AHU*. Haba ini dibebaskan ke persekitaran dan air yang telah disejukkan di hantar kembali kepada *AHU*.

Saiz Menara Penyejuk adalah berdasarkan kepada kapasiti penyejukan yang diperlukan. Walau bagaimanapun, antara faktor lain yang diambil kira dalam rekabentuk Menara Penyejuk adalah parameter *condenser approach*. *Condenser approach* ialah perbezaan antara suhu air yang keluar daripada Menara Penyejuk dengan suhu bebuli basah udara persekitaran (*wet bulb ambient temperature*). Sistem penyaman udara yang beroperasi pada tahap optimum memerlukan *condenser approach* yang tidak melebihi 3°C; sebagai contoh, sekiranya suhu persekitaran (*ambient temperature*) adalah 29 °C, maka suhu air yang keluar daripada Menara Penyejuk tidak boleh melebihi 32 °C.

Hasil pemeriksaan di bangunan Puspanitapuri Putrajaya, suhu purata bagi *condenser approach* adalah **5.2°C** iaitu melebihi nilai had maksimum yang disarankan. Suhu tertinggi yang dicatatkan adalah pada **8.8°C** iaitu jauh melebihi nilai had maksimum yang disarankan.

Condenser approach yang tinggi menandakan *Cooling Tower* tidak mencapai tahap penyejukan yang sepatutnya. **Rajah 13** di bawah menunjukkan suhu bagi *condenser water*, suhu persekitaran dan *condenser approach*.



Rajah 17: Suhu Masuk Condenser Water, Suhu Persekitaran dan Condenser Approach

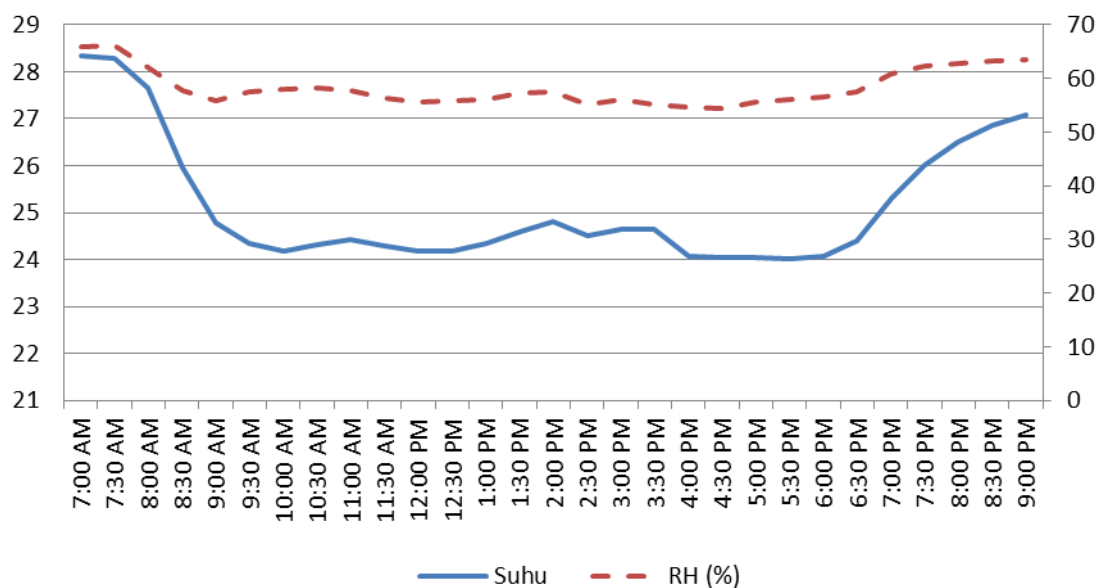
Antara penyebab kepada peningkatan nilai *condenser approach* ialah keadaan Menara Penyejuk yang tidak bersih dan tidak berupaya untuk menyingkirkan haba dengan berkesan ke persekitaran dan seterusnya tidak berjaya mengurangkan kadar *condenser approach*.

Kualiti Udara Dalaman (*Indoor Air Quality, IAQ*)

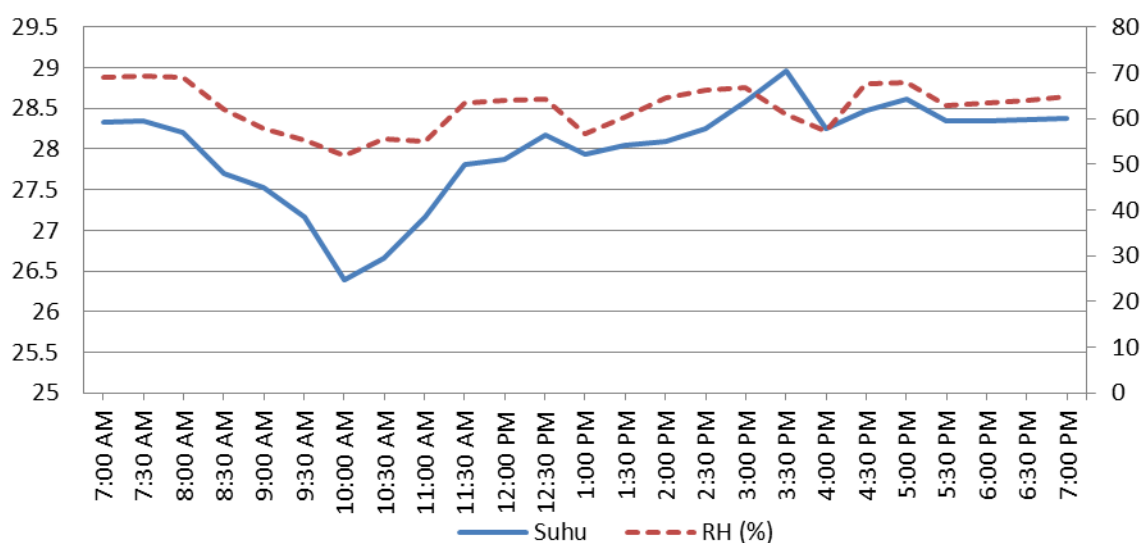
Kualiti udara dalaman (*IAQ*) adalah merujuk kepada kualiti udara di dalam dan di sekeliling bangunan yang berkait rapat dengan kesejahteraan dan kesihatan pengguna bangunan, dan merangkumi aspek suhu persekitaran ruang, kelembapan relatif (*relative humidity-RH*) dan tahap CO₂ di dalam bangunan. Bacaan suhu, *RH* dan CO₂ bagi beberapa buah bilik dan ruang yang direkodkan secara manual dan *data logger*.

Bacaan bagi suhu dan peratus kelembapan relatif bagi ruang Pejabat Pentadbiran Puspanitapuri, Klinik Pemeriksaan Wanita dan Dewan *Banquet* adalah seperti yang ditunjukkan di dalam **Rajah 18**, **Rajah 19** dan **Rajah 20**. Suhu purata bagi ruang Pejabat Pentadbiran semasa waktu pengoperasiannya ialah 24.6°C dan *RH* pula ialah 56.8%. Suhu maksimum yang dicatatkan di ruang berkenaan pula ialah 27.6°C dengan *RH* 62.1% pada permulaan tempoh

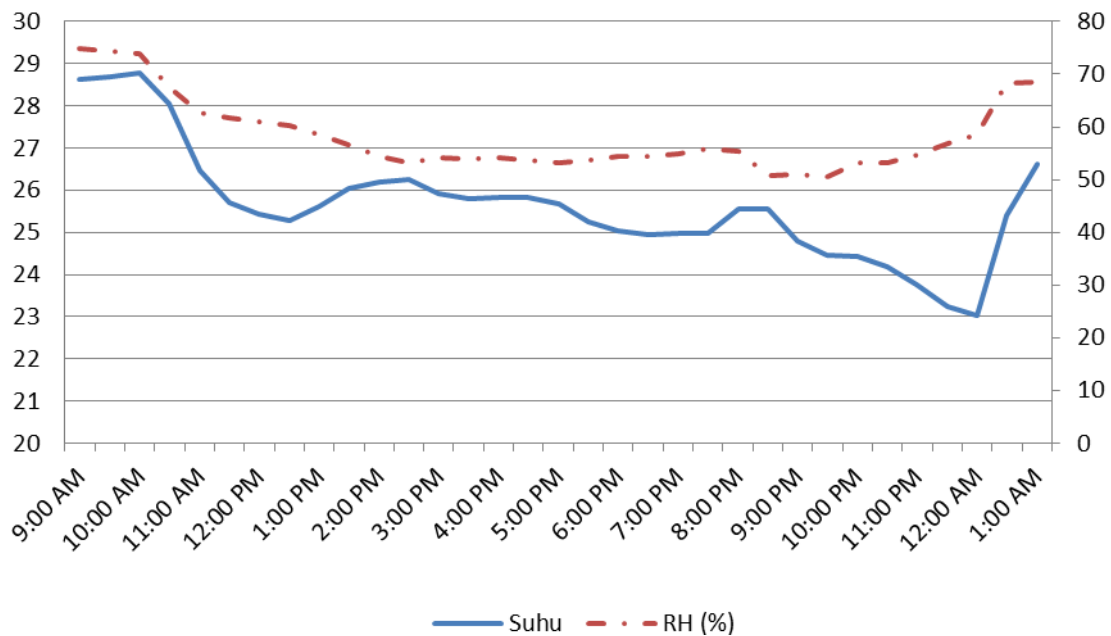
operasi sistem penyaman udara yang bermula jam 8.00 pagi dan suhu mula konsisten bermula jam 9.00 pagi. Sementara itu, ruang Klinik Pemeriksaan Wanita mencatatkan suhu purata 27.9°C dan *RH* ialah 61.5% di mana suhu maksimum yang direkod mencecah 28.9°C dengan *RH* 61.0% pada jam 3.30 petang. Ruang di dalam Dewan *Banquet* semasa ianya digunakan mencatatkan suhu purata 25.6°C dan *RH* ialah 58.3% di mana suhu maksimum yang direkod mencecah 28.8°C dengan *RH* 74.0% pada jam 10.00 pagi di mana sistem penyaman udara mula beroperasi.



Rajah 14: Suhu dan *relative humidity* bagi Pejabat Pentadbiran, Puspanitapuri



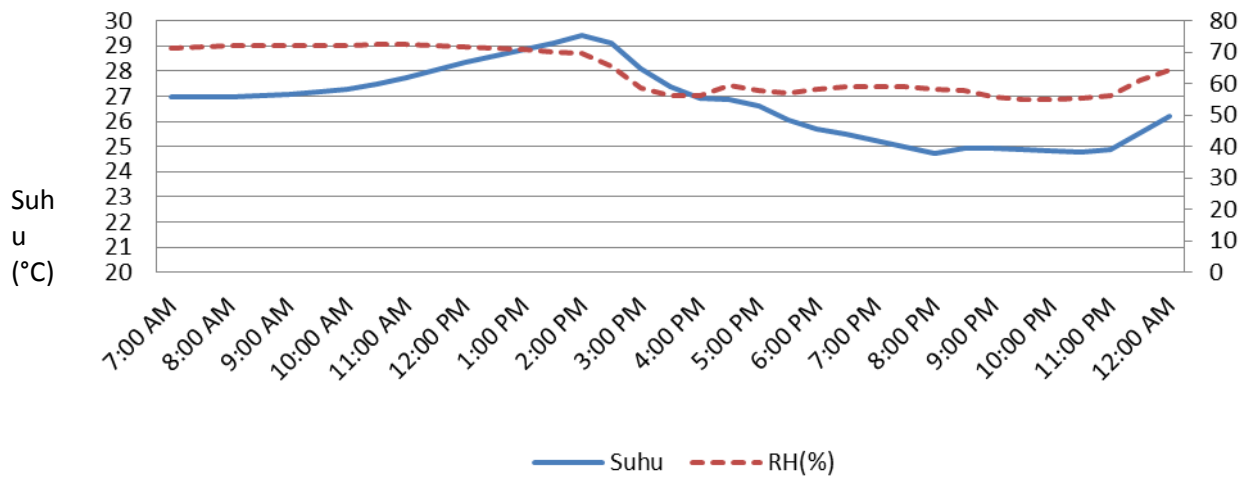
Rajah 15: Suhu dan *relative humidity* bagi Klinik Pemeriksaan Wanita, Puspanitapuri



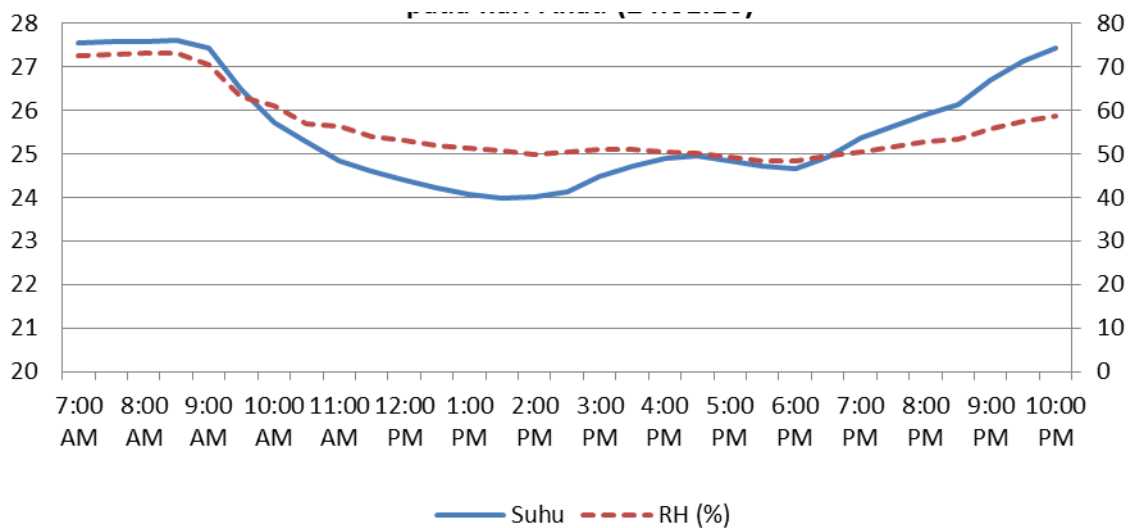
Rajah 16: Suhu dan *relative humidity* bagi ruang Dewan Banquet

Secara keseluruhannya, bacaan suhu dan *RH* bangunan ini memuaskan, di mana hampir semua ruang berpenyaman udara mencatatkan suhu di antara 24°C hingga 26°C dan *RH* kekal dalam lingkungan 50% hingga 70%. Bacaan data ini menepati Piawaian Malaysia MS1525:2014 yang mencadangkan suhu bilik di dalam lingkungan 24°C hingga 26 °C manakala *RH* adalah 50% hingga 70%. Selain itu, berdasarkan Garis Panduan Penjimatan Tenaga Melalui Penetapan Suhu Pada Tahap Minimum 24°C di Bangunan Kerajaan oleh Kementerian Tenaga, Teknologi Hijau dan Air (KeTTHA), suhu ruang minima bagi semua bangunan kerajaan hendaklah ditetapkan pada 24°C.

Walau bagaimanapun, melalui alat auditan tenaga yang merekodkan bacaan suhu dan *RH* yang diletakkan dalam ruang pejabat untuk tempoh seminggu ini, terdapat penurunan suhu dan *RH* di luar waktu pejabat iaitu pada hari Sabtu dan Ahad. Ini menunjukkan sistem penyaman udara beroperasi pada hari berkenaan yang menunjukkan ada kakitangan yang bekerja lebih masa pada hari berkenaan. **Rajah 21** dan **Rajah 22** di bawah menunjukkan suhu dan *RH* bagi ruang Pejabat Pentadbiran pada hari Sabtu (23.01.2016) dan Ahad (24.01.2016). **Rajah 21** menunjukkan operasi sistem penyaman udara pada hari Sabtu yang bermula jam 3.00 petang hingga jam 11.00 malam. **Rajah 22** pula menunjukkan operasi sistem penyaman udara pada hari Ahad (24.01.2016) yang bermula jam 9.00 pagi hingga jam 5.00 petang.



Rajah 17: Suhu dan *relative humidity* bagi Pejabat Pentadbiran, Puspanitapuri pada 23.01.2016 (Sabtu)



Rajah 18: Suhu dan *relative humidity* bagi Pejabat Pentadbiran, Puspanitapuri pada 24.01.2016 (Ahad)

Tahap bacaan purata bagi tahap CO₂ di bangunan ini adalah rendah dan memenuhi piawaian yang ditetapkan oleh Jabatan Keselamatan dan Kesihatan Pekerjaan (JKKP) – *Code of Practice on Indoor Air Quality, 2005*(ISBN: 983-2014-51-4) iaitu tidak melebihi 1,000 *parts per million* (ppm). Kadar CO₂ yang rendah menunjukkan terdapat banyak kandungan udara segar di dalam bangunan dan ini memberikan ruang untuk meningkatkan kecekapan penggunaan tenaga melalui penutupan *fresh air damper* di bilik AHU. Selain itu, kadar udara segar yang tinggi juga boleh berpunca daripada penyusupan udara luar ke dalam bangunan yang menyebabkan sistem penyaman udara menggunakan lebih banyak tenaga untuk mengurangkan beban termal bangunan. Penyusupan udara luar ini boleh dikurangkan dengan

memastikan pintu dan tingkap sentiasa ditutup serta mengasingkan ruang berpenyaman udara dan ruang tidak berpenyaman udara.

No.	LOKASI	SUHU (°C)	RH (%)	CO ₂ (ppm)
1.	Ruang Pejabat Pentadbiran	24.0	55.6	419
2.	Bilik Mesyuarat Utama	25.0	58.3	588
3.	Lobi Pejabat	23.0	52.5	338
4.	Klinik Kesihatan Wanita	27.1	55.2	450
5.	Klinik Pergigian Wanita	25.7	60.8	457

Jadual 22: Purata bacaan kualiti udara dalaman di Bangunan Puspanitapuri, Putrajaya (ketika pengoperasian sistem penyaman udara)

5.7 Prestasi Sistem Aktif (Mekanikal – Penyusupan Udara Luar / Infiltrasi)

5.7.1 Pengenalan Penyusupan Udara Luar / Infiltrasi

Pengenalan Penyusupan Udara Luar

Sehingga kini, Malaysia masih tidak mempunyai standard atau piawai berkaitan kekedapan udara dan kadar penyusupan udara luar bagi sesebuah bangunan. Standard MS 1525 hanya memperuntukkan cadangan bagi mengawal kekedapan udara sesebuah bangunan kerana ianya telah dikenalpasti sebagai salah satu penyumbang utama dalam penggunaan tenaga sesebuah bangunan. Walaubagaimanapun, di dalam *standard* berkenaan tidak dinyatakan sasaran kadar penyusupan udara luar kerana sehingga kini pangkalan data untuk kekedapan udara di dalam bangunan di Malaysia masih belum wujud.

Oleh itu, rujukan terhadap *standard* 'American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers (ASHRAE), Ashrae-62 Ventilation for Acceptable Indoor Air Quality' telah dibuat bagi membandingkan keputusan yang telah diperolehi dari ujian yang dilakukan. *Standard* ini menyatakan kadar ventilasi minimum dan kualiti udara dalam bangunan yang boleh diterima pakai untuk keselesaan pengguna bangunan dan juga mengurangkan potensi ancaman kesihatan.

Walaubagaimanapun, ujian penyusupan udara luar ke dalam bangunan ini untuk menentukan kadar penyusupan udara luar tidak dapat dijalankan kerana pemasangan sistem penyaman udara bagi bangunan ini adalah terdiri daripada pelbagai jenis sistem

dalam satu ruang/zon. Keadaan ini menyukarkan pengumpulan data dibuat untuk mengira kadar penyusupan udara luar ke dalam ruang berpenyaman udara tersebut.

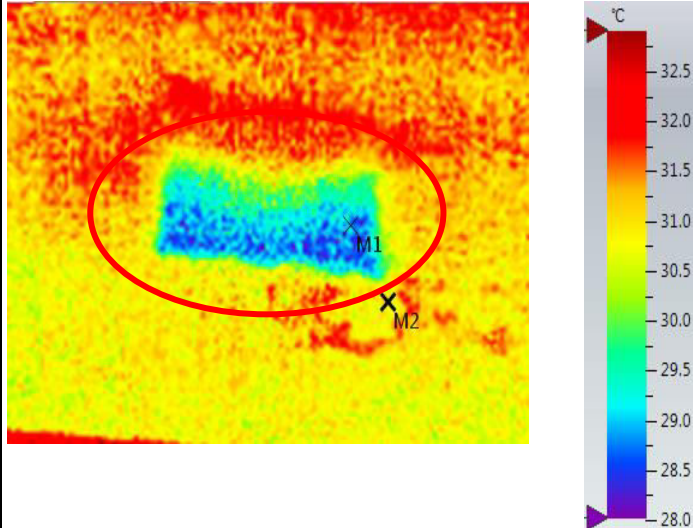
Oleh yang demikian, metodologi untuk pengukuran tahap penyusupan udara luar ke dalam bangunan hanya dapat dilakukan melalui pemerhatian perbezaan suhu permukaan dengan menggunakan *thermal imaging camera*.

Penggunaan *thermal imaging camera*:

1. Tumpuan kamera disasarkan pada sudut bukaan tingkap, pintu, dan lain-lain bukaan yang menyumbang kepada kemasukan udara luar ke dalam bangunan.

5.7.2.1(i) Penemuan Bergambar Ujian Penyusupan Udara

Gambar / Penemuan	Keterangan
	Terdapat pemasangan exhaust fan di dalam Pantri Admin. Bilik Pantri ini mempunyai sistem penyaman udara. Fungsi exhaust fan adalah menyedut udara dari dalam bilik ke luar ruang (pitch roof). Berdasarkan warna perbezaan suhu menunjukkan suhu yang ditarik keluar melalui exhaust fan adalah lebih sejuk berbanding suhu persekitaran bilik pantri admin. Penemuan ini menunjukkan berlaku kebocoran udara terawat daripada ruang berpenyaman udara.
	Terdapat pemasangan exhaust fan di Klinik. Gambar diambil dari luar bangunan. Ruang Klinik ini mempunyai <i>split</i>



unit.

Fungsi exhaust fan adalah menyedut udara dari dalam bilik pemeriksaan klinik ke luar ruang.

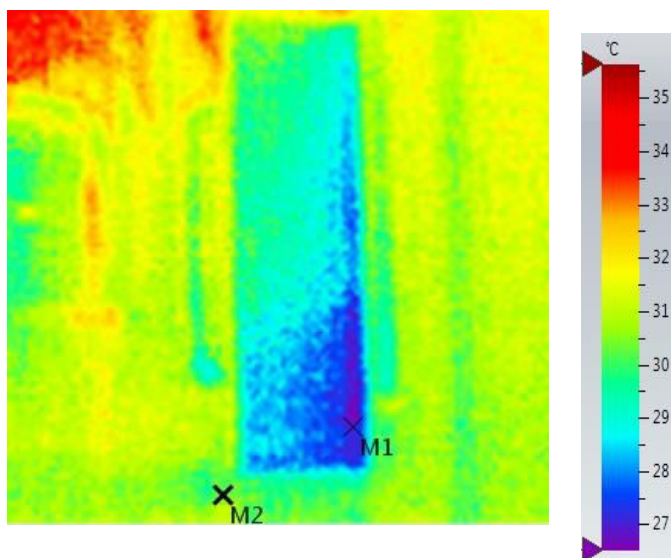
Berdasarkan warna perbezaan suhu menunjukkan udara bersuhu rendah ditarik keluar melalui exhaust fan ke luar bangunan.

Penemuan ini menunjukkan berlaku kebocoran udara terawat daripada ruang berpenyaman udara.

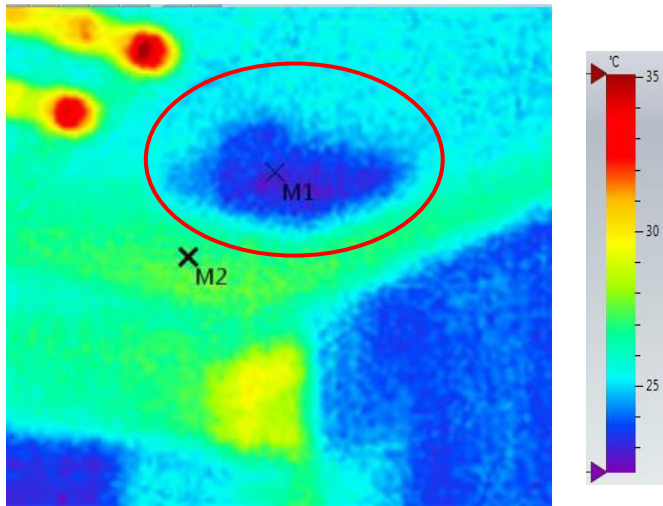


Gambar menunjukkan pintu koridor dewan terbuka.

Berdasarkan warna perbezaan suhu pada menunjukkan udara sejuk dari dalam ruang berpenyaman udara keluar ke ruang koridor luar melalui bukaan pintu dewan yang tidak ditutup rapat.



Penemuan ini menunjukkan berlaku kebocoran udara terawat daripada ruang berpenyaman udara.



Terdapat pemasangan exhaust fan di dalam Surau Wanita. Surau ini mempunyai sistem penyaman udara.

Fungsi *exhaust fan* adalah menyedut udara dari dalam surau ke luar ruang (pitch roof).

Berdasarkan warna perbezaan suhu (menunjukkan udara sejuk tertumpu di bukaan exhaust fan. Keadaan ini menunjukkan udara sejuk dari penyaman udara ditarik keluar.

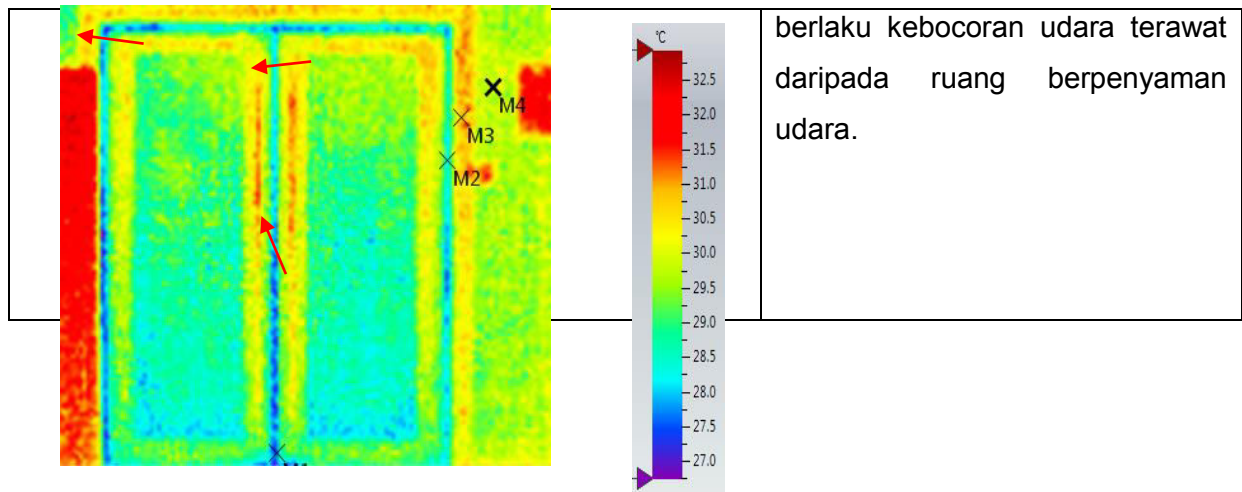
Penemuan ini menunjukkan berlaku kebocoran udara terawat daripada ruang berpenyaman udara.



Gambar sebelah menunjukkan pintu utama pejabat. Terdapat ruang bukaan diantara pintu dan kerangka pintu.

Berdasarkan warna perbezaan suhu menunjukkan udara sejuk bertumpu di ruang bukaan tersebut. Pemerhatian ini menunjukkan udara sejuk dari dalam ruang berpenyaman udara keluar ke ruang koridor luar melalui bukaan antara pintu dengan kerangka pintu.

Penemuan ini menunjukkan



5.8 PRESTASI SISTEM PASIF

5.8.1 Pengenalan Sistem Pasif

Berikut adalah pernyataan di dalam Perkara 4.2 MS 1525:2014 bagi Strategi Rekabentuk Pasif:

“The basic approach towards good passive design is to orientate, to shade, to insulate, to ventilate and to daylight buildings.... Buildings have a primary function to provide an internal environment suitable for the purpose of the building. The architectural passive design consideration in designing a building is primarily influenced by its responsiveness to its site context.”

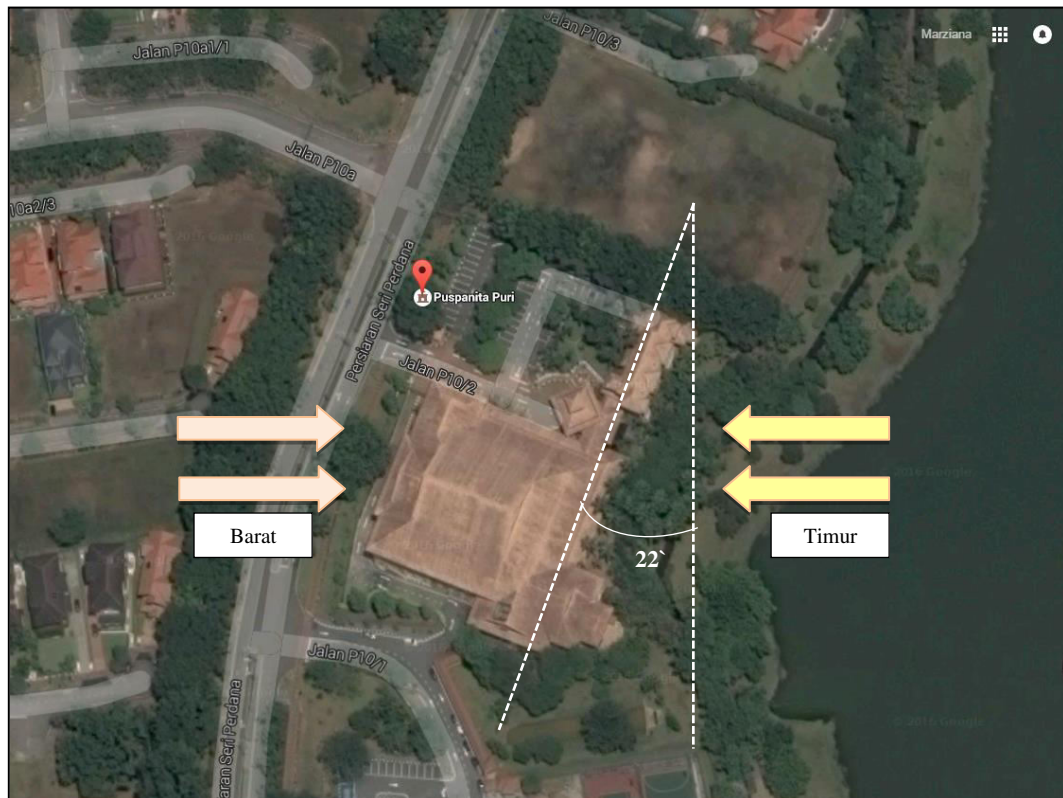
Faktor-faktor penting yang perlu diambil kira termasuk yang berikut:

- a. perancangan tapak dan orientasi
- b. pencahayaan siang
- c. reka bentuk fasad
- d. pengudaraan semula jadi
- e. penebat haba
- f. landskap strategik
- g. tenaga boleh diperbaharui.

Faktor ini sama pentingnya dengan pemilihan sistem aktif atau peranti bagi mengawal guna tenaga dan keselesaan pengguna dalam bangunan, tanpa perlu mengenakan apa-apa kos yang ketara berbanding dengan bangunan yang tidak mempertimbangkan rekabentuk pasif pada peringkat awal rekabentuk.

5.8.2 Penemuan Teknikal Sistem Pasif

a. Orientasi Bangunan



Merujuk kepada MS1525:2014 berkaitan orientasi bangunan;

“The general rule for best orientation of buildings is to avoid facades with most openings facing East or West. Technically for buildings with rectangular plans the buildings’ main longitudinal orientation should be on an axis 5° Northeast.”

Secara keseluruhannya, orientasi Bangunan Puspanitapuri adalah condong sebanyak 22 darjah dari paksi (Rujuk gambar di atas). Oleh yang demikian, ianya tidak menerima matahari pagi dan petang yang tepat.

Namun begitu, dari kajian keselesaan pengguna dan pemerhatian di tapak mendapati bidai tingkap dipasang sepanjang masa bagi menghalang silau dari pancaran matahari terus ke dalam pejabat. Tindakan ini secara tidak langsung menghadkan pandangan luar dan cahaya siang tidak dapat dimanfaatkan sepenuhnya.

b. Rekabentuk Fasad Bangunan

Merujuk kepada MS1525:2014 berkaitan rekabentuk fasad bangunan;

“A good façade design can help optimise daylighting and thermal comfort. The exterior wall and cladding systems should be designed to provide an integrated solution for the provision of view, daylight control, passive and active solar energy collection (e.g. building integrated photovoltaic, solar water heaters, ventilation systems, etc), and moisture management systems (e.g. dehumidifiers) while minimising heat gain “



Gambar menunjukkan laluan masuk ke Puspanitapuri dengan fasad berdinding penuh di bahagian hadapan.

Rekabentuk fasad Puspanitapuri secara keseluruhannya menggabungkan penggunaan tingkap kotak dan juga tingkap kaca sehingga ke paras 0.6 meter dari lantai. Terdapat juga peranti teduhan yang digunakan pada tingkap kaca yang membantu mengurangkan pencahayaan terus matahari ke dalam bangunan tersebut.



Gambar menunjukkan peranti teduhan tingkap jenis melintang dan juga jenis tingkap kaca yang terdapat di kebanyakan fasad bangunan Puspanitapuri.

c . Pengudaraan Semulajadi

Walaupun bagaimanapun, terdapat usaha untuk pengudaraan semulajadi apabila terdapat bukaan namun rekabentuk bukaan tingkap ini tidak banyak membantu menyejukkan ruang dalam bangunan oleh kerana ia akan menyebabkan berlakunya kondensasi dan akan menyebabkan siling berkulat.



Gambar menunjukkan bukaan tingkap di bahagian atas siling yang terdapat di fasad bangunan

d. Pencahayaan Siang

Merujuk kepada Dokumen Piawai MS1525:2014 berkaitan Pencahayaan Siang;

“...daylighting strategies... that reduce the need for artificial lighting without increasing solar heat gain.”

Bagi mendapatkan penemuan pencahayaan siang pada bangunan ini, bacaan pengukuran pencahayaan siang dibuat dengan menggunakan peralatan ‘Lux Meter’. Kaedah pengukuran dibuat dalam dua keadaan iaitu yang pertama semasa lampu dipasang manakala bidai dibuka dan ditutup dan yang kedua iaitu lampu dipadamkan bidai dibuka.

Bangunan Puspanitapuri menerima pencahayaan siang yang tidak mencukupi dengan purata bacaan lux meter pada kadar 170 lux dalam keadaan lampu dibuka dan tingkap dibuka. Manakala purata bacaan pada kadar 38 lux dalam keadaan lampu ditutup dan bidai dibuka. Hasil daripada pemerhatian di tapak mendapati bangunan ini dikelilingi oleh lanskap semulajadi yang memberi teduhan yang optimum namun menghalang cahaya matahari masuk ke dalam bangunan.

Walaupun pencahayaan tidak mencukupi tetapi masih terdapat permasalahan silau. Kebanyakan ruang menggunakan bidai untuk mengatasi masalah silau di mana pengguna yang bekerja di ruang yang mendapat cahaya siang yang berlebihan akan menutup bidai dan menyalakan lampu elektrik. Ini menunjukkan semasa pencahayaan siang, pengguna memerlukan cahaya semulajadi tetapi kehadiran silau menyebabkan pengguna terpaksa menggunakan bidai untuk mengatasi silau tersebut. (Rujuk gambar di bawah). Manakala ruang bekerja pegawai direkabentuk dengan ‘*deep planning*’ iaitu jarak melebihi 8 meter dari bukaan

tingkap. Maka, ruang tengah pejabat menjadi agak gelap dan lampu dipasang sepanjang waktu bekerja.

Gambar menunjukkan kedudukan ruang pejabat 'deep planning' dan pegawai yang bertugas menggunakan bidai untuk mengurangkan silau matahari masuk ke dalam ruang pejabat.

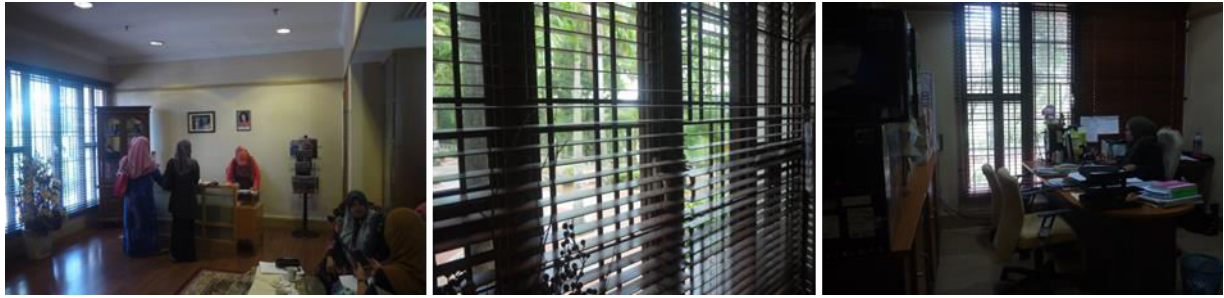


Semasa kerja-kerja audit dijalankan, pihak kami mendapati terdapat lampu yang dibiarkan terpasang walaupun ruang / bilik tidak digunakan atau tidak berpenghuni mengakibatkan pembaziran tenaga elektrik berlaku. Terdapat juga ruang koridor yang sentiasa dinyalakan lampu walaupun ia hanyalah laluan ke ruang-ruang servis dan pencahayaan semulajadi pada ketika itu adalah mencukupi. Ini menunjukkan pengguna harus didedahkan dengan kesedaran untuk menjimatkan penggunaan tenaga bagi mengurangkan kos penggunaan tenaga elektrik yang berlebihan.

Selain itu, fasad bangunan ini mempunyai rekabentuk 'overhang', ruang koridor yang lebar dan juga pepara cahaya digunakan untuk mengurangkan kesan kemasukan haba dan silau matahari ke dalam bangunan. Rekabentuk tingkap yang bersaiz besar juga tidak membantu pencahayaan semula jadi masuk terus ke dalam bangunan oleh kerana saiz koridor yang terlalu lebar dan juga terdapat lanskap yang menghalang kemasukan terus cahaya matahari ke dalam bangunan.



Gambar menunjukkan bumbung jenis 'overhang' dan jenis tingkap kaca yang terdapat di laluan koridor. Rekabentuk bumbung 'overhang' dan koridor yang lebar menyebabkan koridor menjadi terlalu gelap walaupun dalam keadaan dengan pencahayaan semulajadi.



Gambar menunjukkan ruang pejabat yang menggunakan bidai yang dipasang di bahagian tingkap kaca untuk mengurangkan kesan silau matahari ke dalam bangunan.

e. Lanskap

Mengikut Dokumen Piawai MS1525:2014 berkaitan lanskap;

“Strategic landscaping can reduce heat gain through several processes such as shading from the sun, shielding from infiltration at higher levels and the creation of a cooler microclimate



around the building. It helps to reduce Urban Heat Island Effect, where highly urbanised and built-up areas are found to be significantly warmer than the rural and less built-up areas surrounding it.”

Lanskap yang melindungi fasad Puspanitapuri terdiri jenis yang berkanopi besar dan memberi teduhan di sekeliling bangunan di samping elemen air di bahagian yang tertentu. Lanskap tersebut membantu mengurangkan penyerapan haba pada fasad bangunan namun ia turut memberi kesan pengurangan pencahayaan semulajadi ke dalam bangunan.

Gambarajah menunjukkan keadaan lanskap strategik dan elemen air di persekitaran bangunan Puspanitapuri yang memberi kesan teduhan yang optimum kepada pengguna.

Ulasan:

Secara keseluruhannya, bacaan yang dicatatkan adalah semasa keadaan cuaca cerah. Adalah diyakini pencahayaan semulajadi berpotensi di Blok Puspanitapuri pada cuaca cerah terutama pada bilik-bilik yang berada di kawasan kurang daripada 3 meter dan sekiranya pemakaian tirai

di minimumkan dan lanskap di ubahsui untuk lebih mengoptimumkan pencahayaan terus secara semulajadi ke dalam bangunan tersebut.

Bacaan suhu dalaman di blok pentadbiran dan dewan banquet adalah dibawah 25 °C. Manakala blok klinik dan penginapan yang menerima pancaran matahari pada fasad sebelah timur dan barat menunjukkan bacaan suhu yang agak tinggi dan melebihi paras suhu yang selesa.

f. Penilaian Prestasi Pencahayaan Siang & Suhu

Blok Pusanitapuri – Tarikh : 18 dan 19 Januari 2016

Aras	Nama Bilik	Masa	Cuaca	Bacaan Lux Meter (Lux) Bidai dibuka	Keperluan MS1525 (300 lux)	Bacaan Suhu (Celcius/ °C) Penghawa dingin dibuka	Keperluan MS1525 (24-25°C)
BLOK PENTADBIRAN DAN DEWAN BANQUET							
1	Bilik Mesyuarat Utama	12tghr	Cerah	127	Gagal di capai	23.6 °C	Gagal di capai
1	Ruang Lobi Dewan	12tghr	Cerah	82	Gagal di capai	23.6 °C	Gagal di capai
1	Dewan Banquet	12tghr	Cerah	129	Gagal di capai	24 °C	Capai
1	Pentadbiran	12tghr	Cerah	71	Gagal di capai	22.6 °C	Gagal di capai
1	Ruang Menyambut Tetamu	12tghr	Cerah	160	Gagal di capai	23.5 °C	Gagal di capai
1	Bilik Pegawai	12tghr	Cerah	186	Gagal di capai	22.7 °C	Gagal di capai
1	Bilik Perbincangan	12tghr	Cerah	220	Gagal di capai	18.2 °C	Gagal di capai
BLOK KLINIK DAN PENGINAPAN							
1	Klinik Gigi			142	Gagal di capai	25.6 °C	Capai
1	Klinik Utama	12tghr	Cerah	160	Gagal di capai	27 °C	Capai
1	Bilik Konsultasi	12tghr	Cerah	227	Gagal di capai	24.2 °C	Gagal di capai
1	Bilik Penginapan	12tghr	Cerah	126	Gagal di capai	28.5 °C (A/c ditutup)	Capai

5.8.2.1 ULASAN SISTEM PASIF

Audit ke atas penggunaan tenaga bagi sistem pasif mendapati perkara-perkara seperti berikut:

a. Perancangan tapak dan orientasi

- Orientasi adalah baik dengan penerimaan matahari pagi dan petang tidak secara terus oleh kerana kedudukan bangunan sedikit condong dari paksi menegak.
- Kecuali fasad klinik & penginapan yang menerima pancaran matahari pagi dan petang di kedua-dua belah fasad.
- Susunatur ruang yang baik dengan meletakkan ruang servis di fasad sebelah barat Blok Pentadbiran dan Dewan.

b. Pencahayaan siang

- Blok Pentadbiran dan Blok Klinik & Penginapan berpotensi menggunakan pencahayaan semulajadi sekiranya lanskap di ubahsuai dan penggunaan bidai di minimalkan.
- Masalah silau boleh diatasi dengan memasang peranti teduhan di ruang yang bersesuaian.

c. Reka bentuk fasad

- Rekabentuk tropikal dengan koridor dan bumbung jenis curam.
- Blok Pentadbiran dan Dewan mempunyai koridor berbumbung yang lebar di fasad sebelah timur manakala Blok Klinik dan Penginapan di fasad sebelah barat. Koridor yang lebar ini memberi teduhan kepada pengguna.
- Fasad di sebelah barat Blok Pentadbiran dan Dewan mempunyai bukaan tingkap yang minimum membantu mengurangkan pancaran matahari petang.
- Mempunyai rekabentuk '*overhang*' dan peranti tingkap jenis melintang juga membantu mengurangkan kesan kemasukan haba dan silau matahari di bahagian fasad.

d. Pengudaraan semula jadi

- Kawasan pengudaraan semulajadi tidak jelas pembahagian ruangnya dan terlalu kecil berbanding kawasan yang menggunakan sistem pengudaraan mekanikal.
- Ruang-ruang yang menggunakan pengudaraan semulajadi di blok ini adalah seperti tandas, ruang koridor, dapur banquet dan ruang menunggu klinik sahaja.

e. Landskap strategik

- Lanskap di sekeliling Puspanitapuri adalah bersaiz kanopi sederhana dan besar.
- Teduhan daripada pancaran matahari adalah sangat optimum.
- Persekitaran bangunan dipenuhi dengan lanskap yang mampu bertindak sebagai '*filter*' bangunan dan mengurangkan kemasukan haba ke dalam bangunan.

f. Keselesaan Pengguna.

- Borang kaji selidik keselesaan pengguna telah diedarkan kepada 19 responden di Blok Pejabat dan Klinik.

g. Tenaga Diperbaharui

- Tiada sumber tenaga yang diperbaharui.

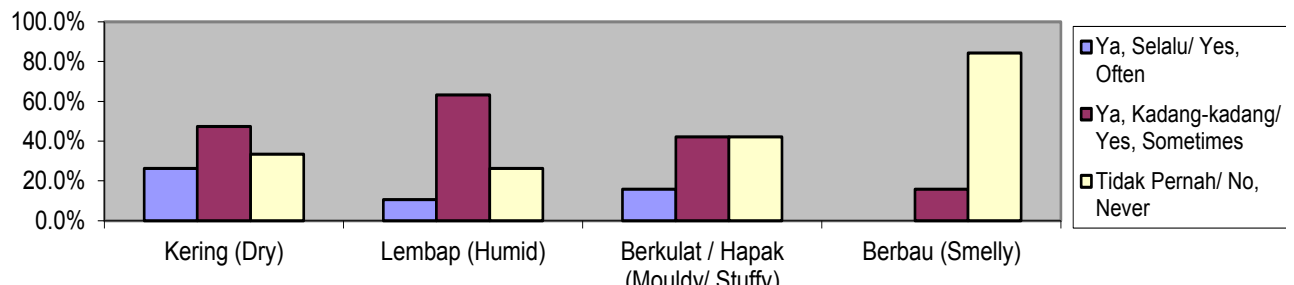
5.9 Hasil Penilaian Sistem Pengurusan Tenaga

[Tiada Input]

5.10 KAJI SELIDIK KESELESAAN PENGGUNA

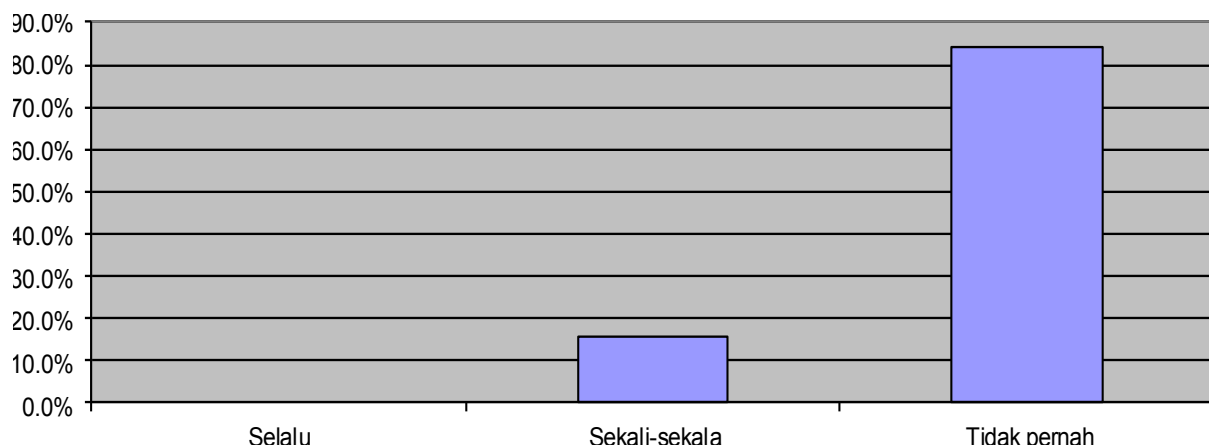
Borang kaji selidik keselesaan pengguna telah diedarkan kepada 19 responden di Blok Pejabat dan Klinik.

KUALITI UDARA & SISTEM PENGUDARAAN



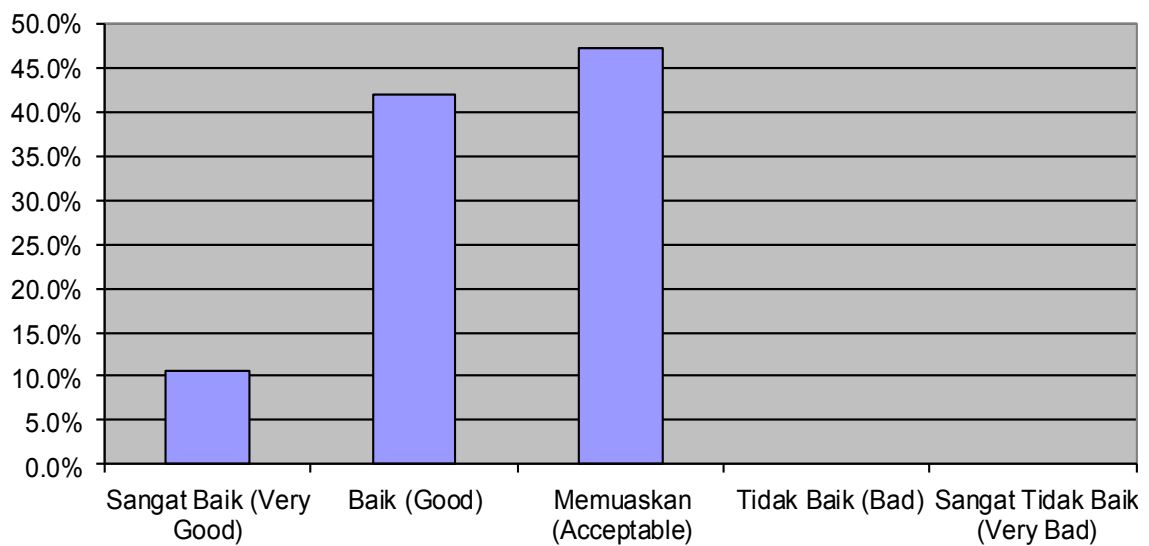
Rajah 19 :Tahap kualiti udara dalam tempoh 3 bulan terkini

Rajah 19 dilaporkan kadang-kadang keadaan udara adalah lembap dengan bacaan 63.2%. Udara juga dilaporkan agak berbau yang berpunca dari karpet. Sebagai kesimpulan, rata-rata mengatakan pengudaraan di bangunan ini adalah di paras yang memuaskan. Penambahbaikan pengudaraan perlu dicadangkan bagi mengekalkan tahap kualiti udara yang baik.



Rajah 20 Sukar bernafas / menyesakkan ketika memasuki pejabat di awal pagi

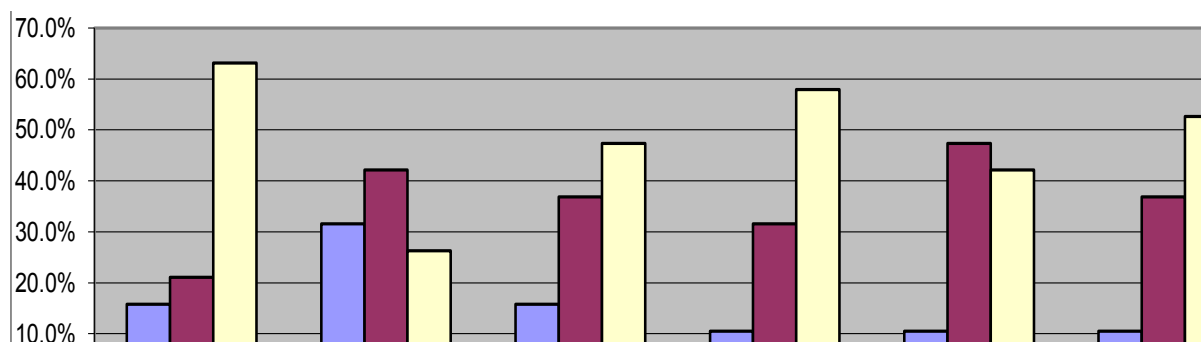
Rajah 20 menunjukkan 84.2% pengguna tidak pernah merasa sesak nafas ketika memasuki pejabat di awal pagi. Manakala hanya 15.8% sahaja yang pernah mengalami sesak nafas sekali sekala. Secara keseluruhannya majoriti tidak berpuas hati dengan kualiti udara di pejabat mereka.



Rajah 21 :Persepsi terhadap kualiti udara dan sistem pengudaraan bagi 3 bulan terkini

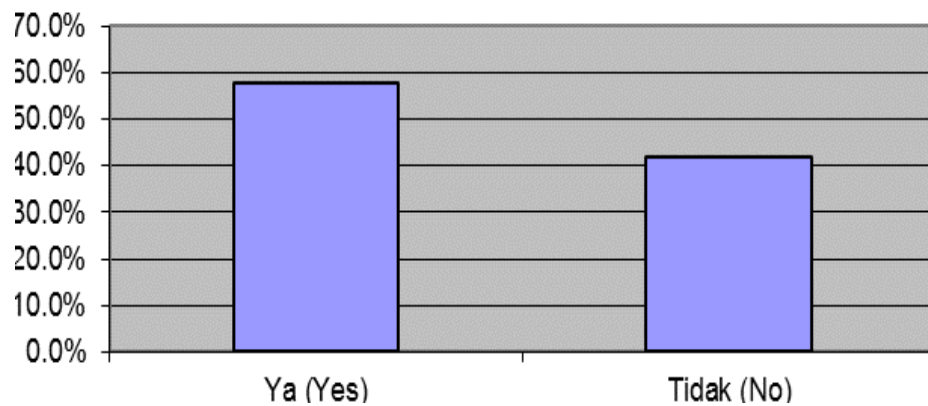
Berdasarkan kepada **Rajah 21** , 47.4% pengguna mengatakan kualiti udara pejabat berada dalam keadaan memuaskan manakala 42.1% berkata keadaan adalah baik. 10.5% mengatakan kualiti udara adalah sangat baik. Secara kesimpulannya, pengguna berpuas hati dengan kualiti udara di pejabat namun perlu dilakukan penambahbaikan bagi meningkatkan mutu kualiti udaranya.

TAHAP KESELESAAN SUHU.



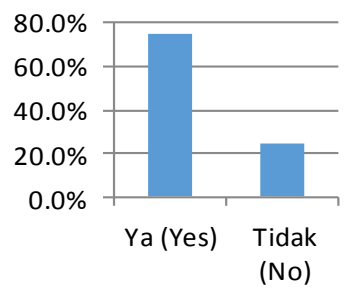
Rajah 22 : Kesukaran dengan tahap penyejukan dan pengawalan suhu di pejabat

Berdasarkan kepada **Rajah 22**, 47.4% pengguna yang bekerja di Ruang Pejabat & Dewan mengatakan suhu terlalu sejuk sepanjang hari. Keadaan ini boleh menyebabkan ketidakselesaan untuk berkerja dengan efisien . Juga, kira-kira 36.8% pengguna berasa terlalu panas di waktu petang. Oleh itu, berdasarkan kepada peratus-peratus berikut paras kawalan suhu di pejabat berkenaan adalah tidak konsisten dan perlu dilakukan penambahbaikan bagi meningkatkan kesihatan dan penjimatan tenaga.



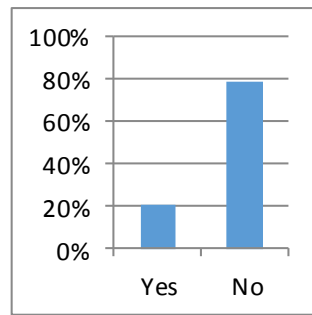
Rajah 23 : Ruang kerja mempunyai satu tingkap menghadap keluar

Rajah 23 menunjukkan 57.9% pengguna membuat kerja di ruang yang tidak mempunyai satu tingkap menghadap keluar. Manakala 42.1% berada di ruang kerja yang mempunyai tingkap menghadap keluar. Ini menunjukkan pengguna banyak bergantung kepada sumber cahaya lampu tiruan untuk melaksanakan tugas di pejabat.

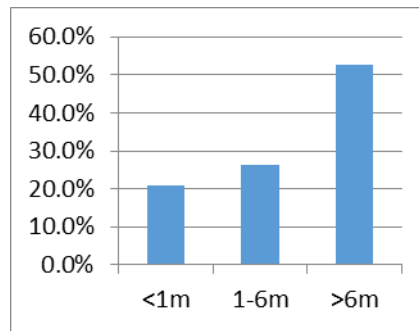


Rajah 24 :Jika ya, adakah tingkap ini membantu anda untuk mengawal suhu di pejabat dengan cara menutup atau membuka tingkap

Rajah 24 menunjukkan 75% pengguna menggunakan tingkap untuk mengawal suhu di pejabat. Manakala 25% pengguna mengatakan tidak. Ini menunjukkan pengguna banyak bergantung kepada bukaan tingkap untuk menstabilkan suhu di dalam ruang pejabat.



Rajah 25a

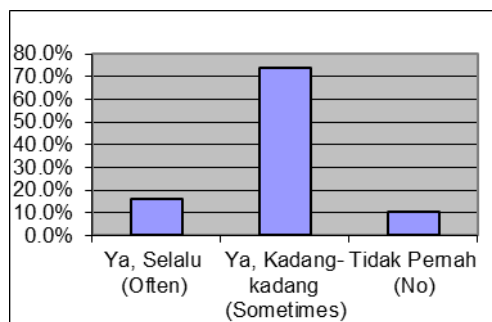


Rajah 25b

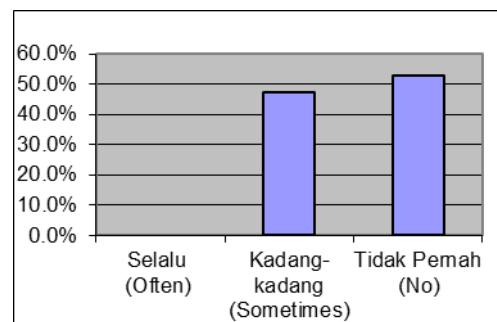
Rajah 25a & Rajah 25b: Tingkap ruang kerja menyumbang kepada peningkatan haba

Rajah 25a menunjukkan 21% mengatakan tingkap ruang kerja di pejabat mereka menyumbang kepada peningkatan haba. Manakala 79% menyatakan tidak.

Rajah 25b pula menunjukkan kira-kira 26.3% pekerja berada di antara jarak 1-6m dan kurang dari 1m dari tingkap, 52.6% pengguna berjarak melebihi 6m dari tingkap. Ini menunjukkan kebanyakan pengguna berada jauh dari tingkap.



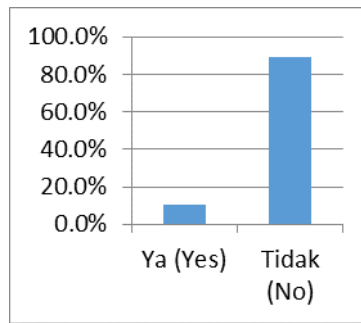
Rajah 26a



Rajah 26b

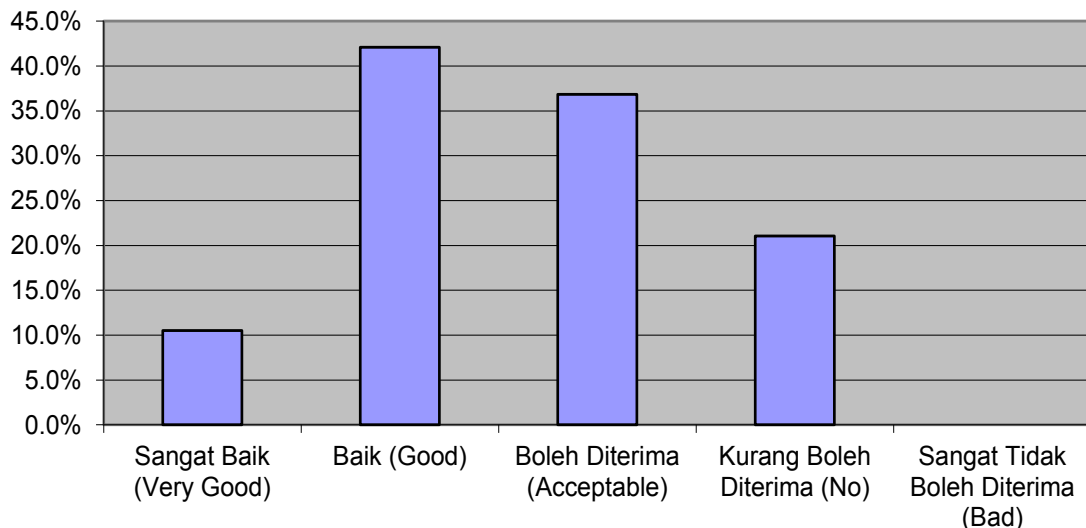
Rajah 26a & Rajah 26b :Pakaian tambahan untuk mengatasi rasa sejuk ketika di pejabat

Berdasarkan kepada **Rajah 26a & Rajah 26b** menunjukkan 73.7% pengguna menggunakan pakaian tambahan untuk mengatasi rasa sejuk sepanjang berada di pejabat manakala 47.4% pengguna kadang-kadang membuka tingkap untuk mengatasi rasa sejuk tersebut sepanjang hari sewaktu di pejabat. Ini menunjukkan tahap suhu di dalam bangunan adalah tidak stabil untuk keselesaan pengguna.



Rajah 27 : Cadangan untuk memperbaiki tahap keselesaan suhu.

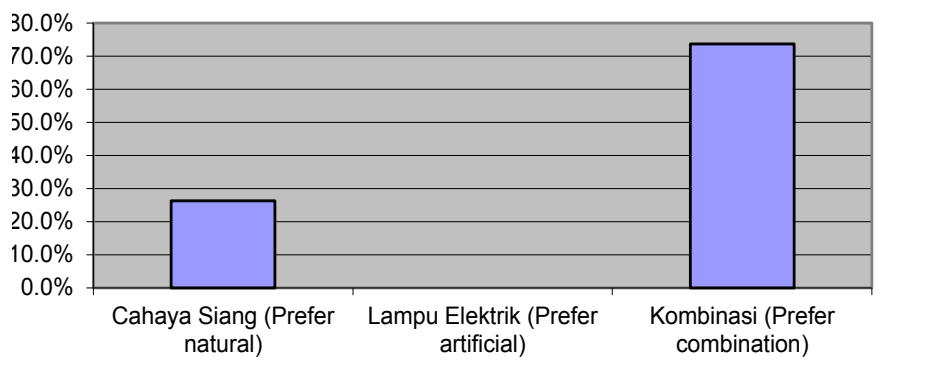
Berdasarkan kepada **Rajah 27**, terdapat 10.5% pengguna sahaja mencadangkan beberapa cadangan untuk memperbaiki tahap keselesaan suhu di bangunan tersebut seperti kawalan suhu diselaraskan dan penghawa dingin di letakkan di tempat yang bersesuaian di dalam pejabat.



Rajah 28 : Bagaimana pengguna menilai tahap suhu di dalam pejabat dalam tempoh sejak 3 bulan kebelakangan ini.

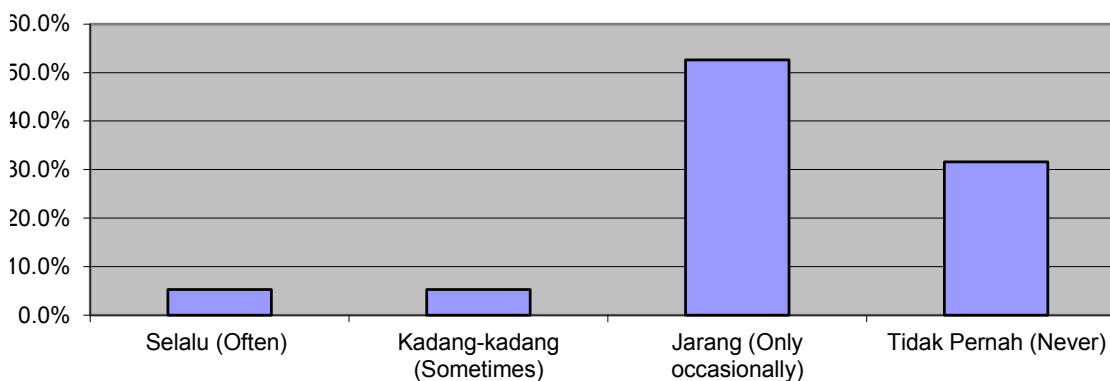
Rajah 28 menunjukkan 36.8% pengguna menyatakan mereka boleh menerima tahap suhu di pejabat, manakala 21.1% kurang boleh menerima tahap suhu di pejabat. Walaubagaimanapun, 10.5% merasakan tahap suhu di pejabat adalah pada tahap yang sangat baik. Secara kesimpulannya, tahap suhu yang terbaik dan optimum untuk ruang pejabat perlu dicapai.

TAHAP KESELESAAN PENCAHAYAAN



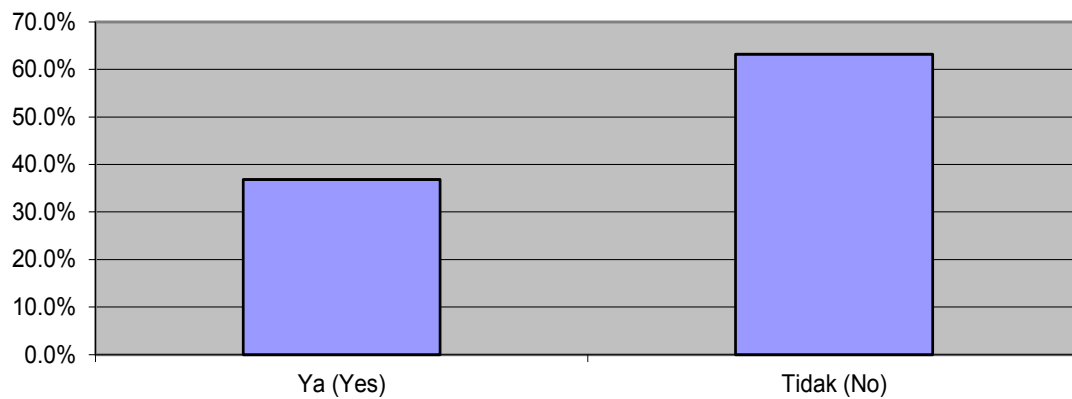
Rajah 29 : Suka bekerja dengan cahaya semulajadi, cahaya tiruan atau kedua-duanya

Berdasarkan **Rajah 29**, kajian menunjukkan 73.7% suka menggunakan kombinasi cahaya matahari semulajadi dan lampu elektrik bagi mendapat pencahayaan ruang mereka. Hanya 26.3% pekerja yang suka menggunakan pencahayaan sepenuhnya. Secara keseluruhannya, pendekatan dan promosi penggunaan cahaya siang perlu dititikberatkan.



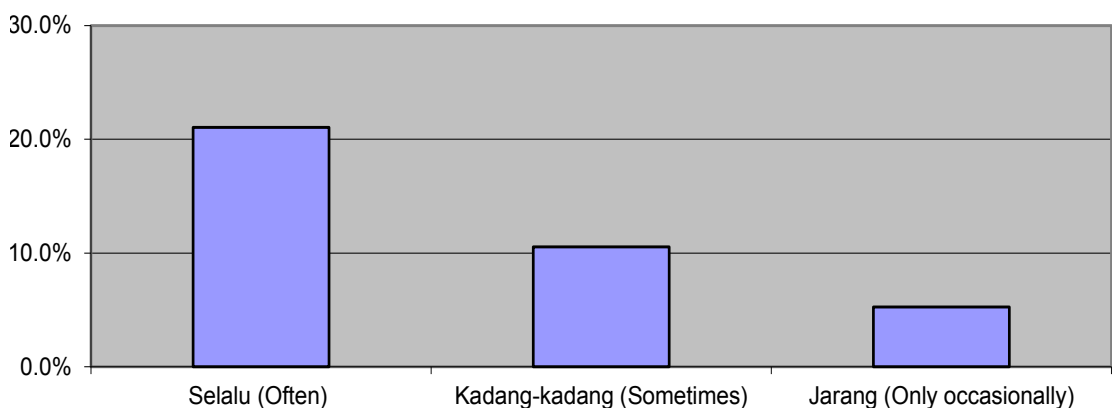
Rajah 30 : Bekerja dengan bergantung penuh dengan cahaya semulajadi sahaja

Rajah 30 menunjukkan 31.6% pekerja tidak menggunakan sumber cahaya siang ketika bekerja dan 52.6% daripadanya menggunakan cahaya semulajadi secara pada keadaan tertentu sahaja. Secara kesimpulannya, penggunaan tingkap perlu di tingkatkan dalam usaha meningkatkan kecekapan tenaga bangunan tersebut sekaligus dapat mengurangkan kos penyelenggaraan berkaitan.



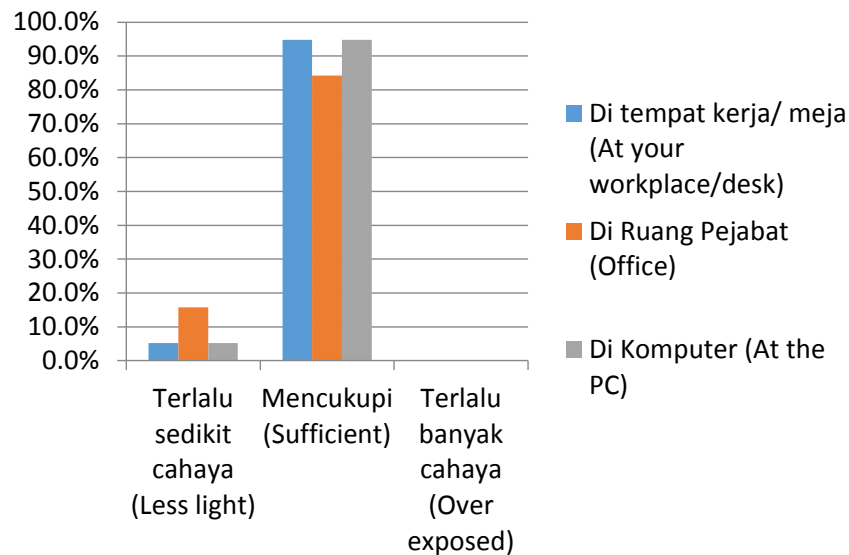
Rajah 31 : Menggunakan cahaya khusus selain cahaya umum sedia ada

Rajah 31 menunjukkan 63.2% pekerja tidak menggunakan sumber khusus ketika bekerja dan 36.8% daripadanya menggunakan sumber cahaya khusus pada keadaan tertentu sahaja. Secara kesimpulannya, penggunaan tingkap perlu di tingkatkan dalam usaha meningkatkan kecekapan tenaga bangunan tersebut sekaligus dapat mengurangkan kos penyelenggaraan berkaitan.



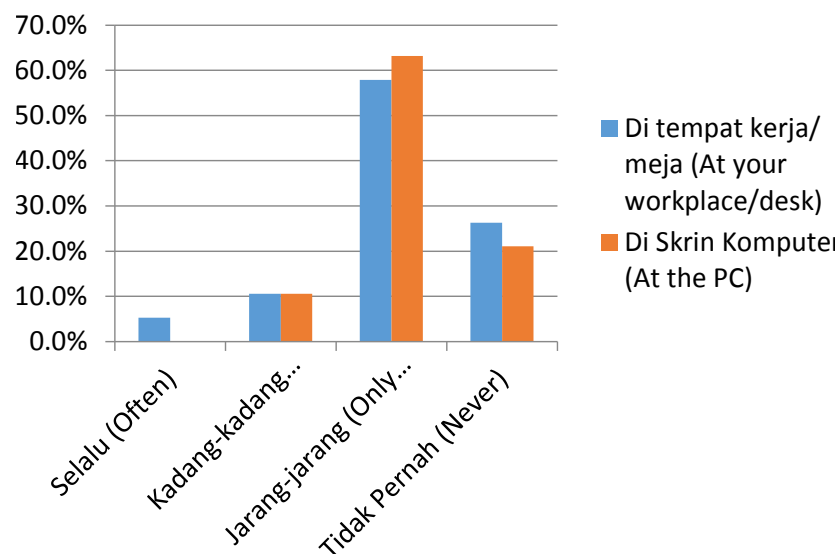
Rajah 32 : Kekerapan penggunaannya sekiranya jawapan No.12 adalah Ya

Rajah 32 menunjukkan 10.5% pekerja menggunakan lampu meja/cahaya khusus ketika bekerja dalam waktu tertentu dan 21.1% daripadanya selalu menggunakan lampu meja atau cahaya khusus sewaktu melaksanakan kerja. Ini menunjukkan penekanan terhadap penggunaan tingkap bagi mendapatkan cahaya semulajadi amat perlu untuk mengurangkan kebergantungan terhadap penggunaan cahaya khusus.



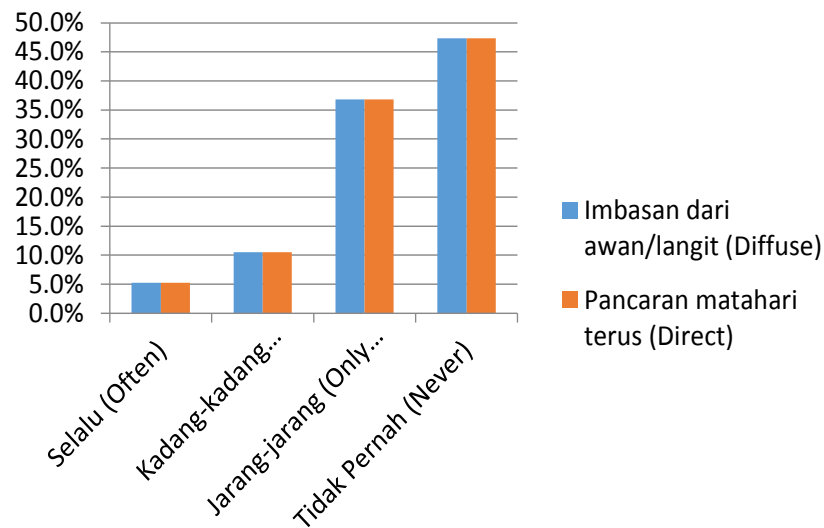
Rajah 33: Penilaian pencahayaan di tempat-tempat tertentu

Rajah 33 menunjukkan bahawa 94.7% pengguna mengatakan tahap kesilauan lampu elektrik adalah tidak pernah berlaku di meja komputer mereka. Dapat disimpulkan bahawa, kaedah penggunaan komputer dan orientasi meja dapat membantu meningkatkan penggunaan pencahayaan semulajadi.



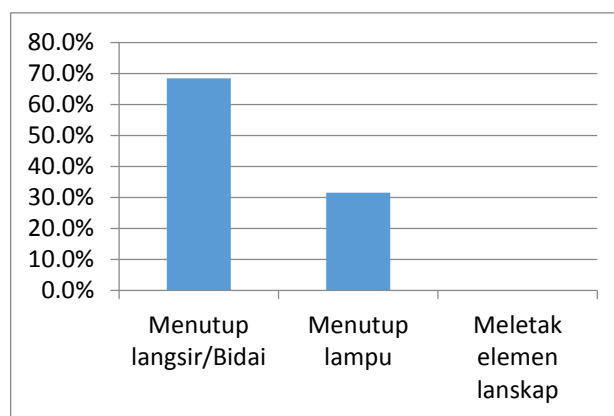
Rajah 34 : Pencahayaan lampu tiruan sangat silau dan mengganggu anda

Rajah 34 menunjukkan Secara keseluruhannya 57.9% dan 63.2% pekerja jarang merasakan silau dari pencahayaan lampu tiruan. Manakala 5.3% mengatakan selalu mengalami pecahayaann lampu tiruan sangat silau di tempat bekerja mereka. Ini menunjukkan penggunaan pencahayaan semulajadi berpotensi untuk dipromosi dan digunakan oleh pekerja di bangunan ini.



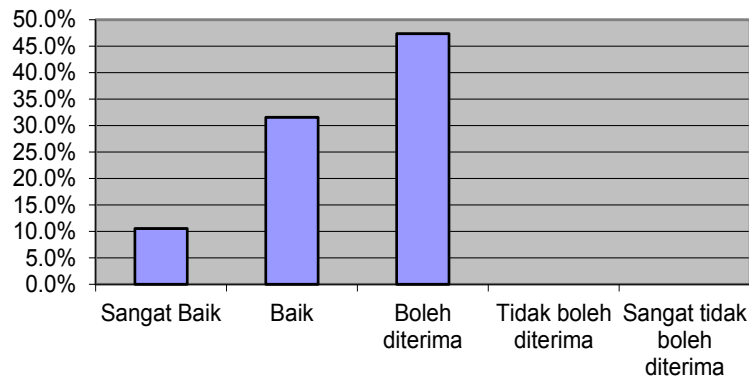
Rajah 35 : Cahaya semulajadi menyebabkan penglihatan silau dan amat mengganggu

Rajah 35 menunjukkan 5.3% pengguna merasakan pancaran matahari terus semasa bekerja amat kerap dan selalu mengganggu mereka. Manakala, 36.8% dan 47.4% merasakan sebaliknya. Ini menunjukkan cahaya semula jadi tidak mengganggu proses kerja pengguna di dalam bangunan malah ia dapat membantu mengurangkan penggunaan cahaya khusus sebagai langkah penjimatan tenaga.



Rajah 36 : Apakah yang dilakukan untuk mengurangkan silau di pejabat

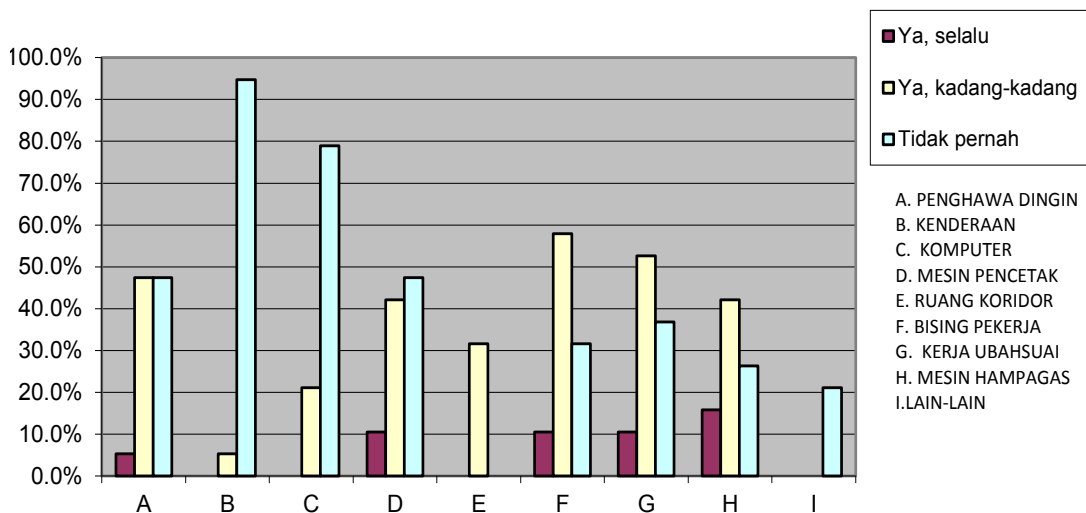
Berdasarkan kepada **Rajah 36**, rata-rata hanya 31.6% sahaja pengguna menutup lampu manakala 68.4% menutup bidai langsir untuk mengurangkan silau. Ini menunjukkan perlunya kaedah yang bersesuaian atau penambahan kepada pemakaian bidai/langsir di cadangkan untuk membantu mengurangkan keadaan silau sewaktu bekerja.



Rajah 37 : Penilaian tahap pencahayaan di dalam pejabat semenjak tiga bulan kebelakangan ini

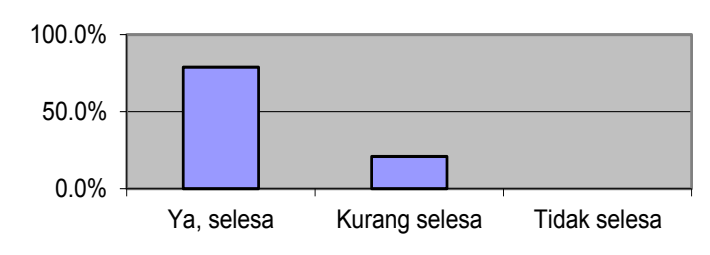
Rajah 37 menunjukkan 47.4% bertanggapan bahawa tahap pencahayaan ruang pejabat dan dewan di Puspanitapuri boleh diterima manakala 31.6% mengatakan dalam keadaan baik. 10.5% pengguna amat berpuas hati dengan tahap pencahayaan yang dinilai adalah sangat baik. Secara puratanya, pengguna berpuas hati dengan tahap pencahayaan di bangunan puspanitapuri

TAHAP KESELESAAN BUNYI



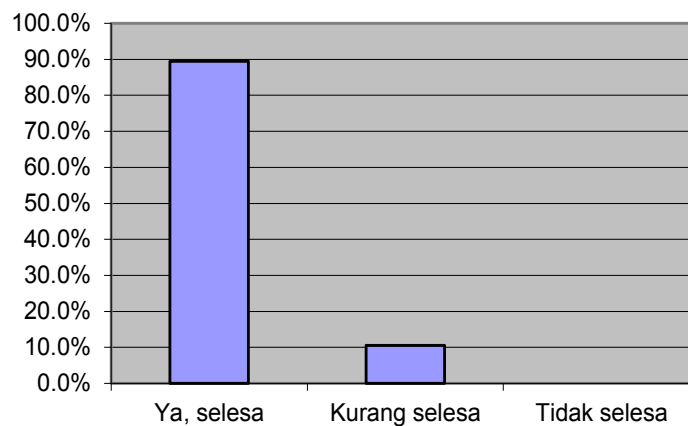
Rajah 38: Bunyi bising yang mengganggu ketika di pejabat sepanjang 3 bulan kebelakangan ini

Rajah 38 Berdasarkan kepada rajah, menunjukkan bahawa terdapat sedikit gangguan bunyi dengan purata 47.4 % dan 52.6% mengatakan kadang-kadang terdapat gangguan bunyi. Secara kesimpulannya, terdapat sedikit gangguan seperti bunyi bising di ruang koridor, kerja-kerja pengubahsuaian dan dari luar dan manakala ruangan lain adalah masih dalam keadaan terkawal.



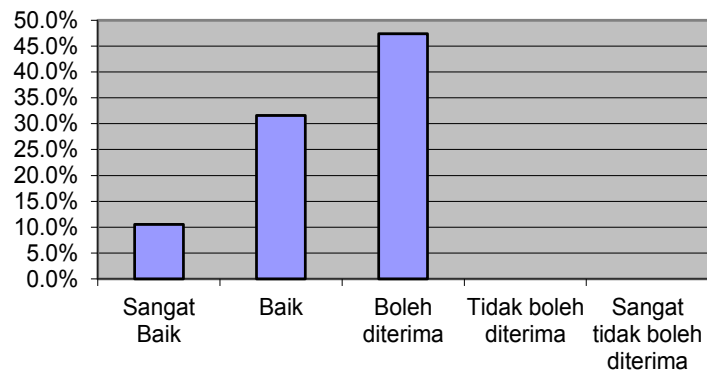
Rajah 39 : Keselesaian untuk mengadakan perbincangan di ruang bekerja

Berdasarkan kepada kajian, 78.9% mengatakan selesa dengan perbualan di pejabat dan hanya 21.1% mengatakan tidak selesa. Secara kesimpulannya, keadaan sesebuah ruang ketika perbualan juga memainkan peranan yang penting dalam memberikan keselesaan perbualan.



Rajah 40 : Keselesaian untuk mengadakan perbincangan yang dikhususkan di pejabat

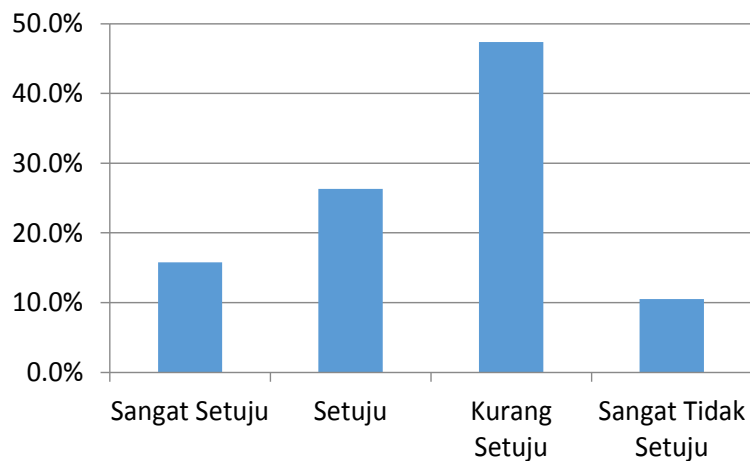
Berdasarkan rajah dari kajian yang dijalankan sebanyak 89.5% merasakan sangat selesa untuk mengadakan perbincangan khusus di pejabat. Sebaliknya 10.5% kurang selesa. Sebagai kesimpulannya, majoriti pengguna selesa dengan kadar bunyi di pejabat .



Rajah 41: Penilaian tahap keselesaan bunyi di dalam pejabat sejak 3 bulan kebelakangan ini

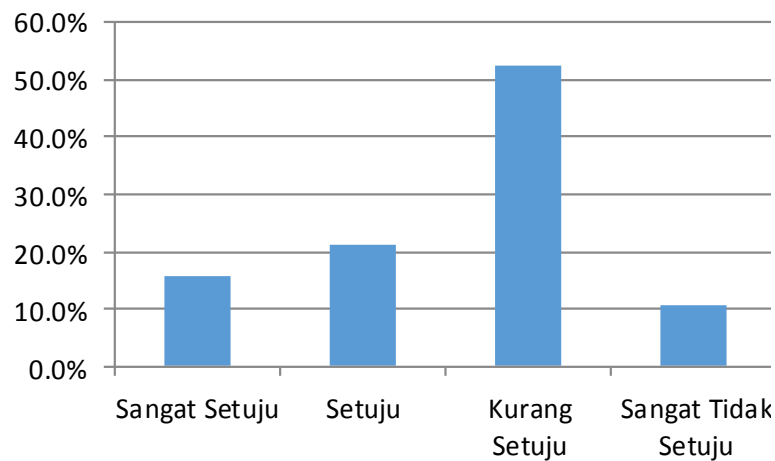
Berdasarkan rajah dari kajian yang dijalankan sebanyak 63.2% merasakan boleh menerima tahap keselesaan bunyi. Sebaliknya 15.8% merasakan sangat baik. Sebagai kesimpulannya, majoriti pengguna selesa dengan kadar bunyi di pejabat.

KESEDARAN PENJIMATAN TENAGA



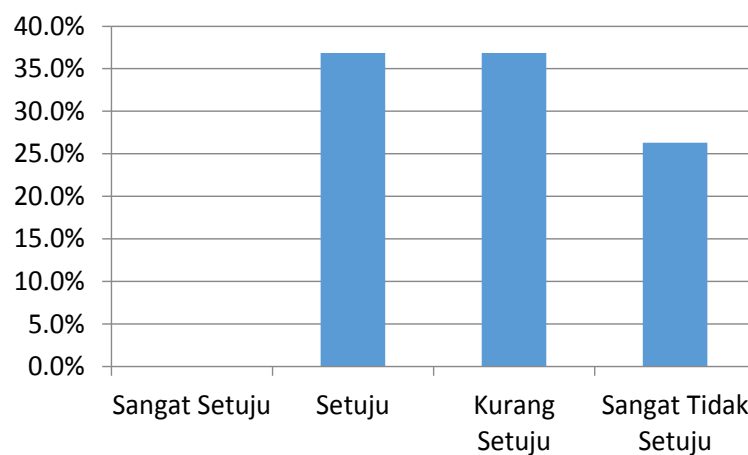
Rajah 42: Bersetuju menggunakan cahaya siang sahaja untuk menjimatkan tenaga elektrik.

Rajah 42 menunjukkan 47.4% pengguna kurang bersetuju untuk menggunakan cahaya siang sahaja untuk menjimatkan tenaga elektrik. Malah 15.8% sangat bersetuju. Ini menunjukkan pengguna perlu didedahkan dengan kempen penjimatan tenaga.



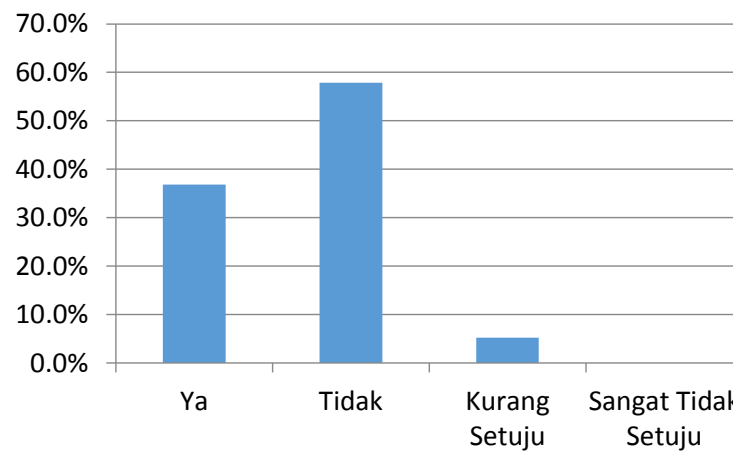
Rajah 43: Adakah anda selesa untuk bekerja hanya menggunakan cahaya siang sahaja

Rajah 43 menunjukkan 52.6% pengguna kurang selesa untuk menggunakan cahaya siang sahaja. Manakala 15.8% sangat bersetuju. Ini menunjukkan pengguna perlu didedahkan dengan kempen penjimatan tenaga.



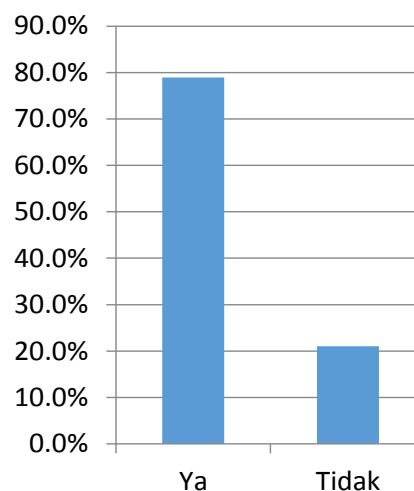
Rajah 44 : Secara umumnya adalah tempat kerja mempunyai pencahayaan semulajadi yang baik.

Rajah 44 menunjukkan 36.8% pengguna menyatakan pencahayaan semulajadi di bangunan mereka baik manakala 36.8% kurang bersetuju. Secara keseluruhannya kadar penerimaan pencahayaan semulajadi adalah dalam kadar seimbang tetapi masih perlu diperbaiki.



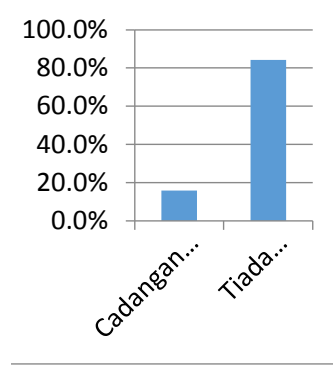
Rajah 45: Adakah tingkap/bukaan di ruang kerja anda sekarang amat penting

Rajah 45 menunjukkan 57.9% dan 36.8% pengguna sangat setuju bahawa tingkap/bukaan di ruang kerja amat penting. Manakala 5.3% adalah sebaliknya. Pendedahan mengenai kepentingan penggunaan cahaya semulajadi perlu didedahkan sebagai langkah penjimatan tenaga elektrik.



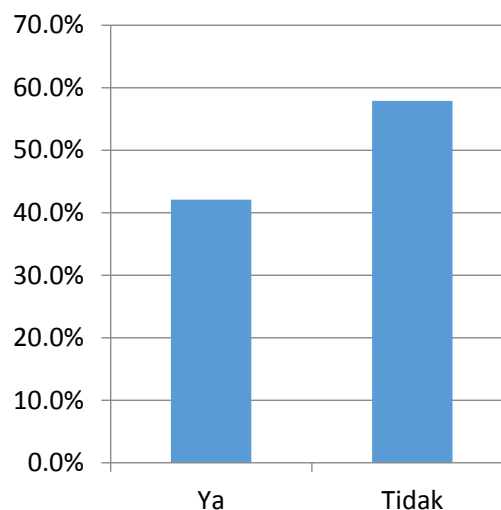
Rajah 46: Penggunaan cahaya semulajadi sahaja tanpa cahaya tiruan sekiranya cahaya semulajadi adalah mencukupi.

Rajah 46 menunjukkan 78.9% pengguna bersetuju dan akan menggunakan cahaya semulajadi sahaja tanpa cahaya tiruan sekiranya cahaya semulajadi mencukupi. Manakala 21.1% tidak berhasrat untuk menggunakan cahaya semulajadi. Kesedaran telah wujud dikalangan pengguna berkaitan kebaikan penggunaan semulajadi tetapi harus ditingkatkan dan dipraktikkan.



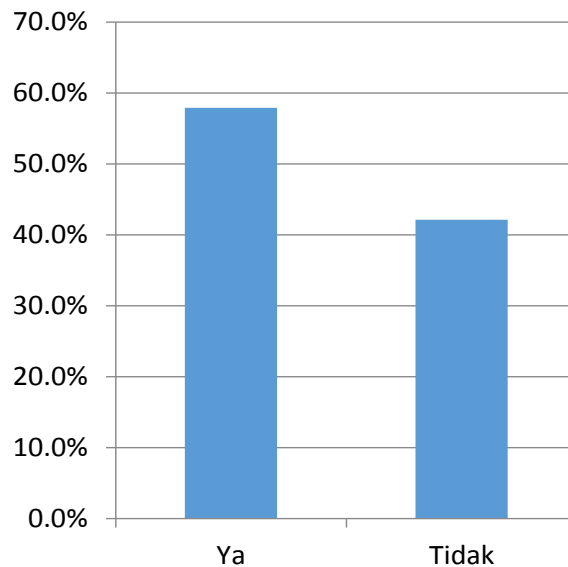
Rajah 47: Kaedah menyumbang kepada penjimatan tenaga yang disyorkan

Rajah 47 menunjukkan 15.8% pengguna mencadangkan beberapa kaedah untuk penjimatan tenaga yang disyorkan. Antaranya ialah menutup suis apabila tidak digunakan dan tidak memasang semua suis lampu yang tidak sepatutnya dinyalakan.



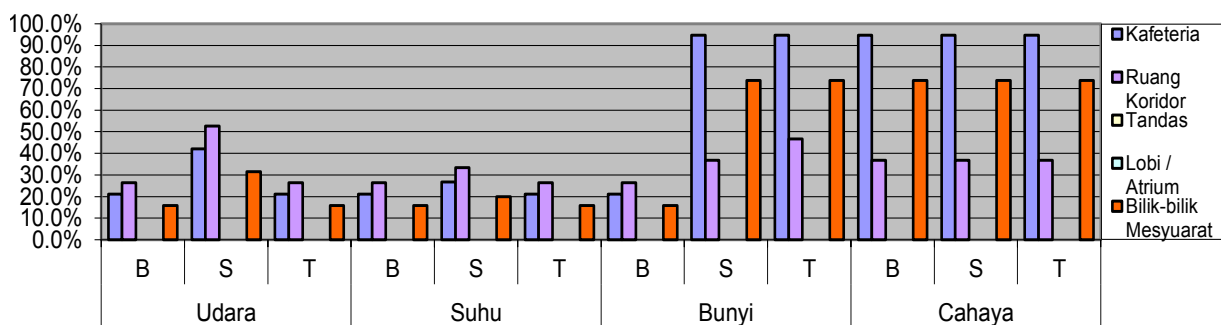
Rajah 48 :Terdapat kempen kesedaran penjimatan tenaga di pejabat melalui poster yang ditampal atau kaedah lain

Rajah 48 menunjukkan kurangnya kempen kesedaran penjimatan tenaga di pejabat tersebut dan perlu adanya langkah-langkah yang lebih optimum bagi meningkatkan lagi kesedaran pengguna berkaitan penjimatan tenaga.



Rajah 49 : Kempem penjimatan tersebut membantu memberi kesedaran kepada pengguna tentang perlunya penjimatan tenaga.

Rajah 49 menunjukkan sebahagian daripada pengguna yang berpendapat kesedaran penjimatan tenaga di pejabat tersebut masih lagi tidak berjaya diterapkan dan perlu adanya langkah-langkah yang lebih optimum bagi meningkatkan lagi kesedaran pengguna berkaitan penjimatan tenaga.



Rajah 50 : Menilai tahap keselesaan di ruang-ruang dalaman lain di persekitaran pejabat. B:Baik, S:Sederhana, TS: Tidak Selesa

Secara keseluruhannya, keadaan persekitaran dalam bangunan berada dalam keadaan sederhana. Statistik menunjukkan pengudaraan, kawalan suhu, tahap bunyi dan pencahayaan adalah di paras sederhana di kelima-lima ruang. Ini menunjukkan ia boleh di tambah baik terutama dari segi pengawalan suhu, pengudaraan dan pencahayaan semulajadi.

6.0 CADANGAN LANGKAH PENJIMATAN TENAGA DAN KIRAAN TEMPOH BAYARAN BALIK MUDAH PELABURAN

6.1 Sistem Elektrik

6.1.1 Tanpa Kos

- Matikan suis lampu apabila penghuni keluar daripada bilik.
- Penggunaan pencahayaan semulajadi di laluan pejalan kaki yang berhampiran gelas tingkap.
- Pastikan peralatan pejabat (cth: komputer, mesin fotokopi di dalam *energy savings mode* apabila tidak digunakan).
- Laksanakan *Energy Management Program* yang lebih teratur (cth: program kesedaran dll).

6.1.2 Dengan Kos

- Retrofit** lampu sedia ada kepada lampu yang lebih cekap tenaga.

Lampu Dalam Bangunan

Dicadangkan penukaran lampu sedia ada (T8, 36 watt bersama *magnetic ballast*) kepada lampu yang lebih cekap tenaga (T8 28 watt bersama *electronic ballast*). Anggaran penjimatan dan tempoh bayaran balik adalah seperti berikut:

Penggantian lampu 2 x 36W(F) recess kepada 2 x 28W(F) recess:

Anggaran bilangan lampu 2 x 36W recess fluorescent	712 unit = 1,424 tiub
Anggaran penjimatan kuasa (kW)	1,424 x 12W (42W - 30W ^{#1} ballast loss) = 17.09 kW
Anggaran penjimatan setahun (kWj)	17.09 kW x 10 jam x 22 hari x 12 bulan = 45,112.32 kWj
Anggaran penjimatan setahun (RM)	(45,112.32 kWj x 0.509 RM/kWj) = RM 22,962.17 /Setahun ≈ RM 1,913.51 / Sebulan
Anggaran Kos Penukaran (RM)	1,424 tiub = 712 set lampu x RM 150.00 = RM 106,800.00 Anggaran pecahan kos:

	i. 1 Electronic Ballast : RM 100 ii. 2 Tiub 28 Watt : RM 40 iii. Kerja-kerja penggantian : RM 10
Tempoh bayaran balik (tahun)	Jumlah Kos Penukaran / Kos penjimatan setahun RM 106,800.00 / RM 22,962.17 $\approx$ <u>4.7 tahun</u>

#1 : $(28\text{ W} + 2\text{ W (Ballast Loss)}) = 30\text{ W}$

ii. Meletakkan pengesan pergerakan (*motion sensor*) di dalam surau

Daripada pemeriksaan yang dijalankan, didapati terdapat lampu yang dibiarkan terpasang pada ruang surau seperti ulasan di dalam **5.4.2 (iii)**. Adalah dicadangkan ruang surau tersebut diletakkan pengesan pergerakan agar lampu-lampu tersebut tertutup secara automatik semasa ketiadaan pegawai di dalam ruang tersebut. Anggaran kos dan penjimatan bagi meletakkan suis kawalan lampu pada ruang tersebut adalah seperti berikut:

Anggaran bilangan bilik dan kuasa lampu yang terlibat	6 unit lampu x $(2 \times 42\text{Watt}^{\#2})$ x 1 surau lelaki; 6 unit lampu x $(2 \times 42\text{Watt}^{\#2})$ x 1 surau perempuan Jumlah kuasa yang terlibat = 1.008 kW
Anggaran jam penutupan suis sehari	4 jam
Anggaran penjimatan setahun (kWj)	1.008 kW x 4 jam x 22 hari x 12 bulan = 1,064.45 kWj
Anggaran penjimatan setahun (RM)	$(1,064.45\text{ kWj} \times 0.509\text{ RM/kWj})$ = <u>RM 541.80 /Setahun</u> $\approx$ <u>RM 45.15 / Sebulan</u>
Anggaran Kos Pemasangan Pengesan Pergerakan (RM)	RM250 per unit pengesan pergerakan x 2 bilik = RM500.00
Tempoh bayaran balik (tahun)	Jumlah Kos Pemasangan / Kos penjimatan setahun RM 500.00 / RM 541.80 $\approx$ <u>10 bulan</u>

#2 : termasuk *Ballast Loss*

- iii. **Retrofit** lampu sedia ada kepada lampu yang lebih cekap tenaga di kawasan parker kereta di aras *basement* yang dibuka selama 24 jam.

Lampu Di Kawasan Parker Kereta Yang Dibuka Selama 24 Jam

Dicadangkan penukaran lampu sedia ada (T8, 36 watt bersama *magnetic ballast*) kepada lampu yang lebih cekap tenaga (LED T8 Tubes 10 watt). Anggaran penjimatan dan tempoh bayaran balik adalah seperti berikut:

Penggantian lampu 1 x 36W(F) recess kepada 1 x 10W(F) LED:

Anggaran bilangan lampu 1 x 36W <i>recess fluorescent</i>	130 tiub
Anggaran penjimatan kuasa (kW)	130 x 32W (42W - 10W) = 4.16 kW
Anggaran penjimatan setahun (kWj)	4.16 kW x 24 jam x 30 hari x 12 bulan = 35,942 kWj
Anggaran penjimatan setahun (RM)	(35,942 kWj x 0.509 RM/kWj) = <u>RM 18,294.68 / Setahun</u> ≈ <u>RM 1,524.56 / Sebulan</u>
Anggaran Kos Penukaran (RM)	130 tiub x RM 350.00 = RM 45,500.00
Tempoh bayaran balik (tahun)	Jumlah Kos Penukaran / Kos penjimatan setahun RM 45,500.00 / RM 18,294.68 ≈ <u>2.5 tahun</u>

6.2 Sistem Mekanikal

Strategi penjimatan tenaga ini merangkumi penemuan yang diperolehi dalam sistem mekanikal bangunan berdasarkan penganalisaan data audit yang dilakukan dan seterusnya mencadangkan langkah penjimatan tenaga bagi operasi sistem mekanikal di bangunan Puspanitapuri Putrajaya.

Penemuan Penjimatan Tenaga

Berdasarkan kepada penganalisaan data yang dilakukan, berikut adalah ringkasan penemuan yang diperolehi iaitu:

Keadaan Bilik AHU yang tidak kemas

Melalui pemerhatian visual yang dilakukan, didapati kesemua bilik *AHU* tidak berkunci dan dijadikan tempat simpanan barang yang tidak sepatutnya seperti cat, cecair pencuci, simen, *scaffolding* dan sebagainya yang boleh menjejaskan kualiti udara dalam ruang berpenyaman udara. Selain itu ia juga mengganggu aliran udara ke unit *AHU* dan menyebabkan ianya tidak dapat beroperasi pada tahap yang optimum. Tambahan lagi ia akan menghalang kerja-kerja penyenggaraan.



Gambar menunjukkan keadaan bilik *AHU* yang dijadikan tempat simpanan barang.

Waktu operasi sistem penyaman udara melebihi waktu operasi pejabat

Operasi sistem penyaman udara di pejabat Puspanitapuri Putrajaya biasanya bermula antara jam 7.30 pagi – 5.00 petang pada hari Isnin – Jumaat. Walau bagaimanapun, didapati sistem penyaman udara masih beroperasi selepas jam 5.00 petang dan pada waktu cuti umum. Perkara ini menyebabkan peningkatan kepada penggunaan tenaga elektrik bangunan.

Tahap CO₂ Rendah Di Ruang Pejabat

Kerja audit tenaga juga menemukan bacaan CO₂ yang agak rendah di beberapa bilik dan ruang di bangunan Puspanitapuri Putrajaya iaitu pada purata 450 ppm. Bacaan CO₂ yang agak rendah merupakan satu tanda bahawa kemungkinan terdapatnya udara luar yang masuk secara berlebihan ke dalam ruang pejabat. Kadar CO₂ dengan purata 450 ppm ini adalah menepati garis panduan yang telah ditetapkan oleh JKPP iaitu *Tataamalan Industri Kualiti Udara dalaman 2010 (JKPP DP (S) 127/379/4-39)* agar tidak melebihi bacaan 1000 ppm namun kemasukan udara luar yang berlebihan ini akan meningkatkan bebanan penyejukan kepada sistem penyaman udara dan terpaksa menggunakan lebih tenaga untuk menurunkan kadar kelembapan dan suhu dari udara luar.

6.2.1 Tanpa Kos

- a. Mewujudkan dan melaksanakan Sistem Pengurusan Tenaga (SPT);
- b. Menutup pintu dan tingkap bagi mengelakkan penyusupan udara luar ke ruang berpenyaman udara;

6.2.2 Dengan Kos

- a. Melaksanakan penyenggaraan sistem penyaman udara, terutama komponen Menara Penyejuk (*Cooling Tower*), secara teratur dan berkala.
- b. Melaksanakan penjadualan semula waktu operasi sistem penyaman udara *WCPU* melalui pemasangan *timer*.

6.2.1 Tanpa Kos

a. Mewujudkan dan melaksanakan Sistem Pengurusan Tenaga (SPT).

Adalah dicadangkan supaya SPT diwujudkan dan dilaksanakan di bangunan Puspanita Putrajaya bagi mengurus penggunaan tenaga elektrik dengan lebih cekap dan sistematik. SPT adalah merupakan sistem pengurusan bersifat holistik yang merangkumi pengurusan secara sistematik bagi semua elemen yang memberi kesan kepada penggunaan tenaga dalam bangunan dengan tujuan memastikan penggunaan tenaga dengan cekap. Prinsip SPT ialah memberikan fokus kepada kaedah pengurusan tenaga, komitmen daripada pihak pengurusan, penglibatan daripada semua pihak dan penambahbaikan yang berterusan. Selepas SPT diwujudkan dan dilaksanakan, pihak Puspanita Putrajaya boleh menimbangkan untuk berusaha ke arah mendapatkan pensijilan **ISO 50001** di masa hadapan. Adalah dimaklumkan bahawa JKR Ibu Pejabat telah pun membangunkan Garis Panduan Mewujudkan dan Melaksanakan Sistem Pengurusan Tenaga di Bangunan-bangunan Kerajaan.

b. Penutupan pintu dan tingkap bagi mengelakkan penyusupan udara luar ke ruang berpenyaman udara.

Terdapat udara luar terlepas masuk ke ruang berpenyaman udara disebabkan oleh pintu dan tingkap yang tidak ditutup sehingga udara luar yang tidak dirawat memasuki ruang pejabat yang berpenyaman udara. Ini akan meningkatkan kadar penggunaan tenaga oleh sistem penyaman udara bagi menyejukkan dan mengeluarkan wap air yang terdapat dalam udara tersebut. Anggaran penjimatan penggunaan tenaga bagi sistem penyaman udara dapat diperolehi seperti pengiraan berikut:

Penggunaan tenaga oleh sistem penyaman udara pejabat = 457.3 kWj/hari

*Pengurangan penggunaan tenaga (1%) = 0.01 x 457.3 kWj/hari
= 4.6 kWj/hari*

*Pengurangan penggunaan tenaga setahun = 4.573 kWj/hari x 5 hari x 52minggu
= 1,189 kWj/thn*

*Pengurangan kos tahunan = 1,188.98 kW j/thn x RM 0.509/kW j
= RM 605.20 /thn*

*Pengurangan ACEII = 1,188.98 kW j/thn / 988.14 m²
= 1.20 kW j/m²/thn*

6.2.2 Dengan Kos

a. Kerja-kerja mencuci dan menyenggara komponen sistem penyaman udara terutama komponen menara penyejuk (*cooling tower*)

Kerja-kerja mencuci dan menyenggara Menara Penyejuk adalah dicadangkan bagi meningkatkan *COP* sistem penyaman udara. Daripada pengiraan yang dilakukan, kadar tertinggi *COP* sistem penyaman udara yang telah diaudit adalah 3.3, tetapi kadar minimum bagi *COP* menurut Piawaian Malaysia, *MS1525:2014* adalah *COP* 3.8.

Sehubungan dengan itu, penyenggaraan yang komprehensif secara berkala ke atas sistem penyaman udara dijangka dapat meningkatkan *COP* semasa kepada sekurang-kurangnya *COP* minima berdasarkan *MS1525:2014*. Anggaran penjimatan adalah seperti berikut:

Pada *COP* 3.0, penggunaan tenaga sistem penyaman udara *WCPU* Dewan adalah pada 1,451.0 kWj/hari.

$$COP = \frac{\text{Cooling load (kW}_r\text{h)}}{\text{Energy Input}}$$
$$3.0 = \frac{\text{Cooling Load}}{1,451.0 \text{ kWh}}$$

pada beban penyejukan 4,353.0 kW_rh dengan *COP* minima pada 3.8,

$$3.8 = \frac{4,353.0 \text{ kW}_r\text{h}}{\text{Energy Input}}$$
$$\text{Energy Input} = \frac{4,353.0 \text{ kW}_r\text{h}}{3.8} = 1,145.53 \text{ kWh/day}$$

$$\begin{aligned}\text{Anggaran pengurangan penggunaan tenaga setahun} &= (1,451.0 - 1,145.53) \text{ kWj/hari} \times \\ &\quad 6 \text{ hari/bln} \times 12 \text{ bln} \\ &= \mathbf{21,993.84 \text{ kWj/thn}}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Pengurangan kos tahunan} &= 21,993.84 \text{ kWj/thn} \times \text{RM } 0.509 / \text{kWj} \\ &= \mathbf{RM 11,194.86/thn}\end{aligned}$$

Anggaran kos kerja-kerja mencuci Menara Penyejuk = RM 17,000.00

$$\begin{aligned}
 \text{Tempoh pulangan mudah} &= \text{kos kerja} / \text{pengurangan kos tahunan} \\
 &= \text{RM } 17,000 / \text{RM } 11,194.86 \\
 &= 1.52 \text{ tahun} \approx \mathbf{1 \text{ tahun } 7 \text{ bulan}}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Pengurangan ACEII} &= 21,993.84 \text{ kWj/thn} / 3,022.86 \text{ m}^2 \\
 &= \mathbf{7.28 \text{ kWj/m}^2/\text{thn}}
 \end{aligned}$$

b. Penggunaan kipas untuk ruang pejabat selepas waktu pejabat.

$$\text{Penggunaan tenaga oleh sistem penyaman udara pejabat} = 45.73 \text{ kWj/sejam}$$

$$\text{Pengurangan penggunaan tenaga satu (1) unit kipas} = 0.0638 \text{ kWj/sejam}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Pengurangan penggunaan tenaga lima (5) unit kipas} &= 0.0638 \text{ kWj/sejam} \times 5 \text{ unit kipas} \\
 &= 0.319 \text{ kWj/sejam}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Penggunaan tenaga setahun sistem penyaman udara pejabat} \\
 &= 45.73 \text{ kWj/sejam} \times 20 \text{ jam/bln} \times 12 \text{ bln} \\
 &= \mathbf{10,975.2 \text{ kWj/thn}}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Penggunaan tenaga kipas setahun} &= 0.319 \text{ kWj/sejam} \times 20 \text{ jam/bln} \times 12 \text{ bln} \\
 &= \mathbf{76.6 \text{ kWj/thn}}
 \end{aligned}$$

*Anggaran 20 jam/bulan bekerja di luar waktu kerja.

$$\begin{aligned}
 \text{Anggaran pengurangan penggunaan tenaga setahun} &= (10,975.2 - 76.56) \text{ kWj/thn} \\
 &= \mathbf{10,898.6 \text{ kWj/thn}}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Pengurangan kos tahunan} &= 10,898.64 \text{ kWj/thn} \times \text{RM } 0.509 / \text{kWj} \\
 &= \mathbf{\text{RM } 5,547.40/\text{thn}}
 \end{aligned}$$

$$\text{Anggaran kos membeli lima (5) unit kipas} = \text{RM } 1,250.00$$

$$\begin{aligned}
 \text{Tempoh pulangan mudah} &= \text{kos kerja} / \text{pengurangan kos tahunan} \\
 &= \text{RM } 1,250.00 / \text{RM } 5,547.40 \\
 &= 0.22 \text{ tahun} \approx \mathbf{3 \text{ bulan}}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Pengurangan ACEII} &= 10,898.64 \text{ kWj/thn} / 988.14 \text{ m}^2 \\ &= 11 \text{ kWj/m}^2/\text{thn} \end{aligned}$$

6.3 Sistem Mekanikal (Penyusupan Udara Luar/Infiltrasi)

6.3.1 Tanpa Kos

Terdapat tiga kaedah yang boleh dijalankan bagi mengurangkan kadar infiltrasi di bangunan ini.

- Program kesedaran kepada pengguna bangunan. Pengguna bangunan akan diberi penerangan berkenaan kesan infiltrasi dalam bangunan dan pada masa yang sama pengguna akan diingatkan untuk memastikan tingkap dan pintu antara ruang berpenyaman udara sentiasa ditutup.
- Memastikan bukaan tingkat dan pintu di ruang berpenyaman udara sentiasa ditutup.
- Menghentikan operasi 'exhaust fan' dalam keadaan ruang berpenyaman udara.

6.3.2 Dengan Kos

Menutup semula bukaan exhaust fan dengan sempurna bagi mengelakkan berlakunya kebocoran udara terawat (semasa sistem penyaman udara dipasang pada waktu siang) dan mengelakkan berlaku kemasukkan udara luar ke dalam ruang bilik (semasa sistem penyaman udara tidak dijalankan terutama pada waktu malam).

7.0 KESIMPULAN

7.1 Skop Elektrik

Merujuk kepada perbandingan BEI seperti **Rajah 6**, anggaran nilai BEI yang dianalisa iaitu 248.17 kWj/m²/tahun adalah tinggi jika dibandingkan dengan purata bangunan pejabat di Malaysia. Oleh yang demikian, terdapat potensi bagi penjimatan tenaga yang boleh dilaksanakan di Bangunan Puspanitapuri, Putrajaya.

Program kesedaran perlu sentiasa dilaksanakan dengan kerjasama daripada penghuni agar langkah-langkah penjimatan yang lebih efisien dapat diperolehi. Terdapat beberapa kaedah penjimatan yang boleh dijalankan seperti di tunjukkan di Bahagian 6. Penjimatan Tanpa Kos seperti yang dicadangkan di dalam **perkara 6.1.1** boleh membantu untuk mengurangkan penggunaan tenaga dengan mendapat pulangan serta merta daripada penjimatan tersebut memandangkan tindakan tersebut tidak melibatkan sebarang kos. Satu cadangan penjimatan bagi kategori Kos Tinggi yang dicadangkan di dalam laporan ini iaitu penukaran lampu sedia ada kepada lampu yang lebih cekap tenaga jenis T8 LED (10 watt) boleh dibuat memandangkan tempoh pulangan balik pelaburan (*Simple Payback Period*) adalah singkat (Rujuk **Jadual 2**). Penukaran lampu sedia ada kepada lampu yang lebih cekap tenaga jenis T5 (28 watt) tidak dicadangkan di dalam laporan ini kerana tempoh pulangan balik pelaburan yang panjang. Pada pandangan kami penukaran lampu sedia ada kepada jenis T8 (28 watt) adalah lebih sesuai memandangkan penukaran tersebut tidak memerlukan penukaran *adapter* dan tempoh pulangan balik pelaburan yang lebih singkat.

Penglibatan pihak penyelenggaraan bangunan juga amat penting bagi mencapai sasaran penjimatan yang ditetapkan. Lukisan pengagihan bekalan elektrik ke bangunan dan kawasan kerja amat penting disediakan oleh pihak penyelenggaraan bangunan bagi memastikan program audit tenaga dan penjimatan tenaga dapat dijalankan dengan lebih berkesan dan sistematik.

Untuk mendapatkan anggaran penjimatan tenaga secara menyeluruh, elemen pasif serta elemen aktif yang lain perlu diambilkira. Kaedah penjimatan di atas hanya fokus kepada beban lampu. Penggunaan beban penghawa dingin juga harus diambil kira kerana penggunaan tersebut menyumbang peratusan yang tinggi dalam penggunaan tenaga di bangunan. Bagi merealisasikan program penjimatan yang dirancang, kajian terperinci dan penglibatan penghuni adalah amat diperlukan agar usaha penjimatan tenaga tersebut dapat dicapai.

7.2 Skop Mekanikal

Pelaksanaan cadangan penjimatan ini boleh mengurangkan penggunaan tenaga tahunan oleh sistem penyaman udara, *ACEII* sehingga **19.2 kWj/m²/tahun** dan pengurangan bil sehingga **RM 17,347.46**. Namun, ia harus dilaksanakan dengan terperinci bagi merealisasikan penjimatan berkenaan. Penglibatan pihak pengguna bangunan dalam pelaksanaannya memudahkan penjimatan berkenaan untuk dicapai. Cadangan strategi penjimatan Adalah seperti di dalam **Jadual 23**.

Bil.	Penemuan	Strategi Penjimatan	Penjimatan Tenaga dan Kos	Pengurangan <i>ACEII</i> dan Tempoh Pulangan (Kos Pelaksanaan)
1.	Udara luar memasuki ruang berpenyaman udara	Penutupan pintu dan tingkap bagi mengelakkan penyusupan udara luar ke ruang berpenyaman udara.	1,189 kWj/tahun RM 605.20 setahun	1.2 kWj/m ² /tahun Serta merta (Tanpa Kos)
2.	Tiada sistem pengurusan tenaga yang sistematik	Mewujudkan dan melaksanakan Sistem Pengurusan Tenaga (SPT).	Serta merta	Serta merta (Tanpa Kos)
3.	Suhu air yang masuk ke dalam <i>WCPU</i> terlalu tinggi dari suhu <i>wet bulb</i> persekitaran (<i>ambient temperature</i>).	Penyenggaraan Menara Penyejuk (<i>Cooling Tower Fan</i>)	21,993.84 kWj/tahun RM 11,194.86 setahun	7.28 kWj/m ² /tahun 1 tahun 7 bulan (RM 17,000.00)
4.	Penggunaan sistem penyaman udara selepas waktu pejabat.	Penggunaan kipas untuk ruang pejabat selepas waktu pejabat.	10,898.6 kWj/tahun RM 5,547.40 setahun	11 kWj/m ² /tahun 3 bulan (RM 1,250.00)
Jumlah			34,081.44 kWj/tahun RM 17,347.46 setahun	19.48 kWj/m²/tahun 1 tahun 10 bulan (RM 18,250.00)

Jadual 23: Ringkasan strategi penjimatan tenaga bangunan Puspanitapuri Putrajaya

7.3 Skop Sistem Mekanikal (Penyusupan Udara Luar/Infiltrasi)

Secara keseluruhannya, berdasarkan pemerhatian berlaku kebocoran udara sejuk/terawat yang dihasilkan oleh sistem penyaman udara melalui bukaan pintu dan pemasangan exhaust fan. Kebocoran udara ini akan menyebabkan udara sejuk/terawat daripada sistem penyaman udara keluar melalui bukaan tersebut dan menyebabkan udara luar yang panas memasuki ruang bilik bagi mengimbangi tekanan udara bilik tersebut. Keadaan ini menyebabkan sistem penyaman udara perlu berkerja lebih untuk menyejukkan campuran udara luar yang panas ke dalam ruang sistem penyaman udara bagi mencapai tetapan suhu yang ditetapkan oleh pengguna.

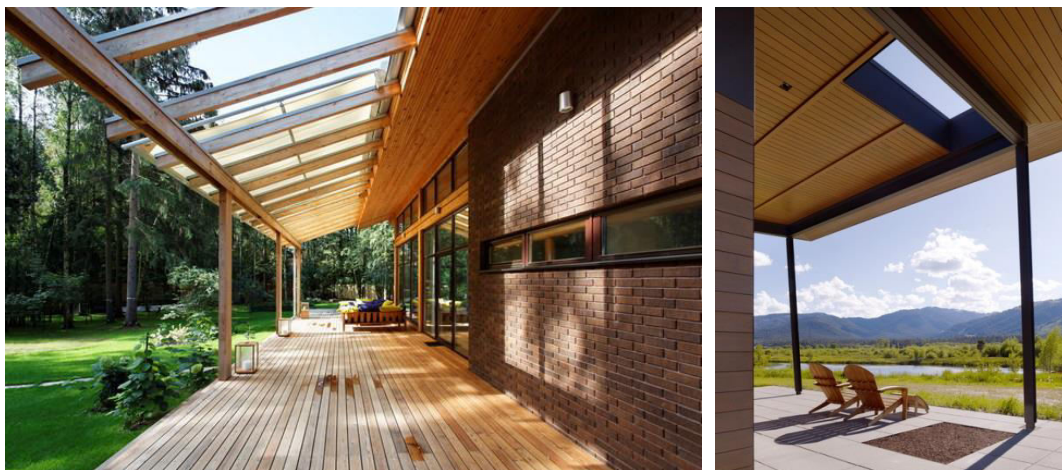
7.4 Skop Sistem Pasif

Secara keseluruhannya, bagi Blok Pentadbiran dan Dewan Banquet kadar pencahayaan tidak mencukupi dengan purata bacaan lux meter pada kadar 178 lux, manakala kadar keselesaan haba menunjukkan bacaan berada pada tahap selesa.

Manakala, Blok Klinik dan Penginapan menunjukkan kadar pencahayaan tidak mencukupi dengan purata bacaan lux meter pada kadar 163 lux. Kadar suhu dan kelembapan yang tinggi juga disebabkan ianya menghadap matahari pagi dan petang.

Dari aspek rekabentuk, keseluruhannya rekabentuk bangunan berciri tropika dengan 'deep overhang', koridor yang lebar dan lanskap yang baik adalah bagus untuk mengelakkan cahaya matahari terik. Namun ini menghadkan penggunaan cahaya siang. Kajian mendapati pencahayaan siang dapat mengurangkan 10% - 30% penggunaan tenaga elektrik.

Terdapat beberapa cadangan penambahbaikan yang boleh dilakukan bagi menjimatkan penggunaan tenaga seperti mengadakan kempen peringatan penjimatan penggunaan tenaga, cadangan tambahan sistem tenaga diperbaharui yang bersesuaian, memberi kesedaran kepada pengguna berkaitan penjimatan elektrik & penghawa dingin serta menambah pencahayaan dengan kaedah penambahbaikan kemas bumbung berkonsepkan '*punched skylight roof*'. Kaedah ini boleh digunakan di bahagian bumbung jenis '*overhang*' di mana sesetengah bahagian bumbung ditukarkan kepada jenis skylight bagi membolehkan pancaran matahari masuk ke ruang koridor tersebut.



Gambar menunjukkan '*overhang*' bumbung yang menggunakan konsep '*punched skylight roof*'

Keadaan silau boleh diatasi dengan memasang lapisan anti silau di tingkap kaca, meletakkan bunga selaras dengan aras mata (semasa bekerja) atau posisi tempat kerja bersudut tepat (*perpendicular*) dengan tingkap.



Gambarajah menunjukkan pokok yang diletakkan selaras dengan aras mata semasa bekerja untuk mengelakkan silau.



Gambarajah menunjukkan kedudukan meja kerja yang bersudut tepat dengan tingkap untuk mengurangkan silau.

LAMPIRAN

i. Lampiran 1: Ringkasan Bil Elektrik

Bulan	Penggunaan Tenaga KWH	RM/kWh	Penggunaan Tenaga Bagi 200 kWh Pertama	RM/kWh (1- 200kWh)	Penggunaan Tenaga Sebenar (kWh)	Jumlah Penggunaan Tenaga kWh (RM)	KWTBB	GST	ICPT	Penalti Faktor Kuasa (RM)	Penalti Lewat Bayar	Jumlah Perlu Dibayar
Jan-15	41,305.00	0.509	200.000	0.435	41,505.000	21,111.25	337.78	0.00	0.00	0.00	348.90	21,797.92
Feb-15	47,787.00	0.509	200.000	0.435	47,987.000	24,410.58	390.57	0.00	38.57	0.00	182.23	24,944.81
Mar-15	95,901.00	0.509	201.000	0.435	96,102.000	48,901.04	782.42	175.26	2,162.30	0.00	93.77	47,790.19
Apr-15	50,621.00	0.509	200.000	0.435	50,821.000	25,853.09	413.65	1,482.58	1,143.47	0.00	22.81	26,628.65
May-15	79,344.00	0.509	200.000	0.435	79,544.000	40,473.10	647.57	2,321.00	1,789.74	0.00	1.02	41,652.95
Jun-15	54,408.00	0.509	200.000	0.435	54,608.000	27,780.67	444.49	1,593.12	1,228.68	0.00		28,589.60
Jul-15	37,337.00	0.509	200.000	0.435	37,537.000	19,091.53	305.46	1,094.82	844.58	0.00		19,647.23
Aug-15	68,607.00	0.509	200.000	0.435	68,807.000	35,007.96	560.13	2,007.59	1,548.16	0.00	115.30	36,142.82
Sep-15	73,290.00	0.509	200.000	0.435	73,490.000	37,391.61	598.27	2,144.29	1,653.53	0.00		38,480.64
Oct-15	45,858.00	0.509	200.000	0.435	46,058.000	23,428.72	374.86	1,343.55	1,036.31	0.00		24,110.82
Nov-15	69,137.00	0.509	200.000	0.435	69,337.000	35,277.73	564.44	2,023.06	1,560.08	0.00		36,305.15

Lampiran 2: Jenis- Jenis Lampu

- ii. **Lampiran 3: Rekod bacaan tahap pencahayaan (Lux Level) di lokasi yang terlibat dan** Lampiran 3: Rekod bacaan tahap pencahayaan (Lux Level) di lokasi yang terlibat dan perbandingan dengan spesifikasi Malaysia Standard (MS 1525:2014)

Bil.	Lokasi	Lux Level					
		P1	P2	P3	P1	P2	MS1525
	Bangunan Puspanitapuri Putrajaya						
	Unit Pentadbiran						
1	Ruang Kerja	137	138	145	104	143	300
2	Bilik Perbincangan Persatuan	213	211				300
3	Bilik Perbincangan Pelanggan	342	510				300
4	Bilik Bendahari Agung	114	170				300
5	Bilik Menunggu YDP	25	99				200
6	Bilik Yang Di Pertua Puspanitapuri (YDP)	254	275				300
7	Tandas `Khas' YDP (dlm bilik YDP)	746	668				150
8	Bilik Bincang YDP	174	150				300
9	Bilik Setiausaha Agung	207	143				300
10	Bilik Pegawai Kewangan	271	301				300
11	Bilik Setiausaha Eksekutif	299	257				300
12	Tandas (P)	179	164				150
13	Bilik Mesyuarat Utama	163	167				300
14	Ruang Khidmat Pelanggan	223	152				200
15	Bilik Perbincangan @ Mesyuarat	187	192				300
16	Pantry	518	490				200
	*Microwave - 2 nos.						
	*Oven - 1 no.						
	*Peti Ais - 2 nos.						
	*Cerek Air - 2 nos.						
	*Televisyen - 1 no.						

Bil.	Lokasi	Lux Level					
		P1	P2	P3	P1	P2	MS1525
	Bangunan Puspanitapuri Putrajaya						
	Dewan Sri Endon						
1	Koridor (luar dewan)	466	280	80	120	128	100
2	Koridor (dalam dewan)	310	366	295	230	132	100
3	Bilik Untuk V.I.P	210	196				300
4	Dewan Sri Endon	246	240	253	252	270	300
5	Laluan Ke Tandas (L)	167	151				100
6	Tandas (W)	260	261				100
7	Stor Fasiliti	201	196				200
8	Tandas (L)	222	210				150
9	Tandas (OKU 1)	350	332				150
10	Tandas (OKU 2)	350	332				150
11	Stor Peralatan	170	174				200
12	Bilik Papan Suis	142	144				200
13	Laluan Ke Bilik Kawalan	350	342				100
	Penghawa Dingin Untuk Dewan						
14	Laluan Ke Pentas (Stage)	124	91				100
15	Bilik Persalinan (L)	233	222				200
16	Bilik Persalinan (P)	234	211				200
17	Laluan Ke Unit Pentadbiran	130	132				100
18	Surau (L)	295	305				200
19	Surau (P)	286	312				200
20	Bilik Stor	160	164				200
21	Bilik Papan Suis (DB)	412	433				200
	(Untuk Penghawa Dingin & Lampu)						
22	Tandas (L)	309	302				150
23	Tandas (P)	271	266				150
24	Laluan Ke Tpt. Penyediaan Makanan	736	192	330			100
	(Caterer)						
25	Tempat Penyediaan Makanan	375	334	394			300
	(Caterer)						
	*Peti Ais - 2 nos.						
	*Mesin Cuci pinggan - 2 nos.						
	*Pemanas Air - 1 no.						
26	Bilik Stor	250	300				200
	(Peralatan Teknikal)						
27	Bilik Stor	260	266				200

	(Meja Banquet)						
28	Bilik Stor	162	138				200
	(Meja)						

Bil.	Lokasi	Lux Level					
		P1	P2	P3	P1	P2	MS1525
	Bangunan Puspanitapuri Putrajaya						
	Dewan Sri Endon / Tkt. 1						
1	Bilik Audio Visual	80	81	63			300
2	Bilik Persalinan (Pengantin)	66	68				200
	i. Tandas `L/P'	55	55				150
	ii. Stor (Fasilitis)	236	224				200
3	Laluan Mazenine (Persada)/Bah. Bwh.	68	85				100
4	Perpustakaan Kecil	160	214	230			300
5	Laluan Mazenine (Persada)/Bah. Atas	36	152	40			100
6	Tandas `L'	145	145				150
7	Tandas `P'	145	145				150
8	Korridor	80	78				100
9	Dome `Sewaan 1'	214	194				200
	*Pengkawa Dingin 1 H.P - 1 no.						
	*Televisyen - 1 no.						
	*Lampu Tidur - 1 no.						
10	Dome `Sewaan 2'	388	341				200
	*Pengkawa Dingin 1 H.P - 1 no.						
	*Televisyen - 1 no.						
	*Lampu Tidur - 1 no.						

Bil.	Lokasi	Lux Level					
		P1	P2	P3	P1	P2	MS1525
	Bangunan Puspanitapuri Putrajaya						
	Rumah Penginapan / 12 Bilik						
1	Bilik Inap 1	165	167				200
	Tandas	128					150
2	Bilik Inap 2	165	167				200
	Tandas	128					150
3	Bilik Inap 3	165	167				200
	Tandas	128					150
4	Bilik Inap 4	165	167				200
	Tandas	128					150
5	Bilik Inap 5	165	167				200
	Tandas	128					150
6	Bilik Inap 6	165	167				200
	Tandas	128					150
7	Bilik Inap 7	165	167				200
	Tandas	128					150
8	Bilik Inap 8	165	167				200
	Tandas	128					150
9	Bilik Inap 9	165	167				200
	Tandas	128					150
10	Bilik Inap 10	165	167				200
	Tandas	128					150
11	Bilik Inap 11	165	167				200
	Tandas	128					150

12	Bilik Inap 12	165	167				200
	Tandas	128					150
	*Pengkawa Dingin 1 H.P - 12 nos.						
	*Peti Ais Kecil - 12 nos.						
	*Lampu Tumpu (Membaca) - 12 nos.						
	*Exhaust Fan - 12 nos.						

Bil.	Lokasi	Lux Level					
		P1	P2	P3	P1	P2	MS1525
	Bangunan Puspanitapuri Putrajaya						
	Apartment 3 Bilik						
1	Bilik Tidur Utama	190					200
	l/d Tandas Kecil	114					150
	Bilik Tidur 2	174					200
	l/d Tandas Kecil	114					150
	Bilik Tidur 3	172					200
	l/d Tandas Kecil	114					150
	Ruang 1 (Hall 1)	60					200
	Ruang 2 (Hall 2)	115					200
	Dapur (Pantry)	240					200
	Tandas	102					150
	*Penghawa Dingin 1 H.P - 3 nos.						
	*Peti Ais Kecil - 1 no.						
	*Lampu Tumpu (Membaca) - 1 no.						
	*Exhaust Fan - 1 no.						

Bil.	Lokasi	Lux Level					
		P1	P2	P3	P1	P2	MS1525
	Bangunan Puspanitapuri Putrajaya						
	Klinik Pergigian (Wanita)						
1	Ruang Kerja / Rawatan	231	234				300
2	Bilik Cucian	350	344				300
	*Penghawa Dingin 1 H.P - 2 nos.						
	*Exhaust Fan - 1 no.						
	*Oven - 1 no						
	*Lampu `Keluar Sign' - 1 no.						
	*Kerusi Pergigian @ Bolehlaras - 1 no.						
	*1 Set Komputer						
	*Lampu `Lekapan Dinding' - 1 no.						

Bil.	Lokasi	Lux Level					
		P1	P2	P3	P1	P2	MS1525
	Bangunan Puspanitapuri Putrajaya						
	Klinik Kesihatan (Wanita)						
1	Ruang Kerja / Rawatan	283	257	266			300
2	Bilik Pemeriksaan	299	231				300
3	Tandas 'P'	114					150
4	Bilik Rehabilitasi	147					300
5	Bilik Konsultasi	362					300
	*Pengahawa Dingin 1 H.P - 3 nos.						
	*Mesin Pemeriksaan Darah - 1 no.						
	*Mesin Pemeriksaan Mata - 1 no.						
	*1 Set Komputer - 2 nos.						
	*Exhaust Fan - 1 no.						
	*Mesin Inbody Test X - 1 no.						
	*Mesin Faks - 1 no.						
	*Mesin Lampu X-Ray - 1 no.						
	*Skrin Pesakit Komunikasi - 1 no.						
6	Pantry	220					200
	*Pengahawa Dingin 1 H.P - 1 no.						
	*Water Dispenser - 1 no.						
	*Pembakar Roti - 1 no.						
	*Peti Ais - 1 no.						
	*Periuk Nasi - 1 no.						
	*Mesin Kad Perakam Waktu - 1 no.						

Bil.	Lokasi	Lux Level					
		P1	P2	P3	P1	P2	MS1525
	Bangunan Puspanitapuri Putrajaya						
	Klinik Ujian Kesuburan (Wanita)						
1	Ruang Kerja / Rawatan	228	223				300
2	Tandas `P'	282	273				150
	*Pengkawa Dingin 1 H.P - 1 no.						
	*Mesin `Sterlizier' - 1 no.						
	*1 Set Komputer - 1 no.						
	*Lampu Angle Lamp - 1 no.						
	*Keluar Sign - 1 no.						

Bil.	Lokasi	Lux Level					
		P1	P2	P3	P1	P2	MS1525
	Bangunan Puspanitapuri Putrajaya						
	Kawasan Gelanggang						
	(Futsal & Bolatampar)						
1	Pondok Pengawal 1	248	232				300
2	Pondok Pengawal 2	248	232				300
3	Tandas `L'	292	256				150
4	Tandas `P'	292	256				150
	*Televisyen - 1 no.						
	*Kipas Angin Lekapan Dinding - 1 no.						
	*Radio Kecil - 1 no.						

Bil.	Lokasi	Lux Level					
		P1	P2	P3	P1	P2	MS1525
	Bangunan Puspanitapuri Putrajaya						
	A.H.U (Bilik Penyejuk) & Tangki Air						
	Tingkat 2						
1	Bilik A.H.U	260	246				200
2	Laluan Ke Tangki Air	100	80				100
	(Melalui Tangga Sebelah Kanan Dewan)						
3	Bilik Tangki Air	40	87	95	102		200
4	Lift	350					200

Bil.	Lokasi	Lux Level					
		P1	P2	P3	P1	P2	MS1525
	Bangunan Puspanitapuri Putrajaya						
	Bilik M.S.B & Tempat Letak Kereta						
	(Basement)						
1	Bilik M.S.B	87	76				300
2	Tempat Letak Kereta - Basement 1	33	36	69	46	38	100
3	Tempat Letak Kereta - Basement 2	51	27	62	79	82	100
4	Tempat Letak Kereta - Basement 3	70	64	78	66	38	100
5	Tempat Letak Kereta - Basement 4	68	76	70	64	66	100

