

**JUN
2015**

LAPORAN AUDIT TENAGA

KOMPLEKS KEMENTERIAN KERJA RAYA, KUALA LUMPUR



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

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



No.	ISI KANDUNGAN	MUKA SURAT
	Ringkasan Eksekutif	3
1.0	PENGENALAN	11
2.0	MAKLUMAT BANGUNAN	
	2.1 Latar belakang bangunan	14
	2.2 Waktu Operasi	14
	2.3 Bilangan Penghuni	14
	2.4 Imej Satelit	15
3.0	SKOP KERJA	16
4.0	SENARAI PERALATAN	17
5.0	PENEMUAN	
	5.1 Analisa Sejarah Bil Elektrik (Penggunaan Tenaga)	20
	5.2 Imbangan Tenaga	24
	5.3 Pecahan Tenaga Dan Profil Beban	26
	5.4 Indeks Penggunaan Tenaga	27
	5.4.1 Building Energy Intensity (BEI)	27
	5.4.2 Building Energy Cost (BEC)	29
	5.4.3 Air-Conditioning Energy Intensity Index (ACEII)	30
	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)	33
	5.5 Prestasi Sistem Aktif (Elektrik)	
	5.5.1 Pengenalan Sistem Elektrik	34
	5.5.2 Penemuan Teknikal Sistem Elektrik	34
	5.6 Prestasi Sistem Aktif (Mekanikal)	
	5.6.1 Pengenalan Sistem Mekanikal	55
	5.6.2 Penemuan Teknikal Sistem Mekanikal	55
	5.7 Prestasi Sistem Aktif (Mekanikal - Penyusupan Udara Luar / Infiltrasi)	
	5.7.1 Pengenalan Sistem Aktif (Mekanikal - Penyusupan Udara Luar / Infiltrasi)	70

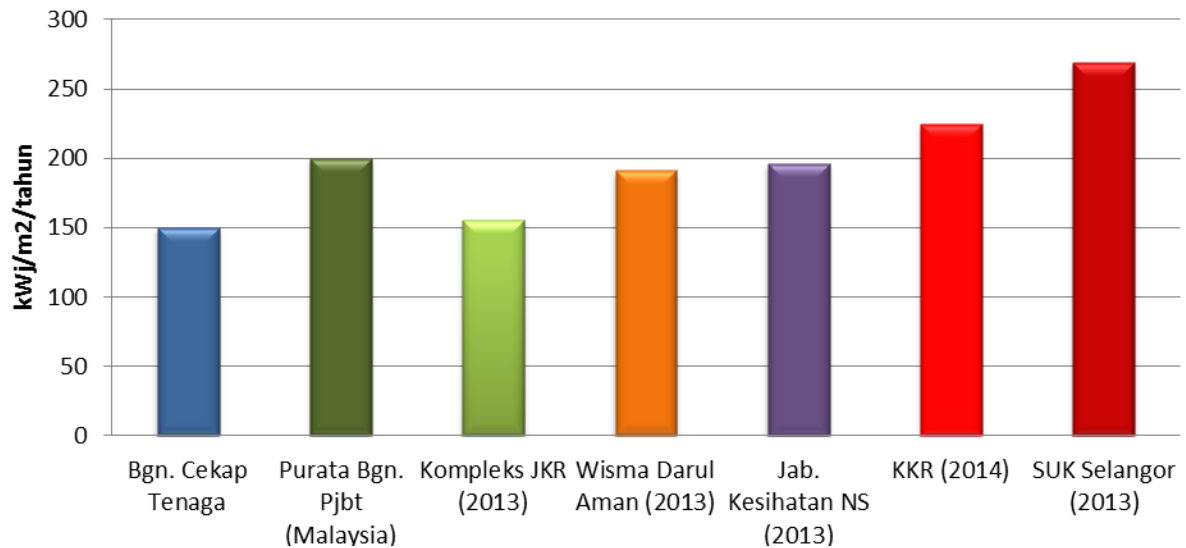
No.	ISI KANDUNGAN	MUKA SURAT
	5.7.2 Penemuan Teknikal Ujian Penyusupan Udara Luar / Infiltrasi	73
	5.8 Prestasi Sistem Pasif	
	5.8.1 Pengenalan Sistem Pasif	77
	5.8.2 Penemuan Teknikal Sistem Pasif	78
	5.9 Penilaian Sistem Pengurusan Tenaga	87
	5.10 Kaji Selidik Keselesaian Pengguna	88
6.0	CADANGAN LANGKAH PENJIMATAN TENAGA	
	6.1 Sistem Elektrik	
	6.1.1 Tanpa Kos	97
	6.1.2 Dengan Kos	102
	6.2 Sistem Mekanikal	
	6.2.1 Tanpa Kos	109
	6.2.2 Dengan Kos	115
	6.3 Sistem Mekanikal (Penyusupan Udara Luar / Infiltrasi)	
	6.3.1 Tanpa Kos	122
	6.3.2 Dengan Kos	123
	6.4 Sistem Pasif	
	6.4.1 Tanpa Kos	124
	6.4.2 Dengan Kos	124
7.0	KESIMPULAN	125
8.0	LAMPIRAN	

RINGKASAN EKSEKUTIF

Laporan auditan tenaga ini disediakan berdasarkan audit terperinci yang telah dijalankan di Kompleks Bangunan Kementerian Kerja Raya (dinamakan sebagai Kompleks KKR di dalam laporan ini) pada 10 hingga 17 Jun 2015 yang melibatkan blok A, B dan C. Audit tenaga yang dijalankan mendapati bahawa Indeks keseluruhan penggunaan tenaga bangunan adalah seperti **Jadual 1** berikut:

No	Perkara	Kompleks KKR (Keseluruhan Blok)
1	<i>Building Energy Intensity (BEI)</i> (kWj/m ² /tahun)	224.00
2	<i>Building Energy Cost (BEC)</i> (RM/m ² /tahun)	105.62
3	<i>Lighting Power Intensity (LPI)</i> (W/m ²)	18.89
4	<i>Lighting Energy Intensity (LEI)</i> (kWj/m ² /tahun)	52.40
5	<i>Lighting Cost Intensity (LCI)</i> (RM/m ² /tahun)	16.35
6	<i>Air-Conditioning Cost Index (ACCI)</i> (RM/m ² /tahun)	53.77
7	<i>Air- Conditioning Power Index(ACPI) (W/m²)</i>	48.47
8	<i>Air- Conditioning Energy Intensity Index(ACEII) (kWj/m²/tahun)</i>	147.30

Jadual 1: Indeks Penggunaan Tenaga Keseluruhan Bangunan

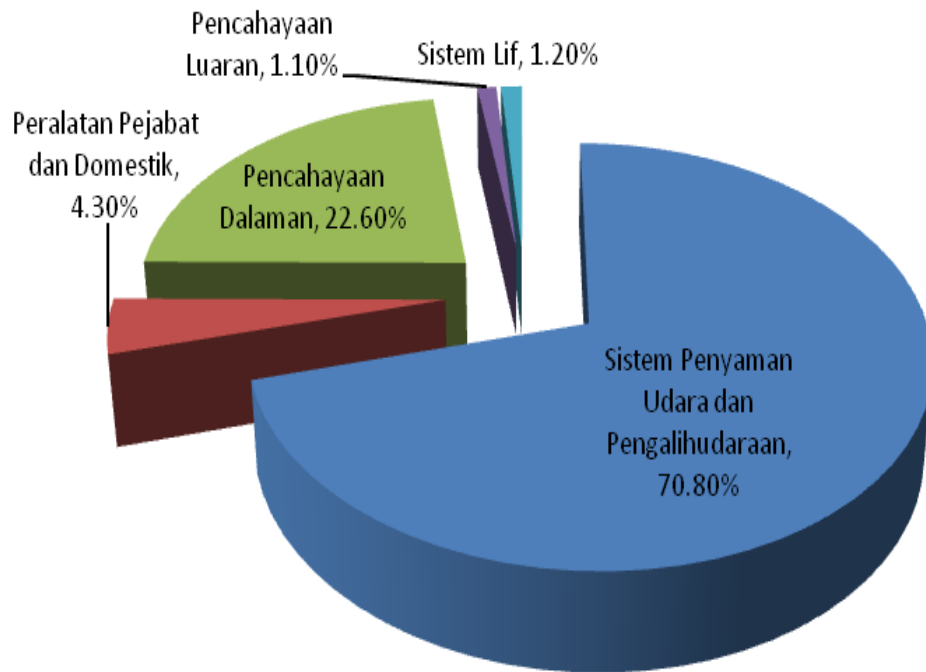


Rajah 1: Perbandingan Intensiti Tenaga Bangunan (BEI) Dengan Lain-Lain Bangunan (kWj/m²/tahun)

Jika merujuk kepada **Rajah 1** di atas, BEI Kompleks KKR pada tahun 2014 menunjukkan BEI yang dijana adalah yang lebih tinggi (12% lebih tinggi) jika dibandingkan dengan purata bangunan pejabat di Malaysia. Walaubagaimanapun, kami percaya Kompleks KKR masih lagi berpotensi untuk mencapai BEI Bangunan Pejabat Cekap Tenaga sekiranya langkah-langkah penjimatan yang dicadangkan di dalam laporan ini dilaksanakan.

Merujuk kepada *Code of Practice on Energy Efficiency and Use of Renewable Energy for Non-residential Building* (MS1525) yang menggariskan panduan amalan terbaik bagi bangunan (bukan kediaman) berkaitan kecekapan tenaga dan tenaga diperbaharui, BEI haruslah tidak melebihi 135 kWj/m²/thn.

Pecahan penggunaan tenaga keseluruhan bangunan ini adalah seperti **Rajah 2**. Didapati penggunaan tenaga tertinggi adalah dari sistem penyaman udara dan pengalihudaraan sebanyak 70.80% dan kedua tertinggi adalah pencahayaan dalaman sebanyak 22.60% diikuti oleh peralatan pejabat dan domestik sebanyak 4.30% dan sistem lif sebanyak 1.20%.



Rajah 2: Pecahan penggunaan tenaga Keseluruhan Bangunan

Strategi penjimatan yang telah dicadangan mengikut skop elektrik tanpa kos seperti **jadual 2a**, dengan kos pada **jadual 2b**, skop mekanikal tanpa kos seperti **jadual 3a**, dengan kos **jadual 3b** manakala skop arkitek(sistem pasif) tanpa kos di **jadual 3c**.

Bil.	Strategi Penjimatan (Skop Elektrik)	Potensi Penjimatan (Setahun)			Kos Pelaburan (RM)	Simple Payback Period
		kW	kWj	RM		
1. Tanpa Kos						
a.	Matikan suis lampu apabila penghuni keluar daripada bilik	-			Tiada	Serta Merta
b.	Penggunaan pencahayaan semulajadi di laluan pejalan kaki yang berhampiran gelas tingkap (tanpa perlu memasang lampu di kawasan tersebut)	-			Tiada	Serta Merta
c.	Pastikan peralatan pejabat (cth: komputer, mesin fotokopi di dalam <i>energy savings mode</i> apabila tidak digunakan).	-			Tiada	Serta Merta
f.	Kurangkan beban pada waktu malam di Blok A	12.00	38,016.00	13,875.84	Tiada	Serta Merta
g.	Kurangkan beban pada waktu malam di Blok B	10.00	31,680.00	11,563.20	Tiada	Serta Merta
h.	Mematikan suis lampu dan peralatan domestic pada rehat selama 1 jam di Blok A	-	12,672.00	4,625.28	Tiada	Serta Merta
i.	Mematikan suis lampu dan peralatan domestic pada rehat selama 1 jam di Blok B	-	28,512.00	10,406.88	Tiada	Serta Merta
j.	Jumlah	22.00	110,880.00	40,471.20	-	-

Jadual 2a: Cadangan Penjimatan Tenaga Skop Elektrik tanpa kos

Bil.	Strategi Penjimatan (Skop Elektrik)	Potensi Penjimatan (Setahun)			Kos Pelaburan (RM)	Simple Payback Period
		kW	kWj	RM		
2. Dengan Kos						
a.	Membaiki suis pemasa (timer switch) pada tempat letak kenderaan (aras bawah) di Blok A.	-	8,383.00	3,059.62	300.00	2 bulan
b.	Meletakkan suis kawalan lampu pada setiap bilik di Blok A dan B.	-	10,644.48	3,885.24	3,600.00	10 bulan
c.	Meletakkan suis kawalan lampu pada tempat letak kenderaan	-	39,783.74	14,521.07	4,500.00	4 bulan
d.	Jumlah	-	58,831.22	21,465.93	8,400.00	-

Jadual 2b: 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						
a.	Penutupan pintu dan tingkap bagi mengelakkan penyusupan udara luar ke ruang berpenyaman udara.	-	40,603.2	14,820.17	Tiada	Serta Merta
b.	Pengurangan waktu operasi sistem penyaman udara dari 11jam ke 10jam	-	369,132.72	134,733.44	Tiada	Serta Merta
c.	Melakukan <i>air-balancing</i> dan menyelaraskan suhu <i>setpoint</i> ke 24°C disetiap ruang kerja.	-	40,603.2	14,820.17	Tiada	Serta Merta
d.	Membenarkan hanya 2 unit lif (bagi setiap blok) dalam keadaan tunggu sedia (standby) ketika waktu luar pejabat dan hari cuti berbanding 12 unit pada waktu semasa. Dianggarkan 65% penggunaan tenaga dapat diijmatkan.	-	12,472.20	4,552.35	Tiada	Serta Merta
e.	Mewujudkan dan melaksanakan Sistem Pengurusan Tenaga (SPT)	-	-			
f.	Melakukan penyenggaraan berkala secara menyeluruh (<i>comprehensive routine maintenance</i>) terhadap semua peralatan sistem penyaman udara	-				
g.	Jumlah	-	462,811.32	168,926.13	-	-

Jadual 3a: 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.	Penggantian <i>Chiller</i> Sediada Kepada <i>Chiller</i> Baru di Blok A dan B Yang Mematuhi Keperluan Minimum MS1525:2014	-	1,396,048.90	145,826.30	2,505,360.00	17 Tahun
b.	Penggantian motor untuk pan <i>chilled water</i> bagi Blok A dan B KKR	-	5,169.12	1,886.73	18,000.00	4 Tahun
c.	Penggantian <i>pam condenser water</i> bagi Blok A dan Blok B KKR	-	12,801.36	4,672.49	36,000.00	8 Tahun
d.	Penggantian motor kipas <i>Air handling unit (AHU)</i> bagi Blok A dan B	-	19,489.22	7,113.57	105,600.00	15 Tahun
e.	Jumlah	-	1,433,508.60	159,499.09	2,664,960.00	-

Jadual 3b: Cadangan Penjimatan Tenaga Skop Mekanikal Dengan Kos

Bil.	Strategi Penjimatan Sistem Pasif	Potensi Penjimatan (Setahun)			Kos Pelaburan (RM)	Simple Payback Period
		kW	kWj	RM		
2. Tanpa Kos						
a.	Pengurangan penggunaan lampu elektrik selama 5 jam sehari dipraktikkan	-	151,614.25	55,339.20	Tiada	Serta Merta

Jadual 3c: Cadangan Penjimatan Tenaga Skop Arkitek (sistem pasif) Tanpa Kos

Ringkasan anggaran potensi BEI yang boleh dicapai setelah melaksanakan strategi penjimatan mengikut skop elektrik, skop mekanikal dan skop arkitek. BEI bagi Kompleks KKR pada tahun 2014 adalah 224 ($kWj/m^2/tahun$).

Potensi intensiti tenaga bangunan (BEI) selepas mengambil kira cadangan penjimatan		BEI ($kWj/m^2/tahun$)
	Skop Elektrik	
	Tanpa Kos	221
	Dengan Kos	222
	Tanpa Kos + Dengan Kos	219
	Skop Mekanikal	
	Tanpa Kos	210
	Dengan Kos	180
	Tanpa Kos + Dengan Kos	164
	Skop Arkitek	
	Tanpa Kos	219
	Keseluruhan Skop	
	Tanpa Kos	201
	Dengan Kos	177
	Tanpa Kos + Dengan Kos	155

Jadual 4: Anggaran Keseluruhan BEI selepas cadangan penjimatan

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 |

1.0 PENGENALAN

Pasukan Audit Tenaga Jabatan Kerja Raya Malaysia (JKR) telah menjalankan kerja Audit Tenaga di Kompleks Kementerian Kerja Raya, Jalan Sultan Salahuddin Kuala Lumpur. Pasukan Audit Tenaga Ibu Pejabat JKR terdiri daripada pegawai – pegawai dibahagian/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:

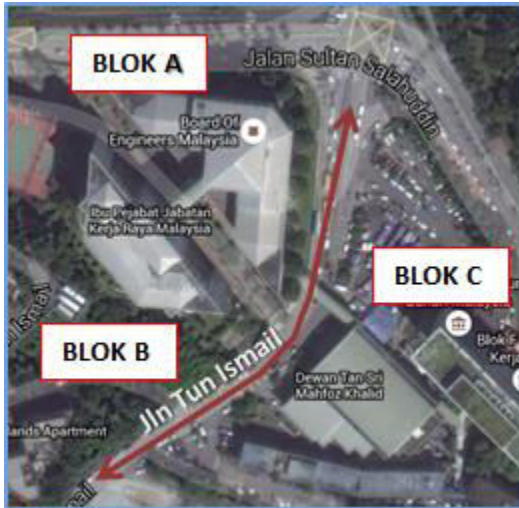
- i. Penggunaan tenaga secara keseluruhan.
- ii. Indeks tenaga bangunan.
- iii. Cadangan Kaedah Penjimatan Tenaga (berdasarkan kategori-kategori yang dinyatakan di atas).

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	Kompleks Kementerian Kerja Raya	
2	Lokasi & Alamat	Kementerian Kerja Raya, Kompleks Kerja Raya, Jalan Sultan Salahuddin 50580 Kuala Lumpur	
3	Wakil JKR	Cawangan Senggara Fasiliti Bangunan	En. Ir Zahri Bin Pandak En. Rozman Bin Khalid Pn. A Room A/P Nu Ploon En. Mohamad Aiman Bin Mohamad Radzi
		Unit Perunding Kecekapan Tenaga Elektrik, Cawangan Kejuruteraan Elektrik	En. Ir. Mohd Zaini Bin Abu Hassan En. Amir Hamzah Bin Abdul Ghani En. Norzamri Bin Husain
		Unit Kecekapan Tenaga & Tenaga Diperbaharui Cawangan Kejuruteraan Mekanikal	En. Muhammad Nazri Bin Omar En. Mohd Norizan Bin Md Zain En. Mohammad Faeiz Bin Ismail En. Khirman Bin Khalid En. Jamaluddin Bin Ruhani@Mohd Rosli
		Cawangan Alam Sekitar & Tenaga	En. Mohd Adam Bin Abdullah En. Ir Abdul Muiez Bin Abdullah En.Thiagarajen A/L Munusamy Pn. Siti Rohani Bt Surdi En. Mohamad Noor Adnan Bin Zulkafli
		Cawangan Arkitek	Pn. Ar. Suzana Amat Pn. Siti Maizura Mahbob En. Mohd Firrdhaus Mohd Sahabuddin Pn. Nurul Ashikin Kamiso
4	Wakil Pelanggan	Kompleks Kementerian Kerja Raya	Ybhg. Dato' Hj Embok Masek Bin Md Taher

2.0 MAKLUMAT BANGUNAN

2.1 Latar Belakang Bangunan



Bangunan Kompleks Kerja Raya terletak di Jalan Tun Ismail, Kuala Lumpur. Bangunan ini siap dibina pada tahun 1996. Bangunan ini berfungsi sebagai pejabat pentadbiran kerajaan persekutuan bagi Kementerian Kerja Raya Malaysia. Bangunan ini mempunyai beberapa blok bangunan iaitu Blok A (6 tingkat), Blok B (14 tingkat) dan Blok C (3 tingkat). Blok pentadbiran kerajaan ini terletak di koordinat $3^{\circ} 9' 18''\text{N}$; $101^{\circ} 41' 17''\text{E}$.

Secara keseluruhannya keluasan bangunan adalah seperti yang berikut:

- Keluasan keseluruhan bangunan Blok A – C : $61,213.32 \text{ m}^2$
- Luas kawasan berpenyaman udara Blok A – C : $31,986.80 \text{ m}^2$

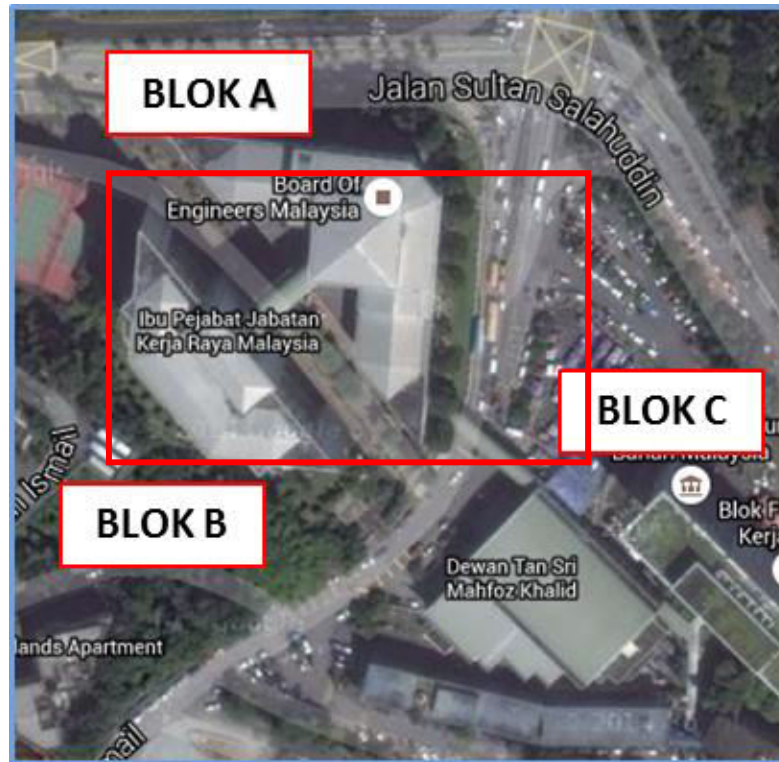
2.2 Waktu Operasi

Waktu operasi Kompleks Kementerian Kerja Raya (KKR) dari 7.30 pagi hingga 5.30 petang (Isnin hingga Jumaat).

2.3 Bilangan Penghuni

Bilangan kakitangan yang berkhidmat di Kompleks Kementerian Kerja Raya (KKR) adalah seramai 850 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 Kompleks Kementerian Kerja Raya (KKR)

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 (Januari 2012 sehingga Mei 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.



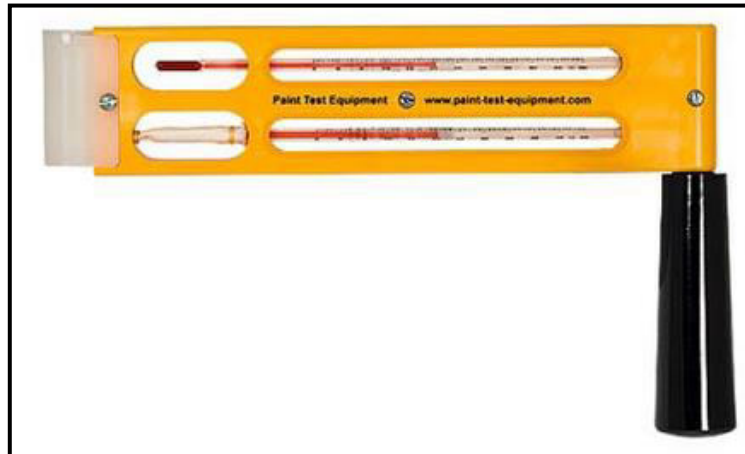
Gambar 4 : Lux Meter

- 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

5.0 PENEMUAN

5.1 ANALISA SEJARAH BIL TENAGA ELEKTRIK (PENGUNAAN TENAGA)

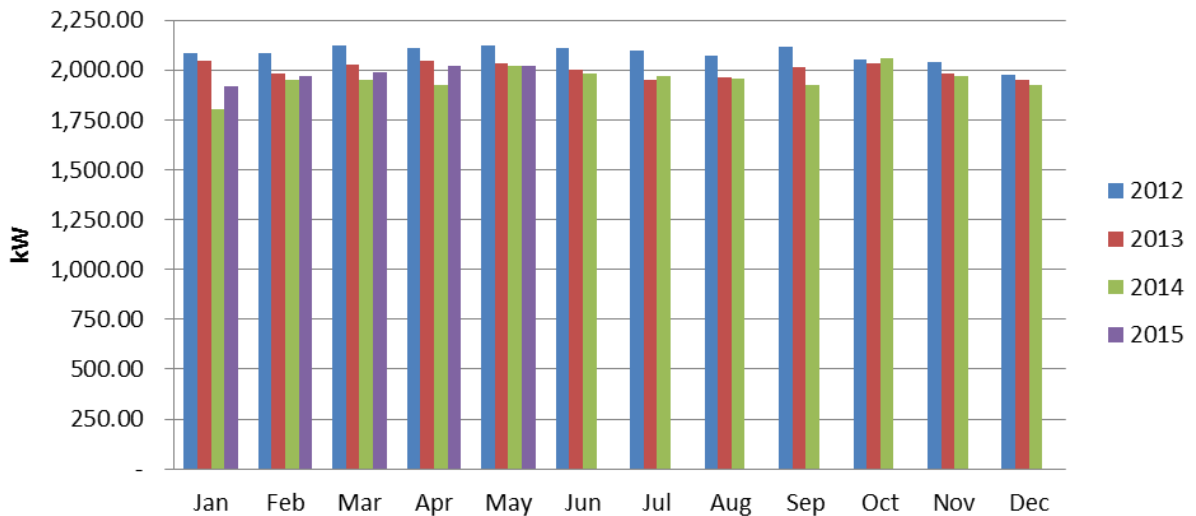
Berikut adalah analisis bil elektrik berdasarkan maklumat bil elektrik dari bulan Januari 2012 sehingga Mei 2015.

- i. Terdapat kenaikan caj tarif TNB per kWj bagi penggunaan tenaga elektrik pada bulan Januari 2014. Bagi Kompleks KKR, kesan kenaikan caj tarif TNB pada Januari 2014 kepada Caj Kegunaan elektrik (RM) adalah sebanyak 3.48% per kWj iaitu dari RM 0.312 per kWj kepada 0.365 per kWj.
- ii. Terdapat Caj *Maximum Demand* (MD) yang dikenakan di Kompleks KKR. Purata caj tahunan yang dikenakan dalam tempoh ini adalah seperti di **Jadual 5**. Caj ini dikenakan secara bulanan kepada pelanggan yang menerima bekalan masukan 6.6kV dan ke atas dari pihak TNB berdasarkan penggunaan tertinggi elektrik yang digunakan dalam tempoh 30 minit dalam masa sebulan. Caj ini telah dinaikkan pada Januari 2014 sebanyak 16.99 % per kW iaitu dari RM 25.90 per kW kepada RM 30.30 per kW. **Jadual 5** menunjukkan terdapat pengurangan purata MD (kW) antara tahun 2012 dan 2014. Namun, pengurangan ini tidaklah terlalu ketara. Walaubagaimanapun, jumlah purata caj MD (RM) bertambah pada tahun 2014 berbanding tahun 2012 dan 2013. Ini disebabkan oleh kenaikan caj pada Januari 2014 seperti dijelaskan sebelum ini. Jika dirujuk Rajah 4 disebelah, iaitu perbandingan MD untuk setiap bulan, MD bagi Januari 2015 sehingga Mei 2015 menunjukkan peningkatan dari tahun 2014.

Tahun	Purata Bacaan MD (kW)	Purata Caj MD (RM)
2012	2,082.42	53,934.59
2013	2,001.42	51,836.69
2014	1,953.08	59,178.43

Jadual 5: Purata Caj Tahunan MD

Variasi perbandingan MD dari tahun Januari 2012 sehingga Mei 2015 di Kompleks KKR di tunjukkan di **Rajah 3**.



Rajah 3: Variasi Perbandingan MD (kW) Dari Tahun 2012 Sehingga Mei 2015.

- iii. Tiada Surcaj Faktor Kuasa (*Power Factor Surcharge*) telah dikenakan sepanjang tahun 2012 sehingga Mei 2014 di Kompleks KKR. Ini bermakna pada tahun 2012 sehingga Mei 2015 Kompleks SUK mempunyai faktor kuasa tidak kurang dari 0.85, iaitu nilai minimum yang ditetapkan oleh TNB.
- iv. Terdapat Caj Kumpulan Wang Tenaga Boleh Baharu (KWTBB) dikenakan seperti ditunjukkan di dalam **Jadual 5**.

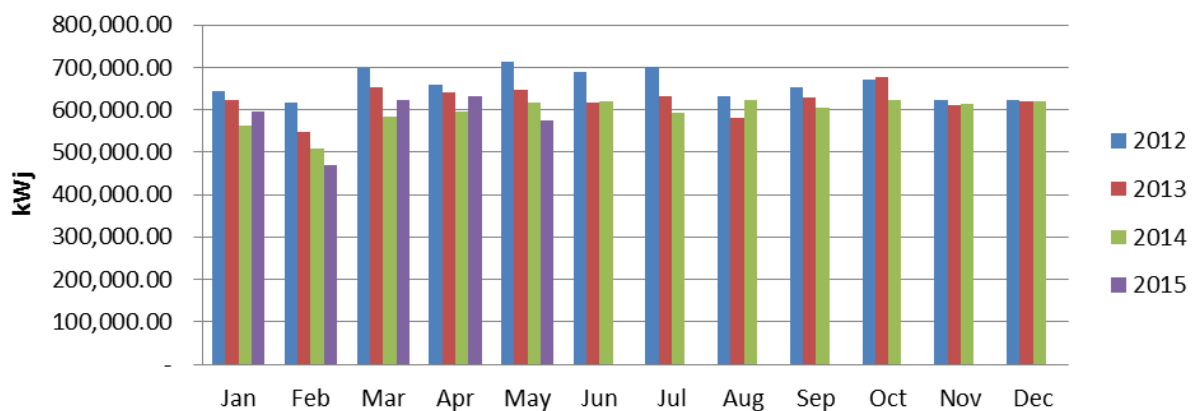
Tahun	Purata Caj KWTBB
2012	RM2,599.89
2013	RM2,463.78
2014	RM4,433.67

Jadual 5: Purata Caj Tahunan KWTBB

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 sejumlah 1.6% levi ke atas jumlah kos bil pengguna, di mana kenaikan ini telah menyebabkan peningkatan ketara purata bagi tahun 2014. Pengecualian kepada

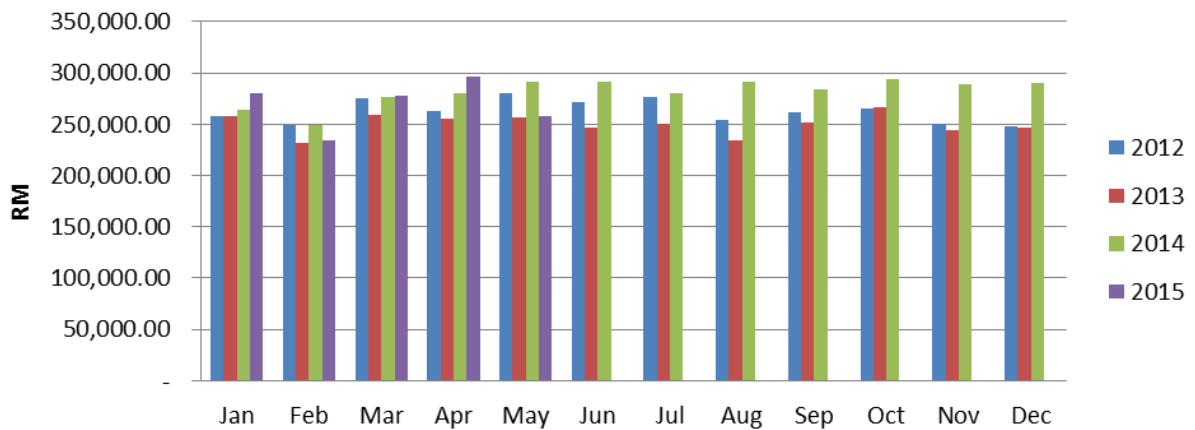
caj levi ini hanya diberikan kepada pengguna domestik yang menggunakan tenaga elektrik kurang daripada 300 kWj sebulan.

- v. Secara keseluruhannya, variasi penggunaan tenaga elektrik bulanan (kWj) dari tahun 2012 sehingga Mei 2015 di Kompleks KKR ini adalah seperti di **Rajah 4**. Data bagi tempoh ini menunjukkan bahawa Kompleks KKR adalah tertakluk di bawah peraturan Suruhanjaya Tenaga iaitu Efficient Management of Electrical Energy Regulation 2008 (EMEER 2008). Ini bermakna pihak pengurusan Kompleks KKR perlu melantik seorang Pengurus Tenaga Elektrik berdaftar



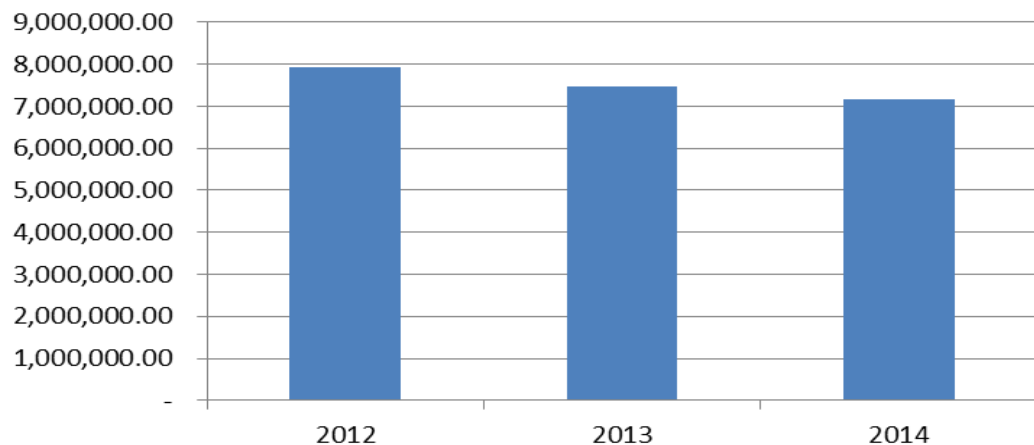
Rajah 5: Variasi Penggunaan Tenaga Elektrik Bulanan (kWj) Dari Tahun 2011 Sehingga Mei 2015.

- vi. Variasi caj keseluruhan bil elektrik bagi Kompleks KKR yang merangkumi Caj Penggunaan Tenaga Bulanan (kWj), Caj Kegunaan Maximum Demand (MD) dan Kumpulan Wang Tenaga Boleh Baharu (KWTBB) dari tahun 2011 sehingga Mac 2014 seperti yang ditunjukkan di **Rajah 6**.



Rajah 6: Variasi Caj Keseluruhan Bil Elektrik Bulanan (kWj+MD+KWTBB) Dari Tahun 2012 Sehingga Mei 2015 (RM)

- vii. Variasi penggunaan tenaga elektrik tahunan (kWj) keseluruhan bagi Kompleks KKR dari tahun 2012 sehingga 2014 ditunjukkan di **Rajah 7**. Dari Variasi Penggunaan Tenaga Elektrik Tahunan ini jelas menunjukkan bahawa terdapat program kesedaran penjimatan tenaga yang telah dilaksanakan di Kompleks KKR namun kesan daripada program ini tidak begitu ketara kerana penurunan penggunaan tenaga yang terlalu sedikit dari tahun 2012 hingga 2014.



Rajah 7: Variasi Penggunaan Tenaga Elektrik Tahunan Dari Tahun 2012 Sehingga 2014 (kWj)

5.2 IMBANGAN TENAGA

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.

i) Blok A, B, dan C

Komponen	Penggunaan Tenaga (kWj/bulan)**
Sistem Penyaman Udara & Pengalihudaraan	417,289.40
Sistem Lif	7,195.76
Sistem Pencahayaan Dalaman	132,959.20
Sistem Pencahayaan Luaran	6,728.40
Sistem Peralatan Pejabat & Domestik	25,141.60
Jumlah	589,314.36

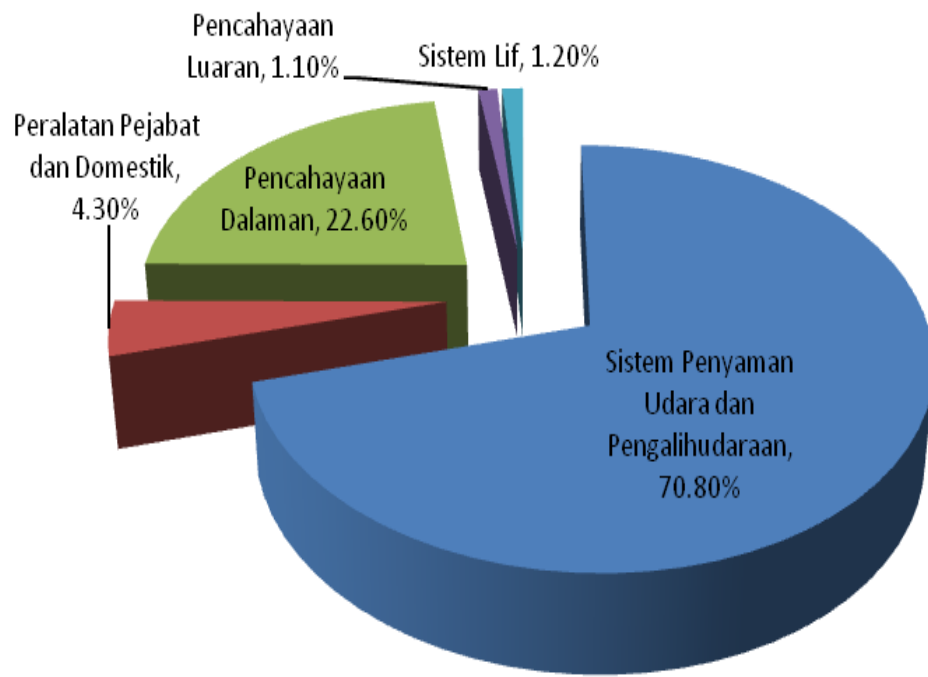
**Data yang diperolehi dari audit tenaga

Purata Penggunaan Tenaga Elektrik Sebulan (Berdasarkan Bil Elektrik TNB tahun 2014) = **597,058.00 kWj**

Perbezaan data penggunaan tenaga sebulan (Bil Elektrik TNB – Data audit tenaga) = **7,743.64 kWj**

Peratus perbezaan data = **1.30 %**

Berdasarkan keputusan perbezaan data penggunaan tenaga sebulan (berdasarkan audit & Bil Elektrik TNB), peratus perbezaan hanya 1.30 %. Nilai perbezaan yang rendah (kurang dari 5 %) ini menunjukkan bahawa data yang diperolehi semasa audit dijalankan adalah munasabah dan boleh diterima.



Rajah 8: Pecahan Penggunaan Tenaga Keseluruhan Bangunan

Berdasarkan analisa ini, jelas menunjukkan sekiranya Kompleks KKR ingin mendapat penjimatan yang besar dalam penggunaan tenaga keseluruhan bangunan, langkah-langkah penjimatan pada sistem penyaman udara dan pengalihan udara dan juga sistem pencahayaan dalaman perlu diberi perhatian.

5.3 PECAHAN TENAGA DAN PROFIL BEBAN

Bagi mengenalpasti maklumat terperinci mengenai beban sistem elektrik, pecahan tenaga bagi sistem pencahayaan dan peralatan pejabat serta domestik dianalisa. **Jadual 6** di bawah menunjukkan anggaran jumlah peratusan penggunaan kuasa dan anggaran penggunaan tenaga harian yang terpasang pada sistem riser elektrik.

Sistem	Kuasa (kW)	Tempoh Operasi	Anggaran Penggunaan Tenaga bulanan (kWh)	%
Pencahayaan (Dalaman)	604.36	10 jam	132,959.20	80.66
Peralatan Pejabat & Domestik	114.28		25,141.60	15.25
Pencahayaan (Luaran)	18.69	12 jam	6,728.40	4.08
Jumlah	737.33		164,829.20	100.00

Jadual 6: Penggunaan Kuasa Harian Sistem Elektrik

Didapati penggunaan tenaga tertinggi adalah dari Sistem Pencahayaan (Dalaman) sebanyak 80.66% % diikuti oleh Peralatan Pejabat dan Domestik sebanyak 15.25% dan Pencahayaan Luaran sebanyak 4.08 %.

5.4 INDEKS PENGGUNAAN TENAGA

Kompleks KKR mempunyai anggaran keluasan keseluruhan berpenyaman udara 31,896.60 m². Berdasarkan bil elektrik dari tahun 2012 hingga 2014, Intensiti Penggunaan Tenaga bagi Kompleks KKR 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 5.4.7.

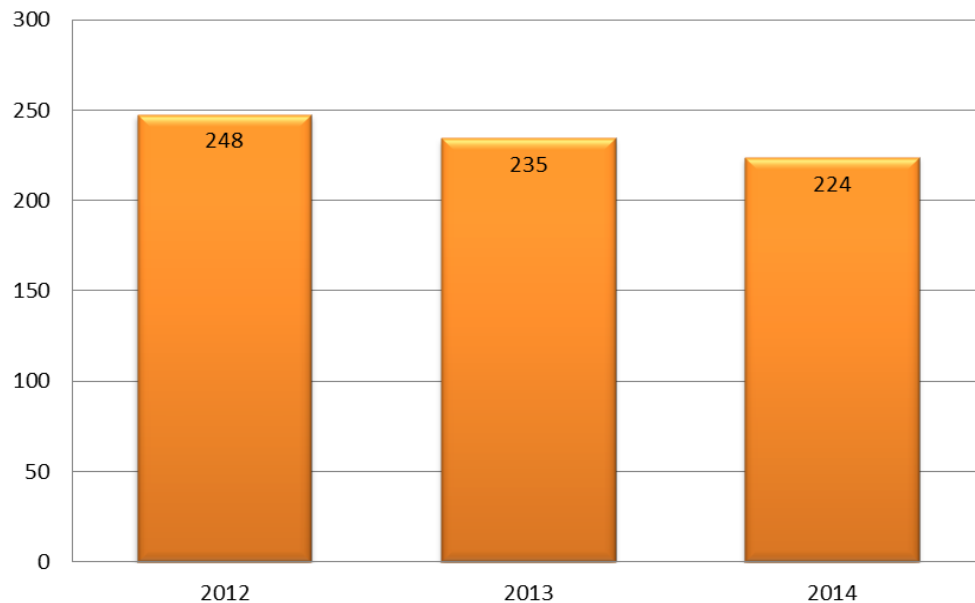
5.4.1 BUILDING ENERGY INTENSITY (BEI)

i) BEI Keseluruhan Kawasan Kompleks KKR

$$= \text{Jumlah Penggunaan Tenaga Tahunan (kWj)} / \text{Luas Lantai Berpenyaman Udara (m}^2\text{)}.$$

Tahun	2012	2013	2014
Jumlah Penggunaan Tenaga Tahunan (kWj)	7,925,168.00	7,482,365.00	7,164,692.00
Luas Lantai Berpenyaman Udara (m ²)	31,986.80	31,986.80	31,986.80
BEI (kWj/m ² /tahun)	247.76	233.92	223.99

Jadual 7 : Perbandingan Nilai BEI Bagi Tahun 2012 Sehingga 2014

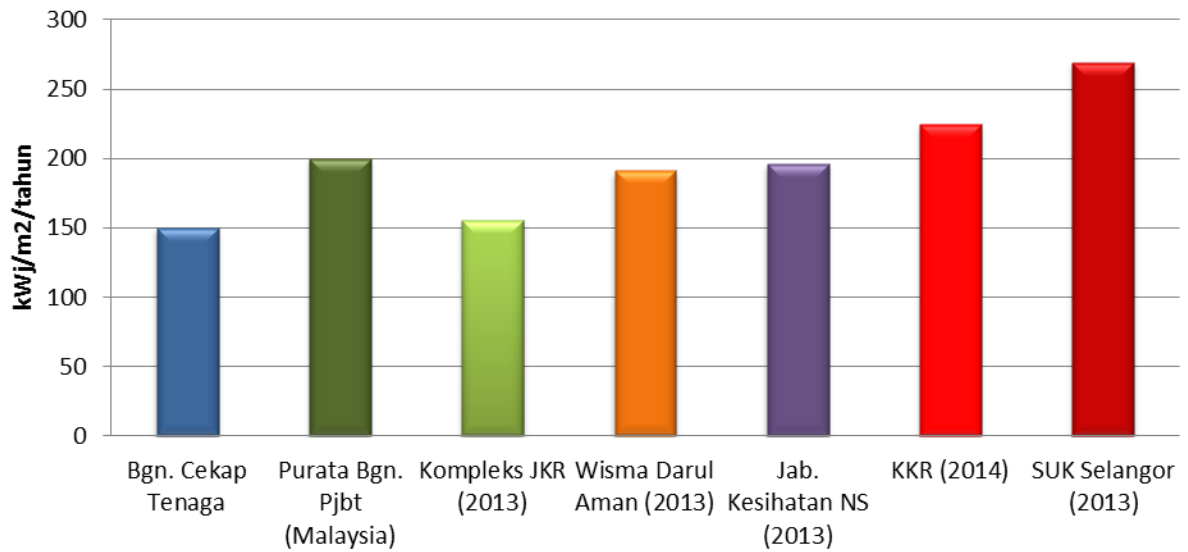


Rajah 9 : Perbandingan Intensiti Tenaga Bangunan (BEI) Antara 2012 Sehingga 2014

Merujuk kepada **Jadual 7** dan **Rajah 9**, nilai BEI Kompleks KKR pada tahun 2014 adalah lebih baik jika di bandingkan BEI dari tahun 2012 dan BEI 2013. BEI Kompleks KKR pada tahun 2013 merekodkan penurunan sebanyak 5.59% dari tahun 2012. Manakala, BEI pada tahun 2014 merekodkan penurunan sebanyak 4.25% dari tahun 2013. Penurunan BEI pada tahun 2013 dan 2014 menunjukkan terdapat program penjimatan tenaga yang telah dijalankan di Kompleks KKR ini tetapi keberkesanannya dilihat tidak memberasangkan.

Walaupun bagaimanapun, merujuk kepada **Rajah 10**, BEI Kompleks KKR pada tahun 2014 menunjukkan BEI yang dijana adalah yang lebih tinggi (11% lebih tinggi) jika dibandingkan dengan purata bangunan pejabat di Malaysia. Walaupun bagaimanapun, kami percaya Kompleks KKR masih lagi berpotensi untuk mencapai BEI Bangunan Pejabat Cepak Tenaga sekiranya langkah-langkah penjimatan yang dicadangkan di dalam laporan ini diambil kira.

Merujuk kepada *Code of Practice on Energy Efficiency and Use of Renewable Energy for Non-residential Building (MS1525)* yang menggariskan panduan amalan terbaik bagi bangunan (bukan kediaman) berkaitan kecekapan tenaga dan tenaga diperbaharui, BEI haruslah tidak melebihi 135 kWj/m²/thn.



Rajah 10: Perbandingan Intensiti Tenaga Bangunan (BEI) Dengan Lain-Lain Bangunan (kWj/ m²/tahun)

5.4.2 BUILDING ENERGY COST (BEC)

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

Tahun	2012	2013	2014
Bil Tahunan (RM)	3,151,066.16	3,000,194.35	3378457.83
Luas Lantai Berpenyaman Udara (m ²)	31,986.80	31,986.80	31,986.80
BEC (RM/m ² /year)	98.51	93.79	105.62

5.4.3 Air-Conditioning Energy Intensity Index (ACEII)

Secara asasnya, *Air Conditioning Energy Intensity Index (ACEII)* adalah salah satu daripada penunjuk prestasi tenaga bagi kecekapan sistem penyaman udara. Pengiraan penunjuk prestasi dibahagikan mengikut jadual operasi blok-blok bangunan di KKR dimana blok-blok bangunan pejabat (Blok A & Blok B) serta Dewan Mahfoz (Blok C) diasingkan bagi mengikut jenis bangunan dan operasinya. Walaubagaimanapun, penunjuk prestasi secara keseluruhan juga diberikan sebagai rujukan. ACEII pada asasnya memberikan gambaran penggunaan tenaga bagi sistem penyaman udara dalam tempoh satu (1) tahun bagi setiap meter persegi keluasan lantai berpenyaman udara. Berikut adalah kiraan ACEII bagi kompleks KKR:

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

ACEII bagi Kompleks KKR adalah seperti di dalam **Jadual 6**.

Deskripsi	Penggunaan Tenaga (kWj/tahun)	Keluasan Lantai (m ²)	ACEII (kWj/m ² /tahun)
Blok A & B	4,060,467.84	29,880.80	135.89
Blok C	651,255.42	2,105.80	309.27

Jadual 8 : *Air-Conditioning Energy Intensity Index (ACEII)*

5.4.4 Air-Conditioning Power Index (ACPI)

Air Conditioning Power Index (ACPI) adalah penunjuk penggunaan kuasa elektrik bagi sistem penyaman udara yang terlibat bagi setiap meter persegi sesebuah bangunan berdasarkan kuasa elektrik tertinggi, berdasarkan pengukuran ketika audit tenaga dijalankan.

Pengiraan kuasa bagi *water-cooled chiller* (WCCH) dan *air-cooled chiller* (ACCH) diambil berdasarkan bacaan tertinggi yang diperolehi ketika pengukuran dilakukan. Manakala pengiraan kuasa bagi *air handling unit* (AHU), *cooling tower*, *chilled water pump*, *condenser water pump* *air-cooled split unit* (ACSU), *mechanical ventilation* dan *fan coil unit* (FCU) dibuat secara anggaran berdasarkan pengiraan peralatan yang disediakan oleh pihak pengurus fasiliti bangunan KKR. Berikut adalah pengiraan ACPI bagi bangunan KKR:

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

Penunjuk kuasa elektrik sistem penyaman udara untuk Kompleks KKR adalah seperti di dalam **Jadual 7**.

Deskripsi	Penggunaan Kuasa (W)	Keluasan Lantai (m ²)	ACPI (W/m ²)
Blok A & B	1,208,710.00	29,880.80	40.45
Blok C	341,420.00	2,105.80	162.13

Jadual 9 : Air-Conditioning Power Index (ACPI)

5.4.5 Air-Conditioning Cost Index (ACCI)

Air Conditioning Cost Index (ACCI) adalah penunjuk kos penggunaan tenaga tahunan bagi setiap kaki persegi kawasan berpenyaman udara dalam sesebuah bangunan.

Berdasarkan kepada penganalisaan jumlah penggunaan tenaga bagi sistem penyaman udara, *Air Conditioning Cost Index (ACCI)* bagi bangunan KKR ialah:

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

Penunjuk kos tenaga sistem penyaman udara untuk Kompleks KKR adalah seperti di dalam **Jadual 9**.

Deskripsi	Kos tenaga ACMV setahun (RM/tahun)	Keluasan Lantai (m ²)	ACCI (RM/m ² /tahun)
Blok A & B	1,482,070.76	29,880.80	49.60
Blok C	237,708.23	2,105.80	112.88

Jadual 9 : *Air-Conditioning Cost Index (ACCI)*

nota – kos penggunaan tahunan berdasarkan tarif TNB iaitu 0.365 sen/kWj (Tarif C1 – Medium Voltage General Commercial Tariff)

5.4.6 **LIGHTING POWER INTENSITY (LPI)**

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

LPI Kompleks KKR:

$$= \text{Jumlah Kuasa Pencahayaan Dalaman (kW)} / \text{Luas Lantai Berpenyaman Udara (m}^2\text{)}$$

$$= 604.36 \text{ kW} / 31,986.80 \text{ m}^2$$

$$= \mathbf{18.89 \text{ W/m}^2}$$

5.4.7 **LIGHTING ENERGY INTENSITY (LEI)**

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

LEI Kompleks KKR:

$$= \text{Jumlah Penggunaan Tenaga Pencahayaan Tahunan (kWj)} / \text{Luas Lantai Berpenyaman Udara (m}^2\text{)}$$

$$= (132,959.20\text{kWj} + 6,728.40\text{kWj}) \times 12 \text{ bulan} / 31,986.80 \text{ m}^2$$

$$= \mathbf{52.40 \text{ kWj/m}^2\text{/tahun}}$$

5.4.8 **LIGHTING COST INTENSITY (LCI)**

LCI Kompleks KKR:

$$= \text{Jumlah Kos Penggunaan Tenaga Pencahayaan Tahunan (RM)} / \text{Luas lantai Berpenyaman Udara (m}^2\text{)}$$

$$= ((132,959.20\text{kWj} + 6,728.40\text{kWj}) \times 0.312) \times 12 \text{ bulan} / 31,986.80 \text{ m}^2$$

$$= \mathbf{16.35 \text{ RM/m}^2\text{/tahun}}$$

$$\mathbf{*RM = kWj * RM 0.312/kWj}$$

5.5 PRESTASI SISTEM AKTIF (ELEKTRIK)

5.5.1 Pengenalan Sistem Elektrik

Kompleks KKR menerima bekalan masuk 11kV daripada TNB di bawah Tarif C1. Kompleks KKR yang merangkumi 3 bangunan utama mempunyai satu meter TNB bagi merekodkan penggunaan tenaga elektrik bulanan.

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

5.5.2 Penemuan Teknikal Sistem Elektrik

i) Profil Penggunaan Tenaga Blok A

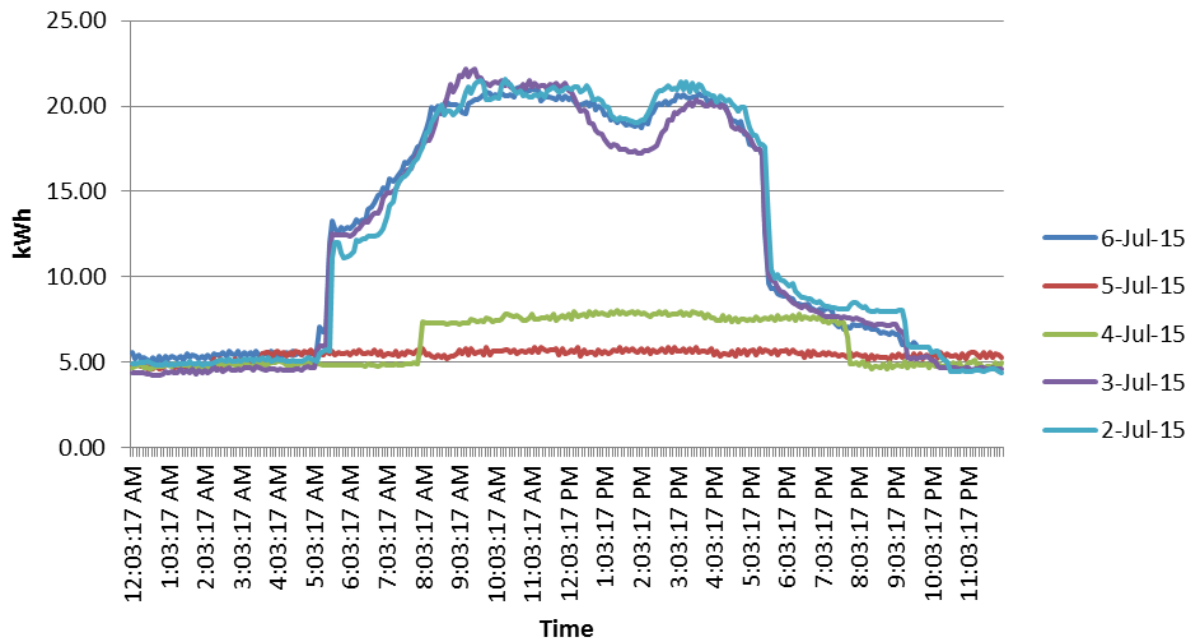
Rajah 5.4.2 A di bawah menunjukkan Profil Penggunaan Tenaga bagi Blok A 28 Julai 2015 hingga 2 Ogos 2015 yang telah direkodkan menggunakan *Power Logger* bagi setiap selang masa 5 minit.

Profil Penggunaan Tenaga Blok A adalah konsisten di mana purata penggunaan harian bagi setiap jam pada waktu pejabat adalah sekitar 108 kWh. Didapati purata penggunaan kuasa elektrik di luar waktu pejabat pula adalah sekitar 6 kWh bagi setiap jam. Jumlah penggunaan kuasa elektrik di luar waktu pejabat ini merangkumi 6% daripada jumlah penggunaan tenaga di Blok A ini.

Profil Penggunaan Kuasa Elektrik harian ini juga menunjukkan terdapat peralatan pejabat yang tidak ditutup sepenuhnya selepas waktu pejabat. Jumlah ini juga adalah merangkumi penggunaan kuasa yang tidak boleh dielakkan seperti *server*, penghawa dingin di bilik server dan sistem PABX.

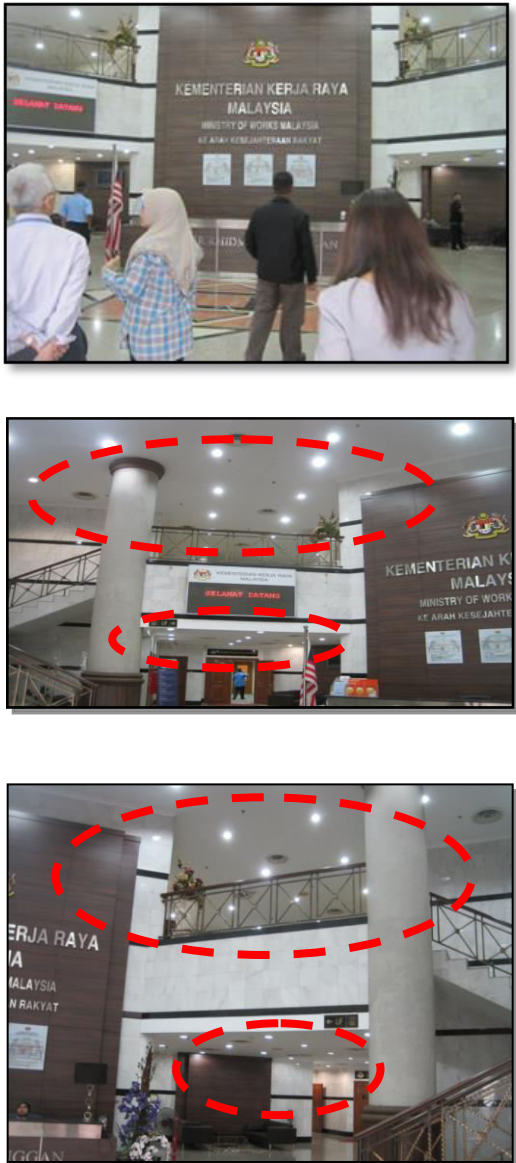
Jelas dilihat melalui **Rajah 11** bahawa tiada pengurangan beban elektrik yang ketara dicatatkan pada waktu rehat (1.00pm-2.00pm). **Ini jelas menunjukkan tiada kesedaran oleh penghuni bangunan untuk menjimatkan penggunaan elektrik di Blok A ini.**

Terdapat pengurangan beban elektrik sekitar 60 kWh dicatatkan pada waktu rehat (1.00pm-2.00pm). Ini jelas menunjukkan terdapat sedikit kesedaran untuk menjimatkan penggunaan elektrik di kalangan pengguna pada waktu ini. Namun, peluang penjimatan lebih besar boleh dilakukan sekiranya kesedaran pengguna terhadap kepentingan kecekapan tenaga bertambah.



Rajah 12: Profil Penggunaan Tenaga (kWj di Blok B dari 2 Julai 2015 hingga 6 Julai 2015)

v). Penemuan Bergambar Sistem Elektrik

BLOK 'A'		
1.	Gambar :	Keterangan :
		<u>Penemuan:</u> Pencahayaannya yang sangat cerah di lobi Blok A. <u>Cadangan Penambahbaikan:</u> Dengan mengambil kira kemasan lantai di bangunan ini adalah dari jenis berkilat (pemantul cahaya yang berkesan), pencahayaannya di kawasan ini boleh dikurangkan.
	Lokasi : Lobi Blok A	Nota : siasat waktu siang

BLOK `A'		
1.	Gambar :	Keterangan :
	  	<u>Penemuan:</u> <u>Peti sejuk jenis yang tidak cekap tenaga.</u> <u>Saiz peti sejuk yang digunakan tidak sesuai dengan keperluan.</u> <u>Cadangan Penambahbaikan:</u> - Lupuskan peti sejuk jenis tidak cekap tenaga. - Kaji semula keperluan penggunaan peti sejuk. Perkongsian satu peti sejuk untuk satu aras atau satu peti sejuk untuk 2 aras.
	Lokasi : Tingkat 3 Blok A (Bah. Kewangan)	Nota : siasat waktu siang

BLOK `A`		
1.	Gambar :	Keterangan :
		<u>Penemuan:</u> <u>Peralatan memasak yang berlebihan.</u> <u>Cadangan Penambahbaikan:</u> <u>Kaji semula keperluan penggunaan peralatan memasak.</u> <u>Perkongsian peralatan memasak.</u>
	Lokasi : Tingkat 3 Blok A (Bah. Kewangan)	Nota : siasat waktu siang

BLOK `C`		
1.	Gambar :	Keterangan :
	  	<u>Penemuan:</u> Antara bilik yang tidak dimatikan lampu selepas digunakan. <u>CadanganPenambahbaikan:</u> Beri penekanan/kesedaran kepada penghuni keperluan untuk tutup lampu bilik/kawasan yang tidak digunakan atau selepas digunakan
	Lokasi : Tkt. 1 Blok C (Pejabat & Bilik Gym.)	Nota : siasat waktu siang

BLOK 'A'		
1.	Gambar :	Keterangan :
		i. Tiada alternate switching bagi kebanyakan lampu 1x36W (F) di tkt. bawah tanah/parkir kenderaan.
	Lokasi : Tingkat Bawah Tanah/Parkir Kenderaan	Nota : siasat waktu malam

BLOK 'A'		
2.	Gambar :	Keterangan :
		i. Tiada alternate switching bagi kebanyakan lampu 1x36W (F) di tkt. bawah tanah/parkir kenderaan.
	Lokasi : Tingkat Bawah Tanah/Parkir Kenderaan	Nota : siasat waktu malam

BLOK 'A'		
3.	Gambar :	Keterangan :
		i. Tiada alternate switching bagi kebanyakan lampu down light 1x26W PLC di tkt. bawah (lobi).
	Lokasi : Lobi Tingkat Bawah	Nota : siasat waktu malam

BLOK 'A'		
4.	Gambar :	Keterangan :
		i. Tiada alternate switching bagi kebanyakan lampu down light 1x26W PLC di tkt. bawah (lobi).
	Lokasi : Lobi Tingkat Bawah	Nota : siasat waktu malam

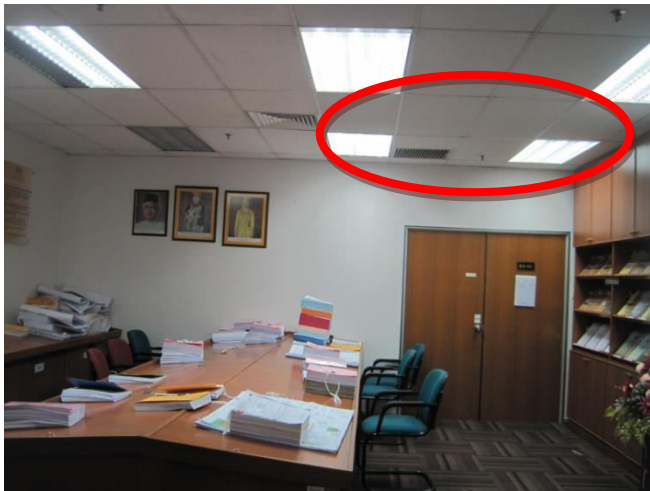
BLOK 'A'		
5.	Gambar :	Keterangan :
		i. Tiada alternate switching bagi kebanyakan lampu down light 1x26W PLC, lampu lekapan dinding (warna kekuningan) dan 8W Genie Coolday Light di tkt. bawah (lobi). * hadapan lift
	Lokasi : Tingkat Bawah Lobi (Hadapan Lift)	Nota : siasat waktu malam

BLOK 'A'		
6.	Gambar :	Keterangan :
		i. Tiada alternate switching bagi kebanyakan lampu down light 1x26W PLC, lampu lekapan dinding (warna kekuningan) dan 8W Genie Coolday Light di tkt. bawah (lobi). * hadapan lift
	Lokasi : Tingkat Bawah Lobi (Hadapan Lift)	Nota : siasat waktu malam

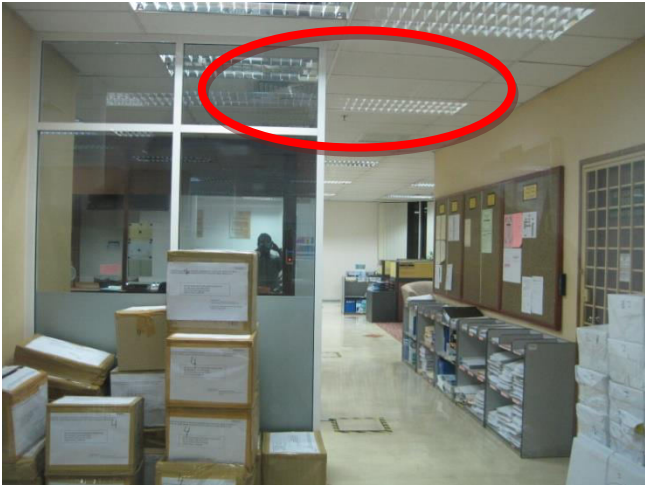
BLOK `A`		
7.	Gambar :	Keterangan :
		i. Tiada suis untuk on & off lampu 3x36W (F) di tkt. bawah pejabat bah. khidmat pengurusan
	Lokasi : Tingkat Bawah (Bah. Khidmat Pengurusan)	Nota : siasat waktu malam

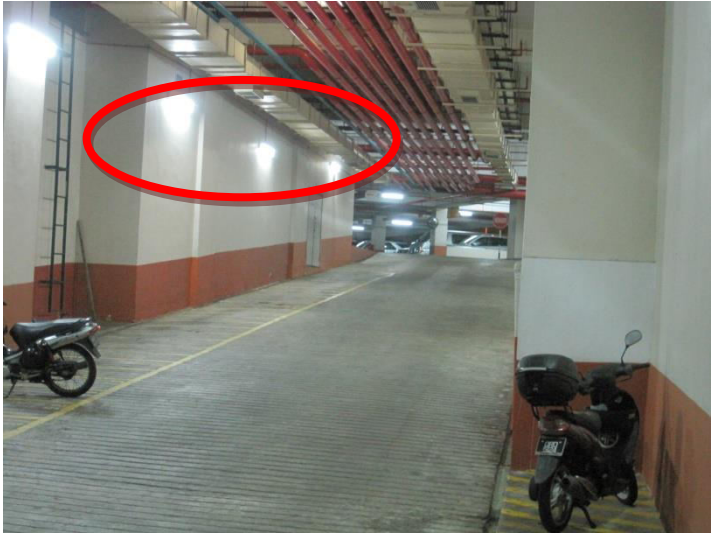
BLOK `A`		
8.	Gambar :	Keterangan :
		i. Tiada suis untuk on & off lampu 1x36W (F) di tkt. bawah pejabat bah. khidmat pengurusan
	Lokasi : Tingkat Bawah (Bah. Khidmat Pengurusan)	Nota : siasat waktu malam

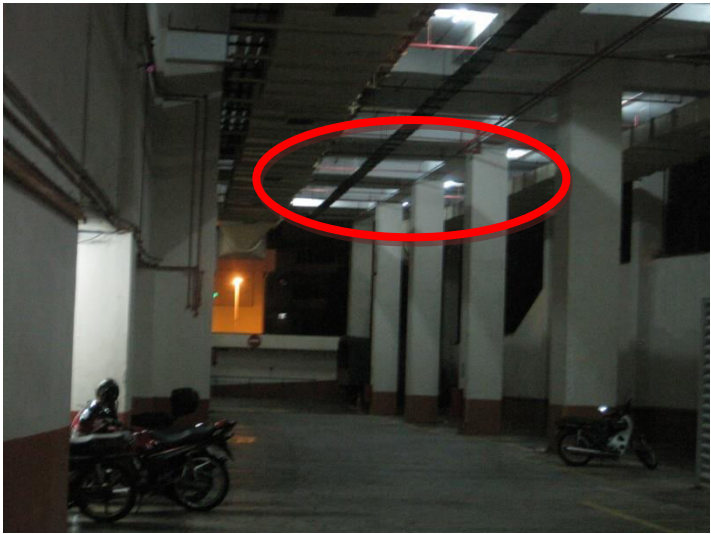
BLOK 'A'		
9.	Gambar :	Keterangan :
		i. Tiada suis untuk on & off lampu 3x36W (F) di tkt. bawah pejabat bah. kewangan kkr.
	Lokasi : Tingkat Bawah (Bah. Khidmat Pengurusan)	Nota : siasat waktu malam

BLOK 'A'		
10.	Gambar :	Keterangan :
		i. Tiada suis untuk on & off lampu 3x36W (F) di tkt. bawah pejabat bah. kewangan kkr.
	Lokasi : Tingkat Bawah (Bah. Khidmat Pengurusan)	Nota : siasat waktu malam

BLOK 'A'		
11.	Gambar :	Keterangan :
		i. Tiada suis untuk on & off lampu 3x36W (F) di tkt. bawah pejabat 'kaunter jualan' di bah. kewangan kkr.
	Lokasi : Tingkat Bawah (Bah. Khidmat Pengurusan)	Nota : siasat waktu malam

BLOK 'A'		
12.	Gambar :	Keterangan :
		i. Tiada suis untuk on & off lampu 3x36W (F) di tkt. bawah pejabat 'kaunter jualan' di bah. kewangan kkr.
	Lokasi : Tingkat Bawah (Bah. Khidmat Pengurusan)	Nota : siasat waktu malam

BLOK 'B'		
1.	Gambar :	Keterangan :
		i. Tiada alternate switching bagi kebanyakan lampu 1x36W (F) di tkt. Bawah/parkir kenderaan. (Lampu ditutup (off) melalui mcb).
	Lokasi : Tingkat Bawah/Parkir Kenderaan	Nota : siasat waktu malam

BLOK 'B'		
2.	Gambar :	Keterangan :
		i. Tiada alternate switching bagi kebanyakan lampu 1x36W (F) di tkt. Bawah/parkir kenderaan. (Lampu ditutup (off) melalui mcb).
	Lokasi : Tingkat Bawah/Parkir Kenderaan	Nota : siasat waktu malam

3.	Gambar :	Keterangan :
		i. Tiada alternate switching bagi kebanyakan lampu down light 1x26W PLC di tkt. bawah (lobi).
	Lokasi : Tingkat Bawah/Parkir Kenderaan	Nota : siasat waktu malam

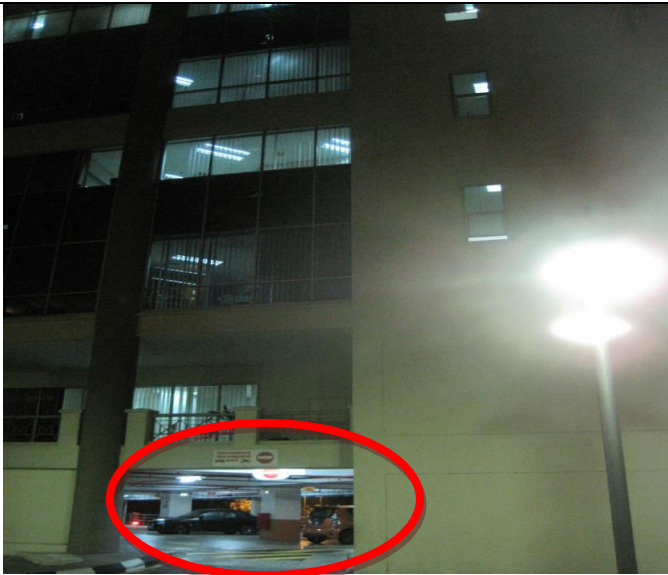
BLOK 'B'

4.	Gambar :	Keterangan :
		i. Tiada alternate switching bagi kebanyakan lampu down light 1x26W PLC di tkt. bawah (lobi).
	Lokasi : Tingkat Bawah/Parkir Kenderaan	Nota : siasat waktu malam

BLOK 'B'		
5.	Gambar :	Keterangan :
		i. Hampir setiap tingkat lampu 2x36W (F) di tangga dinyalakan (tidak ditutup).
	Lokasi : Hadapan Blok A & B	Nota : siasat waktu malam

BLOK 'B'		
6.	Gambar :	Keterangan :
		i. Didapati lampu di pejabat di di tingkat 1 & tingkat 2 dinyalakan (tidak ditutup).
	Lokasi : Hadapan Blok A & B	Nota : siasat waktu malam

BLOK 'B'		
7.	Gambar :	Keterangan :
		i. Lampu 1x36W (F) di tempat letak kendaraan dinyalakan (tidak ditutup).
	Lokasi : Hadapan Blok A & B	Nota : siasat waktu malam

BLOK 'B'		
8.	Gambar :	Keterangan :
		i. Lampu 1x36W (F) di tempat letak kendaraan dinyalakan (tidak ditutup).
	Lokasi : Hadapan Blok A & B	Nota : siasat waktu malam

BLOK 'B'		
9.	Gambar :	Keterangan :
		i. Tiada alternate switching bagi kebanyakan lampu kawasan 2x250(W) CL di hadapan bangunan KKR Blok A & B.
	Lokasi : Hadapan Blok A & B	Nota : siasat waktu malam

BLOK 'B'		
10.	Gambar :	Keterangan :
		i. Tiada alternate switching bagi kebanyakan lampu kawasan 2x250(W) CL di hadapan bangunan KKR Blok A & B.
	Lokasi : Hadapan Blok A & B	Nota : siasat waktu malam

BLOK 'C'		
1.	Gambar :	Keterangan :
		i. Lampu 2x36W (F) di hadapan pintu TASKA KKR dinyalakan (tidak ditutup).
	Lokasi : Hadapan Blok A & B	Nota : siasat waktu malam

BLOK 'C'		
2.	Gambar :	Keterangan :
		i. Lampu 2x36W (F) di bilik 'Menyusu Bayi' dalam TASKA KKR dinyalakan (tidak ditutup).
	Lokasi : Hadapan Blok A & B	Nota : siasat waktu malam

BLOK 'C'		
3.	Gambar :	Keterangan :
		i. Lampu 2x36W (F) di dalam bilik air 'L' dinyalakan (tidak ditutup).
	Lokasi : Hadapan Blok A & B	Nota : siasat waktu malam

BLOK 'C'		
4.	Gambar :	Keterangan :
		i. Lampu down light 1x26W PLC di tingkat 2 dinyalakan (tidak ditutup).
	Lokasi : Hadapan Blok A & B	Nota : siasat waktu malam

BLOK 'C'		
5.	Gambar :	Keterangan :
		i. Lampu 1x26W (PLC) di tingkat 2, laluan ke gym nyalakan (tidak ditutup).
	Lokasi : Hadapan Blok A & B	Nota : siasat waktu malam

BLOK 'C'		
6.	Gambar :	Keterangan :
		i. Lampu down light 1x26W PLC di tingkat 2 dinyalakan (tidak ditutup).
	Lokasi : Hadapan Blok A & B	Nota : siasat waktu malam

5.6 Prestasi Sistem Aktif (Mekanikal)

5.6.1 Pengenalan Sistem Mekanikal

Terdapat dua (2) sistem mekanikal yang diaudit bagi bangunan ini iaitu:

1. Sistem Penyaman Udara dan Pengalihudaraan (*Air-Conditioning and Mechanical Ventilation - ACMV*)
2. Sistem Lif

i). Sistem Penyaman Udara dan Pengalihudaraan (ACMV)

Sistem penyaman udara yang terdapat di bangunan ini adalah jenis; i) *Water-Cooled Chiller* (WCCH), ii) *Air-Cooled Chiller* (ACCH) dan iii) *AirCooled Split Unit* (ACSU). Sistem ACSU bertindak sebagai sokongan kepada sistem penyaman udara WCCH dan digunakan di sesetengah ruang pejabat. Terdapat sejumlah lima (5) unit menara penyejuk (*Cooling Tower*) dengan enam (6) unit pam *condensing water* ditempatkan di aras tanah bagi kegunaan Blok A dan Blok B.

Sistem WCCH untuk Blok A beroperasi untuk ruang pejabat dari Aras Bawah hingga Aras 6. Blok B pula mempunyai parkir kereta untuk tiga (3) aras pertama dan ruang pejabat adalah dari Aras 4 hingga 14; maka sistem WCCH untuk Blok B beroperasi untuk Aras 4 hingga 14. Manakala bagi Blok C menggunakan sistem ACCH tanpa menara penyejuk. Kuantiti keseluruhan dan kapasiti bagi setiap jenis sistem penyaman udara adalah seperti di **Jadual 10**.

BIL	PERALATAN	KUANTITI	INPUT KUASA (Rated)
1	<i>Water Cooled Chiller (Blok A)- 260TR</i>	3	183 kW*
2	<i>Water Cooled Chiller (Blok B)- 304TR</i>	3	213 kW*
3	<i>Air Cooled Chiller (Blok C)- 119TR</i>	2	134 kW*
4	<i>Cooling Tower (Blok A) – 886RT (4 cells)</i>	1	22 kW*
5	<i>Cooling Tower (Blok B)- 971RT (5 cells)</i>	1	18.5 kW*
6	<i>Chilled water pump(Blok A)</i>	3	15 kW*
7	<i>Chilled water pump(Blok B)</i>	3	19 kW*
8	<i>Chilled water pump(Blok C)</i>	2	8 kW*
9	<i>Condenser Water Pump (Blok A)</i>	3	30 kW*
10	<i>Condenser Water Pump (Blok B)</i>	3	37.5 kW*
11	<i>Air Handling Unit (Blok A)</i>	11	118 kW**
12	<i>Air Handling Unit (Blok B)</i>	22	133 kW**
13	<i>Air Handling Unit (Blok C)</i>	3	31 kW**

14	<i>Air-Cooled Split Unit (Blok A)</i>	40	129.5kW**
15	<i>Air-Cooled Split Unit (Blok B)</i>	33	135kW**
16	<i>Air-Cooled Split Unit (Blok C)</i>	11	89kW**
17	<i>Ventilation & Exhaust Fan(Blok A)</i>	24	44.6kW**
18	<i>Ventilation & Exhaust Fan(Blok B)</i>	35	29.35kW**
19	<i>Ventilation & Exhaust Fan(Blok C)</i>	27	15.5kW**

Jadual 10 : Peralatan ACMV di Kompleks KKR

Nota: * Kapasiti nominal untuk satu unit

** Kapasiti nominal untuk keseluruhan unit

ii). Sistem Lif

Bangunan KKR mempunyai 12 unit lif (6 unit bagi blok A dan 6 unit bagi blok B) penumpang/servis yang beroperasi dari aras 1 hingga aras 14 dengan jumlah bacaan kuasa motor tertinggi diperolehi dari audit tenaga ialah sebanyak 35.69 kW. Manakala anggaran penggunaan tenaga yang direkod menggunakan *power logger* bagi kesemua unit lif ialah sebanyak 327.08 kWj/hari.

5.6.2 Penemuan Teknikal Sistem Mekanikal

i) Penggunaan Tenaga Sistem Mekanikal

Penggunaan tenaga melalui pengukuran di tapak oleh sistem mekanikal di bangunan KKR dapat dirumuskan seperti yang ditunjukkan dalam **Jadual 11**.

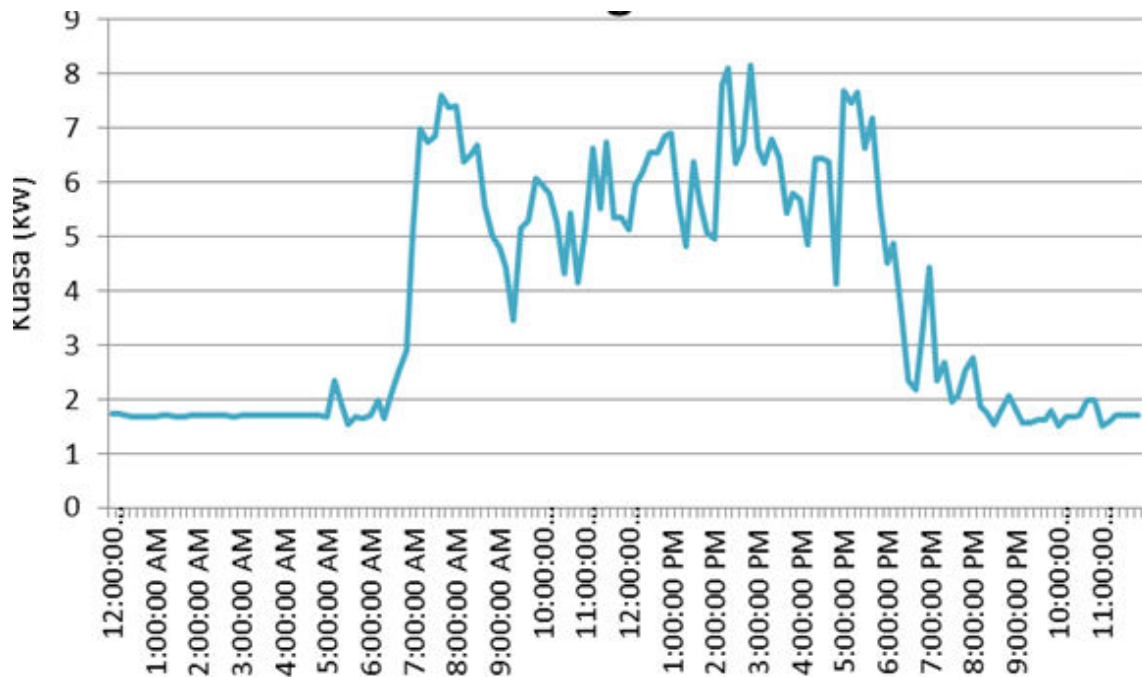
Sistem	Penggunaan Tenaga (kWj/hari)	Peratus (%)
ACMV	18,967.70	98
Lif	327.08	2
Jumlah	19,294.78	100

Jadual 11: Pecahan penggunaan tenaga sistem mekanikal untuk Kompleks KKR

Audit tenaga sistem mekanikal ditumpukan pada kapasiti sistem lif dan juga kapasiti sistem ACMV yang merupakan penyumbang terbesar kepada bil utiliti elektrik sesebuah bangunan, seterusnya membuat cadangan bagi mengurangkan beban tersebut.

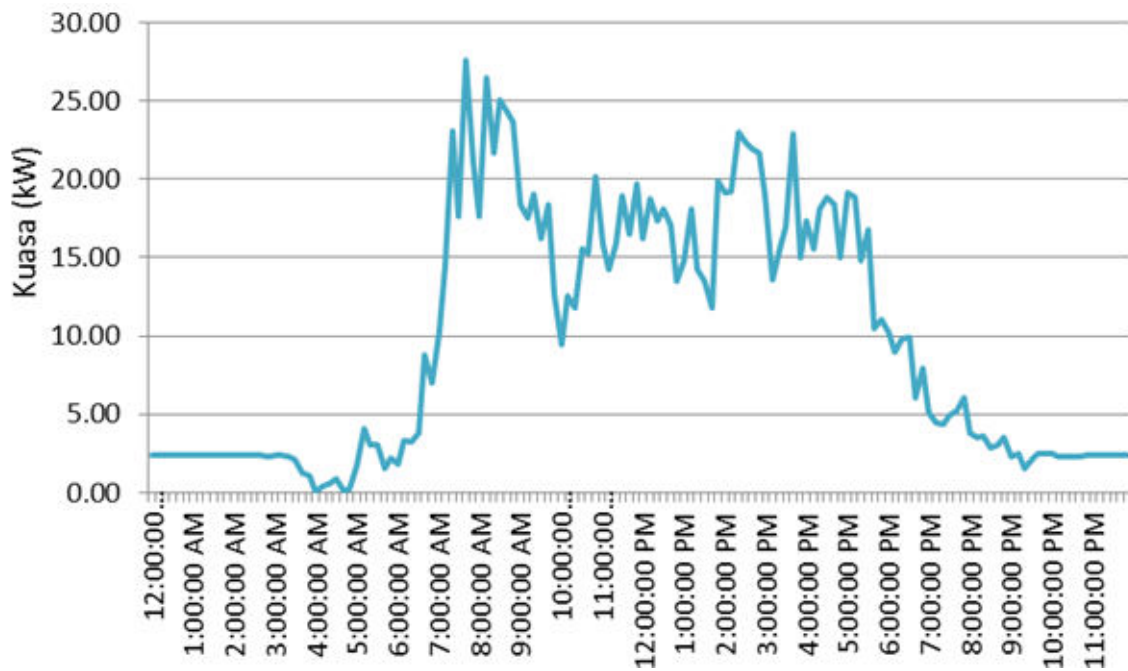
ii) Profil Beban Kuasa Sistem Lif

Beban elektrik sistem lif bagi Kompleks KKR direkodkan selama satu (1) hari bagi Blok A dan Blok B untuk mendapatkan profil penggunaan tenaga. Profil beban kuasa elektrik yang dicatatkan bagi lif Blok A dan Blok B adalah seperti di dalam **Rajah 13 dan 14**.



Rajah 13: Beban kuasa elektrik (kW) bagi sistem lif Blok A bangunan KKR

Dalam **Rajah 13** menunjukkan profil penggunaan tenaga bagi lif di Blok A di mana kuasa tertinggi yang direkodkan ialah **8.1kW** dan penggunaan tenaga harian sebanyak **93.1kWj**. Didapati juga terdapat penggunaan kuasa pada waktu malam sebanyak **1.7kW** yang mana ianya adalah berkemungkinan disebabkan sistem lif tersebut berada dalam keadaan tunggu sedia (*idling*).

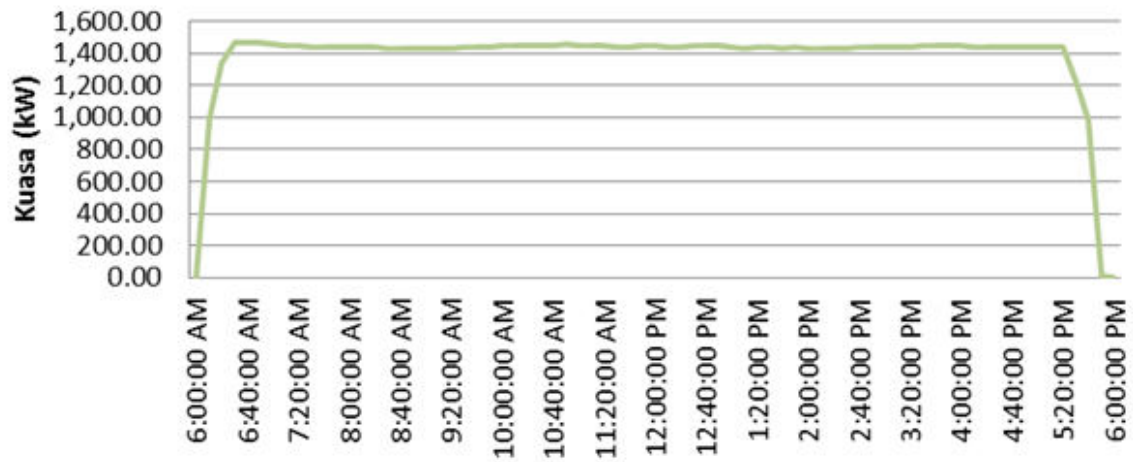


Rajah 14: Beban kuasa elektrik (kW) bagi sistem lif Blok B bangunan KKR

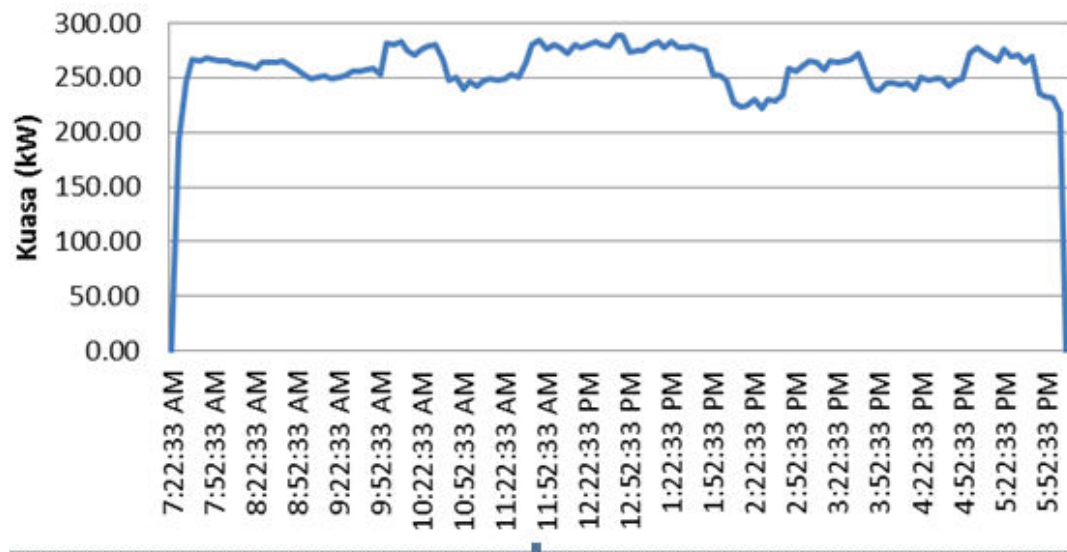
Dalam **Rajah 14** menunjukkan profil penggunaan lif di Blok B di mana kuasa tertinggi yang direkodkan ialah **27.59kW** dan penggunaan tenaga harian sebanyak **233.98kWj**. Seperti sistem lif di Blok A, sistem lif di Blok B juga terdapat penggunaan kuasa pada waktu malam sebanyak **2.4kW**, dipercayai sistem lif tersebut berada di dalam keadaan tunggu sedia (*idling*). Beban ini juga dipercayai berlanjutan pada hari-hari cuti.

iii). **Profil Beban Sistem Penyaman Udara dan Pengalihudaraan (ACMV)**

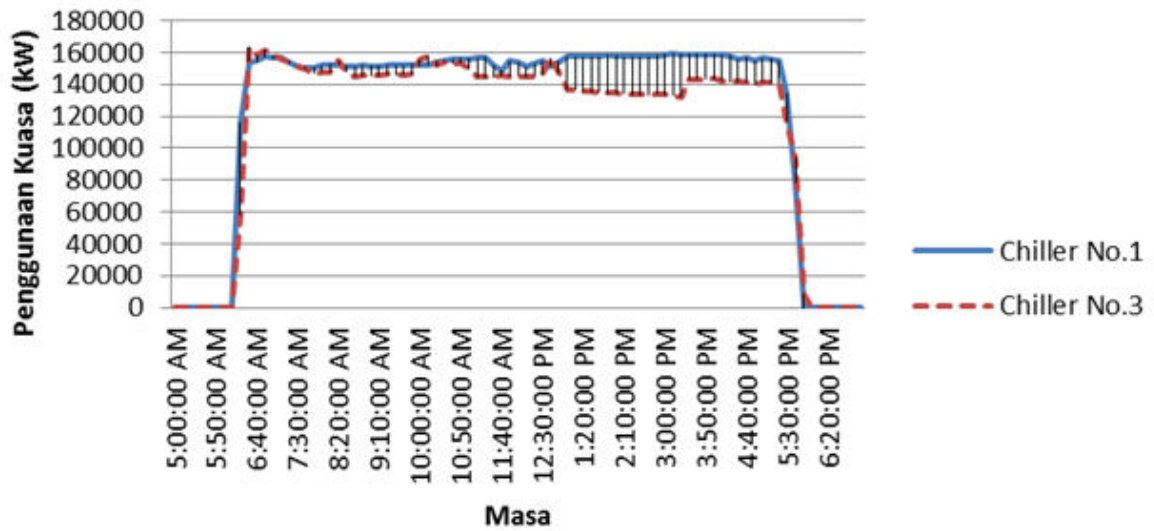
Beban elektrik ACMV bagi bangunan KKR direkodkan selama satu (1) hari untuk mendapatkan profil penggunaan tenaga. Profil beban kuasa elektrik yang dicatatkan bagi keseluruhan sistem penyaman udara adalah seperti di dalam **Rajah 15 dan Rajah 16**.



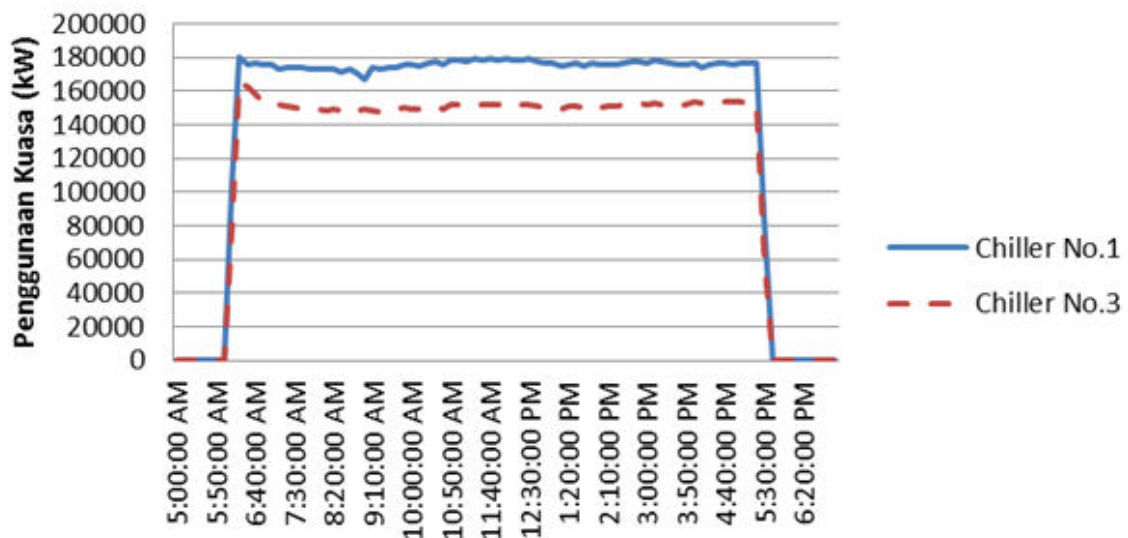
Rajah 15: Beban kuasa elektrik (kW) sistem penyaman udara di Blok A dan Blok B KKR



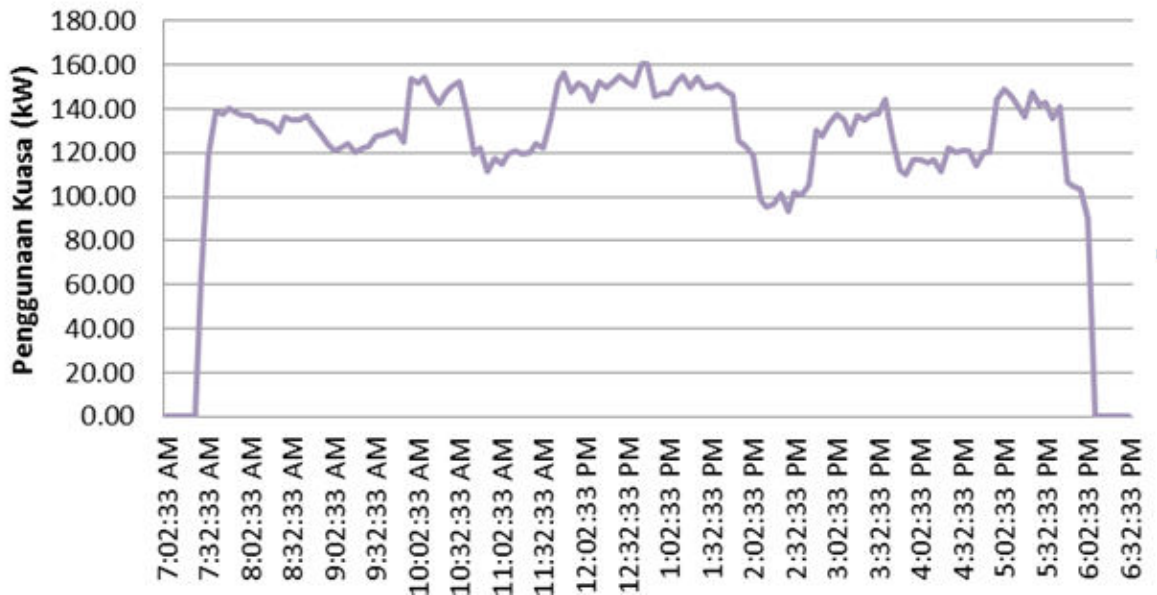
Rajah 16: Beban kuasa elektrik (kW) bagi sistem penyaman udara untuk Blok C



Rajah 17: Profil Beban Kuasa Chiller untuk Blok A KKR



Rajah 18: Profil Beban Kuasa Chiller untuk Blok B KKR



Rajah 19: Profil Beban Kuasa Chiller untuk Blok C KKR

Rajah 17, **Rajah 18** dan **Rajah 19** menunjukkan profil kuasa bagi sistem *chiller* yang merupakan pengguna tenaga elektrik terbanyak. Sepanjang audit tenaga dijalankan, didapati *Chiller* 1 dan 3 sistem WCCH untuk kedua-dua Blok A dan Blok B beroperasi secara *manual* dan *Chiller* 2 diletakkan di dalam posisi *standby*. Profil kuasa dibuat berasingan untuk Blok A, Blok B dan Blok C bagi memperlihatkan perbezaan kadar guna kuasa di antara ketiga-tiga set *chiller* tersebut.

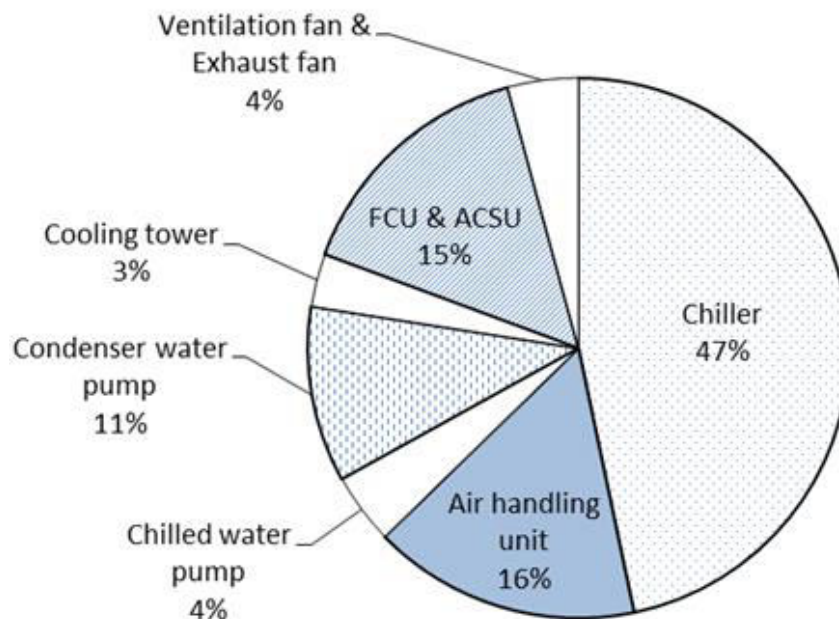
iv). Pecahan Tenaga Sistem Penyaman Udara

Bagi mengenalpasti beban sistem penyaman udara, data penggunaan kuasa (kW) dan tenaga (kWj) oleh sistem penyaman udara direkodkan dengan menggunakan *power logger* dan *clamp meter*.

Pecahan penggunaan tenaga bagi komponen-komponen sistem penyaman udara mengikut peratusan penggunaan adalah seperti dalam **Jadual 12** dan **13** dan **Rajah 20**, **21**.

Bil.	Sistem	Kuasa (kW)	Penggunaan Tenaga (kWj/hari)	Peratus (%)
1	Chiller	396	7,185.33	46.70
2	Air handling unit	223.71	2,460.76	16.02
3	Chilled water pump	59.34	652.70	4.24
4	Condenser water pump	146.94	1,616.33	10.51
5	Cooling tower	44.28	487.08	3.17
6	FCU & ACSU	264.50	2,327.60	15.13
7	Ventilation fan & Exhaust fan	73.95	650.76	4.23
Jumlah		1,208.71	15,380.56	100.00

Jadual 12: Penggunaan tenaga harian sistem penyaman udara di Blok A & B KKR

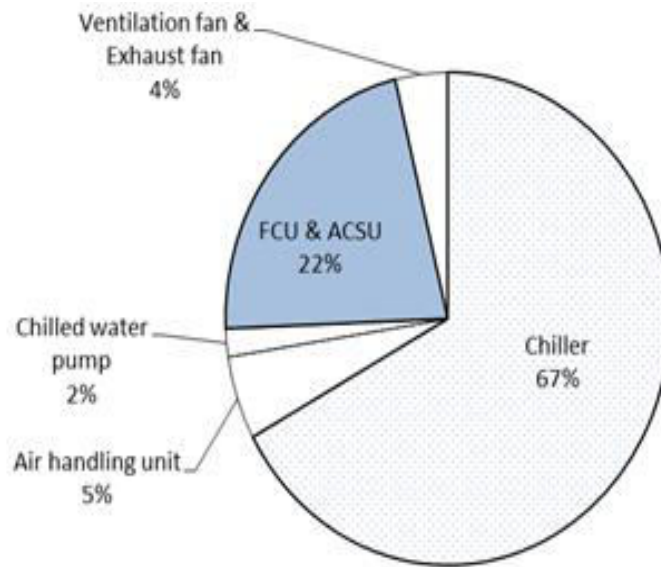


Rajah 20: Pecahan Tenaga sistem ACMV Blok A dan Blok B KKR

Jadual 11 dan **Rajah 20** menunjukkan bahawa jumlah penggunaan tenaga harian yang digunakan oleh sistem *ACMV* di Blok A dan Blok B KKR ialah sebanyak **15,380.56 kWj/hari**. Peralatan *chiller* merupakan peralatan utama yang paling banyak menggunakan tenaga iaitu sekitar **47%** daripada keseluruhan penggunaan tenaga bagi sistem *ACMV* di Blok A.

Bil.	Sistem	Kuasa (kW)	Penggunaan Tenaga (kWj/hari)	Peratus (%)
1	Chiller	213	2,404.37	67.03
2	Air handling unit	17.94	197.35	5.50
3	Chilled water pump	5.98	65.82	1.83
4	FCU & ACSU	89.00	783.20	21.83
5	Ventilation fan & Exhaust fan	15.50	136.40	3.81
Jumlah		341.42	3,587.14	100.00

Jadual 13: Penggunaan tenaga harian sistem penyaman udara di Blok C



Rajah 21: Pecahan Tenaga Sistem
di Blok C Bangunan KKR

1

Jadual 14 dan **Rajah 21** pula menunjukkan bahawa jumlah penggunaan tenaga harian yang digunakan oleh sistem *ACMV* Blok C KKR ialah **3,587.14 kWj/hari**. Peralatan *chiller* merupakan peralatan utama yang paling banyak menggunakan tenaga iaitu sekitar **67%** daripada keseluruhan penggunaan tenaga sistem *ACMV* di Blok C.

v). **Coefficient Of Performance (COP)**

Coefficient of Performance (COP) merupakan penunjuk yang digunakan untuk mengukur tahap kecekapan sistem penyaman udara. Nilai *COP* yang meningkat menunjukkan peningkatan prestasi operasi sesebuah sistem penyaman udara.

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

Secara amnya,

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

Nilai *COP* bagi *Chiller* Blok A, Blok B dan Blok C KKR dengan kapasiti maksimum adalah seperti di dalam **Jadual 15** hingga **18**.

Masa	Kuasa elektrik (kW _e)	Beban penyejukan		Penunjuk kecekapan	
		RT	kW _t	COP	kW _e /RT
7.00 am	150.66	231.30	813.48	5.40	0.651
8.00 am	145.89	199.80	702.70	4.82	0.730
9.00 am	145.52	192.60	677.37	4.65	0.756
10.00 am	146.17	189.45	666.30	4.56	0.772
11.00 am	150.19	205.20	721.69	4.81	0.732
12.00 pm	147.83	192.60	677.37	4.58	0.768
1.00 pm	151.66	192.60	677.37	4.47	0.787
2.00 pm	151.85	157.95	555.51	3.66	0.961
3.00 pm	152.64	152.10	534.94	3.50	1.004
4.00 pm	152.91	189.45	666.30	4.36	0.807
5.00 pm	150.37	188.55	663.13	4.41	0.798
Purata	149.61	190.15	668.74	4.47	0.787

Jadual 14: Prestasi Chiller 1 Blok A (WCCH)

Masa	Kuasa elektrik (kW _e)	Beban penyejukan		Penunjuk kecekapan	
		RT	kW _t	COP	kW _e /RT
7.00 am	152.55	141.30	496.95	3.26	1.080
8.00 am	141.90	195.30	686.87	4.84	0.727
9.00 am	139.58	175.50	617.23	4.42	0.795
10.00 am	149.62	173.25	609.32	4.07	0.864
11.00 am	144.19	201.15	707.44	4.91	0.717
12.00 pm	139.22	153.90	541.27	3.89	0.905
1.00 pm	130.99	196.65	691.62	5.28	0.666
2.00 pm	128.68	149.40	525.44	4.08	0.861
3.00 pm	127.67	148.50	522.27	4.09	0.860
4.00 pm	137.62	189.45	666.30	4.84	0.726
5.00 pm	135.44	168.30	591.91	4.37	0.805
Purata	138.86	172.06	605.15	4.36	0.807

Jadual 15: Prestasi Chiller No.3 Blok A (WCCH)

Masa	Kuasa elektrik (kW _e)	Beban penyejukan		Penunjuk kecekapan	
		RT	kW _t	COP	kW _e /RT
7.00 am	148.04	217.35	764.42	5.16	0.681
8.00 am	143.17	211.58	744.11	5.20	0.677
9.00 am	143.50	208.43	733.03	5.11	0.688
10.00 am	143.45	213.15	749.65	5.23	0.673
11.00 am	146.15	208.43	733.03	5.02	0.701
12.00 pm	146.86	210.53	740.42	5.04	0.698
1.00 pm	144.66	210.53	740.42	5.12	0.687
2.00 pm	144.60	202.13	710.87	4.92	0.715
3.00 pm	145.93	211.58	744.11	5.10	0.690
4.00 pm	147.75	211.58	744.11	5.04	0.698
5.00 pm	147.53	213.68	751.49	5.09	0.690
Purata	145.60	210.81	741.42	5.09	0.691

Jadual 16: Prestasi Chiller 1 Blok B (WCCH)

Masa	Kuasa elektrik (kW _e)	Beban penyejukan		Penunjuk kecekapan	
		RT	kW _t	COP	kW _e /RT
7.00 am	154.02	203.18	714.57	4.64	0.758
8.00 am	149.15	197.40	694.26	4.65	0.756
9.00 am	149.48	172.20	605.63	4.05	0.868
10.00 am	149.43	192.15	675.79	4.52	0.778
11.00 am	152.13	206.33	725.64	4.77	0.737
12.00 pm	152.84	206.33	725.64	4.75	0.741
1.00 pm	150.64	214.20	753.34	5.00	0.703
2.00 pm	150.58	202.13	710.87	4.72	0.745
3.00 pm	151.91	204.23	718.26	4.73	0.744
4.00 pm	153.73	201.08	707.18	4.60	0.765
5.00 pm	153.51	189.53	666.56	4.34	0.810
Purata	151.58	198.98	699.79	4.62	0.762

Jadual 17: Prestasi Chiller 3 Blok B (WCCH)

Masa	Kuasa elektrik (kW _e)	Beban penyejukan		Penunjuk kecekapan	
		RT	kW _t	COP	kW _e /RT
7.00 am	0	-	-	-	-
8.00 am	137.01	107.13	376.76	2.76	1.33
9.00 am	120.54	101.00	355.23	2.5	1.25
10.00 am	151.59	101.44	356.77	2.35	1.55
11.00 am	114.52	103.19	362.92	3.17	1.17
12.00 pm	149.36	101.44	356.77	2.39	1.53
1.00 pm	146.76	100.57	353.70	2.41	1.52
2.00 pm	118.88	102.75	361.38	3.04	1.22
3.00 pm	137.35	99.26	349.08	2.54	1.44
4.00 pm	116.59	97.94	344.47	2.95	1.25
5.00 pm	149.02	100.57	353.70	2.37	1.54
Purata	134.162	101.53	357.08	2.66	1.38

Jadual 18: Prestasi Chiller Blok C (ACCH)

Berdasarkan perkiraan nilai *COP* yang diperolehi dan juga perbandingan dengan audit tenaga bangunan-bangunan kerajaan lain yang telah dibuat sebelum ini, didapati prestasi

chiller WCCH bagi Blok A dan B KKR tidak berada pada tahap yang optimum untuk menghasilkan penyejukan seperti kehendak rekabentuk. Ini adalah disebabkan usia *chiller* yang mencapai 20 tahun. Walau bagaimanapun, ACCH bagi Blok C didapati masih beroperasi pada tahap kecekapan yang baik. Perbandingan penunjuk kecekapan tenaga yang dikira untuk *chiller* Blok A, B dan C KKR dengan keperluan minimum berdasarkan kod amalan MS 1525 adalah seperti di dalam **Jadual 19**.

Bil.	Unit WCCH / ACCH		Penunjuk kecekapan			
			COP		kW _e /RT	
			Purata	MS 1525 -Min	Purata	MS 1525-max
1	Blok A (WCCH)	Chiller 1	4.47	5.33	0.787	0.66
		Chiller 3	4.36	5.33	0.807	0.66
2	Blok B (WCCH)	Chiller 1	5.09	5.86	0.691	0.60
		Chiller 3	4.62	5.86	0.762	0.60
3	Blok C (ACCH)		2.66	2.79	1.38	1.26

Jadual 19: Perbandingan penunjuk kecekapan yang diukur dengan keperluan MS1525:2014

Kesimpulan boleh dibuat bahawa, daripada segi *COP*, prestasi untuk kedua-dua sistem *water-cooled chiller* dan *air-cooled chiller* adalah di bawah keperluan minimum mengikut kod amalan **MS 1525:2014**. Daripada segi penggunaan tenaga elektrik, didapati kedua-dua sistem menggunakan lebih tenaga elektrik daripada keperluan maksimum yang ditetapkan di dalam kod amalan **MS 1525:2014** untuk menghasilkan penyejukan kepada bangunan seperti kehendak rekabentuk.

vi) Kualiti Udara Dalaman (IAQ)

Kualiti udara yang diaudit adalah merangkumi aspek suhu persekitaran ruang dan peratus kelembapan relatif (*relative humidity-RH*) di dalam bangunan. Bacaan suhu dan *RH* bagi beberapa buah bilik dan ruang yang direkodkan secara *manual* dan juga menggunakan *data logger*. Keputusan purata bacaan untuk Blok A KKR adalah seperti di dalam **Jadual 20**.

Aras	Unit/Bilik	Suhu / RH	CO ₂ (PPM)
2	Bahagian Perancangan Jalan		
	Sampel 1	23.2°C / 64.4%	711
	Sampel 2	23.2°C / 65.5%	757
3	Bahagian Kewangan dan Perolehan		
	Sampel 1	22.9°C / 61%	691
	Sampel 2	23.1°C / 58%	680
4	Bahagian Pembangunan dan Penswastaan		
	Sampel 1	23.7°C / 63.2%	733
	Sampel 2	23.1°C / 59.6%	810
5	Pejabat Menteri		
	Sampel 1	23.5°C / 58.1%	663
	Sampel 2	23.5°C / 58.5%	642
Purata		23.28°C / 61.04%	710

Jadual 20: Purata bacaan kualiti udara dalaman di bangunan KKR (Blok A) ketika pengoperasian sistem penyaman udara

Secara keseluruhannya, bacaan suhu di Blok A KKR agak rendah kerana **kesemua** sampel yang diambil menunjukkan kebanyakan ruang pejabat mempunyai suhu yang berada di luar julat (*range*) yang ditetapkan oleh **MS1525:2014** iaitu 24°C - 26°C. Walaubagaimanapun peratus *RH* pula didapati berada di dalam julat yang ditetapkan oleh **MS1525:2014** iaitu 50% - 70%.

Bacaan purata bagi kadar CO₂ juga 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). Keputusan purata bacaan untuk Blok B KKR adalah seperti di dalam **Jadual 21**.

Aras	Unit/Bilik	Suhu / RH	CO ₂ (PPM)
5	Bahagian Pengurusan dan Perancangan Korporat		
	Sampel 1	22°C / 71.7%	687
	Sampel 2	21.5 / 62.5%	678
8	Bahagian Pengurusan Maklumat		
	Sampel 1	20.5°C / 67%	580
	Sampel 2	21°C / 58.7%	612
10	Bahagian Pengurusan Fasiliti		
	Sampel 1	22°C / 61%	570
	Sampel 2	22°C / 61%	566
12	Bahagian Pengurusan Sumber Manusia		
	Sampel 1	21°C / 72.1%	809
	Sampel 2	21°C / 63.7%	864
14	Bahagian Pengurusan Sumber Manusia		
	Sampel 1	24.5°C / 66.5%	826
	Sampel 2	24.5°C / 72%	718
Purata		22°C / 65.62%	691

Jadual 21: Purata bacaan kualiti udara dalaman di Blok B KKR ketika pengoperasian sistem penyaman udara

Secara keseluruhannya, bacaan suhu di Blok B KKR agak rendah menunjukkan kebanyakan ruang pejabat mempunyai suhu yang berada di luar julat yang ditetapkan oleh **MS1525:2014** iaitu 24°C - 26°C. Hanya terdapat ruang kerja di Aras 14 yang menunjukkan ianya berada dalam julat seperti yang dinyatakan di atas. Didapati juga beberapa bahagian ruang kerja yang mempunyai *RH* melebihi julat yang ditetapkan oleh **MS1525:2014** iaitu 50% - 70%.

Bacaan purata bagi kadar CO₂ juga 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 ppm.

Walaupun bagaimanapun, terdapat beberapa ruang pejabat yang mempunyai kadar CO₂ yang agak rendah dibawah bacaan 600 ppm.

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

5.7.1 Pengenalan Sistem Aktif (Mekanikal – Penyusupan Udara Luar / Infiltrasi)

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

a) Metodologi untuk pengukuran tahap infiltrasi udara luar ke dalam bangunan melalui pengukuran kadar kondensasi dari AHU

Kadar infiltrasi udara ke dalam bangunan dianggarkan melalui kadar wap air yang terkondensasi dari AHU.

Data seperti dibawah adalah diperlukan bagi mengira kadar infiltrasi udara ke dalam bangunan dalam unit air-changes per hour (ACH):

1. Keluasan lantai dalam meter persegi (m²) yang disejukkan oleh sesebuah AHU.
2. Jarak Siling dari lantai.

3. Bilangan pengguna dalam bilik yang disejukkan oleh sesebuah AHU (bagi mengira haba yang dibebaskan).
4. Suhu dan kelembapan udara luar – bagi mengira jumlah wap air yang terkandung dalam udara luar (g/kg).
5. Suhu dan kelembapan udara dalam bangunan – bagi mengira jumlah wap air yang terkandung dalam udara dalam bangunan (g/kg).
6. Kadar wap air terkondensasi dari AHU (g/s).

$$FA = \frac{C.W - Occ.W}{(Om - Im)\rho_{air}} \times 60 \times 60$$

where,

FA = Fresh Air Intake (m^3_{air}/h)

$C.W$ = Rate of Condensation collected (g_{water}/sec)

$Occ.W$ = Rate of Moisture from Occupant (g_{water}/sec)

Om = Outdoor Moisture Content (g_{water}/kg_{air})

Im = Indoor Moisture Content (g_{water}/kg_{air})

ρ_{air} = Outdoor Air Density (kg/m^3)

b) Pengiraan Kadar Wap Air Yang Dibebaskan Oleh Pengguna Sesebuah Bangunan (Occ.W)

Dengan merujuk kepada Jurnal Personal factors in Thermal Comfort Assessment: Clothing Properties and Metabolic Heat Production oleh George Havenith, Ingvar Holmer dan Ken Parsons, Department of Human Sciences, Human Thermal Environments Laboratory, Loughborough University Leicester ; dan laman web http://www.engineeringtoolbox.com/metabolic-heat-persons-d_706.html (jadual seperti di Lampiran A),

Haba pendam air (water latent heat) bagi pemeluwapan (evaporation) adalah;

$$2270 \text{ kJ/kg} = 2270 \text{ Wsec/gram air.}$$

Oleh itu, 1 orang pada 60 W haba pendam $\div 2270 \text{ Wsec/g} = 0.02643 \text{ g/sec}$ air yang dihasilkan seorang.

Berdasarkan bilangan orang yang berada di dalam bilik yang disejukkan oleh sesebuah AHU, wap air keseluruhan yang dihasilkan semua orang ini boleh dikira seperti formula berikut:

Kadar wap air oleh orang secara keseluruhan (g/sec) = $0.02643 \text{ g/sec/orang} \times \text{bil. orang}$.

c) Pengiraan Kadar Kondensasi (C.W)

sec).

d) Pengukuran kandungan wap air dalam udara luar dan udara dalam bangunan.



Air dikumpul dalam masa tertentu dari paip kondensasi yang terdapat di AHU



Air yang dikumpul kemudian ditimbang.

Data bagi kandungan wap air dalam udara luar dan dalam bangunan diambil menggunakan alat hobo loggers yang diletakkan di luar bangunan dan dalam kawasan pejabat yang disejukkan oleh AHU.



Hobo logger diletakkan di luar bangunan bagi mengukur wap air dalam udara luar
Hobo logger diletakkan di dalam pejabat (berdekatan dengan lobi) untuk mengukur wap air dalam udara ketika ujian infiltrasi sedang dibuat.

Dari bacaan suhu dan kelembapan yang telah diambil, wap air dalam udara dapat dikira atau diperolehi melalui carta psychometric. Ketumpatan udara luar juga boleh dikira dengan menggunakan data suhu dan kelembapan dan merujuk kepada carta psychometrics udara.

ANSI/ASHRAE Standard 62.1-2007 Ventilation for Acceptable Indoor Air Quality menyarankan kadar minimum udara segar di dalam bangunan seperti berikut untuk mengekalkan kualiti udara yang baik:

Kadar Aliran Udara (flow rate) Minimum untuk $1 \text{ m}^2 = 0.3 \text{ l/s/m}^2$

Kadar Aliran Udara (flow rate) Minimum untuk 1 orang = 2.5 l/s/person

ASHRAE juga menyarankan jumlah minimum udara segar yang diperlukan di dalam bangunan untuk mengekalkan kualiti udara yang baik adalah hasil tambah Kadar Aliran Udara Minimum untuk 1 m^2 dan Kadar Aliran Udara Minimum untuk 1 orang.

5.7.2 Penemuan Teknikal (Mekanikal - Penyusupan Udara Luar / Infiltrasi)

- i. Jumlah wap air terkondensasi yang diukur dari AHU boleh di kategorikan mengikut Blok A dan Blok B. Secara puratanya bacaan keseluruhan bangunan menunjukkan kemasukan udara luar adalah hampir 2 kali ganda lebih tinggi dari yang sepatutnya. Kadar purata air-change per hour (ACH) yang sebanyak 0.91 menunjukkan terdapatnya kebocoran udara bagi bangunan yang berpendinghawa dingin jika dibandingkan dengan nilai bacaan yang disarankan oleh ASHRAE iaitu sebanyak 0.42.
- ii. Blok B merekodkan bacaan yang paling tinggi di antara blok A dan blok B. Bacaan menunjukkan kemasukan udara luar adalah lebih dari 2.2 kali ganda lebih tinggi dari yang sepatutnya. Kadar purata air-change per hour (ACH) bagi Blok B adalah sebanyak 0.94 menunjukkan terdapatnya kebocoran bagi blok tersebut jika

dibandingkan dengan nilai bacaan yang disarankan oleh ASHRAE iaitu sebanyak 0.42.

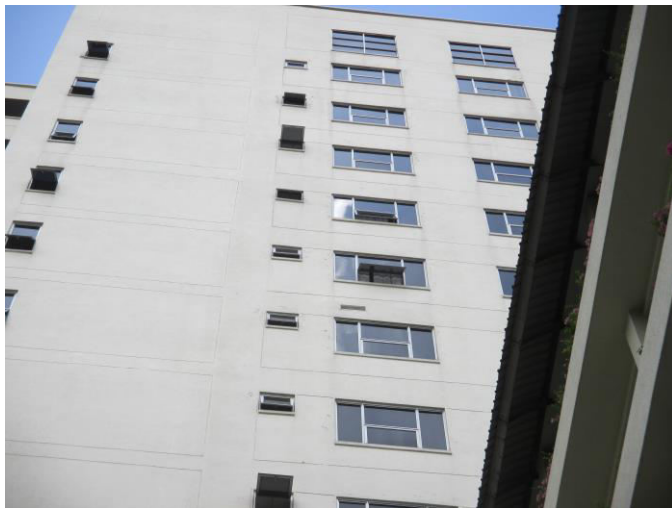
- iii. Bacaan Blok A pula menunjukkan kemasukan udara luar adalah lebih dari 2 kali ganda lebih tinggi dari yang sepatutnya. Kadar purata air-change per hour (ACH) bagi Blok A adalah sebanyak 0.89 menunjukkan terdapatnya kebocoran bagi blok tersebut jika dibandingkan dengan nilai bacaan yang disarankan oleh ASHRAE iaitu sebanyak 0.41.
- iv. Adalah didapati pintu utama lobi, pintu masuk ke ruang AHU dan tandas tidak ditutup kerana terdapat banyak aliran trafik pengguna. Turut didapati tingkap di ruang beberapa pejabat tidak ditutup turut memainkan faktor dalam menyumbangkan kadar infiltrasi yang tinggi.
- v. Infiltrasi udara luar yang berlebihan dikira melalui Jumlah Keseluruhan Udara Luar – Udara Luar Minimum yang diperlukan mengikut ASHRAE untuk kualiti udara yang baik. Pihak Berkuasa Bangunan UK menyarankan Indeks Kebocoran Udara (Air Leakage Index) mengikut CIBSE-T23 bagi bangunan pejabat adalah 0.6 ACH dan 0.3 ACH bagi bangunan yang berkecekapan tenaga (merujuk kepada suhu Malaysia). Kadar infiltrasi di kompleks ini adalah 2 kali ganda lebih tinggi dari kadar infiltrasi bangunan biasa dan hampir 3 kali lebih tinggi dari kadar infiltrasi bangunan yang berkecekapan tenaga.
- vi. **Jadual 21** menunjukkan Kadar ACH mengikut kedudukan AHU bersama kadar ACH dan kadar ACH yang dicadangkan ASHRAE

Description of Areas	Fresh Air Measured (ACH)	Min Fresh Air Required by ASHRAE (ACH)	Exceed by
Kedudukan AHU	ACH Sebenar	ACH yang dicadangkan	Peratus Perbezaan
Purata Blok A	0.89	0.41	117%
Purata Blok B	0.94	0.42	121%
Purata Keseluruhan Bangunan	0.91	0.42	119%

Jadual 21: Kadar ACH mengikut kedudukan AHU bersama kadar ACH dan kadar ACH yang dicadangkan ASHRAE.

5.6.2(i) Penemuan Bergambar Ujian Penyusupan Udara Luar / Infiltrasi di Blok A dan B

Kawasan	Deskripsi
	Pintu lobi utama Blok A & B sentiasa terbuka.
	Tingkap yang terbuka



Tombol tingkap yang telah rosak.
Tingkap tidak dapat ditutup
dengan rapat.

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. pencahayan 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 visual dan keselesaan haba dalam bangunan, dan tidak perlu mengenakan apa-apa kos yang ketara berbanding dengan bangunan yang lebih tinggi kemudahan bangunannya .

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 Blok A sebahagiannya adalah menghadap timur manakala Blok B sebahagiannya menghadap barat. Fasad Blok A menerima pancaran matahari pagi secara maksimum, manakala fasad Blok B menerima pancaran matahari petang secara maksimum. Oleh yang demikian, bangunan bukanlah menghadap orientasi yang terbaik seperti yang disarankan oleh MS1525:2014.

Dari kajian keselesaan pengguna mendapati tirai tingkap dipasang kerana matahari menyinar terus ke dalam pejabat. Tindakan ini secara tidak langsung menghalang pandangan luar dan cahaya siang tidak dapat dimanfaatkan sepenuhnya



Ketinggian fasad Blok B iaitu 14 tingkat melindungi Blok A daripada pancaran matahari petang (*self- shaded*).

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 “

Reka bentuk fasad Blok A menggabungkan penggunaan tingkap kotak dan tingkap kaca penuh pada fasad bangunan. Tiada sebarang peranti teduhan digunakan pada tingkap kaca penuh di Blok A ini.



Tingkap kotak pada bahagian atas Blok A dan B. Rekabentuk tingkap kotak ini juga bertindak sebagai pelindung bayang bagi fasad tersebut.

Tingkap Kaca Penuh yang gelap bagi menghalang kemasukan pancaran matahari terik ke dalam bangunan



Namun, bagi Blok B, penggunaan tingkap kotak pada tiga tingkat teratas manakala keseluruhan fasad yang lain menggunakan tingkap kaca penuh, Terdapat kurangnya peranti teduhan (*shading device*) secara melintang dan menegak menyebabkan masalah silau dan haba matahari memasuki ruang kerja di bahagian dalam bangunan.

c. 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 semasa lampu dipasang dan lampu dipadamkan.

Tahap penggunaan cahaya siang di bangunan ni adalah amat minimum dan tidak dimanfaatkan sepenuhnya terutamanya di ruang pejabat. Maka lampu elektrik sentiasa di gunakan. Ini adalah kerana kebanyakan ruang di tepi tingkap dipenuhi bilik-bilik pegawai. Maka, ruang tengah pejabat menjadi agak gelap. Tambahan pula, pegawai yang mendapat cahaya siang yang berlebihan akan menutup tirai (kerana silau) dan menyalakan lampu elektrik.

Susunan ruang kerja sediaada menjadikan ruang tersebut kurang mendapat cahaya siang. Bacaan antara 9-56 Lux. Oleh itu kakitangan perlukan cahaya tambahan & lampu dipasang sepanjang masa semasa waktu pejabat.



Sesetengah ruang / bilik pegawai yang mempunyai cahaya siang yang mencukupi telah dilengkapi dengan bidai. Penggunaan bidai pada masa yang tidak perlu membatasi pencahayaan semulajadi.



Lampu dibiarkan terpasang walaupun ruang / bilik tidak digunakan atau tidak berpenghuni mengakibatkan pembaziran tenaga elektrik berlaku.



d. Landskap

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 melindungi fasad Blok A yang bertingkat kaca penuh. Ia dapat mengurangkan penyerapan haba pada fasad bangunan yang dipenuhi dengan tingkap kaca penuh selain sebagai pelindung daripada pancaran terik matahari.



e. Penilaian Prestasi Pencahayaan Siang

i. Blok A (Jarak 3 Meter Dari Fasad Timur) – 17/6/2015

Aras	Nama Bilik	Masa	Cuaca	Cahaya Semulajadi (Lux)	MS1525
4	Bilik Pegawai	9.40 pg	Mendung	9	Gagal
	Bilik Mesyuarat Angsana	9.40 pg	Mendung	56	Gagal
	Bilik SUB	9.45 pg	Mendung	191	Berpotensi
2	Bilik Pegawai B33	10.00 pg	Mendung	156	Berpotensi
	Bilik Pegawai B39	10.00 pg	Mendung	125	Berpotensi

ii. 5.7.5.2 Blok A (Jarak 3 Meter Dari Fasad Barat) – 17/6/2015

Aras	Nama Bilik	Masa	Cuaca	Cahaya Semulajadi (Lux)	MS1525
2	Bilik Pegawai J41	3.25 ptg	Mendung	76	Gagal
	Bilik Pegawai	3.40 ptg	Mendung	24	Gagal
	Bilik TSub1	3.45 ptg	Mendung	28	Gagal
4	Bilik Pegawai PSU	2.30 ptg	Mendung	43	Gagal
	Bilik Pegawai KPSU	2.30 ptg	Mendung	97	Gagal
	Bilik Pegawai PSU	2.50 ptg	Mendung	38	Gagal

Ulasan:

Secara keseluruhan, dengan bacaan yang dicatatkan semasa keadaan cuaca yang mendung, potensi pencahayaan semulajadi di Blok A adalah terhad terutama di bahagian

barat. Namun, jika cuaca dalam keadaan cerah adalah berkemungkinan kawasan timur berpotensi menggunakan pencahayaan semulajadi sepenuhnya. Selain daripada faktor kecerahan matahari, kedudukan lanskap juga menjadi faktor penting prestasi tahap kecerahan semulajadi di sesuatu ruang berhampiran fasad.

iii. Blok B (Jarak 3 Meter Dari Fasad Timur) – 17/6/2015

Aras	Nama Bilik	Masa	Cuaca	Cahaya Semulajadi (Lux)	MS1525
4	Bilik Terminal Multimedia	11.33 pg	Mendung	223	Berpotensi
7	Bilik Pegawai J44	11.30 pg	Mendung	290	Berpotensi
	Bilik Pegawai J41	11.25 pg	Mendung	160	Berpotensi
10	Bilik Pegawai J41	10.55 pg	Mendung	260	Berpotensi
	Bilik Pegawai J41	11.00 pg	Mendung	37	Gagal
13	Bilik Pegawai J44	11.05 pg	Mendung	73	Gagal
	Bilik Pegawai J48	11.10 pg	Mendung	115	Berpotensi

iv. Blok B (Jarak 3 Meter Dari Fasad Barat) – 17/6/2015

Aras	Nama Bilik	Masa	Cuaca	Cahaya Semulajadi (Lux)	MS1525
4	Kafeteria (Kaw. 1)	2.55 ptg	Mendung	100	Berpotensi
	Kafeteria (Kaw. 2)	3.00 ptg	Mendung	87	Gagal
7	Ruang Pejabat Tengah	2.45 ptg	Mendung	210	Berpotensi
	Bilik Pegawai J48	2.41 ptg	Mendung	291	Berpotensi

	Ruang Pejabat Hujung	2.40 ptg	Mendung	73	Gagal
10	Bilik Mesy. Utama	2.35 ptg	Mendung	51	Gagal
	Ruang Pejabat	2.30 ptg	Mendung	66	Gagal
	Bilik Pegawai J41	2.25 ptg	Mendung	409	Capai
13	Bilik Pegawai J48	2.10 ptg	Mendung	241	Berpotensi
	Ruang Pejabat	2.15 ptg	Mendung	183	Berpotensi
	Bilik Pegawai J44	2.20 ptg	Mendung	325	Capai

Ulasan:

Bagi Blok B pula, kedua-dua belah kawasan berhampiran fasad samada timur atau barat adalah berpotensi dan mampu mencapai prestasi lux semulajadi yang menepati MS1525. Pemerhatian mendapati, ketinggian bangunan menjadi kelebihan kerana bangunan blok 14 tingkat ini tidak terlindung dari bangunan bersebelahan dan lanskap di sekeliling.

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

- a. Perancangan tapak dan orientasi
 - Orientasi adalah baik dengan hampir 1/3 daripada bangunan berorientasikan ke arah Timur – Barat.
- b. Pencahayaan siang
 - Keluasan lantai sebanyak 604.8 m² di kedua-dua blok A & B adalah berpotensi menggunakan pencahayaan semulajadi.
- c. Reka bentuk fasad
 - Rekabentuk fasad adalah sebahagian besarnya terdedah kepada sinaran langsung pencahayaan matahari

d. Pengudaraan semula jadi

- Untuk kawasan pengudaraan semulajadi ianya tidak berfungsi dengan baik kerana tiada pembahagian ruang yang jelas diantara ruang terutama di kawasan lobi lif dan pantri.

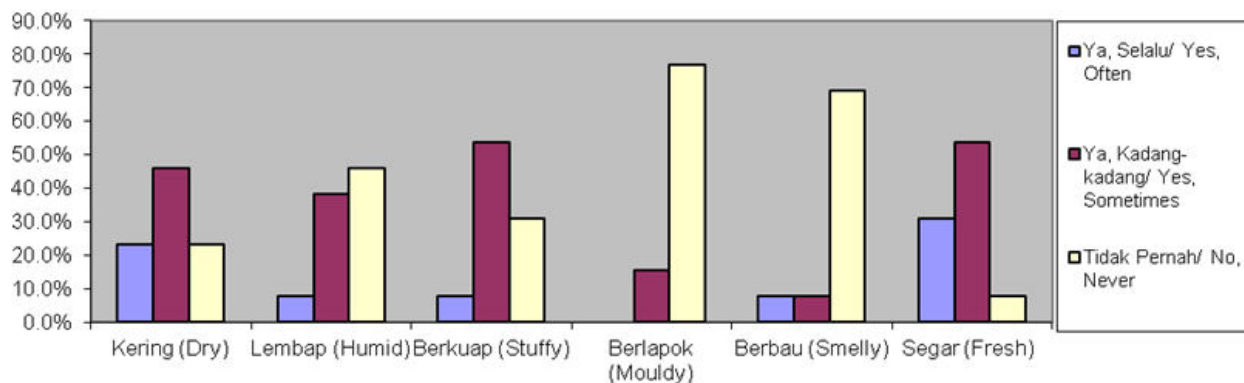
e. Landskap strategik

- Lanskap di sekeliling Blok A memberi kesan positif dalam memberi teduhan kepada fasad utamam Blok A.

5.9 Hasil Penilaian Sistem Pengurusan Tenaga

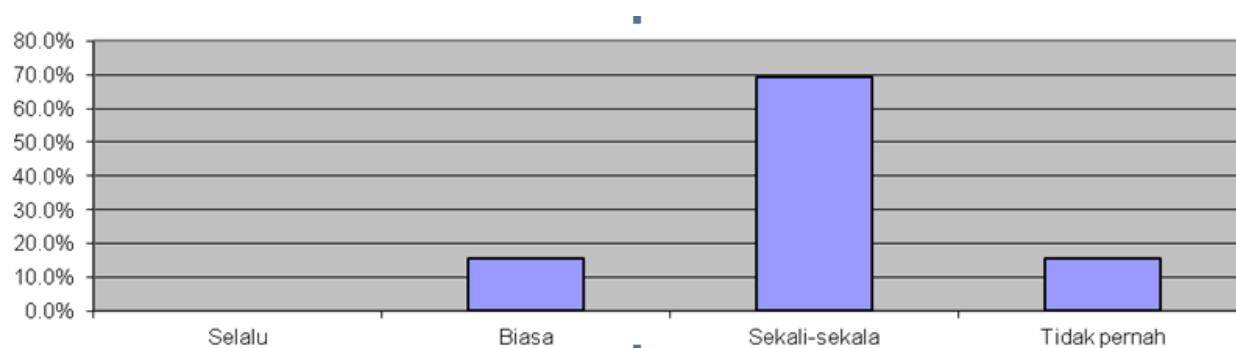
[Tiada Input]

5.10 KAJI SELIDIK KESELESAAN PENGGUNA



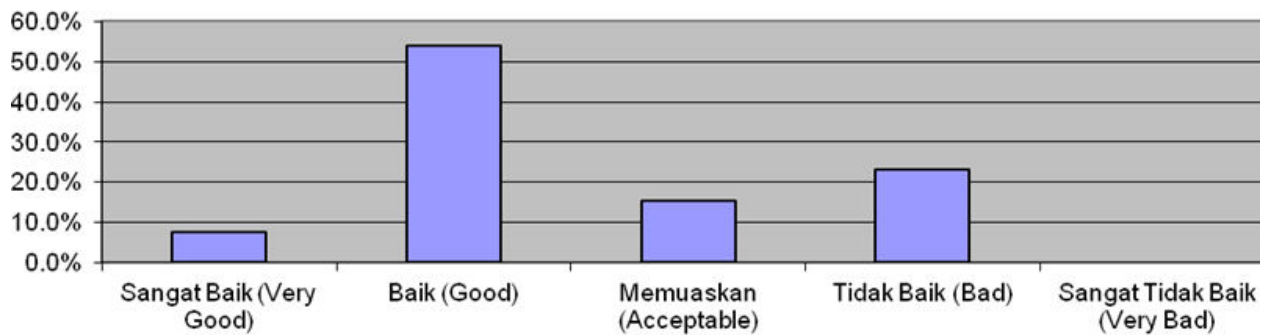
Rajah 22: Tahap kualiti udara dalam tempoh 3 bulan terkini

Rajah 22 menunjukkan pengudaraan adalah segar dengan bacaan 53.8%. Walaubagaimanapun, ia dilaporkan kadang-kadang kering dan berkuap dengan bacaan 46.2% dan 53.8%. Sebagai kesimpulan, rata-rata mengatakan pengudaraan di bangunan ini adalah di paras baik.



Rajah 23 : Sukar bernafas / menyesakkan ketika memasuki pejabat di awal pagi

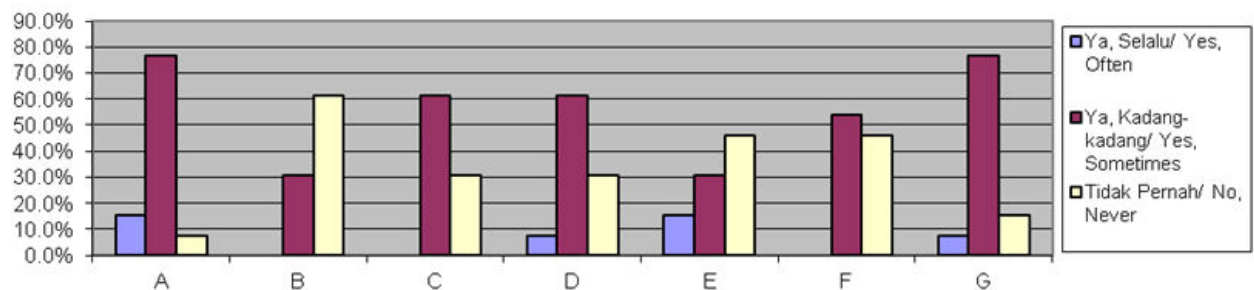
Rajah 23 menunjukkan 69.2% pengguna merasa sesak nafas ketika memasuki pejabat di awal pagi. Secara keseluruhannya majoriti tidak berpuas hati dengan kualiti udara di pejabat mereka.



Rajah 24: Persepsi terhadap kualiti udara dan sistem pengudaraan bagi 3 bulan terkini

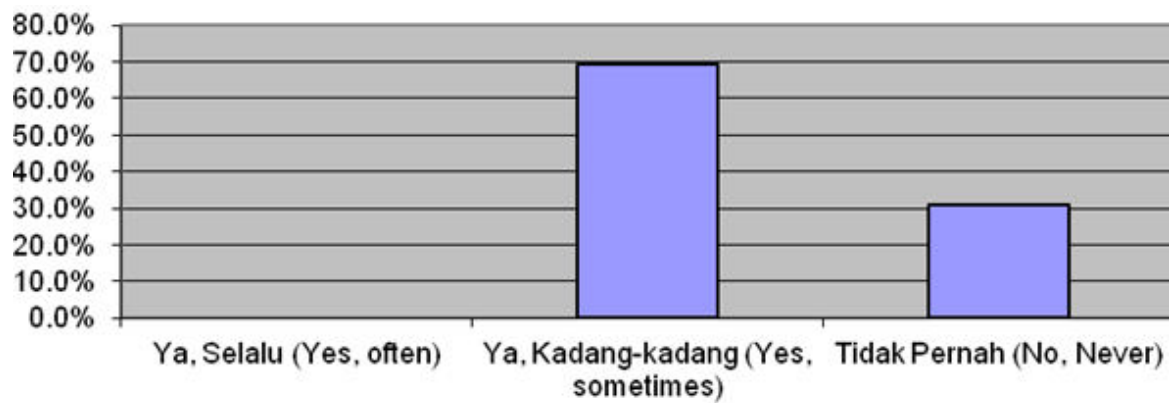
Berdasarkan kepada **rajah 24**, 53.8% pengguna mengatakan kualiti udara pejabat berada dalam keadaan baik manakala 15.4% berkata keadaan adalah memuaskan. Walaubagaimanapun, kira-kira 23.1% mengatakan kualiti udara pejabat adalah tidak baik. Secara kesimpulannya, pengguna berpuas hati dengan kualiti udara di pejabat namun perlu dilakukan penambahbaikan bagi meningkatkan mutu kualiti udaranya.

5.8.1 Tahap Keselesaan Suhu



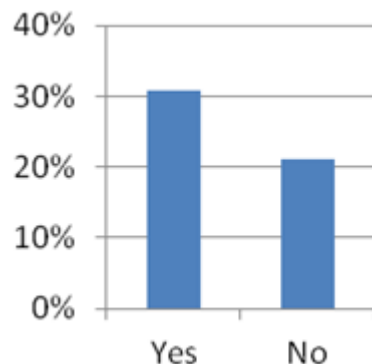
Rajah 25 : Kesukaran dengan tahap penyejukan dan pengawalan suhu di pejabat

Berdasarkan kepada **rajah 25**, 76.9% pengguna yang bekerja di kawasan Timur dan Barat mengatakan suhu terlalu panas pada waktu pagi (Timur) dan sepanjang hari. Keadaan ini boleh menyebabkan ketidakselesaan untuk berkerja dengan efisien. Juga, kira-kira 61.5% berasa panas (Barat) dan sejuk (Timur) 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.

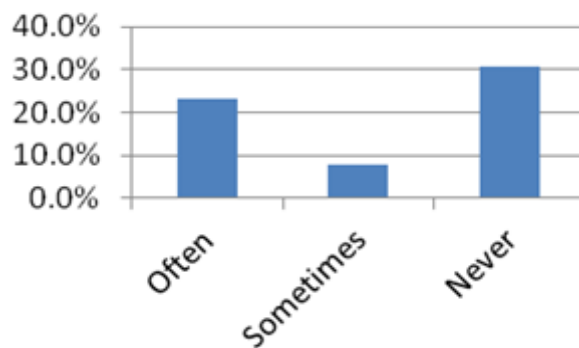


Rajah 26 : Memerlukan pakaian tambahan untuk berasa selesa di pejabat

Rajah 26 menunjukkan 69.2% pengguna memerlukan pakaian tambahan mengikut masa bagi mendapatkan keselesaan semasa di pejabat. Kira-kira 30.8% tidak memerlukan pakaian tambahan. Ini menunjukkan bahawa kadar suhu di Blok A & Blok B, KKR adalah rendah dan tidak konsisten yang menimbulkan suasana yang tidak selesa kepada pengguna.



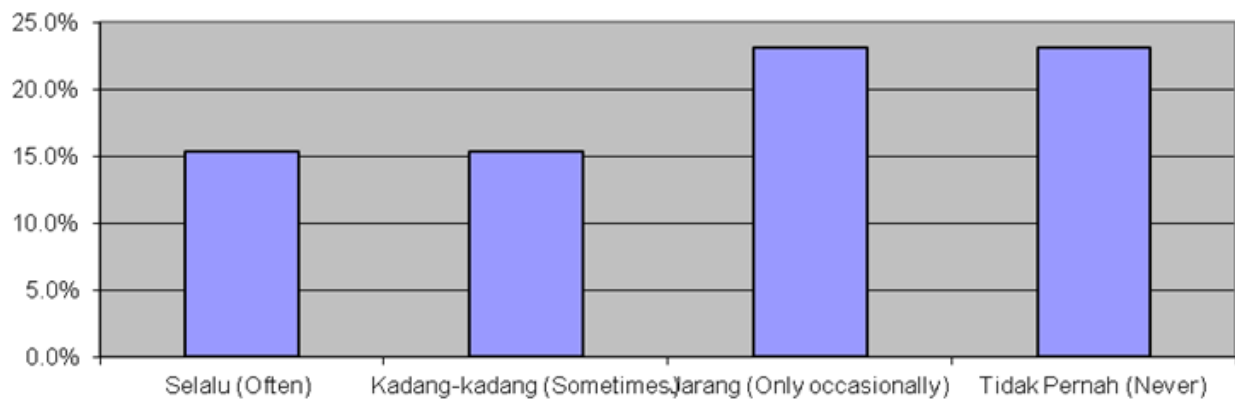
Rajah 27a



Rajah 27b

Rajah 27a menunjukkan 31% mengatakan pejabat mereka mempunyai bukaan tingkap dan 21% menyatakan tiada bukaan.

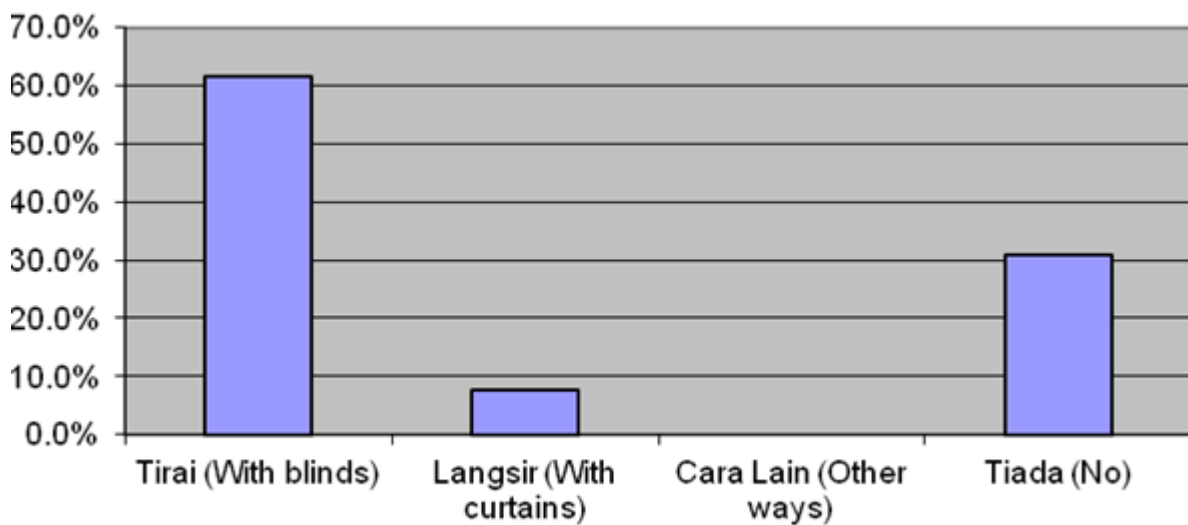
Rajah 27b pula menunjukkan kira-kira 23.1% pekerja menggunakan 'blind' bagi melindungi mereka dari sinaran cahaya matahari dan 30.8% tidak menggunakan sebarang peranti samada 'blind' atau langsir.



Rajah 28 : Terlalu panas akibat kemasukan cahaya matahari melalui tingkap

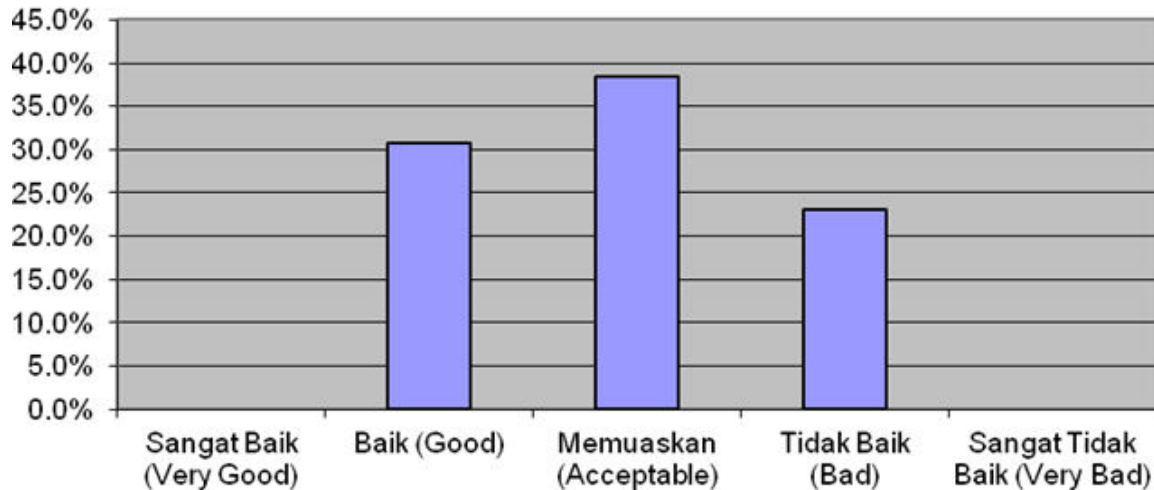
Berdasarkan kepada **rajah 28**, secara keseluruhannya kesan panas akibat kemasukan cahaya matahari melalui tingkap tidak dirasakan secara keterlaluan. Hanya 15.4% pekerja sahaja yang merasakan panas keterlaluan matahari melalui tingkap.

5.8.2.5 (Rujuk)



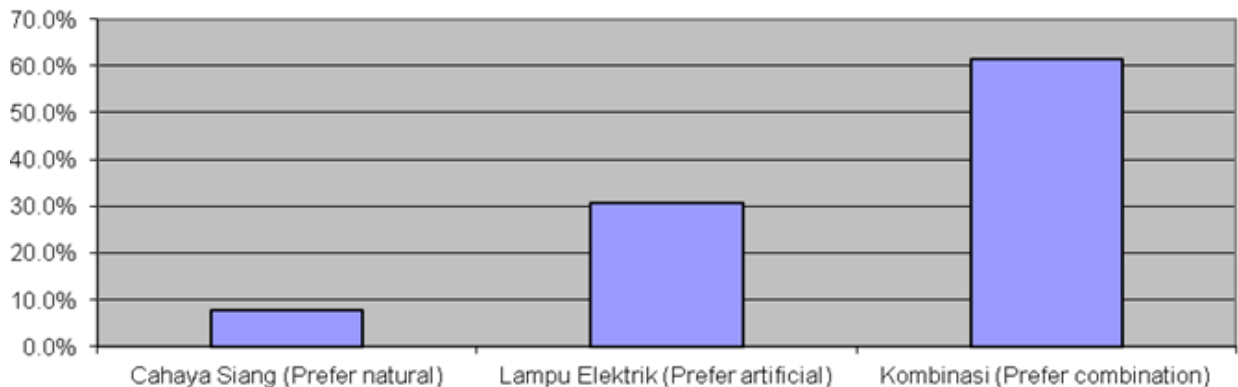
Rajah 29 : Adakah kemasukan haba ke pejabat boleh dikawal? Jika YA menggunakan kaedah apa?

Rajah 29 menunjukkan 61.5% pengguna menggunakan tirai sebagai kaedah bagi melindungi dan mengawal kadar pancaran sinaran matahari manakala 30.8% tidak menggunakan apa-apa kaedah. Ini menunjukkan wujudnya beberapa ruangan yang memberi pancaran yang tinggi sehingga menimbulkan ketidakselesaan keatas ruang kerja. Secara kesimpulannya, kawasan di orientasi Timur-Barat perlu diberi penekanan dalam aspek teduhan secara pasif.



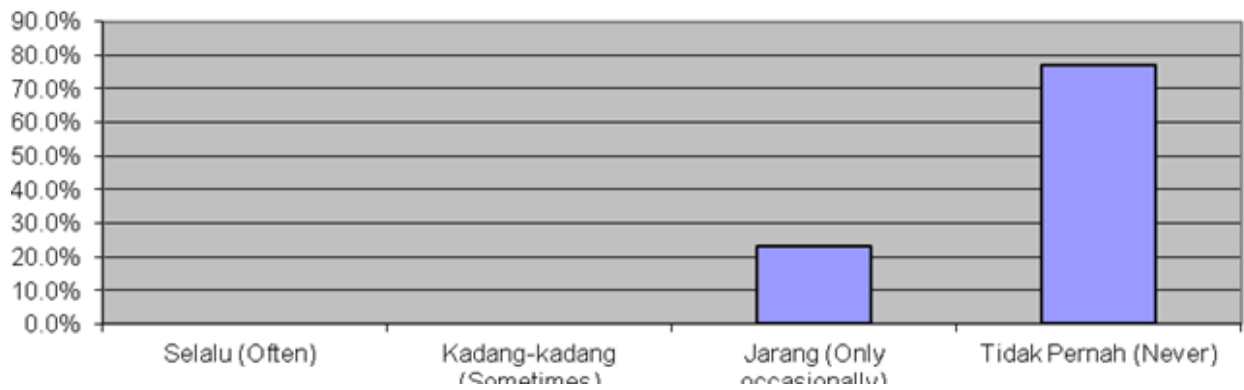
Rajah 30 : Penilaian terhadap tahap suhu di dalam pejabat sejak 3 bulan lalu

Rajah 30 menunjukkan bacaan 38.5% pekerja menyatakan suhu adalah memuaskan dan 30.8% menyatakan baik. Manakala 23.1% mengatakan tidak baik. Secara kesimpulannya, kadar suhu di Blok A & Blok B, KKR ini adalah baik dan memuaskan.



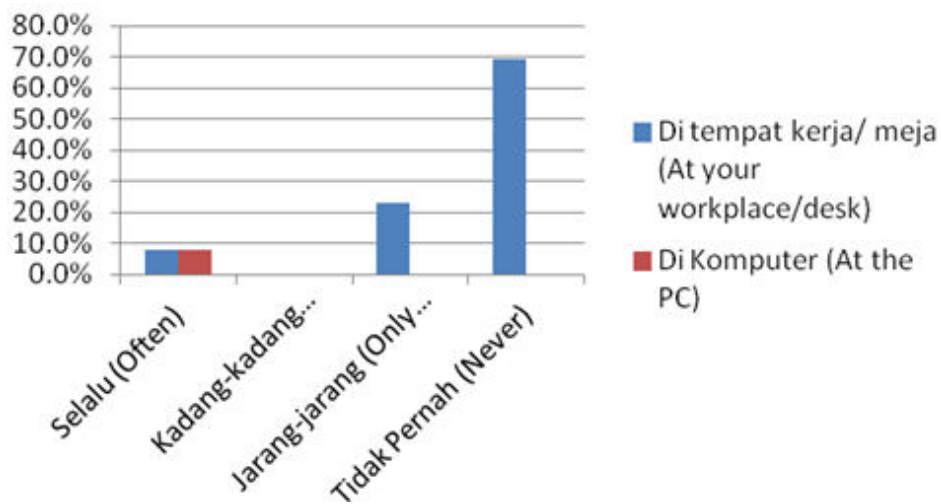
Rajah 31 : Suka bekerja dengan cahaya semulajadi, cahaya tiruan atau kedua-duanya

Berdasarkan **rajah 31** kajian menunjukkan 61.5% menggunakan kombinasi cahaya matahari semulajadi dan lampu elektrik bagi mendapat pencahayaan ruang mereka. Hanya 7.7% pekerja yang menggunakan pencahayaan sepenuhnya. Secara keseluruhannya, pendekatan dan promosi penggunaan cahaya siang perlu dititikberatkan.



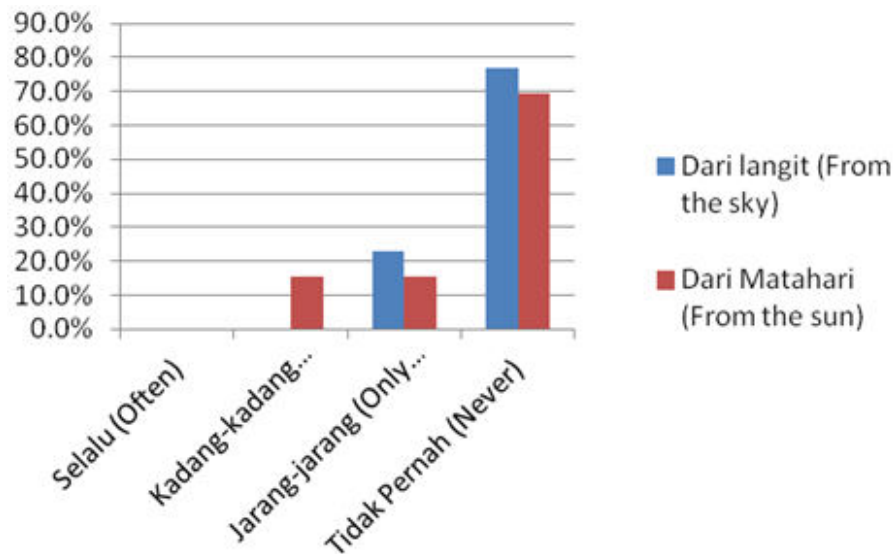
Rajah 32 : Bekerja dengan bergantung penuh dengan cahaya semulajadi sahaja

Rajah 32 menunjukkan 76.9% pekerja tidak menggunakan sumber cahaya siang ketika bekerja dan 23.1% 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.



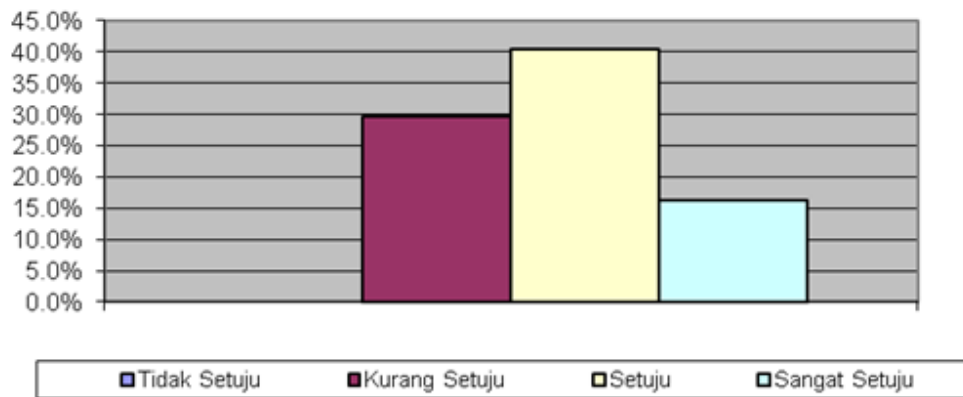
Rajah 33 : Pencahayaan tiruan sangat silau dan mengganggu anda

Rajah 33 menunjukkan bahawa 69.2% 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.



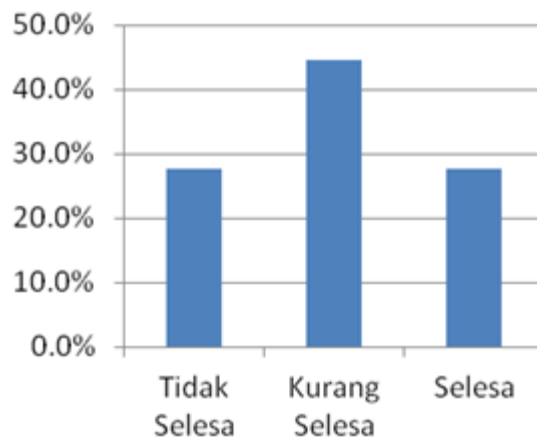
Rajah 34 : Pencahayaan semulajadi sangat silau dan mengganggu anda

Rajah 34 menunjukkan Secara keseluruhannya 76.9% dan 69.2% pekerja tidak merasakan silau dari pencahayaan semulajadi matahari dan langit. Ini menunjukkan penggunaan pencahayaan semulajadi berpotensi untuk dipromosi dan digunakan oleh pekerja di Blok A & Blok B, KKR ini.



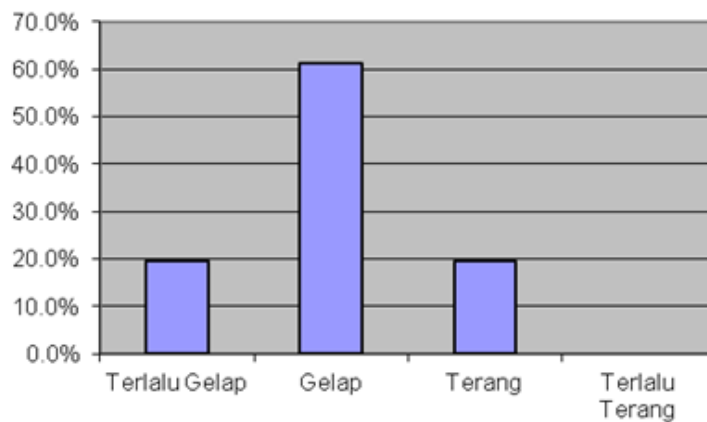
Rajah 35: Bekerja tanpa lampu tiruan dapat menjimatkan penggunaan elektrik

Rajah 35 menunjukkan 40.5% pengguna merasakan bekerja tanpa lampu tiruan dapat menjimatkan tenaga elektrik. Manakala, 29.7% merasakan sebaliknya dan 16.2% sangat setuju untuk bekerja tanpa lampu tiruan.



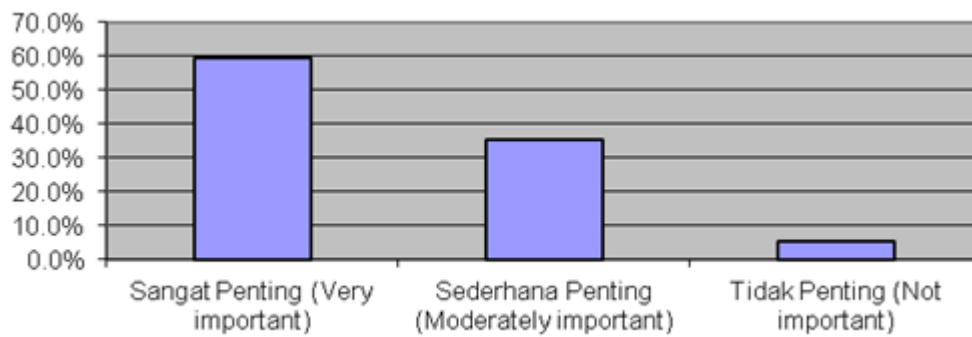
Rajah 36 : Adakah selesa bekerja hanya dengan cahaya semulajadi

Berdasarkan kepada **Rajah 36**, rata-rata hanya 27.8% sahaja pengguna berpendapat bekerja dengan cahaya semulajadi adalah selesa. Oleh itu, program kesedaran kepentingan penggunaan pencahayaan semulajadi harus ditekankan.



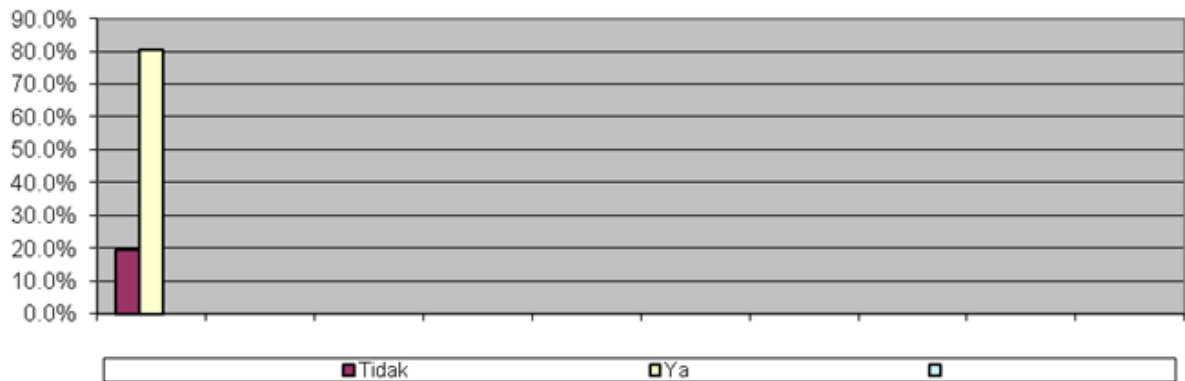
Rajah 37 : Tanpa cahaya tiruan, adakah pencahayaan di tempat kerja mencukupi

Rajah 37 menunjukkan 80% bertanggapan bahawa ruang pejabat di Blok A & Blok B, KKR akan menjadi gelap tanpa lampu tiruan. Susunatur pejabat yang dapat mengagihkan pencahayaan semulajadi harus diutamakan bagi menjimatkan penggunaan tenaga elektrik.



Rajah 38 : Adakah elemen tingkap/bukaan di pejabat sangat penting

Rajah 38 menunjukkan hampir 60% pengguna bersetuju bahawa bukaan atau tingkap adalah satu elemen penting dalam pejabat. Disarankan reka bentuk dalaman pejabat mengutamakan perkongsian sumber cahaya semulajadi di masa akan datang.



Rajah 39 : Jika pencahayaan semulajadi mencukupi adakah anda akan mengelak menggunakan cahaya lampu

Rajah 39 menunjukkan, 80.6 % pengguna tidak akan menggunakan lampu tiruan jika ruang kerja mereka menerima pencahayaan semulajadi yang mencukupi.

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

6.1 Sistem Elektrik

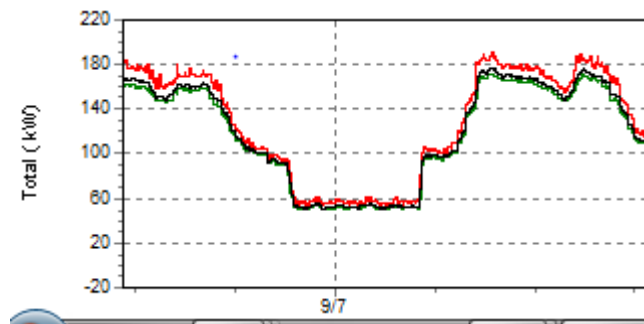
6.1.1 Tanpa Kos

- i. **Matikan suis lampu apabila penghuni keluar daripada bilik.**
- ii. **Penggunaan pencahayaan semulajadi di laluan pejalan kaki yang berhampiran gelas tingkap.**
- iii. **Pastikan peralatan pejabat (cth: komputer, mesin fotokopi di dalam *energy savings mode* apabila tidak digunakan).**
- iv. **Laksanakan *Energy Management Program* yang lebih teratur (cth: program kesedaran dll).**
- v. **Selain daripada kaedah penjimatan yang dicadangkan di atas, kaedah *delamping* juga boleh dilaksanakan.**
- vi. **Pengurangan sebanyak 20% daripada jumlah penggunaan kuasa di luar waktu pejabat**

Blok A

i. Pengurangan beban pada waktu malam

Daripada pemeriksaan yang dijalankan, didapati beban pada waktu malam di Blok A adalah sebanyak 60 kW. Beban ini merangkumi beban bagi lampu kawasan, server serta berkemungkinan beban daripada plug load yang lupa dimatikan sebelum meninggalkan pejabat. Adalah dicadangkan pengurangan sebanyak 20% daripada beban waktu malam ini dengan memantau penggunaan beban daripada plug load yang perlu dimatikan sebelum meninggalkan pejabat serta pengoperasian lampu kawasan yang lebih cekap. Jika pengurangan sebanyak 20% daripada jumlah penggunaan kuasa tersebut diberi perhatian, anggaran penjimatan yang boleh dicapai adalah seperti berikut:



Jumlah beban kuasa luar waktu pejabat = 60 kW
 Anggaran penjimatan sehari = 20% daripada 60 kW
 = 12 kW

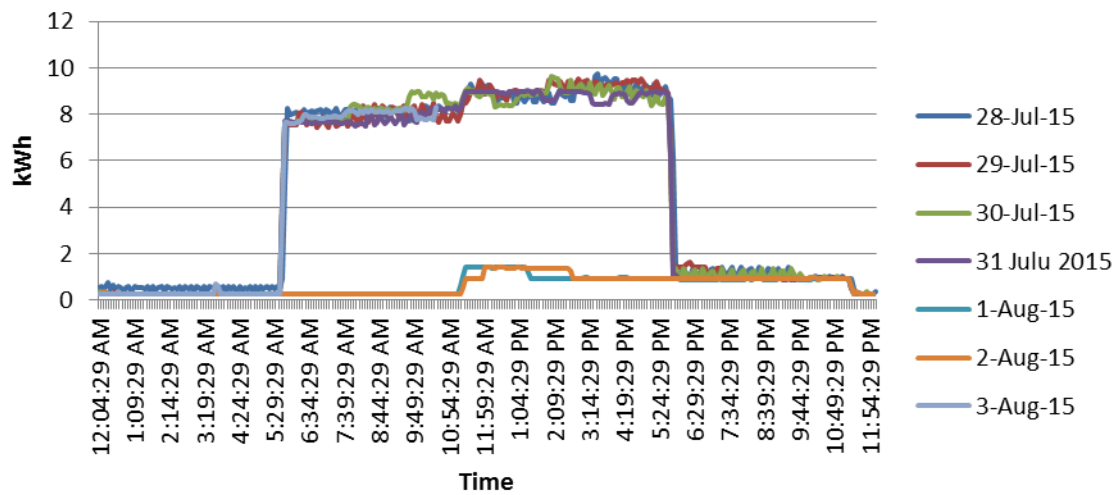
Anggaran penjimatan setahun (kWj) = 12 kW x 12 jam (7 malam – 7 pagi) x 22 hari
 x 12 bulan
 = 38,016 kWj

Anggaran penjimatan setahun = 38,016 kWj x 0.365 RM/kWh
 = **RM 13,875.84**

Tempoh bayaran balik (tahun) = **Serta merta**

ii. Mematikan suis lampu pada waktu rehat selama 1 jam

Adalah dicadangkan pengurangan sebanyak 50% daripada beban waktu rehat dengan mematikan lampu pejabat. Anggaran kos dan penjimatan bagi pengurangan beban pada waktu rehat sebanyak 50% adalah seperti berikut:



Anggaran penggunaan tenaga pada waktu rehat = 96 kWj

(1 petang hingga 2 petang)

Anggaran penjimatan = 50 % daripada 96 kWj

= 48 kWj

Anggaran penjimatan setahun (kWj) = 48 kWj x 22 hari x 12 bulan

= 12,672 kWj

Anggaran penjimatan setahun = 12,672 kWj x 0.365 RM/kWh

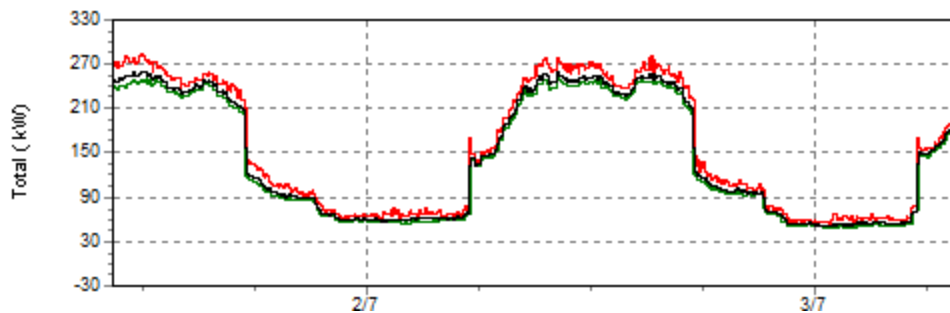
= RM 4,625.28

Tempoh bayaran balik (tahun) = **Serta merta**

Blok B

i. Pengurangan beban pada waktu malam

Daripada pemeriksaan yang dijalankan, didapati beban pada waktu malam di Blok B adalah sebanyak 50 kW. Beban ini merangkumi beban bagi lampu kawasan, server serta berkemungkinan beban daripada plug load yang lupa dimatikan sebelum meninggalkan pejabat. Adalah dicadangkan pengurangan sebanyak 20% daripada beban waktu malam ini dengan memantau penggunaan beban daripada plug load yang perlu dimatikan sebelum meninggalkan pejabat serta pengoperasian lampu kawasan yang lebih cekap. Anggaran kos dan penjimatan bagi pengurangan beban pada waktu malam sebanyak 20% adalah seperti berikut:



Beban waktu malam = 50 kW
Anggaran penjimatan = 20% daripada 50 kW
= 10 kW

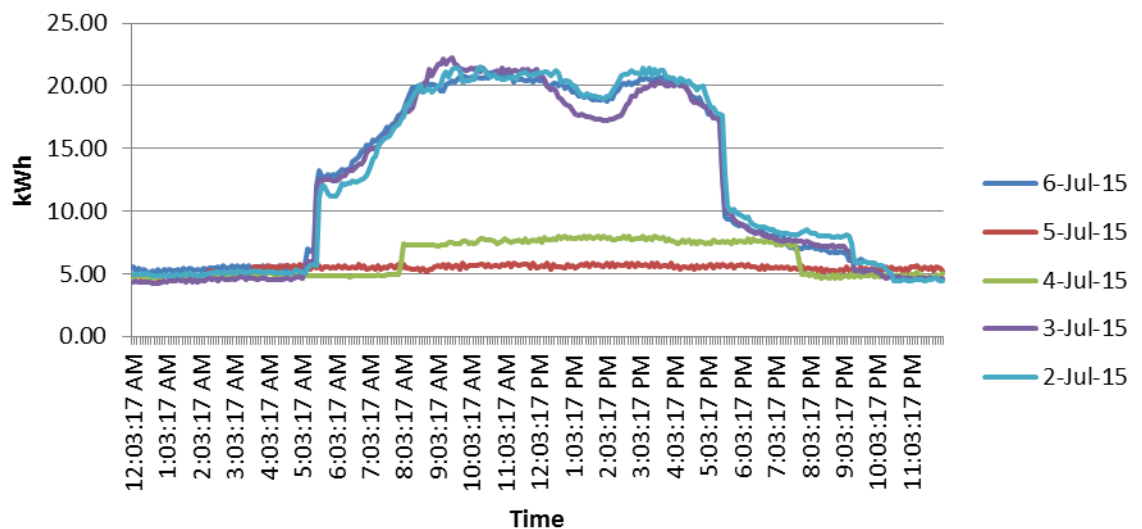
Anggaran penjimatan setahun (kWj) = 10 kW x 12 jam (7 malam – 7 pagi) x 22 hari
x 12 bulan
= 31,680 kWj

Anggaran penjimatan setahun = 31,680 kWj x 0.365 RM/kWh
= **RM 11,563.20**

Tempoh bayaran balik (tahun) = **Serta merta**

ii. Mematikan suis lampu pada waktu rehat selama 1 jam

Adalah dicadangkan pengurangan sebanyak 50% daripada beban waktu rehat dengan mematikan lampu pejabat. Anggaran kos dan penjimatan bagi pengurangan beban pada waktu rehat sebanyak 50% adalah seperti berikut:



Anggaran penggunaan tenaga pada waktu rehat = 216 kWj

(1 petang hingga 2 petang)

Anggaran penjimatan = 50 % daripada 216

kWj

= 108 kWj

Anggaran penjimatan setahun (kWj) = 108 kWj x 22 hari x 12 bulan

= 28,512 kWj

Anggaran penjimatan setahun = 28,512 kWj x 0.365 RM/kWh

= **RM 10,406.88**

Tempoh bayaran balik (tahun) = **Serta merta**

6.1.2 Dengan Kos

Blok A

i. **Membaiki suis pemasa (timer switch) pada tempat letak kenderaan (aras bawah)**

Daripada pemeriksaan yang dijalankan, didapati terdapat suis pemasa yang tidak berfungsi bagi kawalan lampu di bahagian letak kenderaan aras bawah. Lampu di kawasan ini berfungsi selama 24 jam akibat suis pemasa yang telah rosak. Adalah dicadangkan supaya suis pemasa ini diperbaiki bagi mengawal operasi penutupan serta pemasangan lampu di kawasan letak kenderaan.

$$\begin{aligned}\text{Jumlah beban lampu yang terlibat} &= 63 \text{ nos} \times 42 \text{ watt (termasuk ballast loss)} \\ &= 2,646 \text{ watt} \\ &= 2.646 \text{ kW}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Anggaran jam penutupan suis} &= 12 \text{ jam (lampu hanya dipasang pada 7} \\ \text{malam} &\hspace{15em} \text{hingga 7 pagi sahaja)}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Anggaran penjimatan setahun} &= 2.646 \text{ kW} \times 12 \text{ jam} \times 22 \text{ hari} \times 12 \text{ bulan} \\ \text{(kWj)} &= 8,383 \text{ kWj}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Anggaran penjimatan setahun (RM)} &= (8,383 \text{ kWj} \times 0.365 \text{ RM/kWj}) \\ &= \underline{\underline{\text{RM 3,059.62}}}\end{aligned}$$

$$\text{Anggaran kos pembaikan (RM)} = \text{RM 300}$$

$$\begin{aligned}\text{Tempoh bayaran balik (tahun)} &= \text{Jumlah Kos Pembaikan} / \text{Kos penjimatan} \\ \text{setahun}\end{aligned}$$

$$= \text{RM } 300.00 / \text{RM } 3,059.62$$

$$\approx \textbf{2 bulan}$$

ii. ***Retrofit* lampu sedia ada di tempat letak kenderaan Blok A kepada lampu yang lebih cekap tenaga (LED)**

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

i) *Penggantian lampu 1 x 36W(F) kepada 1 x 21W(LED):*

$$\text{Bilangan lampu 1 x 36W recess fluorescent} = 63 \text{ unit}$$

$$\text{Penjimatan (kW)} = (63 \times 1 \text{ tiub} \times 21\text{W}^{\#1})$$

$$= 1.323 \text{ kW}$$

$$\text{Kos Penukaran (RM)} = 63 \times \text{RM } 250$$

$$= \textbf{RM 15,750}$$

^{#1} – $(36 \text{ W} + 6 \text{ W ballast lost}) - (21 \text{ W}) = 21 \text{ W}$ (penjimatan bagi tiub lampu yang digunakan)

Anggaran penjimatan setahun (kWj)

$$= 1.323 \text{ kW} \times 12 \text{ jam} \times 22 \text{ hari} \times 12 \text{ bulan}$$

$$= \textbf{4,191.26 kWj}$$

$$\text{Anggaran penjimatan setahun (RM)} = (4,191.26 \text{ kWh} \times 0.365 \text{ RM/kWh})$$

$$= \underline{\text{RM 1,529.81}}$$

Tempoh bayaran balik (tahun) = Jumlah Kos Penukaran / Kos penjimatan setahun

$$= \text{RM 15,750} / \text{RM 1,529.81}$$

$$\approx \underline{\text{10 tahun}}$$

iii. Meletakkan suis kawalan lampu pada setiap bilik

Daripada pemeriksaan yang dijalankan, didapati terdapat beberapa bilik serta ruang tiada suis kawalan lampu kerana suis kawalan tersebut diletakkan di pintu masuk untuk mengawal lampu di keseluruhan pejabat. Adalah dicadangkan supaya setiap bilik disediakan suis kawalan lampu bagi memudahkan pegawai menutup dan membuka lampu apabila hendak masuk atau keluar dari bilik dan ini dapat mengurangkan penggunaan tenaga bagi beban lampu. Anggaran kos dan penjimatan bagi meletakkan suis kawalan lampu pada setiap bilik adalah seperti berikut:

$$\text{Jumlah bilik/suis yang terlibat} = 12$$

$$\text{Jumlah beban lampu yang terlibat} = (3 \times 42 \text{ watt}) \times 80 \text{ unit}$$

$$= 10,080 \text{ watt}$$

$$\text{Anggaran jam penutupan suis} = 2 \text{ jam}$$

$$\text{Anggaran penjimatan setahun (kWj)} = 10.08 \text{ kW} \times 2 \text{ jam} \times 22 \text{ hari} \times 12 \text{ bulan}$$

$$= 5,322.24 \text{ kWj}$$

$$\text{Anggaran penjimatan setahun (RM)} = (5,322.24 \text{ kWh} \times 0.365 \text{ RM/kWh})$$

$$= \underline{\underline{\text{RM } 1,942.62}}$$

Anggaran kos pendawaian bagi meletakkan suis kawalan lampu

$$= \text{RM } 150.00 \times 12 \text{ suis}$$

$$= \text{RM } 1,800$$

Tempoh bayaran balik (tahun) = Kos pendawaian / Kos Penjimatan

$$= \text{RM } 1,800.00 / \text{RM } 1,942.62$$

$$\approx \underline{\underline{10 \text{ bulan}}}$$

Blok B

i. Meletakkan suis kawalan lampu pada tempat letak kenderaan

Daripada pemeriksaan yang dijalankan, didapati tiada suis kawalan lampu diletakkan di tempat letak kenderaan untuk mengawal penutupan serta pemasangan lampu. Lampu-lampu ini hanya dikawal dengan menggunakan ELCB. Dikhuatiri lampu-lampu ini lupa/tidak dipadamkan dan beroperasi sehingga 24 jam sehari. Adalah dicadangkan supaya setiap aras di tempat letak kenderaan disediakan dengan suis kawalan lampu bagi memudahkan operasi menutup dan membuka lampu di kawasan tersebut dan ini dapat mengurangkan penggunaan tenaga bagi beban lampu. Anggaran kos dan penjimatan bagi meletakkan suis kawalan lampu adalah seperti berikut:

$$\text{Jumlah suis yang terlibat} = 30$$

$$\text{Jumlah beban lampu yang terlibat} = (2 \times 42 \text{ watt}) \times 19 \text{ unit} + (1 \times 42 \text{ watt}) \times 280 \text{ unit}$$

$$= 12,558 \text{ watt}$$

$$\text{Anggaran jam penutupan suis} = 12 \text{ jam (lampu hanya dipasang pada 7 malam hingga 7 pagi sahaja)}$$

$$\begin{aligned}\text{Anggaran penjimatan setahun (kWj)} &= 12.558 \text{ kW} \times 12 \text{ jam} \times 22 \text{ hari} \times 12 \text{ bulan} \\ &= 39,783.74 \text{ kWj}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Anggaran penjimatan setahun (RM)} &= (39,783.744 \text{ kWj} \times 0.365 \text{ RM/kWh}) \\ &= \underline{\underline{\text{RM 14,521.07}}}\end{aligned}$$

Anggaran kos pendawaian bagi meletakkan suis kawalan lampu

$$\begin{aligned}&= \text{RM } 150.00 \times 30 \text{ suis} \\ &= \text{RM } 4,500\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Tempoh bayaran balik (tahun)} &= \text{Kos pendawaian} / \text{Kos Penjimatan} \\ &= \text{RM } 4,500.00 / \text{RM } 14,521.07 \\ &\approx \underline{\underline{\text{4 bulan}}}\end{aligned}$$

ii. *Retrofit* lampu sedia ada di tempat letak kenderaan Blok B kepada lampu yang lebih cekap tenaga (LED)

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

i) *Penggantian lampu 1 x 36W(F) kepada 1 x 21W(LED):*

Bilangan lampu 1 x 36W *recess fluorescent* = 299 unit

Penjimatan (kW) = (299 x 1 tiub x 21W ^{#1})

= 6.279 kW

Kos Penukaran (RM) = 299 x RM 250

= **RM 74,750**

^{#1} – (36 W + 6 W ballast lost) - (21 W) = 21 W (penjimatan bagi tiub lampu yang digunakan)

Anggaran penjimatan setahun (kWj)

= 6.279 kW x 12 jam x 22 hari x 12 bulan

= **19,891.87 kWj**

Anggaran penjimatan setahun (RM) = (19,891.87 kWj x 0.365 RM/kWj)

= **RM 7,260.53**

Tempoh bayaran balik (tahun) = Jumlah Kos Penukaran / Kos penjimatan setahun

= RM 74,750.00 / RM 7,260.53

≈ **10 tahun**

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 KKR.

Penemuan Penggunaan Tenaga

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

a. **Peralatan Penyaman Udara *Water-Cooled Chiller (WCCH)* dan *Air-Cooled Chiller (ACCH)* yang tidak berfungsi secara optimum.**

Melalui pengukuran data penyejukan di tapak, didapati sistema WCCH bagi Blok A dan B di bangunan KKR telah berusia 20 tahun, yang dipasang ketika pembinaan Kompleks KKR ini pada tahun 1995. Sistem ini didapati masih berupaya untuk menghasilkan penyejukan yang baik. Namun, berdasarkan kajian *COP* yang telah dijalankan didapati peralatan WCCH Blok A dan B tidak beroperasi secara cekap tenaga. Bagi ACCH untuk Blok C pula didapati masih dapat beroperasi dengan kecekapan yang boleh diterima. Walau bagaimanapun, daripada segi penggunaan tenaga elektrik, didapati kedua-dua sistem menggunakan lebih tenaga elektrik daripada keperluan maksimum yang ditetapkan di dalam kod amalan **MS 1525: 2014** untuk menghasilkan penyejukan kepada bangunan seperti kehendak rekabentuk. Daripada segi kualiti udara dalaman, ruang kerja di kebanyakan tempat masih berada pada tahap suhu dan *RH* yang yang mematuhi kehendak kod amalan **MS1525:2014**.

Selain daripada itu, di dapati sistem WCCH untuk kedua-dua Blok A dan B KKR tidak berfungsi secara automatik yang sepatutnya *responsive* dengan beban haba (thermal load) dalam bangunan. Sistem ini diaktifkan dan beroperasi secara manual

dan ini boleh memberi kesan kepada prestasi chiller yang beroperasi di bawah tahap optimum, dari segi *COP* dan penggunaan tenaga elektrik.

b. Sistem lif menggunakan tenaga ketika situasi tunggu sedia (*standby*)

Didapati terdapat penggunaan tenaga oleh sistem lif pada waktu malam walaupun tidak digunakan. Dipercayai keadaan ini berterusan pada hari Sabtu, Ahad dan cuti umum. Ini berkemungkinan disebabkan oleh tenaga digunakan untuk memastikan sistem lif berada dalam keadaan tunggu sedia.

6.2.1 Tanpa Kos

Bagi menjimatkan penggunaan tenaga oleh sistem mekanikal di dalam bangunan, beberapa langkah telah dikenalpasti untuk mengurangkan penggunaan tenaga seperti yang dinyatakan di atas dan cadangan penambahbaikan yang boleh dilakukan ke atas bangunan ini. Berikut adalah antara cadangan-cadangan penjimatan tenaga tanpa kos:

a. Pengimbangan Semula Kadar Bekalan Udara Sejuk Mengikut Keperluan Ruang dan Pelarasan Semula Suhu Setpoint Mengikut MS1525:2007

Keadaan beberapa ruang pejabat dengan suhu yang terlalu rendah mengakibatkan peningkatan penggunaan tenaga oleh sistem penyaman udara. Suhu ruang serendah 20.5 °C adalah tidak mengikut *energy efficient code of practice* yang dicadangkan oleh Malaysian Standard iaitu dari 23°C hingga 26°C bagi suhu dalam ruang pejabat. Suhu ruang yang tidak seragam akibat daripada bekalan udara sejuk yang tidak seimbang merupakan satu faktor suhu di setkan pada nilai yang rendah bagi menyejukkan ruang yang menerima bekalan udara sejuk yang kurang.

Penggunaan tenaga oleh sistem penyaman udara dapat dikurangkan sekiranya pelaksanaan pengimbangan semula kadar bekalan udara sejuk dan pelarasan suhu mengikut cadangan MS1525:2007 (Code of Practice on Energy Efficiency for Non-Residential Buildings) dapat dilakukan. Berdasarkan kepada ujian simulasi, anggaran pengurangan penggunaan tenaga oleh sistem penyaman udara hingga 1% dapat dicapai

sekiranya cadangan ini dapat dilaksanakan. Pengiraan pengurangan penggunaan tenaga dinyatakan seperti di bawah.

Penggunaan tenaga oleh *chiller* sistem penyaman udara **Blok ABC** = 6,015.4 kWh/day

Pengurangan penggunaan tenaga (1%) = $0.01 \times 6,015.4 \text{ kWh/day} = 60.154 \text{ kWh/day}$

Pengurangan penggunaan tenaga setahun = $60.154 \text{ kWh/day} \times 5 \text{ hari} \times 52 \text{ minggu}$
= 15,640.04 kWh/yr

Pengurangan kos tahunan = $15,640.04 \text{ kWh/yr} \times 0.43 \text{ RM/kWh}$

= 6,725.22 RM/yr

Pengurangan BEI = $15,640.04 \text{ kWh/yr} / 15,283.3 \text{ m}^2$

= 1.023 kWh/m²/yr

Penggunaan tenaga oleh *chiller* sistem penyaman udara **Blok E** = 9,499.46 kWh/day

Pengurangan penggunaan tenaga (1%) = $0.01 \times 9,499.46 \text{ kWh/day}$

= 94.995 kWh/day

Pengurangan penggunaan tenaga setahun = $94.995 \text{ kWh/day} \times 5 \text{ hari} \times 52 \text{ minggu}$

= 24,698.6 kWh/yr

Pengurangan kos tahunan = $24,698.6 \text{ kWh/yr} \times 0.43 \text{ RM/kWh}$

= 10,620.40 RM/yr

Pengurangan BEI = $24,698.6 \text{ kWh/yr} / 52,328 \text{ m}^2$

= 0.47 kWh/m²/yr

Bagi menjimatkan penggunaan tenaga oleh sistem mekanikal di Kompleks KKR, beberapa cadangan langkah penjimatan telah dikenalpasti untuk mengurangkan penggunaan tenaga seperti yang tersebut di dalam perkara 6.2.1. Berikut adalah antara cadangan-cadangan penjimatan tenaga tanpa kos:

a. 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 di Blok A dan B dapat diperolehi seperti pengiraan berikut:

Penggunaan tenaga harian oleh sistem penyaman udara Blok A & B = 15,380.56 kWj/hari

$$\begin{aligned}\text{Pengurangan penggunaan tenaga (1\%)} &= 0.01 \times 15,380.56 \text{ kWj/hari} \\ &= 153.80 \text{ kWj/hari}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Pengurangan penggunaan tenaga setahun} &= 153.80 \text{ kWj/hari} \times 22 \text{ hari} \times 12 \text{ bulan} \\ &= \mathbf{40,603.2 \text{ kWj/tahun}}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Pengurangan kos tahunan} &= 40,603.2 \text{ kWj/hari} \times 0.365 \text{ RM/kWj} \\ &= \mathbf{14,820.17 \text{ RM/tahun}}\end{aligned}$$

b. Pengurangan waktu operasi sistem penyaman udara dari 11 jam ke 10 jam.

Daripada auditan yang dijalankan, didapati sistem penyaman udara dihidupkan bermula jam 6.30 pagi hingga 5.30 petang. Untuk penjimatan tanpa kos, adalah disyorkan supaya operasi sistem penyaman udara dipinda kepada jam 7.00 pagi hingga 5.00 petang. Anggaran penjimatan bagi sistem penyaman udara di Blok A dan B dapat diperolehi seperti pengiraan di bawah:

Penggunaan tenaga harian oleh sistem penyaman udara Blok A & B = 15,380.56 kWj/hari

$$\begin{aligned}\text{Pengurangan penggunaan tenaga} &= (10 / 11 \text{ jam}) \times 15,380.56 \text{ kWj/hari} \\ &= 1,398.23 \text{ kWj/hari}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Pengurangan penggunaan tenaga setahun} &= 1,398.23 \text{ kWj/hari} \times 22 \text{ hari} \times 12 \text{ bulan} \\ &= \mathbf{369,132.72 \text{ kWj/tahun}}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Pengurangan kos tahunan} &= 369,132.72 \text{ kWj/tahun} \times 0.365 \text{ RM/kWj} \\ &= \mathbf{134,733.44 \text{ RM/tahun}}\end{aligned}$$

c. Melakukan *air-balancing* dan menyelaraskan suhu *setpoint* ke 24°C disetiap ruang kerja

Suhu di setiap ruang kerja yang diaudit didapati berbeza. Adalah disyorkan supaya setiap ruang kerja dilakukan pengimbangan aliran udara (*air-balancing*) serta penetapan suhu ruang kerja kepada 24°C. Anggaran penjimatan sebanyak 1% boleh diperolehi melalui pelaksanaan langkah-langkah ini. Anggaran penjimatan bagi sistem penyaman udara di Blok A dan B dapat diperolehi seperti pengiraan berikut:

Penggunaan tenaga harian oleh sistem penyaman udara Blok A & B = 15,380.56 kWj/hari

$$\begin{aligned}\text{Pengurangan penggunaan tenaga (1\%)} &= 0.01 \times 15,380.56 \text{ kWj/hari} \\ &= 153.80 \text{ kWj/hari}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Pengurangan penggunaan tenaga setahun} &= 153.80 \text{ kWj/hari} \times 22 \text{ hari} \times 12 \text{ bulan} \\ &= \mathbf{40,603.2 \text{ kWj/hari}}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Pengurangan kos tahunan} &= 40,603.2 \text{ kWj/tahun} \times 0.365 \text{ RM/kWj} \\ &= \mathbf{14,820.17 \text{ RM/tahun}}\end{aligned}$$

- d. Membenarkan hanya 2 unit lif (bagi setiap blok) dalam keadaan tunggu sedia (*standby*) ketika waktu luar pejabat dan hari cuti berbanding 12 unit pada waktu semasa. Dianggarkan 65% penggunaan tenaga dapat dijimatkan.**

$$\text{Anggaran penggunaan tenaga 'idling' setahun} = 19,188.00 \text{ kWj/tahun}$$

$$\begin{aligned}\text{Pengurangan penggunaan tenaga (65\%)} &= 0.65 \times 19,188.00 \text{ kWj/tahun} \\ &= 12,472.20 \text{ kWj/tahun}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Pengurangan kos tahunan} &= 12,472.20 \text{ kWj/tahun} \times 0.365 \text{ RM/kWj} \\ &= \mathbf{4,552.35 \text{ RM/tahun}}\end{aligned}$$

- e. Mewujudkan dan melaksanakan Sistem Pengurusan Tenaga (SPT).**

Adalah dicadangkan supaya SPT diwujudkan dan dilaksanakan di Kompleks KKR bagi mengurus penggunaan tenaga elektrik dengan lebih cekap dan sistematik. Selepas

SPT diwujudkan dan dilaksanakan, pihak KKR boleh menimbangkan untuk berusaha ke arah mendapatkan pensijilan **ISO 50001** di masa hadapan. Adalah dimaklumkan bahawa JKR telah pun membangunkan Garispanduan Mewujudkan dan Melaksanakan Sistem Pengurusan Tenaga di Bangunan-bangunan Kerajaan.

Ringkasan langkah penjimatan di atas boleh dirujuk pada **Jadual 11**.

Jadual 11: Ringkasan langkah penjimatan tanpa kos Blok A dan Blok B

No.	Langkah penjimatan	Penjimatan tenaga (kWj/tahun)	Penjimatan kos (RM)/ tahun	Tempoh Pulangan
1	Penutupan pintu dan tingkap	40,603.2	14,820.17	Serta merta
2	Pengurangan waktu operasi	369,132.72	134,733.44	Serta merta
3	Melakukan <i>air-balancing</i> dan melaras suhu	40,603.2	14,820.17	Serta merta
4	Penutupan lif	12,472.20	4,552.35	Serta merta
	Jumlah	462,811.32	168,926.13	

f. Melakukan penyenggaraan berkala secara menyeluruh (*comprehensive routine maintenance*) terhadap semua peralatan sistem penyaman udara

Sistem penyaman udara sedia ada telah berusia 20 tahun dan ianya memerlukan penyenggaraan berkala secara menyeluruh dengan segera bagi meningkatkan prestasi sistem penyaman udara ke tahap maksimum. Antara kerja-kerja yang boleh dilaksanakan (tetapi tidak terhad kepada) adalah seperti berikut:

- i. melakukan pembersihan terhadap tiub penyejukan pada *chiller* dan *air handling unit* (AHU);
- ii. memastikan kandungan bahan penyejuk (*refrigerant*) untuk sistem chiller berada pada tekanan yang betul;
- iii. membersihkan ruang dalaman sesalur (*ducting*), penapis udara dan gelung penyejuk (*cooling coil*) pada AHU;
- iv. memastikan kesemua pam *chilled water* dan *condenser* sentiasa mempunyai tahap pelinciran yang baik;
- v. memastikan air dalam menara penyejuk sentiasa mempunyai kadar pH dan kadar kepekatan bahan kimia yang bersesuaian; dan
- vi. memastikan sistem perpaipan *chilled water* dan *condensing water* sentiasa disenggara.

Pengurus fasiliti bangunan hendaklah melaksanakan tugas penyenggaraan sistem penyaman udara seperti yang tertakluk di dalam kontrak penyenggaraan bangunan. Adalah disyorkan kesemua sistem penyaman udara Kompleks KKR disenggara secara berkala yang menyeluruh selama antara 3 hingga 4 tahun selepas tarikh laporan audit tenaga ini dikeluarkan. Dalam tempoh tersebut, pihak KKR juga boleh merancang untuk mendapatkan peruntukan bagi menggantikan keseluruhan sistem penyaman udara.

6.2.2 Penjimatan Dengan Kos

a. Penggantian *Chiller* sedia ada kepada *Chiller* baru yang mematuhi keperluan minimum MS1525:2014

i. *Chiller* Blok A

Dua (2) *chiller* sedia ada di Blok A sekarang mencatatkan kadar purata *COP* 4.42 (0.797 kW/RT) dan ini jauh lebih rendah daripada keperluan minimum

MS1525:2014 iaitu *COP* 5.33 (0.66 kW/RT) bagi *chiller* dengan kapasiti kurang daripada 300 RT. Ketidakecekapan operasi *chiller* ini disebabkan penggunaan tenaga elektrik yang sangat tinggi bagi menyejukkan bangunan. Selain itu, faktor usia *chiller* tersebut yang mencecah 20 tahun perlu diambil kira untuk digantikan. Pengiraan kos penggantian *chiller* dan penjimatan tenaga yang dapat dicapai adalah seperti berikut:

Penggunaan tenaga 2 *chiller* berfungsi serentak pada purata *COP* 4.42 untuk tempoh setahun

$$\begin{aligned} &= 2 \times 260 \text{ RT} \times 0.797 \text{ kW/RT} \times 0.8 \times 10 \text{ jam} \times 5 \text{ hari} \times 52 \text{ minggu} \\ &= 862,035.2 \text{ kWj/tahun} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Kos penggunaan tahunan} &= 862,035.2 \text{ kWj/tahun} \times 0.365 \text{ RM/kWj} \\ &= 314,642.85 \text{ RM/tahun} \end{aligned}$$

Penggunaan tenaga 2 *chiller* berfungsi serentak pada purata *COP* 6 (0.586 kW/RT) untuk tempoh setahun = $2 \times 260 \text{ RT} \times 0.586 \text{ kW/RT} \times 0.8 \times 10 \text{ jam} \times 22 \text{ hari} \times 12 \text{ bulan}$

$$= 643,568.64 \text{ kWj/tahun}$$

$$\begin{aligned} \text{Kos penggunaan tahunan} &= 643,568.64 \text{ kWj/tahun} \times 0.365 \text{ RM/kWj} \\ &= 234,902.55 \text{ RM/tahun} \end{aligned}$$

Jumlah pengurangan kos tahunan = $314,642.85 - 234,902.55$
--

$$= 79,740.30 \text{ RM/tahun}$$

Anggaran kos kerja penggantian chiller (3 unit) = RM 1,201,200.00

Tempoh pulangan balik pelaburan = RM 1,201,200.00 / RM 79,740.30
= 15 tahun

ii. *Chiller* Blok B

Dua (2) *chiller* sedia ada di Blok B sekarang mencatatkan kadar purata *COP* 4.86 (0.727 kW/RT) dan ini jauh lebih rendah daripada keperluan minimum **MS1525:2014** iaitu *COP* 5.86 (0.60 kW/RT) bagi *chiller* dengan kapasiti melebihi 300 RT. Ketidakecapan operasi *chiller* ini menyebabkan penggunaan tenaga elektrik yang sangat tinggi bagi menyejukkan bangunan. Selain itu, faktor usia *chiller* tersebut yang mencecah 20 tahun perlu diambil kira untuk digantikan. Pengiraan kos penggantian *chiller* dan penjimatan tenaga yang dapat dicapai adalah seperti berikut:

Penggunaan tenaga 2 *chiller* berfungsi serentak pada purata *COP* 4.86 untuk tempoh setahun

$$= 2 \times 304 \text{ RT} \times 0.727 \text{ kW/RT} \times 0.8 \times 10 \text{ jam} \times 22 \text{ hari} \times 12 \text{ bulan}$$

$$= 933,537.79 \text{ kWj/tahun}$$

Kos penggunaan tahunan = 933,537.79 kWj/tahun x 0.365 RM/kWj

$$= 340,741.29 \text{ RM/tahun}$$

Penggunaan tenaga 2 *chiller* berfungsi serentak pada purata *COP* 6 (0.586 kW/RT) untuk tempoh setahun

$$= 2 \times 304 \text{ RT} \times 0.586 \text{ kW/RT} \times 0.8 \times 10 \text{ jam} \times 22 \text{ hari} \times 12 \text{ bulan}$$

$$= 752,480.26 \text{ kWj/tahun}$$

$$\begin{aligned}\text{Kos penggunaan tahunan} &= 752,480.26 \text{ kWj/tahun} \times 0.365 \text{ RM/kWj} \\ &= 274,655.29 \text{ RM/tahun}\end{aligned}$$

$\begin{aligned}\text{Jumlah pengurangan kos tahunan} &= 340,741.29 - 274,655.29 \\ &= 66,086.00 \text{ RM/tahun}\end{aligned}$

$$\text{Anggaran kos kerja penggantian chiller (3 unit)} = \text{RM } 1,304,160.00$$

$$\begin{aligned}\text{Tempoh pulangan balik pelaburan} &= \text{RM } 1,304,160.00 / \text{RM } 66,086 \\ &= \mathbf{20 \text{ tahun}}\end{aligned}$$

iii. Keseluruhan Blok A dan Blok B:

$$\text{Jumlah penjimatan tenaga} = 1,396,048.90 \text{ kWj/tahun}$$

$$\text{Jumlah pengurangan kos tahunan} = 145,826.30 \text{ RM/tahun}$$

$$\text{Anggaran kos kerja penggantian chiller (6 unit)} = \text{RM } 2,505,360.00$$

$$\begin{aligned}\text{Tempoh pulangan balik pelaburan} &= \text{RM } 2,505,360.00 / \text{RM } 145,826.30 \\ &= \mathbf{17 \text{ tahun}}\end{aligned}$$

b. Penggantian motor untuk pam *chilled water* bagi Blok A dan Blok B KKR

Daripada auditan yang dijalankan, didapati pam *chilled water* yang digunakan telah berusia 20 tahun dan rekabentuk asalnya tidak mempunyai ciri-ciri cekap tenaga. Anggaran penjimatan sebanyak 3% boleh diperolehi melalui penggantian motor pam *chilled water* kepada jenis yang lebih cekap tenaga. Anggaran penjimatan bagi sistem penyaman udara di Blok A dan B dapat diperolehi seperti berikut:

*Penggunaan tenaga harian oleh pam chilled water sistem penyaman udara
Blok A & B = 652.7 kWj/hari*

$$\begin{aligned}\text{Pengurangan penggunaan tenaga (3\%)} &= 0.03 \times 652.7 \text{ kWj/hari} \\ &= 19.58 \text{ kWj/hari}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Pengurangan penggunaan tenaga setahun} &= 19.58 \text{ kWj/hari} \times 22 \text{ hari} \times 12 \text{ bulan} \\ &= \mathbf{5,169.12 \text{ kWj/tahun}}\end{aligned}$$

$\begin{aligned}\text{Pengurangan kos tahunan} &= 5,169.12 \text{ kWj/tahun} \times 0.365 \text{ RM/kWj} \\ &= \mathbf{1,886.73 \text{ RM/tahun}}\end{aligned}$

Anggaran kos kerja penggantian motor pam *chilled water* (6 unit) = RM 18,000.00

$$\begin{aligned}\text{Tempoh pulangan balik pelaburan} &= \text{RM } 18,000.00 / \text{RM } 5,169.12 \\ &= \mathbf{4 \text{ tahun}}\end{aligned}$$

c. Penggantian pam *condenser water* bagi Blok A dan Blok B KKR

Daripada auditan yang dijalankan, didapati pam *condenser water* yang digunakan telah berusia 20 tahun dan rekabentuk asalnya tidak mempunyai ciri-ciri cekap tenaga. Anggaran penjimatan sebanyak 3% boleh diperolehi melalui penggantian motor pam *condenser water* kepada jenis yang lebih cekap tenaga. Anggaran penjimatan bagi sistem penyaman udara di Blok A dan B dapat diperolehi seperti berikut:

Penggunaan tenaga harian oleh pam chilled water sistem penyaman udara Blok A & B = 1,616.33 kWj/hari

Pengurangan penggunaan tenaga (3%) = 0.03 x 1,616.33 kWj/hari
= 48.49 kWj/hari

Pengurangan penggunaan tenaga setahun = 48.49 kWj/hari x 22 hari x 12 bulan
= 12,801.36 kWj/tahun

<i>Pengurangan kos tahunan</i>	<i>= 12,801.36 kWj/tahun x 0.365RM/kWj</i> <i>= 4,672.49 RM/tahun</i>
--------------------------------	--

Anggaran kos kerja penggantian motor pam *chilled water* (6 unit) = RM 36,000.00

Tempoh pulangan balik pelaburan = RM 36,000.00 / RM 4,672.49

= 8 tahun

d. Penggantian motor kipas *Air Handling Unit (AHU)* bagi Blok A dan Blok B KKR

Daripada auditan yang dijalankan, didapati pam *AHU* yang digunakan telah berusia 20 tahun dan rekabentuk asalnya tidak mempunyai ciri-ciri cekap tenaga. Anggaran penjimatan sebanyak 3% boleh diperolehi jika diperolehi melalui penggantian motor kipas *AHU* kepada jenis yang lebih cekap tenaga. Anggaran penjimatan bagi sistem penyaman udara di Blok A dan B dapat diperolehi seperti pengiraan di bawah:

Penggunaan tenaga harian oleh AHU sistem penyaman udara Blok A & B = 2,460.76 kWj/hari

$$\begin{aligned}\text{Pengurangan penggunaan tenaga (3\%)} &= 0.03 \times 2,460.76 \text{ kWj/hari} \\ &= 73.82 \text{ kWj/hari}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Pengurangan penggunaan tenaga setahun} &= 73.82 \text{ kWj/hari} \times 22 \text{ hari} \times 12 \text{ bulan} \\ &= \mathbf{19,489.22 \text{ kWj/tahun}}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Pengurangan kos tahunan} &= 19,489.22 \text{ kWj/tahun} \times 0.365 \text{ RM/kWj} \\ &= \mathbf{7,113.57 \text{ RM/tahun}}\end{aligned}$$

Anggaran kos kerja penggantian motor AHU (33 unit) = RM 105,600.00

$$\begin{aligned}\text{Tempoh pulangan balik pelaburan} &= \text{RM } 105,600.00 / \text{RM } 7,113.57 \\ &= \mathbf{15 \text{ tahun}}\end{aligned}$$

Jadual 12: Ringkasan langkah penjimatan dengan kos Blok A dan Blok B

No.	Langkah penjimatan	Kos Penggantian (RM)	Penjimatan kos (RM)/ tahun	Penjimatan tenaga (kWj/tahun)	Tempoh Pulangan (tahun)
1	Penggantian <i>chiller</i>	2,505,360	145,826.30	1,396,048.90	17
2	Penggantian motor pam <i>chilled water</i>	18,000.00	1,886.73	5,169.12	4
3	Penggantian motor pam <i>condenser water</i>	36,000.00	4,672.49	12,801.36	8
4	Penggantian motor kipas <i>AHU</i>	105,600.00	7,113.57	19,489.22	15
	Jumlah	2,646,960.00	159,499.10	1,433,508.6	17

6.3 Sistem Mekanikal (Penyusupan Udara Luar/Infiltrasi)

6.3.1 Tanpa Kos

Terdapat 2 kaedah yang boleh dijalankan bagi mengurangkan kadar inflasi di bangunan ini.

A) 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 berhawa dingin dan ruang tidak berhawa dingin sentiasa ditutup

B) Memastikan tingkap dan pintu di ruang berpendingin udara sentiasa ditutup.

6.3.2 Dengan Kos

Bagi cadangan langkah penjimatan yang melibatkan kos, mohon dirujuk kepada Sistem Mekanikal.

6.4 Sistem Pasif

6.4.1 Tanpa Kos

A. Keluasan Lantai Berpenghuni Bagi Blok A & B = **29,880.80 m²**

B. Jumlah Tingkat Blok A = 6 tingkat

C. Jumlah Tingkat Blok B = 14 tingkat

D. Jumlah Keseluruhan Tingkat A & B = 20 tingkat

E. Keluasan Lantai Setiap Tingkat = **1,494.04 m²**

F. Jumlah Kos Tenaga (RM) Bagi Pencahayaan Untuk Blok A Setahun =

$$= 249.86 \text{ kw} \times 10 \text{ jam} \times 22 \times 0.365$$

$$= \text{RM}20,063.76 \times 12 \text{ bulan}$$

$$= \textbf{RM240,765.12 / year}$$

G. Jumlah Kos Tenaga (RM) Bagi Pencahayaan Untuk Blok B Setahun =

$$= 317.66 \text{ kw} \times 10 \text{ jam} \times 22 \times 0.365$$

$$= \text{RM}25,508.10 \times 12 \text{ bulan}$$

$$= \textbf{RM306,097.20 / year}$$

H. Jumlah Kos Tenaga (RM) Bagi Pencahayaan Untuk Blok A & B Setahun =

$$= \text{RM}240,765.12 + \text{RM}306,097.20$$

$$= \textbf{RM546,862.32 / year}$$

I. Jumlah Kos Tenaga (RM) Bagi Pencahayaan Untuk Satu Meter Persegi Bagi Blok A & B Setahun

$$= \text{RM}546,862.32 \div 29,880.80 \text{ m}^2$$

$$= \textbf{RM18.30 / m}^2\textbf{ / year}$$

J. Jumlah keluasan kawasan penjimatan (3 meter jarak dari) fasad timur dan barat bagi Blok A

$$\begin{aligned} &= 8.4 \text{ meter} \times 8 \text{ grid} \times 3 \text{ meter} \times 2 \text{ fasad} \\ &= \underline{\underline{403.2 \text{ m}^2}} \end{aligned}$$

K. Jumlah keluasan kawasan penjimatan (3 meter jarak dari) fasad timur dan barat bagi Blok B

$$\begin{aligned} &= 8.4 \text{ meter} \times 4 \text{ grid} \times 3 \text{ meter} \times 2 \text{ fasad} \\ &= \underline{\underline{201.6 \text{ m}^2}} \end{aligned}$$

L. Jumlah Keluasan Kawasan Penjimatan Bagi Blok A & B = **604.8 m²**

M. Kos tenaga (RM) bagi setiap meter persegi setahun x [Keluasan kawasan penjimatan Blok B + Keluasan kawasan penjimatan Blok A] x 5 jam (maksimum penjimatan)

$$\begin{aligned} &= \text{RM}18.30 \times 604.8 \text{ m}^2 \times 5 \text{ jam} \\ &= \underline{\underline{\text{RM}55,339.20 / \text{year}}} \end{aligned}$$

Jumlah penjimatan kos (RM) apabila pengurangan penggunaan lampu elektrik selama 5 jam sehari diparktikkan dalam setahun adalah **RM55,339.20**.

6.4.2 Dengan Kos

Tiada Cadangan

7.0 KESIMPULAN

Hasil daripada audit tenaga yang telah dijalankan terhadap Kompleks KKR *Building Energy Intensity (BEI)* keseluruhan yang direkodkan adalah $224 \text{ kWj/m}^2/\text{tahun}$ (tahun 2014). Oleh itu, program dan usaha penjimatan tenaga yang berterusan perlu dilakukan bagi mencapai BEI Bangunan Cepak Tenaga di Malaysia.

BEI bagi tahun 2014 menunjukkan penurunan jika dibandingkan dengan BEI tahun 2013 dan 2012, namun penurunan ini tidak begitu ketara. Oleh itu sekiranya langkah-langkah penjimatan yang dicadangkan di dalam laporan ini diambil kira dan dilaksanakan di Kompleks KKR, terdapat potensi yang besar bahawa BEI Kompleks KKR ini pada tahun akan datang akan menjadi lebih baik jika dibandingkan dengan tahun sebelumnya.

Potensi BEI bagi Kompleks KKR bagi tahun akan datang boleh dikurangkan daripada $224 \text{ kWj/m}^2/\text{tahun}$ kepada $155 \text{ kWj/m}^2/\text{tahun}$ sekiranya penjimatan tenaga sebanyak $2,217,625.39 \text{ kWj/m}^2/\text{tahun}$ dicapai sepertimana dalam cadangan penjimatan tenaga tanpa kos dan dengan kos dapat dilaksanakan.

Program kesedaran penjimatan tenaga dan penggunaan tenaga dengan lebih cekap perlu dilaksanakan supaya penjimatan yang lebih efisien dapat diperolehi. Terdapat beberapa kaedah penjimatan yang boleh dijalankan seperti ditunjukkan di Bahagian cadangan langkah penjimatan tenaga. Penjimatan tanpa kos seperti yang dicadangkan pada laporan ini boleh membantu untuk mengurangkan penggunaan tenaga dengan mendapat pulangan serta merta daripada penjimatan tersebut memandangkan tindakan tersebut tidak melibatkan kos.

Untuk mendapatkan anggaran penjimatan tenaga secara menyeluruh, penjimatan elemen pasif serta elemen aktif perlu diambilkira. Bagi merealisasikan program penjimatan yang dirancang dan penglibatan penghuni adalah amat diperlukan agar usaha penjimatan tenaga tersebut dapat dicapai.

8.0 LAMPIRAN 1: 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	MS1525
	<u>Blok 'A'</u>				
1	<u>Tkt. Lower Ground:</u> Lobi (lif)	79	118	113	100
2	Tempat Letak Kenderaan@Parkir	73	97	76	100
3	<u>Tkt. Bawah:</u> Kaunter Pertanyaan	253	296	319	300
4	Lobi	268	282	316	100
5	Pejabat Bah. Kewangan	325	285	377	300
6	Unit Jualan & Bilik Tender (Ruang Pejabat)	328	199	211	300
7	Bilik Pegawai 1	298	222	265	300
8	Bilik Pegawai 2	309	254	278	300
9	Bilik Pegawai 3	322	321	289	300
10	Bilik Pegawai 4	324	334	233	300
11	Bilik Pegawai 5	308	280	298	300
12	Bilik Pegawai 6	311	321	323	300
13	Bilik Pantry	222	211	234	200
	<u>Kelengkapan Elektrik Dlm. Pantry</u>				
i	Water Dispenser x1				
ii	Peti Ais x1				
iii	Microwave x1				
iv	Cerek Elektrik x1				

Bil.	Lokasi	Lux Level			
		P1	P2	P3	MS1525
v	Dapur Elektrik x1				
vi	Pembakar Roti x1				
vii	Periuk Nasi x1				
viii	Kipas Angin Tinggi x2				
x	Televisyen x1				
14	Bah. Khidmat Pengurusan	338	208	401	300
15	Bilik Pegawai 1	328	133	399	300
16	Bilik Pegawai 2	333	332	237	300
17	Bilik Pegawai 3	334	290	322	300
18	Bilik Pegawai 4	310	321	289	300
19	Bilik Pegawai 5	290	321	222	300
20	Bilik Pegawai 6	298	156	289	300
21	Bilik Pegawai 7	270	144	190	300
22	Bilik Pegawai 8	231	133	336	300
23	Bilik Pantry	201	199	178	200
	<u>Kelengkapan Elektrik Dlm. Pantry</u>				
i	Water Dispenser x1				

Bil.	Lokasi	Lux Level			
		P1	P2	P3	MS1525
ii	Peti Ais x1				
iii	Microwave x1				
iv	Kipas Angin Tinggi x4				
v	Televisyen x1				
24	<u>Tkt. Satu:</u> Lobi	209	179	171	100
25	Pejabat Bahagian Akaun	254	332	189	300
26	Bilik Ketua Akauntan	355	333	311	300
27	Bilik Pegawai Akaun 1	267	256	278	300
28	Bilik Pegawai Akaun 2	226	229	300	300
29	Bilik Pegawai Akaun 3	209	245	239	300
30	Bilik Pegawai Akaun 4	312	290	311	300
31	Bilik Pegawai Akaun 5	332	321	299	300
32	Bilik Pegawai Akaun 6	311	321	302	300
33	Bilik Pegawai Akaun 7	324	156	303	300
34	Bilik Pegawai Akaun 8	195	222	211	300
35	Bilik Pegawai Akaun 9	180	189	232	300
36	Bilik Pegawai Akaun 10	170	170	243	300
37	Bilik Pegawai Akaun 11	277	190	322	300

Bil.	Lokasi	Lux Level			
		P1	P2	P3	MS1525
38	Bilik Pegawai Akaun 12	320	309	354	300
39	Bilik Pegawai Akaun 13	245	387	355	300
40	Bilik Pegawai Akaun 14	256	390	346	300
41	Bilik Pegawai Akaun 15	306	317	239	300
42	Bilik Pegawai Akaun 16	337	233	399	300
43	Bilik Pegawai Akaun 17	212	311	309	300
44	Bilik Pegawai Akaun 18	265	213	232	300
45	Bilik Pegawai Akaun 19	235	222	311	300
46	Bilik Pegawai Akaun 20	223	230	321	300
47	Bilik Pegawai Akaun 21	276	239	294	300
48	Bilik Pegawai Akaun 22	293	234	332	300
49	Bilik Pegawai Akaun 23	301	321	289	300
50	Bilik Pantry	201	199	178	200
	<u>Kelengkapan Elektrik Dlm. Pantry</u>				
i	Peti Ais x1				
ii	Microwave x1				
iii	Kipas Angin Tinggi x15				

Bil.	Lokasi	Lux Level			
		P1	P2	P3	MS1525
	<u>Tkt. Satu:</u> Bahagian Khidmat Pengurusan				
51	Unit Khidmat Pelanggan	212	292	401	300
52	Unit Pengurusan Rekod	505	511	489	300
53	Bilik Pantry	201	199	178	200
	<u>Kelengkapan Elektrik Dlm. Pantry</u>				
i	Cerek Elektrik x2				
ii	Kipas Angin Tinggi x3				
54	Stor	394	424	324	200
55	Bilik PABX	455	432	400	200
56	<u>Tkt. Dua:</u> Lobi	158	76	89	100
57	Bahagian Perancangan Jalan				
58	Ruang Kerja (Unit Pentadbiran)	254	180	364	300
59	Bilik Setiausaha	259	248	311	300
60	Bilik Pen. Setiausaha	321	240	308	300
61	Bilik Pantry	231	109	173	200
	<u>Kelengkapan Elektrik Dlm. Pantry</u>				
i	Kipas Angin Tinggi x2				
	Cerek Elektrik x2				

Bil.	Lokasi	Lux Level			
		P1	P2	P3	MS1525
	<u>Tkt. Dua:</u> Bahagian Khidmat Pengurusan				
57	Ruang Kerja	240	286	371	300
58	<u>Tkt. Tiga:</u> Lobi	143	91	84	100
	Bahagian Kewangan				
59	Ruang Kerja	242	281	312	300
60	Bilik Cetak	222	212	200	300
61	Bilik Mesyuarat Kecil	289	280	302	300
62	Bilik Mesyuarat Besar	293	280	267	300
63	Bilik PT/N22	346	334	311	300
64	Bilik Pantry	413	378	346	200
	<u>Kelengkapan Elektrik Dlm. Pantry</u>				
i	Water Dispenser x1				
ii	Microwave x1				
iii	Peti Ais x1				
iv	Blinder x1				
v	Pembakar roti x1				
vi	Periuk Nasi x2				
vii	Kipas Angin Tinggi x16				

Bil.	Lokasi	Lux Level			
		P1	P2	P3	MS1525
65	<u>Tkt. Empat:</u> Lobi	175	82	291	100
	Bahagian Pembangunan & Penswastaaan				
66	Ruang Kerja	395	369	402	300
67	Bilik Stor	420	370	390	200
68	Bilik Pantry	221	231	190	200
69	<u>Tkt. Lima:</u> Lobi	122	117	175	100
70	Tkt. Lima: Sebelah Kanan Pejabat Menteri Kerja Raya	202	198	200	300
71	Bilk Setiausaha Peribadi Menteri Kerja Raya	295	311	270	300
72	Pejabat Timb. Menteri Kerja Raya	49	132	149	300
73	Tkt. Lima: Sebelah Kiri Pejabat K.S.U	91	153	95	300
74	Pejabat Timb. K.S.U *(Bah. Dasar & Pembangunan)	329	334	325	300
75	Pejabat Am Menteri *(di antara dua pejabat)	118	122	132	300
76	<u>Tkt. Enam:</u> Lobi	144	102	72	100
77	Bilik Mesyuarat Besar – Teratai * dikunci	-	-	-	-
78	Bilik Mesyuarat Besar – Tanjung * dikunci	-	-	-	-
79	Bilik Mesyuarat Besar – Cempaka * dikunci	-	-	-	-
80	<u>Tkt. Tujuh:</u> Bilik Lif – Untuk Senggaraan Shj.	56	73	61	100

Bil.	Lokasi	Lux Level			
		P1	P2	P3	MS1525
	<u>Blok 'B'</u>				
1	<u>Tkt. Bawah:</u> Lif	185	147	193	100
2	Lobi	138	122	120	100
3	Kaunter Pertanyaan	138	135	120	100
4	Tempat Letak Motor@Parkir	17	18	20	100
5	Bilik Stor (Khas)	190	179	185	200
6	<u>Tkt. Dua:</u> Lif	105	110	106	100
7	Lobi	125	122	118	100
8	Laluan Ke Pej. TMR	74	80	95	100
9	Pejabat TMR – (Kontraktor Penyenggaraan KKR)	125	152	160	300
10	Tempat Letak Kereta@Parkir	57	58	60	100
11	<u>Tkt. Tiga:</u> Lif	59	68	55	100
12	Laluan	110	100	98	100
13	Lif Barang	130	122	116	100
14	Tempat Letak Kereta@Parkir	58	60	57	100
15	<u>Tkt. Empat:</u> Lif	67	70	72	100
16	Laluan	72	64	65	100
17	Laluan Ke Bilik Air	144	122	130	100

Bil.	Lokasi	Lux Level			
		P1	P2	P3	MS1525
	<u>Blok 'B'</u>				
18	Bilik Air 'L'	82	90	86	150
19	Bilik Air 'P'	100	102	108	150
20	Bilik Air 'OKU'	75	78	80	150
21	Bilik Rehat 'Cleaner'	497	445	390	200
22	Stor 'Cleaner'	200	204	190	200
23	Bilik gerbang ICT * dikunci	-	-	-	-
24	Laluan Ke Kantin	65	92	89	100
25	Kantin	99	125	261	300
	Bah. Pengurusan Maklumat				
26	Kaunter	122	120	133	300
27	Ruang Pejabat	332	128	78	300
28	Bilik Optimus	370	376	356	300
29	Bilik Dokumentasi	552	459	502	300
30	Bilik Solat (L&P)	102	107	112	200
31	Bilik Mesyuarat	182	209	211	300
32	Bilik Pegawai PDTM (GIS) - 1	478	444	380	300
33	Bilik Pegawai PDTM (GIS) - 2	456	380	398	300
34	Bilik Pegawai PDTM (GIS) - 3	480	412	402	300

Bil.	Lokasi	Lux Level			
		P1	P2	P3	MS1525
	<u>Blok `B`</u>				
35	Bilik PC (Baikpulih)	189	217	241	300
	<u>Kelengkapan Elektrik Dlm. Bilik PC (Baikpulih)</u>				
i	Televisyen 40" x1				
ii	Kipas Angin Tinggi x1				
36	Laluan Ke Bilik Pantry	15	36	44	100
37	Bilik Pantry	62	80	78	200
	<u>Kelengkapan Elektrik Dlm. Pantry</u>				
i	Water Dispenser x1				
ii	Peti Ais x1				
iii	Kipas Angin Tinggi x3				
iv	Kipas Angin Rendah x1				
v	Radio x1				
38	<u>Tkt. Lima:</u> Lif	95	80	85	100
39	Laluan	116	112	114	100
40	Laluan Ke Bilik Air	144	124	162	100
41	Bilik Air `L`	80	86	90	150
42	Bilik Air `P`	78	75	70	150
43	Bilik Air `OKU`	98	83	96	150
44	Bilik Fail	368	334	321	300
45	Bilik Pantry	213	209	212	200
	<u>Kelengkapan Elektrik Dlm. Pantry</u>				
i	Water Dispenser x1				
ii	Peti Ais x2				

Bil.	Lokasi	Lux Level			
		P1	P2	P3	MS1525
	<u>Blok 'B'</u>				
iii	Kipas Angin Tinggi x1				
iv	Microwave x1				
v	Periuk Nasi x3				
vi	Cerek Elektrik x3				
vii	Pembakar Roti x1				
	Bahagian Pengurusan & Perancangan Korporat:				
46	Ruang Menunggu	130	154	156	300
47	Bilik Surau 'L'	420	235	295	200
48	Bilik Surau 'P'	300	320	310	200
49	Kaunter	524	447	457	200
50	Ruang Pejabat	471	543	509	300
51	Bilik Cetak	531	279	334	300
52	Bilik Stor	144	123	189	200
53	Bilik Mesyuarat	317	326	332	300
54	Bilik Pegawai 1	249	235	287	300
55	Bilik Pegawai 2	236	233	290	300
56	Bilik Pegawai 3	256	267	287	300
57	Bilik Pegawai 4	235	237	280	300
58	Bilik Pegawai 5	260	287	278	300
59	Bilik Pegawai 6	290	290	233	300
60	Bilik Pegawai 7	298	289	222	300
61	Bilik Pegawai 8	289	276	212	300
62	Bilik Pegawai 9	287	230	236	300

Bil.	Lokasi	Lux Level			
		P1	P2	P3	MS1525
	<u>Blok 'B'</u>				
54	Bilik Pegawai 10	249	235	287	300
55	Bilik Pegawai 11	236	233	290	300
56	Bilik Pegawai 12	256	267	287	300
57	Bilik Pegawai 13	235	237	280	300
58	Bilik Pegawai 14	260	287	278	300
59	Bilik Pegawai 15	290	290	233	300
	<u>Kelengkapan Elektrik Dlm. Pejabat</u>				
i	Water Dispenser x1				
ii	Kipas Angin Tinggi x11				
iii	Televisyen x1				
60	<u>Tkt. Enam:</u> Lif	132	123	138	100
61	Laluan	174	156	169	100
62	Bilik Air 'L'	80	86	90	150
63	Bilik Air 'P'	78	75	70	150
64	Bilik Air 'OKU'	98	83	96	150
65	Bilik Mesyuarat	387	345	356	300
66	Ruang Makan	211	233	245	200
	Pusat Rujukan Jalan Negara: * Perpustakaan KKR				
67	Laluan	239	246	233	100
68	Kaunter	661	556	654	300
69	Sudut Membaca	428	461	346	300

Bil.	Lokasi	Lux Level			
		P1	P2	P3	MS1525
	<u>Blok 'B'</u>				
	<u>Kelengkapan Elektrik Dlm. Perpustakaan KKR</u>				
i	Televisyen x1				
ii	Kipas Angin Tinggi x2				
	Unit Khidmat Kaunseling				
70	Bilik Bincang	575	556	408	300
71	Kaunter	422	400	393	300
72	Ruang Pejabat	421	432	398	300
	<u>Kelengkapan Elektrik Dlm. Ruang Pejabat</u>				
i	Kipas Angin Tinggi x2				
73	Bilik Pegawai 1	334	333	308	300
74	Bilik Pegawai 2	351	356	344	300
75	Bilik Pegawai 3	350	411	423	300
76	Bilik Pegawai 4	333	250	266	300
77	Bilik Pegawai 5	311	324	322	300
78	Bilik Pegawai 6	299	277	300	300
79	Bilik Pegawai 7	290	296	270	300
80	Bilik Pegawai 8	356	329	287	300
81	Bilik Pegawai 9	359	311	365	300
82	<u>Tkt. Tujuh:</u> Lif	110	115	108	100
83	Laluan	226	222	214	100
84	Bilik Air 'L'	80	79	74	150
85	Bilik Air 'P'	78	70	86	150
86	Bilik Air 'OKU'	98	100	102	150

Bil.	Lokasi	Lux Level			
		P1	P2	P3	MS1525
	<u>Blok 'B'</u>				
	Bahagian Penggunaan Fasiliti				
87	Kaunter	130	128	138	300
88	Ruang Pejabat	478	417	305	300
	<u>Kelengkapan Elektrik Dlm. Ruang Pejabat</u>				
i	Kipas Angin Tinggi x8				
89	Bilik Mesyuarat	520	558	556	300
90	Bilik Mesin	754	766	780	300
91	Bilik Pegawai 1	402	454	348	300
92	Bilik Pegawai 2	390	432	341	300
93	Bilik Pegawai 3	411	344	333	300
94	Bilik Pegawai 4	409	375	339	300
95	Bilik Pegawai 5	400	412	408	300
96	Bilik Pegawai 6	380	334	302	300
97	Bilik Pegawai 7	378	310	300	300
98	Bilik Pegawai 8	380	338	346	300
99	Bilik Pegawai 9	418	421	445	300
100	Bilik Pegawai 10	409	408	411	300
101	Bilik Pegawai 11	400	390	398	300
102	Bilik Pegawai 12	380	377	344	300
103	Bilik Pegawai 13	378	346	340	300
104	Bilik Pegawai 14	380	334	321	300
105	Bilik Pegawai 15	418	431	304	300
106	Bilik Pegawai 16	418	421	410	300

Bil.	Lokasi	Lux Level			
		P1	P2	P3	MS1525
	<u>Blok 'B'</u>				
107	Bilik Pegawai 17	409	390	378	300
108	Bilik Pegawai 18	400	411	422	300
109	Bilik Pegawai 19	380	398	443	300
110	Bilik Pegawai 20	378	346	346	300
111	Bilik Pegawai 21	380	380	380	300
112	Bilik Pegawai 22	418	411	356	300
113	<u>Tkt. Lapan:</u> Lif	74	80	86	100
114	Laluan	80	86	88	100
115	Bilik Air 'L'	80	79	74	150
116	Bilik Air 'P'	78	70	86	150
117	Bilik Air 'OKU'	98	100	102	150
	Bah. Pengurusan Maklumat				
118	Lobi	556	522	510	100
119	Ruang Pejabat	287	280	300	300
120	Bilik Pegawai 1	362	354	348	300
121	Bilik Pegawai 2	390	432	341	300
122	Bilik Pegawai 3	411	344	333	300
123	Bilik Pegawai 4	409	375	339	300
124	Bilik Pegawai 5	400	412	408	300
125	Bilik Pegawai 6	380	334	302	300
126	Bilik Pegawai 7	378	310	300	300
127	Bilik Pegawai 8	380	338	346	300
128	Bilik Pegawai 9	418	421	445	300

Bil.	Lokasi	Lux Level			
		P1	P2	P3	MS1525
	<u>Blok `B`</u>				
129	Bilik Pegawai 10	409	408	411	300
130	Bilik Pegawai 11	400	390	398	300
131	Bilik Pegawai 12	380	377	342	300
132	Bilik Pantry	240	223	222	200
	<u>Kelengkapan Elektrik Dlm. Pantry</u>				
i	Televisyen x1				
ii	Kipas Angin Tinggi x3				
iii	Pembakar Roti x1				
iv	Water Dispenser x1				
v	Peti Ais x1				
vi	Microwave x1				
133	Bilik Surau `L`	166	180	186	200
	Pejabat Pegawai Penasihat Undang-Undang				
134	Ruang Pejabat	263	280	286	300
135	Ruang Menunggu	400	380	422	300
136	Bilik Simpan Barang@Stor	191	188	180	200
137	Bilik Timb. Penasihat Undang-Undang	956	557	668	300
138	S/usaha Pejabat – N27(PA) (Timb. Penasihat Undang-Undang)	273	291	280	300
139	Bilik Pegawai 1	428	409	423	300
140	Bilik Pegawai 2	433	423	422	300
141	Bilik Pegawai 3	455	420	400	300
142	Bilik Pegawai 4	411	444	429	300
143	Bilik Pegawai 5	423	412	425	300

Bil.	Lokasi	Lux Level			
		P1	P2	P3	MS1525
	<u>Blok 'B'</u>				
144	Bilik Pegawai 6	422	449	450	300
145	Bilik Pegawai 7	324	355	368	300
146	Bilik Pegawai 8	387	339	390	300
147	Bilik Pegawai 9	444	435	345	300
148	Bilik Pegawai 10	411	421	423	300
149	Bilik Pegawai 11	389	368	432	300
150	Bilik Pegawai 12	428	401	390	300
151	Bilik Pegawai 13	429	423	432	300
152	Bilik Pegawai 14	446	390	344	300
153	Bilik Pegawai 15	432	397	365	300
154	Bilik Pegawai 16	405	390	356	300
155	Bilik Pegawai 17	411	378	345	300
156	<u>Tkt. Sembilan:</u> Lobi	132	122	143	100
157	Laluan	142	134	140	100
158	Bilik Pantry	112	142	146	200
159	Surau 'L'	166	168	188	200
160	Bilik Air 'L'	80	79	74	150
161	Bilik Air 'P'	78	70	86	150
162	Bilik Air 'OKU'	98	100	102	150
163	Ruang Menunggu	375	344	323	300

Bil.	Lokasi	Lux Level			
		P1	P2	P3	MS1525
	<u>Blok 'B'</u>				
	Unit Audit Dalam				
164	Ruang Pejabat	375	344	408	300
165	Bilik Mesyuarat Kecil	801	789	896	300
166	Bilik Fotostat	622	556	656	200
	<u>Kelengkapan Elektrik Dlm. Ruang Pejabat</u>				
i	Kipas Angin Tinggi x14				
167	Bilik Pegawai 1	648	665	490	300
168	Bilik Pegawai 2	666	557	590	300
169	Bilik Pegawai 3	643	556	654	300
170	Bilik Pegawai 4	633	655	650	300
171	Bilik Pegawai 5	655	550	476	300
172	Bilik Pegawai 6	589	568	489	300
173	Bilik Pegawai 7	546	544	540	300
174	Bilik Pegawai 8	455	432	436	300
175	Bilik Pegawai 9	655	678	666	300
176	Bilik Pegawai 10	544	600	621	300
177	Bilik Pegawai 11	566	640	456	300
178	Bilik Pegawai 12	435	476	544	300
179	Bilik Pegawai 13	564	556	555	300
180	Bilik Pegawai 14	608	609	677	300
181	Bilik Pegawai 15	568	569	546	300
182	Bilik Pegawai 16	507	544	547	300
183	Bilik Pegawai 17	544	569	611	300

Bil.	Lokasi	Lux Level			
		P1	P2	P3	MS1525
	<u>Blok `B`</u>				
184	Bilik Pegawai 18	546	541	456	300
185	Bilik Pegawai 19	544	534	443	300
186	Bilik Pegawai 20	665	412	445	300
	Cawangan Audit Luar Kerja Raya (Jab. Audit Negara M`sia)				
187	Ruang Pejabat	475	220	330	300
188	Bilik Mesyuarat	527	533	598	300
189	Bilik Pegawai 1	248	220	238	300
190	Bilik Pegawai 2	223	226	328	300
191	Bilik Pegawai 3	243	309	333	300
192	Bilik Pegawai 4	247	311	345	300
193	Bilik Pegawai 5	249	219	332	300
194	Bilik Pegawai 6	289	265	311	300
195	Bilik Pegawai 7	211	234	267	300
196	Bilik Pegawai 8	200	210	234	300
197	Bilik Pegawai 9	222	250	234	300
198	Bilik Pegawai 10	234	243	225	300
199	Bilik Pegawai 11	221	223	332	300
200	Bilik Pegawai 12	298	309	300	300
201	Bilik Pegawai 13	237	267	235	300
202	Bilik Pegawai 14	206	221	234	300
	<u>Kelengkapan Elektrik Dlm. Ruang Pejabat</u>				
i	Kipas Angin Tinggi x8				

Bil.	Lokasi	Lux Level			
		P1	P2	P3	MS1525
	<u>Blok `B`</u>				
203	<u>Tkt. Sepuluh:</u> Lif	130	128	122	100
204	Laluan	135	135	130	100
205	Bilik Air `L`	80	79	74	150
206	Bilik Air `P`	78	70	86	150
207	Bilik Air `OKU`	98	104	102	150
208	Surau `L`	170	178	168	200
209	Bilik Mesyuarat Bougainvillea	354	334	365	300
210	Bilik Pantry	75	80	87	200
	<u>Kelengkapan Elektrik Dlm. Pantry</u>				
i	Peti Ais x1				
ii	Water Dispenser x1				
iii	Cerek Air Elektrik x1				
	Bah. Pemb. Keusahawanan				
211	Ruang Legar	365	334	345	100
212	Ruang Pejabat	232	340	322	300
213	Bilik Pegawai 1	675	566	567	300
214	Bilik Pegawai 2	666	558	566	300
215	Bilik Pegawai 3	645	655	458	300
216	Bilik Pegawai 4	675	676	456	300
217	Bilik Pegawai 5	668	644	543	300
218	Bilik Pegawai 6	675	567	456	300
219	Bilik Pegawai 7	668	657	543	300
220	Bilik Pegawai 8	675	567	456	300
221	Bilik Pegawai 9	668	657	543	300

Bil.	Lokasi	Lux Level			
		P1	P2	P3	MS1525
	<u>Blok 'B'</u>				
222	Bilik Pegawai 10	555	562	566	300
223	Bilik Pegawai 11	456	435	544	300
224	Bilik Pegawai 12	654	550	587	300
225	Bilik Pegawai 13	569	551	490	300
226	Bilik Pegawai 14	600	445	496	300
227	Bilik Pegawai 15	546	554	500	300
228	Bilik Pegawai 16	599	540	566	300
229	Bilik Pegawai 17	612	457	534	300
	Bah. Pengurusan Fasiliti				
230	Ruang Legar	290	230	280	100
231	Ruang Pejabat	325	350	332	300
232	Bilik Stor (Peralatan)	289	290	288	200
233	Bilik Pegawai 1	339	334	345	300
234	Bilik Pegawai 2	311	237	278	300
235	Bilik Pegawai 3	299	302	344	300
236	Bilik Pegawai 4	280	256	322	300
237	Bilik Pegawai 5	300	306	288	300
	<u>Kelengkapan Elektrik Dlm. Pejabat</u>				
i	Kipas Angin Tinggi x5				

Bil.	Lokasi	Lux Level			
		P1	P2	P3	MS1525
	<u>Blok 'B'</u>				
238	<u>Tkt. Sebelas:</u> Lif	105	110	104	100
239	Laluan	97	80	96	100
240	Bilik Air 'L'	80	79	74	150
241	Bilik Air 'P'	78	70	86	150
242	Bilik Air 'OKU'	98	104	102	150
243	Surau 'L'	170	180	168	200
244	Bilik Pantry	131	136	140	200
	<u>Kelengkapan Elektrik Dlm. Pantry</u>				
i	Peti Ais x1				
ii	Water Dispenser x1				
iii	Microwave x1				
iv	Kipas Angin Tinggi x3				
	Pejabat Setiausaha Bahagian				
245	Ruang Legar	390	376	344	100
246	Ruang Kerja	248	264	266	300
247	Bilik Bincang	255	244	250	300
248	Bilik Pegawai 1	450	450	429	300
249	Bilik Pegawai 2	444	430	421	300
250	Bilik Pegawai 3	456	443	446	300
251	Bilik Pegawai 4	466	340	386	300
252	Bilik Pegawai 5	480	387	390	300

Bil.	Lokasi	Lux Level			
		P1	P2	P3	MS1525
	<u>Blok `B`</u>				
253	Bilik Pegawai 6	456	409	433	300
254	Bilik Pegawai 7	398	432	434	300
255	Bilik Pegawai 8	380	422	3336	300
256	Bilik Pegawai 9	422	412	411	300
257	Bilik Pegawai 10	380	433	454	300
	Bahagian Dasar Antarabangsa				
258	S/usaha Pejabat – N27(PA)	350	334	331	300
259	Ruang Kerja	531	432	344	300
260	Bilik Pegawai 1	442	443	455	300
261	Bilik Pegawai 2	440	390	378	300
262	Bilik Pegawai 3	376	411	470	300
263	Bilik Pegawai 4	443	387	345	300
264	Bilik Pegawai 5	402	380	364	300
265	Bilik Pegawai 6	401	355	411	300
266	Bilik Pegawai 7	390	378	488	300
267	Bilik Pegawai 8	396	443	466	300
268	Bilik Pegawai 9	393	378	412	300
269	Bilik Pegawai 10	344	397	339	300
270	Bilik Pegawai 11	376	431	365	300
271	Bilik Pegawai 12	387	443	421	300
272	Bilik Pegawai 13	398	400	401	300

Bil.	Lokasi	Lux Level			
		P1	P2	P3	MS1525
	<u>Blok `B`</u>				
273	<u>Tkt. Duabelas:</u> Lif	114	112	110	100
274	Laluan	118	112	118	100
275	Bilik Air `L`	80	79	74	150
276	Bilik Air `P`	78	70	86	150
277	Bilik Air `OKU`	98	104	102	150
278	Surau `L`	166	148	150	200
279	Bilik Pantry	97	102	108	200
	<u>Kelengkapan Elektrik Dlm. Pantry</u>				
i	Peti Ais x1				
ii	Water Dispenser x1				
iii	Microwave x1				
iv	Pembakar Roti x1				
	Bah. Pengurusan Sumber Manusia				
280	Ruang Legar	390	330	370	100
281	Ruang Makan	286	283	278	300
282	Bilik Mawar 2	492	445	542	300
283	Bilik Mawar 3	490	456	467	300
	Bilik Urusetia Pejabat				
284	Bilik Mawar 1	300	307	345	300
285	Ruang Makan	290	322	298	300
286	Bilik Stor (Peralatan)	289	290	288	200

Bil.	Lokasi	Lux Level			
		P1	P2	P3	MS1525
	<u>Blok `B`</u>				
	Pejabat Pembangunan Modul Insan				
287	Ruang Pejabat	365	338	344	300
288	Bilik Mesyuarat Kecil	200	222	216	300
	<u>Kelengkapan Elektrik Dlm. Pejabat</u>				
i	Kipas Angin Tinggi x6				
289	Bilik Pegawai 1	313	443	455	300
290	Bilik Pegawai 2	332	390	378	300
291	Bilik Pegawai 3	376	411	470	300
292	Bilik Pegawai 4	387	344	466	300
293	Bilik Pegawai 5	380	340	412	300
294	Bilik Pegawai 6	355	345	339	300
295	Bilik Pegawai 7	390	364	488	300
296	Bilik Pegawai 8	396	411	339	300
297	Bilik Pegawai 9	393	378	376	300
298	Bilik Pegawai 10	344	397	348	300

Bil.	Lokasi	Lux Level			
		P1	P2	P3	MS1525
	<u>Blok 'B'</u>				
299	<u>Tkt. Tigabelas:</u> Lif	93	86	90	100
300	Laluan	120	122	126	100
301	Ruang Legar	350	311	328	100
302	Bilik Air 'L'	80	79	74	150
303	Bilik Air 'P'	78	70	86	150
304	Bilik Air 'OKU'	98	104	102	150
305	Surau 'L'	166	148	150	200
306	Bilik Pantry	109	102	108	200
	<u>Kelengkapan Elektrik Dlm. Pantry</u>				
i	Peti Ais x1				
ii	Water Dispenser x1				
iii	Periuk Nasi x1				
	Bah. Hubungan Antarabangsa & Pemb. Profesional				
307	Ruang Kerja	350	361	329	300
308	Bilik Mesyuarat Kecil	634	600	646	300
309	Bilik Mesyuarat Rafflesia	334	340	346	300
	<u>Kelengkapan Elektrik Dlm. Pejabat</u>				
i	Kipas Angin Tinggi x8				
310	Bilik Pegawai 1	354	335	365	300
311	Bilik Pegawai 2	345	324	388	300
312	Bilik Pegawai 3	332	376	322	300
313	Bilik Pegawai 4	347	399	344	300

Bil.	Lokasi	Lux Level			
		P1	P2	P3	MS1525
	<u>Blok 'B'</u>				
314	Bilik Pegawai 5	354	335	365	300
315	Bilik Pegawai 6	345	324	388	300
316	Bilik Pegawai 7	332	376	322	300
317	Bilik Pegawai 8	347	399	344	300
318	Bilik Pegawai 9	354	335	365	300
319	Bilik Pegawai 10	345	324	388	300
320	Bilik Pegawai 11	376	332	322	300
321	Bilik Pegawai 12	399	347	344	300
322	Bilik Pegawai 13	376	332	322	300
323	Bilik Pegawai 14	399	347	344	300
	Unit Psikologi & Kaunseling				
324	Bilik Perbincangan Lavender	338	322	326	300
325	Bilik Pegarah Unit Intergriti	397	345	376	300
326	S/usaha Pejabat – N27(PA)	322	311	324	300
327	Bilik Pantry	109	102	108	200
	<u>Kelengkapan Elektrik Dlm. Pantry</u>				
i	Peti Ais x1				
ii	Water Dispenser x1				
iii	Periuk Nasi x1				
iv	Cerek Air x1				
v	Pembakar Roti x1				
vi	Microwave				

Bil.	Lokasi	Lux Level			
		P1	P2	P3	MS1525
	<u>Blok 'B'</u>				
328	Bilik Pegawai 1	573	522	436	300
329	Bilik Pegawai 2	455	349	370	300
330	Bilik Pegawai 3	564	449	322	300
331	Bilik Pegawai 4	457	457	387	300
332	Bilik Pegawai 5	567	539	380	300
333	Bilik Pegawai 6	543	444	443	300
334	Bilik Pegawai 7	549	657	454	300
335	Bilik Pegawai 8	540	447	543	300
336	Bilik Pegawai 9	456	544	433	300
337	Bilik Pegawai 10	332	567	455	300
338	Bilik Pegawai 11	546	547	458	300
339	Bilik Pegawai 12	543	544	556	300
340	Bilik Pegawai 13	458	543	569	300
341	Bilik Pegawai 14	546	459	600	300
342	Bilik Pegawai 15	500	590	345	300
343	Bilik Pegawai 16	433	543	456	300
344	Bilik Pegawai 17	431	451	436	300
345	Bilik Pegawai 18	348	450	340	300
346	Bilik Pegawai 19	390	422	344	300
347	Bilik Pegawai 20	432	589	563	300

Bil.	Lokasi	Lux Level			
		P1	P2	P3	MS1525
	<u>Blok `B'</u>				
348	<u>Tkt. Empatbelas:</u> Lif	100	112	121	100
349	Lobi	116	114	122	100
350	Surau `L'	170	146	160	200
	Bah. Sumber Manusia				
351	Ruang Legar	132	112	120	100
352	Ruang Kerja 1	192	210	215	300
353	Ruang Kerja 2	412	345	420	300
354	Ruang Kerja 3	256	280	276	300
355	Bilik Pegawai	430	434	433	300
356	Bilik Perbincangan	400	390	389	300
357	Bilik Mesyuarat	187	198	210	300
358	Bilik Pantry	124	143	156	200
	<u>Kelengkapan Elektrik Dlm. Pantry</u>				
i	Peti Ais x1				
ii	Microwave				
iii	Water Dispenser x1				
iv	Pembakar Roti x1				
359	Bilik Pegawai 1	573	522	436	300
360	Bilik Pegawai 2	455	349	370	300
361	Bilik Pegawai 3	564	449	322	300
362	Bilik Pegawai 4	457	457	387	300

Bil.	Lokasi	Lux Level			
		P1	P2	P3	MS1525
	<u>Blok `B`</u>				
363	Bilik Pegawai 5	567	539	380	300
364	Bilik Pegawai 6	543	444	443	300
365	Bilik Pegawai 7	549	657	454	300
366	Bilik Pegawai 8	540	447	543	300
367	Bilik Pegawai 9	456	544	433	300
368	Bilik Pegawai 10	332	567	455	300
369	Bilik Pegawai 11	546	547	458	300
370	Bilik Pegawai 12	543	544	556	300
371	Bilik Pegawai 13	458	543	569	300
372	Bilik Pegawai 14	546	459	600	300
373	Bilik Pegawai 15	500	590	345	300
374	Bilik Pegawai 16	433	543	456	300
375	Bilik Pegawai 17	431	451	436	300
376	Bilik Pegawai 18	348	450	340	300
377	Bilik Pegawai 19	390	422	344	300
378	Bilik Pegawai 20	432	589	563	300
379	Bilik Pegawai 21	433	543	456	300
380	Bilik Pegawai 22	431	451	436	300
381	Bilik Pegawai 23	348	450	340	300
382	Bilik Pegawai 24	390	422	344	300
383	Bilik Pegawai 25	432	589	563	300

Bil.	Lokasi	Lux Level			
		P1	P2	P3	MS1525
	<u>Blok `B`</u>				
384	Bilik Pegawai 26	567	539	380	300
385	Bilik Pegawai 27	543	444	443	300
386	Bilik Pegawai 28	549	657	454	300
387	Bilik Pegawai 29	540	447	543	300
388	Bilik Pegawai 30	456	544	433	300
389	Bilik Pegawai 31	332	567	455	300
390	Bilik Pegawai 32	546	547	458	300
391	Bilik Pegawai 33	543	544	556	300
	<u>Kelengkapan Elektrik Dlm. Pejabat</u>				
i	Kipas Angin Tinggi x15				

Bil.	Lokasi	Lux Level			
		P1	P2	P3	MS1525
	<u>Blok `C`@Dewan Mahfuz Khalid</u>				
392	Lobi Hadapan Dewan Besar	19	21	22	100
393	Laluan Ke Tangga - Kiri	107	110	108	100
394	Laluan Ke Tangga - Kanan	107	110	108	100
395	Bilik Air `L`	132	130	126	150
396	Bilik Air `P`	132	130	126	150
397	Dewan Besar	262	265	267	300
398	Pentas	282	283	279	300
399	Laluan Tangga Naik Ke Tkt. 1	118	-	-	100
	<u>Tkt. Satu (LPT2) - Kanan</u>				
	Pejabat Pasukan Projek Lebuhraya Pantai Timur Fasa 2				
400	Ruang Kerja	83	93	138	300
401	Bilik Pengurus Kanan LPT2	130	136	131	300
402	Bilik Pengarah Pembinaan LPT2	124	122	123	300
403	Bilik Dokumen (Stor Dokumen)	190	118	146	200
404	Laluan Ke Bilik Gymnasium	123	116	112	100
405	Bilik Gymnasium (Gym)	562	564	583	300
406	Bilik Persalinan	566	554	456	200
407	Bilik Air `L` & `P` - Gym	454	414	260	150
408	Bilik Stor	212	214	214	200
409	Bilik Air `L` - Bah. Luar	123	132	116	150
410	Bilik Air `P` - Bah. Luar	123	132	116	150

Bil.	Lokasi	Lux Level			
		P1	P2	P3	MS1525
	<u>Blok `C`@Dewan Mahfuz Khalid</u> <u>Tkt. Dua - Kanan</u>				
	Pejabat Pasukan Projek Ecer Cawangan Jalan				
411	Laluan Ke Pej. Pas. Projek Ecer Caw. Jalan	106	95	110	100
412	Lobi Hadapan	39	43	44	100
413	Ruang Kerja – Pejabat Am	637	500	512	300
414	Ruang Kerja – Pejabat Kejuruteraan	637	500	512	300
415	Bilik Mesyuarat	443	446	442	300
416	Surau Kecil	112	114	110	200
417	Bilik Stor	65	70	56	200
418	Bilik Pengurus (J48)	498	500	439	300
419	Bilik Pen. Pengurus (J44)	440	380	441	300
420	Bilik Pengurus (J48)	348	351	502	300
421	Bilik Pengurus (J48)	532	539	480	300
422	Bilik Pengurus (J48)	453	454	478	300
423	Bilik Pengurus (J48)	498	436	468	300
424	Bilik Pen. Pengurus (J44)	440	445	380	300
425	Bilik Pengurus (J48)	498	497	390	300
426	Bilik Pen. Pengurus (J44)	440	490	477	300
427	Bilik Pengurus (J48)	498	488	400	300
428	Bilik Pen. Pengurus (J44)	440	480	452	300
429	Bilik Pengurus (J48)	498	487	488	300
430	Bilik Pen. Pengurus (J44)	440	456	455	300

Bil.	Lokasi	Lux Level			
		P1	P2	P3	MS1525
	<u>Blok `C`@Dewan Mahfuz Khalid</u> <u>Tkt. Dua - Kanan</u>				
	Pejabat Pasukan Projek Ecer Cawangan Jalan				
431	Bilik Pengurus (J48)	498	445	410	300
432	Bilik Pen. Pengurus (J44)	440	389	426	300
433	Bilik Pengurus (J48)	498	370	433	300
434	Bilik Pen. Pengurus (J44)	440	470	432	300
	<u>Kelengkapan Elektrik Dlm. Pejabat</u>				
i	Kipas Angin Tinggi x4				
435	Bilik Pantry	300	313	315	200
	<u>Kelengkapan Elektrik Dlm. Pantry</u>				
i	Peti Ais x1				
ii	Microwave				
iii	Water Dispenser x1				
iv	Pembakar Roti x1				
435	Bilik Air `L` - Bah. Luar	132	130	126	150
436	Bilik Air `P` - Bah. Luar	132	130	126	150
437	Laluan Luar Ecer – Naik Ke Atas	146	142	108	100
438	Laluan Luar Ecer – Kiri	117	122	120	100
	Ruang@Kaw. Sebelah Kiri				
437	Laluan Tangga Tkt. 1	38	-	-	100
438	Laluan Tangga Tkt. 2	58	-	-	100

Bil.	Lokasi	Lux Level			
		P1	P2	P3	MS1525
	<u>Blok `C`@Dewan Mahfuz Khalid</u> <u>Bawah - Kanan</u>				
	<u>Taska</u>				
439	Ruang Belajar (Membaca)	538	499	549	300
440	Ruang Bermain	445	456	502	200
441	Bilik Bayi (Menyusu)	547	544	480	200
442	Bilik Tidur Bayi	580	544	568	200
443	Bilik Persalinan Bayi	305	332	308	200
444	Bilik Air `L` & `P`	256	244	233	150
445	Pejabat Pengurus Taska	270	260	276	300
446	Ruang Menunggu	260	264	248	200
447	Bilik Dapur (Tempat Memasak)	301	306	304	200
	<u>Kelengkapan Elektrik Dlm. Taska</u>				
i	Peti Ais x1				
ii	Periuk Nasi x1				
iii	Radio (Kaset) x1				
iv	Vacum Cleaner x1				
v	Kipas Angin Kecil x1				
vi	Kipas Angin Tinggi x2				

Lampiran 2: Keputusan Ujian Infiltrasi

Kadar Infiltrasi Blok A

Aras	Water Collected (grams)	Sec	Total Condensation Rate (g/sec)	Cond - Occ (g/sec)	Infil (kg air/sec)	Infil (m3 air/hour)	ACH infiltration	ACH Ashrae	Exceeded by
G	166	30.00	5.53	4.87	0.85	2675.78	0.87	0.43	102%
1	372	30.00	12.41	11.35	2.41	7600.73	1.15	0.41	178%
2	360	30.00	12.00	10.39	1.85	5822.08	0.89	0.44	100%
3	340	30.00	11.36	10.19	1.82	5733.93	0.96	0.43	124%
4	280	30.00	9.33	8.01	1.37	4295.29	0.72	0.44	65%
5	351	30.00	11.71	11.13	1.99	6252.36	1.04	0.39	165%
Purata	312	30.00	10.39	9.32	1.71	5396.70	0.94	0.42	121%

Kadar Infiltrasi Blok B

Aras	Water Collected (grams)	Sec	Total Condensation Rate (g/sec)	Cond - Occ (g/sec)	Infil (kg air/sec)	Infil (m3 air/hour)	ACH infiltration	ACH Ashrae	Exceeded by
5	166	30.00	5.54	5.07	1.05	3320.24	0.82	0.40	105%
6	112	30.00	3.72	3.43	0.49	1564.46	0.42	0.39	8%
8	505	30.00	16.84	16.13	2.12	6711.56	1.60	0.42	282%
10	227	30.00	7.57	7.36	0.97	3057.06	0.73	0.38	93%
12	229	30.00	7.62	6.49	0.82	2600.65	0.58	0.45	30%
14	334	30.00	11.13	10.29	1.67	5292.81	1.18	0.42	177%
Purata	262	30.00	8.74	8.13	1.19	3757.80	0.89	0.41	117%

Purata Kadar Infiltrasi Blok A & B

Blok	Water Collected (grams)	Sec	Total Condensation Rate (g/sec)	Cond - Occ (g/sec)	Infil (kg air/sec)	Infil (m3 air/hour)	ACH infiltration	ACH Ashrae	Exceeded by
A	262	30.00	8.74	8.13	1.19	3757.80	0.89	0.41	117%
B	312	30.00	10.39	9.32	1.71	5396.70	0.94	0.42	121%
Purata	287	30.00	9.56	8.73	1.45	4577.25	0.91	0.42	119%

