

LAPORAN PEMERIKSAAN DI
MENARA TUN RAZAK, JALAN RAJA
LAUT,
KUALA LUMPUR

DISEDIAKAN OLEH:
UNIT PAKAR PENGUJIAN, PENTAULIAHAN DAN
FORENSIK
CAWANGAN KEJURUTUREAAN MEKANIKAL
JABATAN KERJA RAYA MALAYSIA

1 JUN 2009

ISI KANDUNGAN

1. PENGENALAN.....	1
2. LATAR BELAKANG BANGUNAN.....	1
3. PASUKAN PENYIASAT.....	1
4. OBJEKTIF.....	2
5. METHODOLOGI.....	3
6. PENEMUAN.....	4
a) Tingkat 12.....	4
i. Bilik KPPK.....	4
ii. Ruang Kakitangan 1.....	6
iii. Bilik PP.....	8
b) Tingkat 13.....	10
i. Bilik Mesyuarat.....	10
ii. Ruang Kakitangan 1.....	12
iii. Bilik PP.....	14
c) Bilik AHU Tingkat 12.....	16
d) Bilik AHU Tingkat 13.....	18
e) Plant Room.....	21
7. ULASAN KESELURUHAN.....	22

LAMPIRAN

LAPORAN PEMERIKSAAN DI TINGKAT 12 & 13, MENARA TUN RAZAK, JALAN RAJA LAUT, KUALA LUMPUR

1. PENGENALAN

Laporan ini merupakan laporan bagi membentangkan hasil siasatan mengenai aduan oleh Cawangan Jalan & Geoteknik JKR untuk sistem penyamanan udara yang tidak sejuk di tingkat 12 & 13, Menara Tun Razak, Jalan Raja Laut, Kuala Lumpur. Lawatan ini telah dijalankan pada 13 Mei 2009 dengan kerjasama pihak kontraktor.

Laporan ini juga lebih menjurus kepada mengenal pasti masalah yang dihadapi pada sistem penyamanan udara di tingkat 12 & 13 bangunan tersebut.

2. LATAR BELAKANG BANGUNAN

Nama Bangunan : Menara Tun Razak
Kapasiti : 23 Tingkat
Kontraktor Selenggara : Trade Wind
Bilangan Tingkat yang didiami oleh JKR : Tingkat 5, 6, 12 dan 13

3. PASUKAN PENYIASAT

a) En. Wan Shah Wan Senik Jurutera Mekanikal, J44
Unit Pakar Pengujian, Pentaulliahan &
Forensik.
Cawangan Kejuruteraan Mekanikal.

- | | |
|----------------------------|---|
| b) Mohamad Norman Ruslan | <p>Jurutera Mekanikal, J41</p> <p>Unit Pakar Pengujian, Pentauliahan & Forensik.</p> <p>Cawangan Kejuruteraan Mekanikal</p> |
| c) En. Noor Hamizan Din | <p>Pembantu Teknik Mekanikal Kanan, J36</p> <p>Unit Pakar Pengujian, Pentauliahan & Forensik.</p> <p>Cawangan Kejuruteraan Mekanikal</p> |
| d) En. Sophian Abdul Majid | <p>Pembantu Teknik Mekanikal, J29</p> <p>Unit Pakar Penyejukan Udara, Pengalihan Udara & Kualiti Persekitaran Dalam.</p> <p>Cawangan Kejuruteraan Mekanikal</p> |
| e) En. Zulakmal Ahmad Zaki | <p>Juruteknik Mekanikal, J17</p> <p>Unit Pakar Pengujian, Pentauliahan & Forensik.</p> <p>Cawangan Kejuruteraan Mekanikal</p> |

4. OBJEKTIF

- a) Membuat pemeriksaan operasi sistem penyejukan udara di tingkat 12, 13, bilik AHU dan “Plant room”.
- b) Mengenalpasti punca masalah dan membuat cadangan pembaikan.

5. METHODOLOGI

Pemeriksaan ini tertumpu di tingkat 12, 13, bilik AHU dan “Plant Room” di mana maklumat dapat diambil dan dicatatkan.

a) Temubual

Temubual dijalankan bersama wakil kontraktor selenggara dan staf Jabatan Kerja Raya Cawangan Geoteknik & Jalan di tingkat 12 dan 13.

b) Pemasangan Data Logger

Pemasangan data logger selama tiga (3) hari pada 13 Mei 2009 hingga 15 Mei 2009 di tingkat 12 dan 13. Tempat-tempat yang telah dipasang data logger adalah seperti berikut:

- i. Bilik KPPK di tingkat 12.
- ii. Ruang kakitangan 1 di tingkat 12
- iii. Bilik PP di tingkat 12
- iv. Bilik mesyuarat di tingkat 13
- v. Ruang kakitangan 1 di tingkat 13
- vi. Bilik PP di tingkat 13

c) Pengambilan Data

Pengambilan sampel data secara manual di bilik AHU, “Plant Room” dan jumlah cfm di tingkat 12 dan 13.

6. PENEMUAN

a) Tingkat 12

i. Bilik KPPK

Penemuan:

Data telah dikumpul dan dibahagikan kepada waktu pejabat iaitu di siang hari dan juga di luar waktu pejabat iaitu di malam hari.

Berdasarkan bacaan dari data logger yang dipasang selama tiga (3) hari iaitu dari 13 Mei 2009 (12:00pm) hingga 15 Mei 2009 (4:00pm) di bilik KPPK di tingkat 12, pada waktu sistem penyaman udara beroperasi (waktu pejabat), purata suhu yang dicatatkan adalah 25 °C dan kelembapan relatif adalah 55%.

Manakala, bacaan dari data logger menunjukkan pada waktu sistem penyaman udara tidak beroperasi (di luar waktu pejabat) pada ketiga-tiga hari tersebut, purata suhu yang dicatatkan adalah 26 °C dan kelembapan relatif adalah 67%.

Suhu puncak yang dicatatkan di waktu pejabat pula adalah 26 °C pada ketiga-tiga hari tersebut iaitu pada pukul 12.00pm, 2.00pm dan 9.00am.

Kadar pertukaran udara di bilik ini yang dicatatkan adalah 4.73 kali per jam.

Rujuk Lampiran A Graf 1 dan Lampiran B Jadual 1 & 7.

Ulasan:

Berdasarkan pada penemuan di atas didapati bahawa, penyumbang kepada ketidakselesaian yang berlaku di tingkat ini adalah berpunca dari dua faktor berikut:

- i. Suhu
- ii. Kadar pertukaran udara

Didapati suhu di bilik ini adalah tinggi walaupun pada waktu pejabat iaitu semasa sistem penyaman udara beroperasi. Suhu purata yang dicatatkan adalah 25°C dan telah meningkat sehingga 26°C pada waktu puncak. Suhu maksimum rekabentuk untuk bangunan pejabat adalah 24°C .

Berdasarkan pada faktor kedua pula, kadar pertukaran udara mengikut amalan kejuruteraan di dalam sebuah bangunan adalah 4 hingga 10 kali per jam (ASHRAE Guideline). Amalan kejuruteraan yang baik bagi kadar pertukaran udara untuk pejabat ialah 6 kali per jam. Rekabentuk asal untuk tingkat ini adalah 9.76 kali per jam. Tetapi kadar pertukaran udara yang dicatatkan adalah 4.73 kali per jam iaitu berada pada tahap minimum bagi kadar pertukaran udara dalam sesebuah bangunan dan jauh berbeza dibandingkan dengan rekabentuk asal. Ini bermakna kadar pertukaran udara ruang ini adalah tidak mencukupi.

Cadangan:

- Suhu bilik perlu dilaraskan semula untuk memastikan suhu mengikut rekabentuk asal (23°C).
- Tetapkan kadar pertukaran udara mengikut amalan kejuruteraan (ASHRAE) iaitu 6-10 kali per jam.

ii. Ruang Kakitangan 1

Penemuan:

Data telah dikumpul dan dibahagikan kepada waktu pejabat iaitu di siang hari dan juga di luar waktu pejabat iaitu di malam hari.

Berdasarkan bacaan dari data logger yang dipasang selama tiga (3) hari iaitu dari 13 Mei 2009 (12:00pm) hingga 15 Mei 2009 (4:00pm) di ruang kakitangan 1 di tingkat 12, pada waktu sistem penyaman udara beroperasi (waktu pejabat), purata suhu yang dicatatkan adalah 24 °C dan kelembapan relatif adalah masing-masing 57%, 62% dan 60%.

Manakala, bacaan dari data logger menunjukkan pada waktu sistem penyaman udara tidak beroperasi (di luar waktu pejabat) pada ketiga-tiga hari tersebut, purata suhu yang dicatatkan adalah 27 °C dan kelembapan relatif adalah 72%.

Suhu puncak yang dicatatkan di waktu pejabat pula adalah 25 °C pada ketiga-tiga hari tersebut iaitu pada pukul 1.00pm, 3.30pm dan 3.30pm.

Kadar pertukaran udara di bilik ini yang dicatatkan adalah 4.73 kali per jam.

Rujuk Lampiran A Graf 2 dan Lampiran B Jadual 2 & 7.

Ulasan:

Berdasarkan pada penemuan di atas didapati bahawa, penyumbang kepada ketidakselesaian yang berlaku di tingkat ini adalah berpunca dari dua faktor berikut:

- i. Suhu
- ii. Kadar pertukaran udara

Didapati suhu di bilik ini sesuai pada waktu pejabat iaitu semasa sistem penyaman udara beroperasi tetapi meningkat pada masa suhu puncak. Suhu purata yang dicatatkan adalah 24°C dan telah meningkat sehingga 25°C pada suhu puncak. Suhu maksimum rekabentuk untuk bangunan pejabat adalah 24°C .

Berdasarkan pada faktor kedua pula, kadar pertukaran udara mengikut amalan kejuruteraan di dalam sebuah bangunan adalah 4 hingga 10 kali per jam (ASHRAE Guideline). Amalan kejuruteraan yang baik bagi kadar pertukaran udara untuk pejabat ialah 6 kali per jam. Rekabentuk asal untuk tingkat ini adalah 9.76 kali per jam. Tetapi kadar pertukaran udara yang dicatatkan adalah 4.73 kali per jam iaitu berada pada tahap minimum bagi kadar pertukaran udara dalam sesebuah bangunan dan jauh berbeza dibandingkan dengan rekabentuk asal. Ini bermakna kadar pertukaran udara ruang ini adalah tidak mencukupi.

Cadangan:

- Suhu bilik perlu dilaraskan semula untuk memastikan suhu mengikut rekabentuk asal (23°C).
- Tetapkan kadar pertukaran udara mengikut amalan kejuruteraan (ASHRAE) iaitu 6-10 kali per jam.

iii. Bilik PP

Penemuan:

Data telah dikumpul dan dibahagikan kepada waktu pejabat iaitu di siang hari dan juga di luar waktu pejabat iaitu di malam hari.

Berdasarkan bacaan dari data logger yang dipasang selama tiga (3) hari iaitu dari 13 Mei 2009 (12:00pm) hingga 15 Mei 2009 (4:00pm) di bilik PP di tingkat 12, pada waktu sistem penyaman udara beroperasi (waktu pejabat), purata suhu yang dicatatkan adalah sekitar 27 °C dan kelembapan relatif adalah sekitar 50%.

Manakala, bacaan dari data logger menunjukkan pada waktu sistem penyaman udara tidak beroperasi (di luar waktu pejabat) pada ketiga-tiga hari tersebut, purata suhu yang dicatatkan adalah 28 °C dan kelembapan relatif masing-masing adalah 60% dan 67%.

Suhu puncak yang dicatatkan di waktu pejabat pula adalah sekitar 27 °C pada ketiga-tiga hari tersebut iaitu pada pukul 1.00pm, 3.30pm dan 9.00am.

Kadar pertukaran udara di bilik ini yang dicatatkan adalah 4.73 kali per jam.

Rujuk Lampiran A Graf 3 dan Lampiran B Jadual 3 & 7.

Ulasan:

Berdasarkan pada penemuan di atas didapati bahawa, penyumbang kepada ketidakselesaian yang berlaku di tingkat ini adalah berpunca dari dua faktor berikut:

- i. Suhu
- ii. Kadar pertukaran udara

Didapati suhu di bilik ini adalah tinggi walaupun pada waktu pejabat iaitu semasa sistem penyaman udara beroperasi. Suhu purata yang dicatatkan adalah 27°C dan terus mencatat pada suhu yang sama pada waktu suhu puncak. Suhu maksimum rekabentuk untuk bangunan pejabat adalah 24°C .

Berdasarkan pada faktor kedua pula, kadar pertukaran udara mengikut amalan kejuruteraan di dalam sebuah bangunan adalah 4 hingga 10 kali per jam (ASHRAE Guideline). Amalan kejuruteraan yang baik bagi kadar pertukaran udara untuk pejabat ialah 6 kali per jam. Rekabentuk asal untuk tingkat ini adalah 9.76 kali per jam. Tetapi kadar pertukaran udara yang dicatatkan adalah 4.73 kali per jam iaitu berada pada tahap minimum bagi kadar pertukaran udara dalam sesebuah bangunan dan jauh berbeza dibandingkan dengan rekabentuk asal. Ini bermakna kadar pertukaran udara ruang ini adalah tidak mencukupi.

Cadangan:

- Suhu bilik perlu dilaraskan semula untuk memastikan suhu mengikut rekabentuk asal (23°C).
- Tetapkan kadar pertukaran udara mengikut amalan kejuruteraan (ASHRAE) iaitu 6-10 kali per jam.

b) Tingkat 13

i. Bilik Mesyuarat

Penemuan:

Data telah dikumpul dan dibahagikan kepada waktu pejabat iaitu di siang hari dan juga di luar waktu pejabat iaitu di malam hari.

Berdasarkan bacaan dari data logger yang dipasang selama tiga (3) hari iaitu dari 13 Mei 2009 (2:00pm) hingga 15 Mei 2009 (4:00pm) di bilik mesyuarat di tingkat 13, pada waktu sistem penyaman udara beroperasi (waktu pejabat), purata suhu yang dicatatkan adalah sekitar 25 °C dan kelembapan relatif adalah sekitar 47%.

Manakala, bacaan dari data logger menunjukkan pada waktu sistem penyaman udara tidak beroperasi (di luar waktu pejabat) pada ketiga-tiga hari tersebut, purata suhu yang dicatatkan adalah 27 °C dan kelembapan relatif adalah 60%.

Suhu puncak yang dicatatkan di waktu pejabat pula adalah sekitar 27 °C pada ketiga-tiga hari tersebut iaitu pada pukul 2.30pm, 3.30pm dan 8.30am.

Kadar pertukaran udara di bilik ini yang dicatatkan adalah 4.27 kali per jam.

Rujuk Lampiran A Graf 4 dan Lampiran B Jadual 4 & 8.

Ulasan:

Berdasarkan pada penemuan di atas didapati bahawa, penyumbang kepada ketidakselesaian yang berlaku di tingkat ini adalah berpunca dari dua faktor berikut:

- i. Suhu
- ii. Kadar pertukaran udara

Didapati suhu di bilik ini adalah tinggi walaupun pada waktu pejabat iaitu semasa sistem penyaman udara beroperasi. Suhu purata yang dicatatkan adalah 25°C dan telah meningkat sehingga 27°C pada waktu suhu puncak. Suhu maksimum rekabentuk untuk bangunan pejabat adalah 24°C .

Berdasarkan pada faktor kedua pula, kadar pertukaran udara mengikut amalan kejuruteraan di dalam sebuah bangunan adalah 4 hingga 10 kali per jam (ASHRAE Guideline). Amalan kejuruteraan yang baik bagi kadar pertukaran udara untuk pejabat ialah 6 kali per jam. Rekabentuk asal untuk tingkat ini adalah 9.77 kali per jam. Tetapi kadar pertukaran udara yang dicatatkan adalah 4.27 kali per jam iaitu berada pada tahap minimum bagi kadar pertukaran udara dalam sesebuah bangunan dan jauh berbeza dibandingkan dengan rekabentuk asal. Ini bermakna kadar pertukaran udara ruang ini adalah tidak mencukupi.

Cadangan:

- Suhu bilik perlu dilaraskan semula untuk memastikan suhu mengikut rekabentuk asal (23°C).
- Tetapkan kadar pertukaran udara mengikut amalan kejuruteraan (ASHRAE) iaitu 6-10 kali per jam.

ii. Ruang Kakitangan 1

Penemuan:

Data telah dikumpul dan dibahagikan kepada waktu pejabat iaitu di siang hari dan juga di luar waktu pejabat iaitu di malam hari.

Berdasarkan bacaan dari data logger yang dipasang selama tiga (3) hari iaitu dari 13 Mei 2009 (2:00pm) hingga 15 Mei 2009 (4:00pm) di bilik ruang kakitangan 1 di tingkat 13, pada waktu sistem penyaman udara beroperasi (waktu pejabat), purata suhu yang dicatatkan adalah sekitar 25 °C dan kelembapan relatif masing-masing adalah 54%, 50% dan 52%.

Manakala, bacaan dari data logger menunjukkan pada waktu sistem penyaman udara tidak beroperasi (di luar waktu pejabat) pada ketiga-tiga hari tersebut, purata suhu yang dicatatkan adalah 27 °C dan kelembapan relatif masing-masing adalah 60% dan 67%.

Suhu puncak yang dicatatkan di waktu pejabat pula adalah sekitar 26 °C pada ketiga-tiga hari tersebut iaitu pada pukul 2.30pm, 5.00pm dan 9.30am.

Kadar pertukaran udara di bilik ini yang dicatatkan adalah 4.27 kali per jam.

Rujuk Lampiran A Graf 5 dan Lampiran B Jadual 5 & 8.

Ulasan:

Berdasarkan pada penemuan di atas didapati bahawa, penyumbang kepada ketidakselesaian yang berlaku di tingkat ini adalah berpunca dari dua faktor berikut:

- i. Suhu
- ii. Kadar pertukaran udara

Didapati suhu di bilik ini adalah tinggi walaupun pada waktu pejabat iaitu semasa sistem penyaman udara beroperasi. Suhu purata yang dicatatkan adalah 25°C dan telah meningkat sehingga 26°C pada waktu puncak. Suhu maksimum rekabentuk untuk bangunan pejabat adalah 24°C .

Berdasarkan pada faktor kedua pula, kadar pertukaran udara mengikut amalan kejuruteraan di dalam sebuah bangunan adalah 4 hingga 10 kali per jam (ASHRAE Guideline). Amalan kejuruteraan yang baik bagi kadar pertukaran udara untuk pejabat ialah 6 kali per jam. Rekabentuk asal untuk tingkat ini adalah 9.77 kali per jam. Tetapi kadar pertukaran udara yang dicatatkan adalah 4.27 kali per jam iaitu berada pada tahap minimum bagi kadar pertukaran udara dalam sesebuah bangunan dan jauh berbeza dibandingkan dengan rekabentuk asal. Ini bermakna kadar pertukaran udara ruang ini adalah tidak mencukupi.

Cadangan:

- Suhu bilik perlu dilaraskan semula untuk memastikan suhu mengikut rekabentuk asal (23°C).
- Tetapkan kadar pertukaran udara mengikut amalan kejuruteraan (ASHRAE) iaitu 6-10 kali per jam.

iii. Bilik PP

Penemuan:

Data telah dikumpul dan dibahagikan kepada waktu pejabat iaitu di siang hari dan juga di luar waktu pejabat iaitu di malam hari.

Berdasarkan bacaan dari data logger yang dipasang selama tiga (3) hari iaitu dari 13 Mei 2009 (2:00pm) hingga 15 Mei 2009 (4:00pm) di bilik PP di tingkat 13, pada waktu sistem penyaman udara beroperasi (waktu pejabat), purata suhu yang dicatatkan adalah sekitar 26 °C dan kelembapan relatif adalah sekitar 45%.

Manakala, bacaan dari data logger menunjukkan pada waktu sistem penyaman udara tidak beroperasi (di luar waktu pejabat) pada ketiga-tiga hari tersebut, purata suhu yang dicatatkan adalah 28 °C dan kelembapan relatif masing-masing adalah 54% dan 53%.

Suhu puncak yang dicatatkan di waktu pejabat pula adalah sekitar 26 °C pada ketiga-tiga hari tersebut iaitu pada pukul 3.00pm, 9.00am dan 10.00am.

Kadar pertukaran udara di bilik ini yang dicatatkan adalah 4.27 kali per jam.

Rujuk Lampiran A Graf 6 dan Lampiran B Jadual 6 & 8.

Ulasan:

Berdasarkan pada penemuan di atas didapati bahawa, penyumbang kepada ketidakselesaian yang berlaku di tingkat ini adalah berpunca dari dua faktor berikut:

- i. Suhu
- ii. Kadar pertukaran udara

Didapati suhu di bilik ini adalah tinggi walaupun pada waktu pejabat iaitu semasa sistem penyaman udara beroperasi. Suhu purata yang dicatatkan adalah 26 °C dan tetap mencatat suhu yang sama pada waktu suhu puncak. Suhu maksimum rekabentuk untuk bangunan pejabat adalah 24 °C.

Berdasarkan pada faktor kedua pula, kadar pertukaran udara mengikut amalan kejuruteraan di dalam sebuah bangunan adalah 4 hingga 10 kali per jam (ASHRAE Guideline) . Amalan kejuruteraan yang baik bagi kadar pertukaran udara untuk pejabat ialah 6 kali per jam. Rekabentuk asal untuk tingkat ini adalah 9.77 kali per jam. Tetapi kadar pertukaran udara yang dicatatkan adalah 4.27 kali per jam iaitu berada pada tahap minimum bagi kadar pertukaran udara dalam sesebuah bangunan dan jauh berbeza dibandingkan dengan rekabentuk asal. Ini bermakna kadar pertukaran udara ruang ini adalah tidak mencukupi.

Cadangan:

- Suhu bilik perlu dilaraskan semula untuk memastikan suhu mengikut rekabentuk asal (23 °C).
- Tetapkan kadar pertukaran udara mengikut amalan kejuruteraan (ASHRAE) iaitu 6-10 kali per jam.

c) Bilik AHU Tingkat 12

Penemuan:

Berdasarkan data yang diambil di bilik AHU di tingkat 12, jumlah CFM untuk udara dibekal adalah 15,000 CFM dan untuk udara balik adalah 14,500 CFM. Rujuk Lampiran D Pengiraan 1. Manakala, jumlah yang dicatatkan di zon terpilih (zon V-VIII) “diffuser” di tingkat 12 adalah 3,000 CFM dan jumlah rekabentuk asal untuk zon tersebut ialah 6,175 CFM. Jumlah rekabentuk asal keseluruhan untuk tingkat 12 adalah 16,526 CFM.

Rujuk Lampiran C Rajah 1 untuk mengetahui jumlah udara bagi sistem penyaman udara yang telah dicatatkan secara manual.

Suhu yang dibekal di Main Duct adalah 15.5 °C db dan 15 °C wb.

Suhu On Coil ialah 25 °C db dan 20 °C wb.

Suhu Chilled Water yang dibekal tidak dapat ditentukan kerana kerosakan thermometer.

Ulasan:

Dapat dilihat pada Rajah 1 di atas, jumlah udara sebenar (15,000 CFM) yang dibekal ke AHU kurang daripada yang sepatutnya sebagaimana jumlah rekabentuk asal iaitu 16,526 CFM. Walaubagaimanapun, kadar pertukaran udara di AHU sebenar ini adalah boleh diterima iaitu 8.8 kali per jam. Jumlah udara untuk diffuser di zon I hingga IV (ruang pejabat swasta) tidak dapat diketahui.

Manakala bagi zon V-VIII (pejabat JKR), kadar pertukaran udara adalah 4.73 kali per jam iaitu berada pada tahap minimum bagi kadar pertukaran udara dalam sesebuah bangunan dan jauh berbeza dibandingkan dengan

rekabentuk asal. Apabila pemeriksaan dilakukan pada setiap “diffuser”, didapati beberapa daripadanya mencatatkan jumlah udara yang sangat kurang daripada rekabentuk asal yang telah ditetapkan. Terdapat jumlah udara yang kurang sehingga 70% daripada rekabentuk asal. Faktor penyumbang kepada kehilangan ini adalah seperti kebocoran di *main supply duct*, *branch duct* dan *neck joint*.

Kadar pertukaran udara mengikut amalan kejuruteraan di dalam sebuah bangunan adalah 4 hingga 10 kali per jam (ASHRAE Guideline). Amalan kejuruteraan yang baik bagi kadar pertukaran udara untuk pejabat ialah 6 kali per jam. Rekabentuk asal untuk tingkat ini adalah 9.76 kali per jam.

Berdasarkan data di atas, masalah yang dapat dilihat adalah ketidaksempurnaan pada bahagian pengagihan udara (air distribution side). Ini yang menyebabkan jumlah udara sebenar tidak mengikut sebagaimana rekabentuk asal.

Suhu yang dibekal di *Main Duct* adalah normal untuk 15.5 °C db dan 15 °C wb.

Suhu On Coil ialah 25 °C db dan 20 °C wb adalah normal.

Memandangkan jumlah udara bekal di AHU boleh diterima, dengan ini faktor yang menyumbang kepada tidak sejuk di zon V-VIII (pejabat JKR) adalah seperti berikut:

- Jumlah udara bekal yang tidak mencukupi di zon tersebut.

Berdasarkan faktor di atas dapat ditentukan bahawa:

- i. Berlaku kebocoran dibahagian *branch duct* telah menyebabkan kehilangan udara yang sepatutnya dihantar ke setiap diffuser di zon ini.

- ii. ketidakseimbangan pada bahagian pengagihan udara (air distribution side) telah menyebabkan jumlah udara sebenar yang dibekal kurang daripada rekabentuk asal

Cadangan:

- Pemeriksaan kebocoran pada sambungan sesalur udara seperti di *neck joint, branch joint* dll.
- Keseimbangan udara bekal perlu dibuat semula pada setiap *splitter damper* dan *volume control damper*.

d) Bilik AHU Tingkat 13

Penemuan:

Berdasarkan data yang diambil di bilik AHU di tingkat 13, jumlah CFM untuk udara dibekal adalah 9,200 CFM dan untuk udara balik adalah 8,700 CFM. Rujuk Lampiran D Pengiraan 2. Manakala, jumlah yang dicatatkan di semua “diffuser” di tingkat 13 adalah 7,200 CFM dan jumlah rekabentuk asal ialah 16,526 CFM.

Rujuk Lampiran C rajah 2 bagi mengetahui jumlah udara untuk sistem penyamanan udara yang telah dicatatkan secara manual:

Suhu yang dibekal di Main Duct adalah 16 °C db dan 14 °C wb.

Suhu On Coil ialah 25 °C db dan 18 °C wb.

Suhu Chilled Water yang dibekal ialah 7 °C dan balik ialah 12 °C.

Ulasan:

Dapat dilihat pada Rajah 2 di atas, jumlah udara (9,200 CFM) yang dibekal dari AHU kurang daripada yang sepatutnya seperti pada jumlah rekabentuk asal iaitu 16,526 CFM. Jadi, kadar pertukaran udara di AHU sebenar ini adalah tidak mencukupi iaitu 5.4 kali per jam. Amalan kejuruteraan yang baik bagi kadar pertukaran udara untuk pejabat ialah 6 kali per jam. Kemudian, jumlah udara hilang keluar sebanyak 2,000 CFM di dalam “duct” terus balik ke AHU (bypass) menjadikan jumlahnya 7,200 CFM sahaja apabila tiba di “Diffuser”.

Apabila pemeriksaan dilakukan pada setiap “diffuser”, didapati beberapa daripadanya mencatatkan jumlah udara dalam CFM yang sangat kurang daripada rekabentuk asal yang telah ditetapkan. Terdapat jumlah udara yang kurang sehingga 70% daripada rekabentuk asal.

Kadar pertukaran udara mengikut ASHRAE di dalam sebuah bangunan adalah 4 hingga 10 kali per jam. Pada rekabentuk asal kadar pertukaran udara ruang pejabat tingkat tersebut adalah 9.77 kali per jam. Tetapi kadar pertukaran udara yang dicatatkan adalah 4.27 kali per jam iaitu berada pada tahap minimum bagi kadar pertukaran udara dalam sesebuah bangunan dan jauh berbeza dibandingkan dengan rekabentuk asal. Ini menyumbang kepada ketidakselesaan penghuni.

Suhu yang dibekal di Main Duct 16 °C db dan 14 °C wb adalah normal.

Suhu On Coil 25 °C db dan 18 °C wb adalah normal.

Suhu Chilled Water yang dibekal ialah 7 °C dan balik ialah 12 °C juga adalah normal.

Dengan ini faktor yang menyumbang kepada ketidakselesaian adalah seperti berikut:

- i. Jumlah udara bekal dari AHU adalah tidak mencukupi iaitu 9,200 CFM pada 5.4 kali per jam kadar pertukaran udara
- ii. Jumlah udara bekal kepada diffuser ruang pejabat adalah tidak mencukupi iaitu 7,200 CFM pada 4.3 kali per jam kadar pertukaran udara

Cadangan:

- Jumlah udara bekal di AHU perlu ditambah kepada rekabentuk asal iaitu dari 9,200 CFM kepada 16,526 CFM.
- Melakukan *balancing (keseimbangan)* semula di setiap *branch duct* dan *diffuser* mengikut rekabentuk asal.

e) Plant room

Penemuan:

Berdasarkan data yang didapati di 'Chiller Room', seperti yang ditunjukkan di atas, suhu 'chilled water' yang dibekal ialah 45.2 °F manakala yang keluar adalah 53.6 °F. Perbezaan tekanan 'condenser water' dicatatkan 20.7 psi dan tekanan chilled water yang dicatatkan ialah 43.6 psi.

Berdasarkan data yang didapati di 'Condenser' pula, seperti yang ditunjukkan di atas, suhu 'condenser water' yang dibekal ialah 86.0 °F manakala yang keluar pula adalah 91.3 °F. Perbezaan tekanan yang berada di 'condenser water' dicatatkan 17.1 psi sambil tekanan yang dicatatkan di "Condenser" tersebut ialah 110.6 psi.

Rujuk Lampiran B Jadual 9.

Ulasan:

Berdasarkan data-data yang dicatatkan di 'Chiller 1' ini, suhu chilled water bekal 45.2 °F dan balik 53.6 °F adalah boleh diterima. Ini kerana pada masa tersebut, Chiller beroperasi dalam keadaan *Part Load* (beban separa).

Suhu chilled water rekabentuk ialah 44 °F bekal dan balik 54 °F pada *Full Load* (beban penuh). Oleh itu, Chiller beroperasi dalam keadaan normal.

7. ULASAN KESELURUHAN

Berdasarkan pemerhatian keseluruhan, masalah tidak sejuk di bangunan ini adalah berpunca dari “air side” dan bukannya “water side”. Ini kerana data yang diambil di ‘plant room’ iaitu di chiller, adalah mengikut rekabentuk asal.

Sementara itu, di “air side”, faktor-faktor yang menyumbang kepada masalah ini adalah:

- Kadar pertukaran udara yang rendah berbanding rekabentuk asal yang ditetapkan.
- Jumlah udara di setiap diffuser adalah kurang daripada rekabentuk asal.

Perkara-perkara yang menyumbang kepada faktor-faktor di atas adalah:

- Kebocoran pada “supply duct” di dalam ruang siling sehingga terjadinya *bypass*.
- Ketidakeimbangan pengagihan udara (air distribution side).
- Jumlah udara bekul di AHU kurang daripada rekabentuk asal.

Cadangan pembaikan:

- Tambah jumlah udara di AHU tingkat 13 seperti rekabentuk asal.
- Mengenalpasti tempat kebocoran di “supply duct” seperti sambungan ke diffuser atau “branch duct” di tingkat 12.
- Membuat pengimbangan udara semula (*Re-balancing*) jumlah bekalan udara (supply air) mengikut rekabentuk asal pada:
 - *branch duct* di tingkat 12 dan 13
 - *diffuser* di tingkat 12 dan 13
- Mengenalpasti lokasi-lokasi *Outdoor Air Intake* dan saiz yang mengikut rekabentuk.

Disediakan oleh:

Wan Shah Wan Senik
Jurutera Mekanikal, J44
Unit Pakar Pengujian, Pentauliahan & Forensik

.....

Mohamad Norman B Ruslan
Jurutera Mekanikal, J41
Unit Pakar Pengujian, Pentauliahan & Forensik.

Disemak oleh:

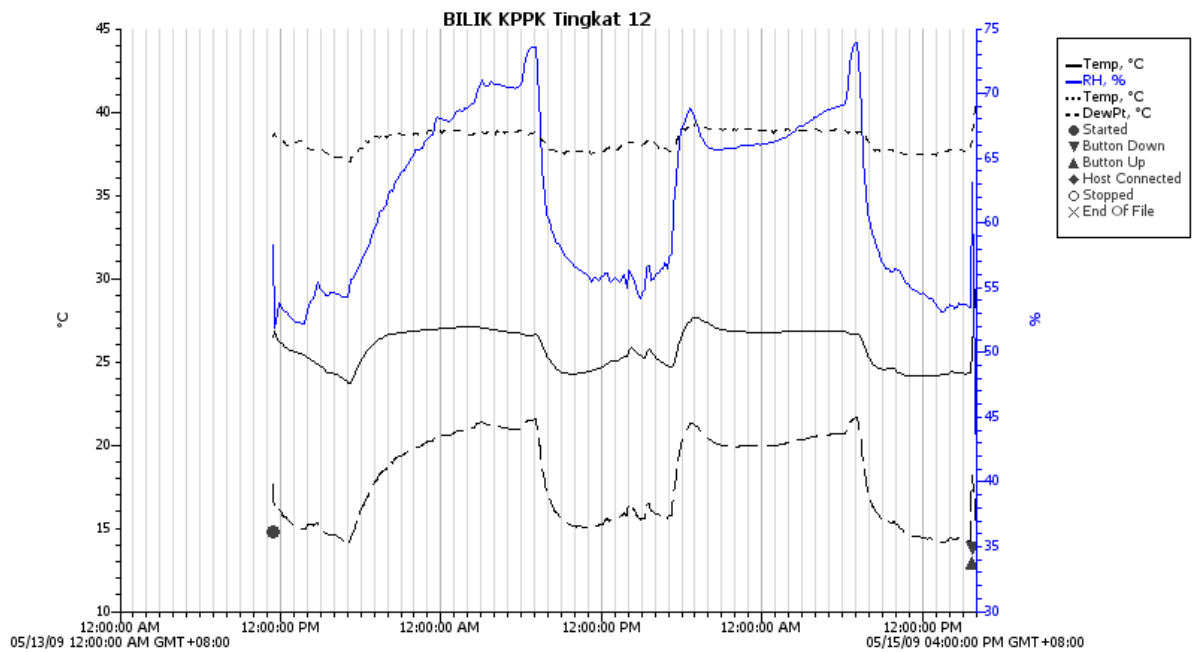
Ir. Hjh Aziah Bt Wan Abdullah
Jurutera Mekanikal Penguasa Kanan,
Cawangan Kejuruteraan Mekanikal

Disahkan oleh:

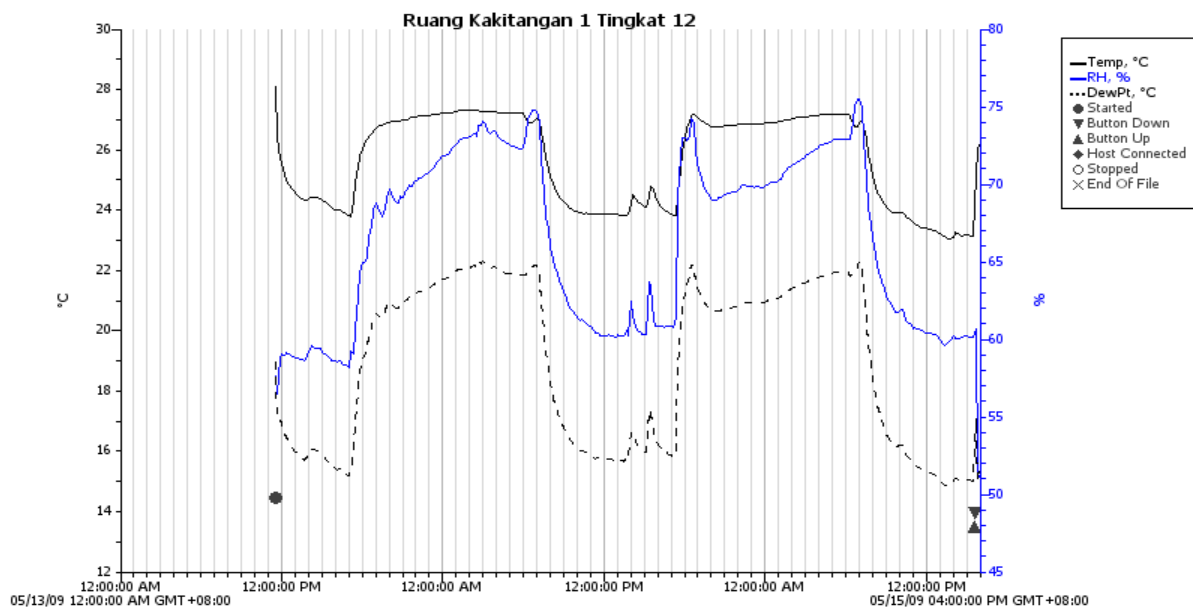
En. Hamdan B Abd Malek
Pengarah Pakar.
Cawangan Kejuruteraan Mekanikal

LAMPIRAN

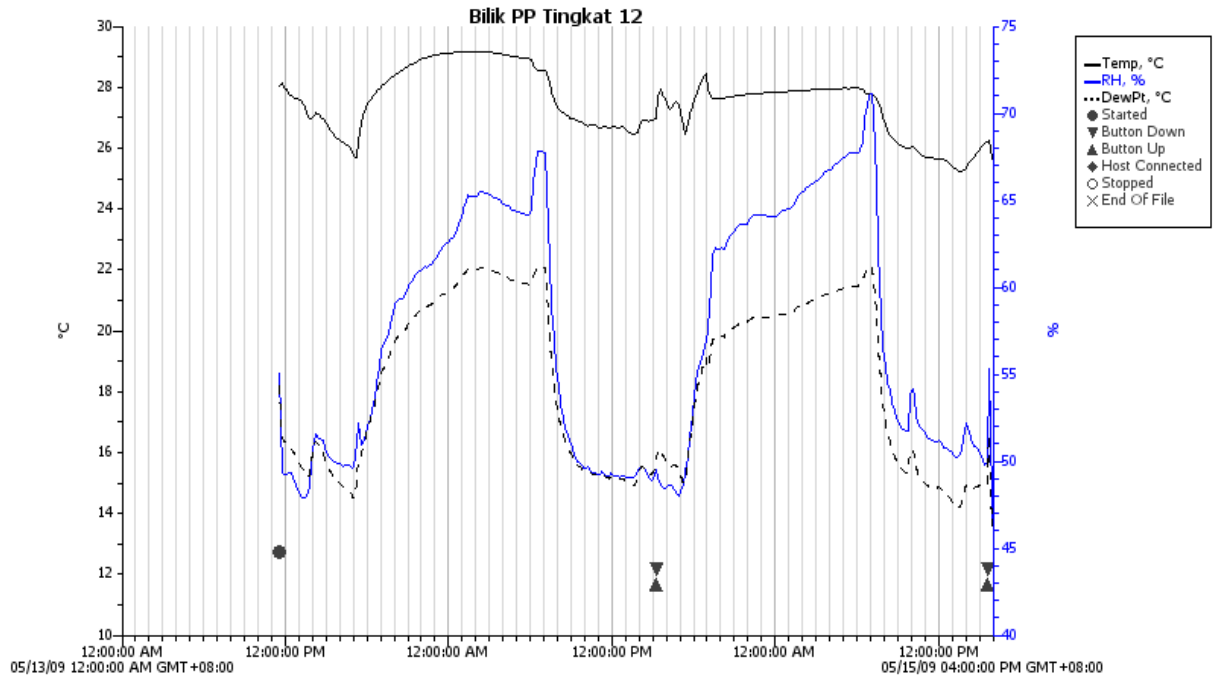
LAMPIRAN A GRAF



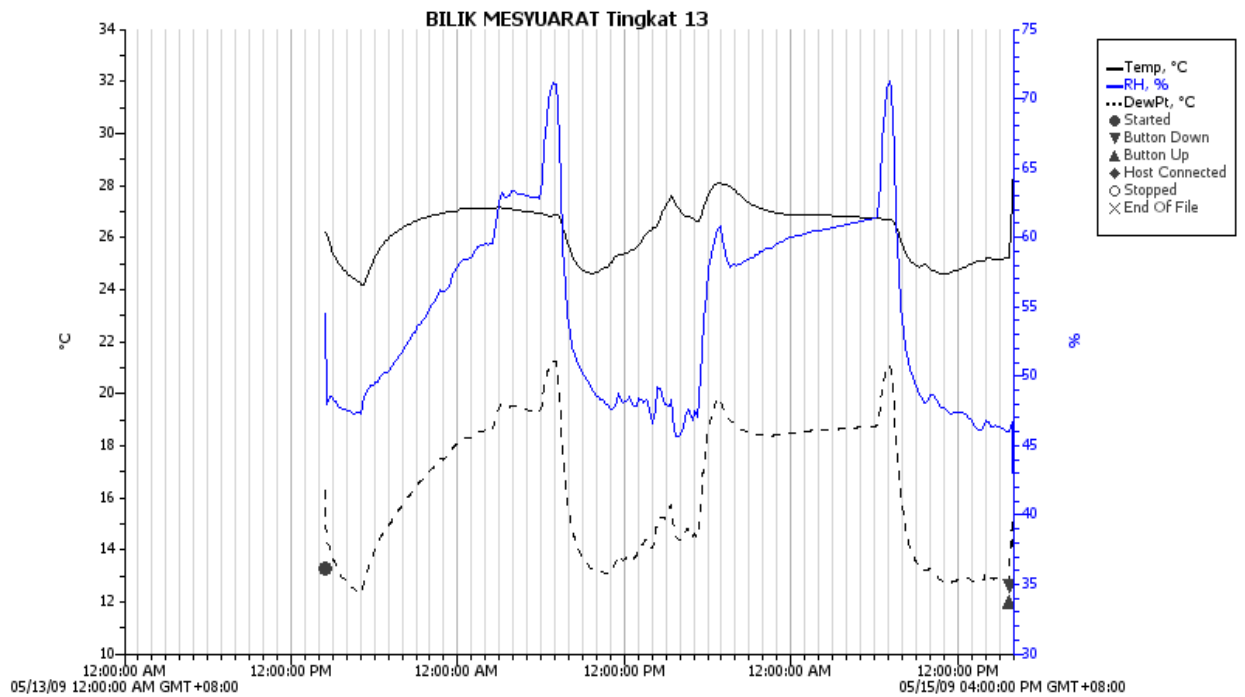
Graf 1: Graf menunjukkan bacaan menggunakan *data logger* di
Bilik KPPK di tingkat 12



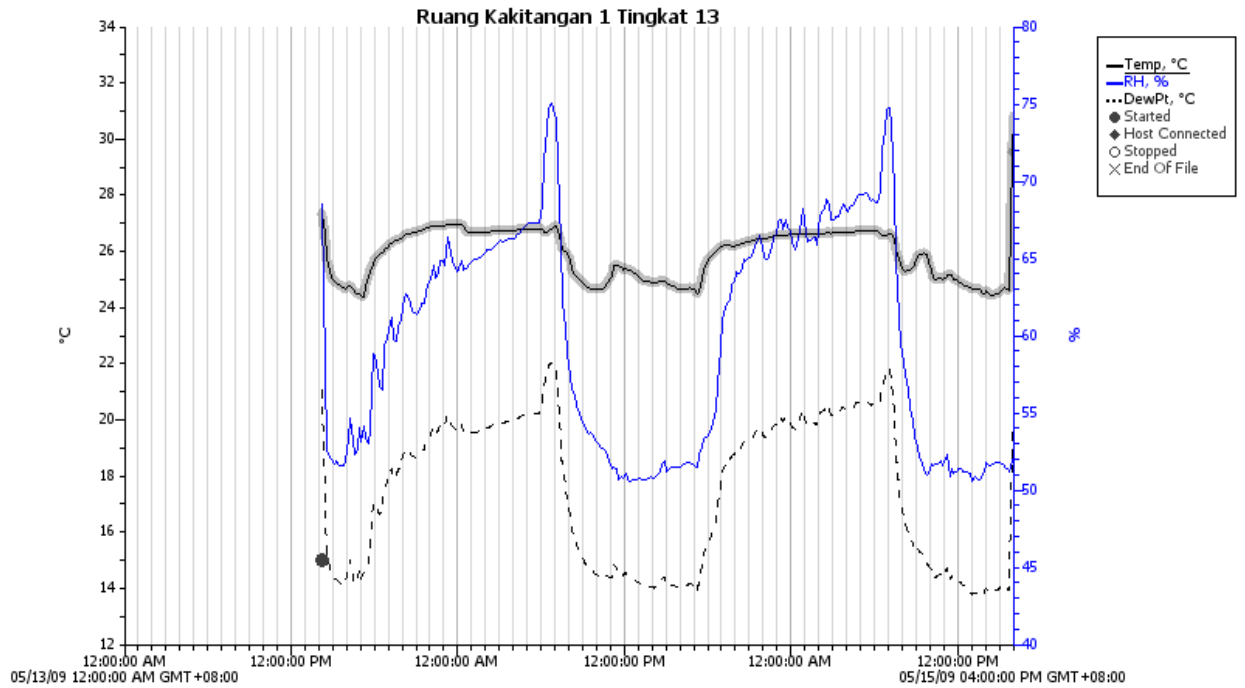
Graf 2: Graf menunjukkan bacaan menggunakan *data logger* di
Ruang Kakitangan 1 di tingkat 12



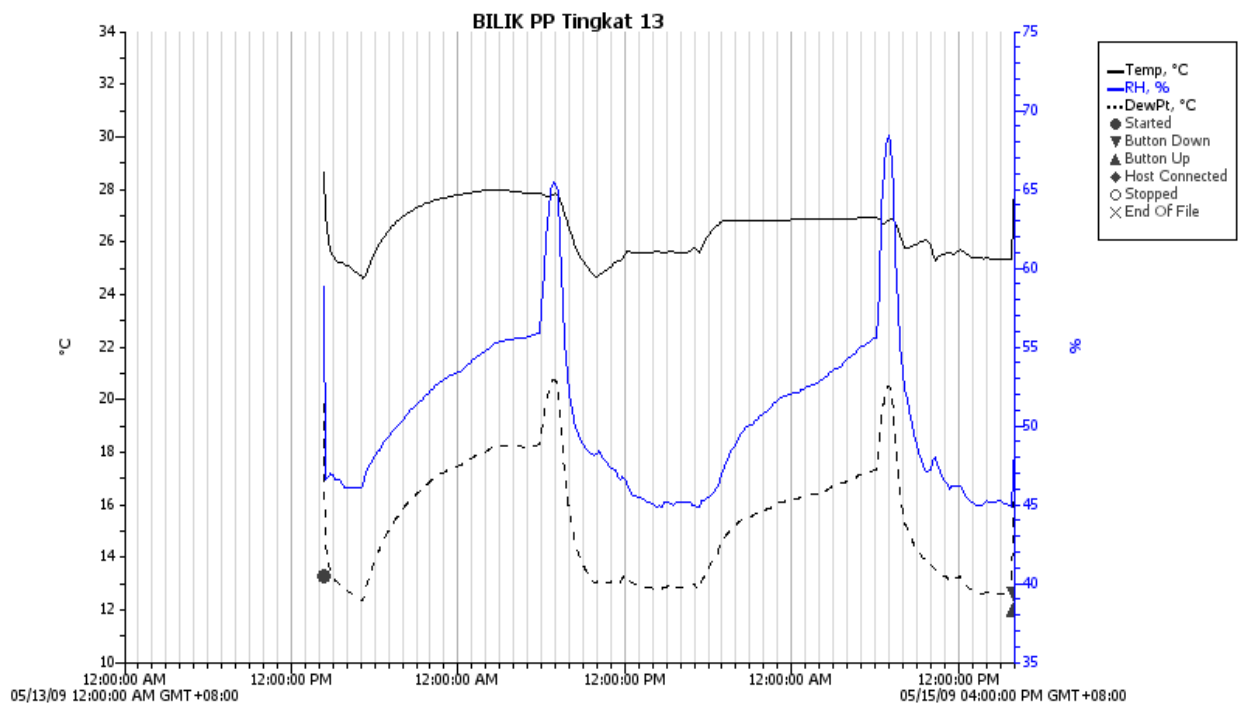
Graf 3: Graf menunjukkan bacaan menggunakan *data logger* di Bilik PP di tingkat 12



Graf 4: Graf menunjukkan bacaan menggunakan *data logger* di Bilik Mesyuarat di tingkat 13



Graf 5: Graf menunjukkan bacaan menggunakan *data logger* di Ruang Kakitangan 1 di tingkat 13



Graf 6: Graf menunjukkan bacaan menggunakan *data logger* di Bilik PP di tingkat 13

LAMPIRAN B JADUAL

Tarikh	Masa	Purata Suhu (°C)	Purata RH (%)	Suhu Puncak (°C)	Masa Puncak
13 Mei 2009	12pm – 5pm	25	55	26	12.00pm
	5pm – 8am	26	67	27	2.00am
14 Mei 2009	8am – 5pm	25	55	26	2.00pm
	5pm – 8am	27	67	28	7.00pm
15 Mei 2009	8am – 4pm	25	55	26	9.00am

Jadual 1: Bacaan *data logger* di Bilik KPPK di tingkat 12

Tarikh	Masa	Purata Suhu (°C)	Purata RH (%)	Suhu Puncak (°C)	Masa Puncak
13 Mei 2009	12pm – 5pm	24	57	25	1.00pm
	5pm – 8am	27	72	27.5	2.00am
14 Mei 2009	8am – 5pm	24	62	25	3.30pm
	5pm – 8am	27	72	27	6.00pm
15 Mei 2009	8am – 4pm	24	60	25	3.30pm

Jadual 2: Bacaan *data logger* di Ruang Kakitangan 1 di tingkat 12

Tarikh	Masa	Purata Suhu (°C)	Purata RH (%)	Suhu Puncak (°C)	Masa Puncak
13 Mei 2009	12pm – 5pm	27	50	27.5	1.00pm
	5pm – 8am	28	60	29	2.00am
14 Mei 2009	8am – 5pm	27	48	28	3.30pm
	5pm – 8am	28	67	28.5	7.00pm
15 Mei 2009	8am – 4pm	26	51	26.5	9.00am

Jadual 3: Bacaan *data logger* di Bilik PP di tingkat 12

Tarikh	Masa	Purata Suhu (°C)	Purata RH (%)	Suhu Puncak (°C)	Masa Puncak
13 Mei 2009	2pm – 5pm	25	47	26	2.30pm
	5pm – 8am	27	60	27	1.00am
14 Mei 2009	8am – 5pm	26	47	27.5	3.30pm
	5pm – 8am	27	60	28	7.00pm
15 Mei 2009	8am – 4pm	25	47	26	8.30am

Jadual 4: Bacaan *data logger* di Bilik Mesyuarat di tingkat 13

Tarikh	Masa	Purata Suhu (°C)	Purata RH (%)	Suhu Puncak (°C)	Masa Puncak
13 Mei 2009	2pm – 5pm	25	54	26	2.30pm
	5pm – 8am	27	60	27	12.00am
14 Mei 2009	8am – 5pm	25	50	26	5.00pm
	5pm – 8am	27	67	27	7.00am
15 Mei 2009	8am – 4pm	25	52	26	9.30am

Jadual 5: Bacaan *data logger* di Ruang Kakitangan 1 di tingkat 13

Tarikh	Masa	Purata Suhu (°C)	Purata RH (%)	Suhu Puncak (°C)	Masa Puncak
13 Mei 2009	2pm – 5pm	25	46	26	3.00pm
	5pm – 8am	28	54	28	3.00am
14 Mei 2009	8am – 5pm	26	45	26	9.00am
	5pm – 8am	27	53	27	5.00am
15 Mei 2009	8am – 4pm	26	45	26	10.00am

Jadual 6: Bacaan *data logger* di Bilik PP di tingkat 13

Measured CFM Total	Measured AC/Hr	Volume (ft³)	Design CFM Total	Design AC/Hr
3,000	4.73	37,961	6,175	9.76

Jadual 7: Jumlah udara dan kadar pertukaran udara di zon V-VIII
(pejabat JKR) di tingkat 12

Measured CFM Total	Measured AC/Hr	Volume (ft³)	Design CFM Total	Design AC/Hr
7,200	4.27	101,453	16,526	9.77

Jadual 8: Jumlah udara dan kadar pertukaran udara di
pejabat JKR di tingkat 13

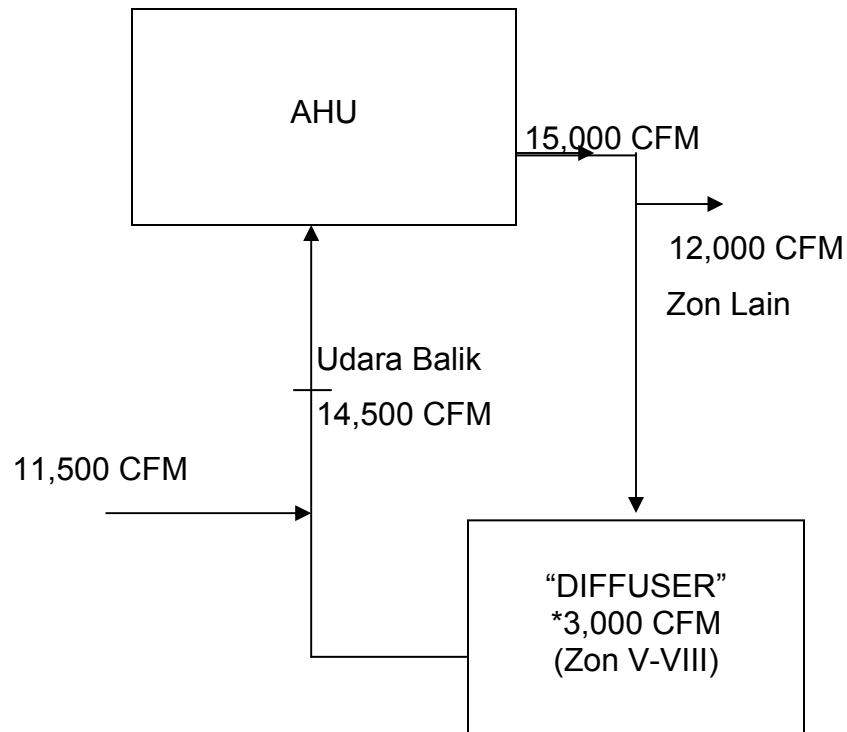
CHILLER NO 1

Chilled Water Delta P	20.7 PSI
Entering Chilled Water	53.6 F
Leaving Chilled Water	45.2 F
Chiller Water Delta T	8.4 ^ F
Chiller Water pull down/min	-0.2^F
Evaporator Refrig Temp	44.6 F
Evaporator Pressure	43.6 PSI
Evaporator Approach	0.6^F
Condenser Water Delta P	17.1 PSI
Entering Condenser Water	86.0 F
Leaving Condenser Water	91.3 F
Condenser refig Temp	93.3 F
Condenser Water Delta P	17.1 PSI
Entering Condenser Water	85.9 F
Leaving Condenser Water	91.3 F
Condenser Refrig Temp	93.2 F
Condenser Pressure	110.6 PSI
Condenser Approach	1.8 ^F
Hot Gas Bypass relay	Off
Surge / HGBP Active?	No
Active Delta P	66.9 PSI
Active Delta T	8.4 ^F
Surge / HGBP Delta T	7.3 ^ F
Head Pressure Reference	100.0 %

Jadual 9: Bacaan Data di *Chiller*

LAMPIRAN C RAJAH

AHU TINGKAT 12

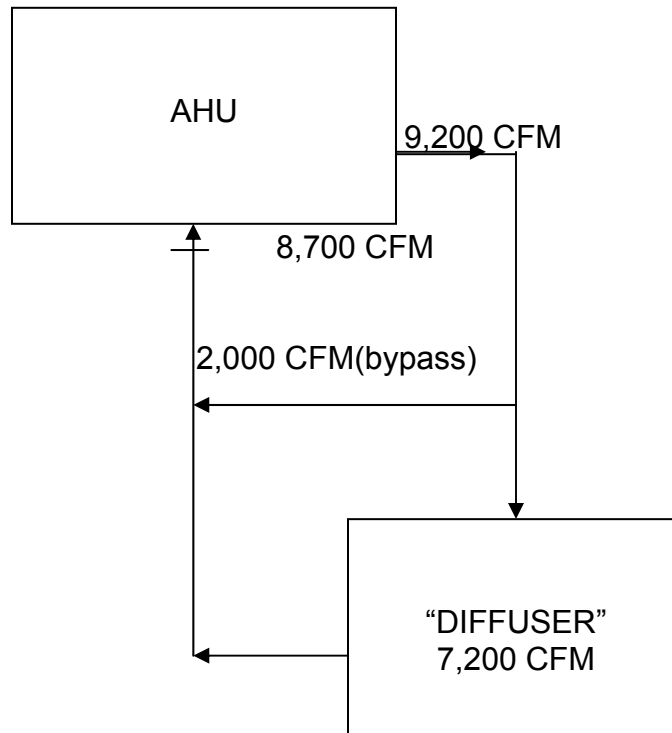


Nota: Ralat bacaan ialah 500CFM untuk udara bekal

Rajah 1: Jumlah udara yang dicatat di Sistem Penyaman Udara Ting. 12

* disebabkan jumlah CFM dicatat untuk zon V-VIII sahaja, jumlah sebenar untuk keseluruhan tingkat 12 ini tidak dapat diambil.

AHU TINGKAT 13



Nota: Ralat bacaan 500CFM untuk udara balik.

Rajah 2: Jumlah udara yang dicatat di Sistem Penyaman Udara Ting. 13

LAMPIRAN D PENGIRAAN

Bilik AHU Tingkat 12:

Brand: Carrier

Mode: 39 EB 32

Serial: 25A 202250

Area Return Duct:

8.6ft²

Average Air Flow (m/s) = 8.6 m/s

Calculation air ft per meter:

$$8.6 \text{ m/s} \times \frac{60 \text{ sec}}{1 \text{ min}} \times \frac{3.28 \text{ ft}}{1 \text{ m}} = 1692.5 \text{ ft/m}$$

$$\begin{aligned} \text{Calculation CFM} &= \text{Area (ft}^2\text{)} \times \text{air ft per meter (ft/m)} \\ &= 8.6 \times 1692.5 \\ &\approx \underline{\underline{14,500 \text{ CFM (UDARA BALIK)}}} \end{aligned}$$

Area Filter:

32 ft²

Average Air Flow (m/s) = 2.4 m/s

Calculation air ft per meter:

$$2.4 \text{ m/s} \times \frac{60 \text{ sec}}{1 \text{ min}} \times \frac{3.28 \text{ ft}}{1 \text{ m}} = 472.3 \text{ ft/m}$$

$$\begin{aligned} \text{Calculation CFM} &= \text{Area (ft}^2\text{)} \times \text{air ft per meter (ft/m)} \\ &= 32 \times 472.3 \\ &\approx \underline{\underline{15,000 \text{ CFM (UDARA BEKAL)}}} \end{aligned}$$

Bilik AHU Tingkat 13:

Brand: Carrier

Mode: 39 EB 32

Serial: 25A 202253

Area Return Duct:

10ft²

Average Air Flow (m/s) = 4.4 m/s

Calculation air ft per meter:

$$4.4 \text{ m/s} \times \frac{60 \text{ sec}}{1 \text{ min}} \times \frac{3.28 \text{ ft}}{1 \text{ m}} = 865.9 \text{ ft/m}$$

Calculation CFM = Area (ft²) x air ft per meter (ft/m)

$$= 10 \times 865.9$$

≈ 8,700 CFM (UDARA BALIK)

Area Filter:

36ft²

Average Air Flow (m/s) = 1.3 m/s

Calculation air ft per meter:

$$1.3 \text{ m/s} \times \frac{60 \text{ sec}}{1 \text{ min}} \times \frac{3.28 \text{ ft}}{1 \text{ m}} = 255.8 \text{ ft/m}$$

Calculation CFM = Area (ft²) x air ft per meter (ft/m)

$$= 36 \times 255.8$$

≈ 9,200 CFM (UDARA BEKAL)