

ID	CKM.BPK.FC/FR/03/10
VERSI	00
TARIKH	05.04.2010



LAPORAN FORENSIK

FR 3/2010

LAPORAN MASALAH SUHU DAN SISTEM PENGALIH UDARAAN MEKANIKAL DAN PENYAMAN UDARA (MVAC), ARAS 2, 3 & 4, PEJABAT JKPP, BLOK D3, KOMPLEKS D, PUTRAJAYA

*Seksyen Pembangunan Kepakaran
Cawangan Kejuruteraan Mekanikal
Ibu Pejabat JKR Malaysia*



ISI KANDUNGAN

1.0	PENDAHULUAN	2
2.0	OBJEKTIF	2
3.0	LATAR BELAKANG PROJEK	3
4.0	PASUKAN FORENSIK	4
5.0	METHODOLOGI	5
5.1	Laporan daripada Jabatan Keselamatan Dan Kesihatan Pekerjaan (JKKP).....	5
5.2	Pemeriksaan di bilik AHU.....	5
5.3	Pengambilan Data.....	5
6.0	DESKRIPSI SISTEM	5
7.0	LAPORAN PEMERIKSAAN	6
8.0	PENEMUAN DAN ULASAN	7
8.1	Bilik AHU 1 Aras 3 (D3/L3/1).....	7
8.2	Bilik AHU 2 Aras 3 (D3/L3/2).....	8
8.3	Bilik Pengarah Pn. Muaziah Abd Rahman (Industrial Safety)	10
8.4	Bilik Timb. Pengarah En. Nor Azman B. Soud (Major Hazard)	11
8.5	Bilik Timb. Pengarah En. Mohd Yani (Major Hazard)	13
8.6	Lain-lain Penemuan	14
9.0	ULASAN KESELURUHAN.....	15
10.0	CADANGAN TINDAKAN PEMBETULAN	16
11.0	KESIMPULAN	17



**LAPORAN MASALAH SUHU DAN SISTEM PENGALIHUDARAAN MEKANIKAL DAN
PENYAMAN UDARA (MVAC), BLOK D3, KOMPLEKS D, PUTRAJAYA.**

1.0 PENDAHULUAN

Jabatan Keselamatan Dan Kesihatan Pekerjaan (JKKP) telah membuat aduan mengenai masalah suhu dan sistem Pengalihudaraan Mekanikal dan Penyaman Udara (MVAC) di Bangunan Kementerian Sumber Manusia, Aras 2,3 & 4, Blok D3, Kompleks D, Putrajaya, kepada Cawangan Kejuruteraan Mekanikal pada bulan Febuari 2010.

Kontraktor selenggaraan telah melakukan tindakan pembetulan namun masalah yang dihadapi tetap berlaku. Oleh itu, Jabatan Keselamatan Dan Kesihatan Pekerjaan (JKKP) ingin mendapatkan nasihat teknikal sebelum kerja-kerja pembaikan susulan dilaksanakan oleh pihak kontraktor.

Oleh itu, Unit Pengujian, Pentauliahan Dan Forensik dari Cawangan Kejuruteraan Mekanikal Ibu Pejabat telah membuat pemeriksaan bersama-sama dengan beberapa pegawai JKKP dan staf kontraktor selenggara selama satu (1) hari iaitu pada 8 Mac 2010.

2.0 OBJEKTIF

Objektif pemeriksaan ini dijalankan adalah seperti berikut :

- 1) Mengenalpasti masalah dan punca-punca
- 2) Memberi cadangan pembetulan dan pencegahan



3.0 LATAR BELAKANG PROJEK

Berikut latar belakang projek di Bangunan Kementerian Sumber Manusia, Blok D3, Kompleks D, Putrajaya,

Ringkasan Projek:

Nama Projek : Perkhidmatan Pengurusan Penyelenggaraan Dan Operasi Secara Komprehensif Bagi Kerja-kerja Mekanikal & Elektrik di Blok D1, D2, D3, D4, D5 & D10, Kompleks D, Putrajaya.

Blok D3 - Cadangan Bangunan Pejabat 9 Tingkat Serta Satu Tingkat Basement Untuk Ruang Memakir Dan Kemudahan Utiliti.

Tahun Siap : 2000

Kontraktor Utama : Putra Perdana Construction Sdn. Bhd

Kontraktor A/C : Labtech Sdn Bhd

Kontraktor

Penyelenggaraan : TMR Urusharta (M) Sdn Bhd

Mula Selenggara : 2009

Jenis Selenggaraan : Komprehensif

Kaedah Perolehan : Design & Built

M&E : Vy Consult Consulting Engineers



4.0 PASUKAN FORENSIK

- | | |
|------------------------------|---|
| a) En. Wan Shah Wan Senik | Jurutera Mekanikal, J44 |
| | Unit Pakar Pengujian, Pentaulliahan & Forensik. |
| | Cawangan Kejuruteraan Mekanikal |
| b) En. Mohamad Norman Ruslan | Jurutera Mekanikal, J41 |
| | Unit Pakar Pengujian, Pentaulliahan & Forensik. |
| | Cawangan Kejuruteraan Mekanikal |
| c) En. Muhd Zulkifli Idris | Jurutera Mekanikal, J41 |
| | Unit Pakar Pengujian, Pentaulliahan & Forensik. |
| | Cawangan Kejuruteraan Mekanikal |
| d) En. Noor Hamizan Din | Penolong Jurutera Mekanikal Kanan, J36 |
| | Unit Pakar Pengujian, Pentaulliahan & Forensik. |
| | Cawangan Kejuruteraan Mekanikal |
| e) En. Zulakmal Ahmad Zaki | Juruteknik Mekanikal, J17 |
| | Unit Pakar Pengujian, Pentaulliahan & Forensik. |
| | Cawangan Kejuruteraan Mekanikal |



5.0 METHODOLOGI

Kaedah yang digunakan semasa melakukan pemeriksaan adalah seperti berikut:

- 5.1 Laporan daripada Jabatan Keselamatan Dan Kesihatan Pekerjaan (JKKP). Masalah yang dihadapi adalah suhu bilik yang terlalu sejuk, kandungan karbon dioksida yang tinggi dan kadar pertukaran udara yang rendah.
- 5.2 Pemeriksaan di bilik AHU.
Pemeriksaan pada dua *Air Handling Unit (AHU)* di aras 3.
- 5.3 Pengambilan Data
Pengambilan sampel data secara manual di tempat-tempat yang mengalami masalah suhu seperti yang diadu.

6.0 DESKRIPSI SISTEM

6.1 Jenis sistem penyaman udara

Sistem penyaman udara yang digunakan di bangunan yang didiami Jabatan Keselamatan Dan Kesihatan Pekerjaan (JKKP) ini adalah Sistem *Gas District Cooling (GDC)*. Pengagihan udara bekal ke ruang pejabat pula menggunakan *Variable Air Volume (VAV)*. Sistem penyaman udara ini dikawal sepenuhnya oleh *Building Control System (BCS)*. Butir-butir sistem penyaman udara adalah seperti berikut:

a) Tingkat 2

AHU 1	: D3AHU2-1	AHU 2	: D3AHU2-2
Jenama	: Dunham Bush	Jenama	: Dunham Bush
Model	: AHDAF 180 HM	Model	: AHDAF 240 HM
Qty. VAV	: 20 Units	Qty. VAV	: 20 units
Jen. VAV	: Pottoref-Quicktech	Jenama VAV	: Pottoref-Quicktech



b) Tingkat 3

AHU 1	: D3AHU3-1	AHU 2	: D3AHU3-2
Jenama	: Dunham Bush	Jenama	: Dunham Bush
Model	: AHDAF 180 HM	Model	: AHDAF 240 HM
Qty. VAV	: 19 units	Qty. VAV	: 24 units
Jen. VAV	: Pottoref-Quicktech	Jenama VAV	: Pottoref-Quicktech

c) Tingkat 4

AHU 1	: D3AHU3-1	AHU 2	: D3AHU3-2
Jenama	: Dunham Bush	Jenama	: Dunham Bush
Model	: AHDAF 240 HM	Model	: AHDAF 240 HM
Qty. VAV	: 24 units	Qty. VAV	: 25 units
Jen. VAV	: Pottoref-Quicktech	Jenama VAV	: Pottoref-Quicktech

7.0 LAPORAN PEMERIKSAAN

Beberapa lokasi di aras 3 yang telah dibuat pemeriksaan:

- a) Bilik AHU 1
- b) Bilik AHU 2
- c) Bilik Pengarah Pn. Muaziah Abd Rahman (Industrial Safety)
- d) Bilik Timb. Pengarah En. Nor Azman B. Soud (Major Hazard)
- e) Bilik Timb. Pengarah En. Mohd Yani (Major Hazard)
- f) Lain-lain penemuan

8.0 PENEMUAN DAN ULASAN

8.1 Bilik AHU 1 Aras 3 (D3/L3/1)

Penemuan:

Masalah yang dihadapi ialah suhu terlalu sejuk dan kandungan karbon dioksida yang tinggi.

Semasa pemeriksaan pada pukul 3.50 pm, *Fresh Air Damper* di bilik AHU 1 didapati tertutup ketika sistem penyaman udara beroperasi. Bacaan bukaan *Fresh Air Damper* yang dicatatkan adalah 0.0% di panel kawalan (lihat Gambar 1). Daripada pemeriksaan, didapati signal dan juga *interlocking* antara *Fresh Air Damper* dan BCS berfungsi dengan baik. Bacaan tetapan kandungan karbon dioksida (*setpoint CO2*) pada *BCS Station* bagi aras ini ialah 400 ppm.

Suhu yang disukat di *Main Duct (off coil)* adalah 16.5 °C db/15 °C wb dan nilai RH ialah 90%.

Suhu *On Coil* ialah 22 °C db/17.5 °C wb dan nilai RH ialah 64%.

Suhu *Chilled Water* yang dicatatkan ialah 8 °C pada tekanan 80 psi dan suhu *Chilled Water* yang balik pula ialah 17 °C pada tekanan 80 psi.

(Rujuk Lampiran B untuk lihat data lengkap yang telah dicatat)

Ulasan:

Fresh Air Damper di bilik AHU sepatutnya tidak tertutup rapat bagi membenarkan udara luar masuk ke dalam kitaran udara dalam sistem penyaman udara. Mengikut amalan kejuruteraan yang baik, kebiasaannya jumlah udara luar yang masuk adalah 10% daripada jumlah udara bekal (*supply air*) sistem penyaman udara. Campuran antara sedikit udara luar ini dan udara bekal menjadi penyumbang kepada suhu kualiti yang baik di dalam pejabat. Kekurangan jumlah udara luar ke dalam bangunan memberi kesan kepada keselesaan pengguna sebagaimana yang diadukan oleh pelanggan. Berdasarkan data yang telah diambil dan diplot pada *Psychrometric Chart*, suhu *on coil* tidak berada pada garisan antara *outside air* dan *room condition* disebabkan tiada kemasukan udara luar. (rujuk Lampiran C)



Walaupun terdapat *interlocking* antara BCS dan juga *actuator* pada *Fresh Air Damper*, tetapi tetapan bukaan *Fresh Air Damper* pada kawalan BCS tidak mengikut tetapan kandungan karbon dioksida di dalam bangunan. Bacaan tetapan karbon dioksida adalah terlalu rendah menyebabkan *damper* tersebut tertutup sepanjang masa.. Kandungan karbon dioksida dalam bangunan mestilah di bawah 1000 ppm. Tetapan yang baik pada BCS antara 700-800 ppm.

Suhu udara bekal dicatatkan adalah mengikut amalan kejuruteraan yang baik. Walaubagaimanapun, suhu udara balik adalah terlalu sejuk iaitu 22 °C db/17.5 °C wb. *Suhu Chilled Water* bekal dan *Chilled Water* balik juga adalah mengikut spesifikasi yang ditetapkan.

Cadangan:

- Periksa dan pastikan tetapan bukaan *Fresh Air Damper* pada kawalan BCS mengikut jumlah kandungan karbon dioksida dalam bangunan iaitu di bawah 1000 ppm.
- Periksa dan pastikan kejituan bacaan pada sensor karbon dioksida sama dengan bacaan pada kawalan BCS.
- Pastikan tetapan kandungan karbon dioksida pada kawalan BCS bagi membuka *fresh air damper* ialah antara 700-800 ppm.
- Pastikan udara luar yang masuk mestilah minimum 10% daripada bukaan penuh *fresh air damper*.

8.2 Bilik AHU 2 Aras 3 (D3/L3/2)

Penemuan:

Masalah yang dihadapi ialah suhu terlalu sejuk dan kandungan karbon dioksida yang tinggi.

Semasa pemeriksaan pada pukul 11.30 am, *Fresh Air Damper* di bilik AHU 2 didapati tertutup ketika sistem penyaman udara beroperasi (lihat Gambar 2). Bacaan bukaan *Fresh Air Damper* yang dicatatkan adalah 0.0% di panel kawalan. Daripada pemeriksaan, didapati isyarat kawalan dan juga *interlocking* antara



actuator pada *Fresh Air Damper* dan BCS berfungsi dengan baik. Bacaan tetapan kandungan karbon dioksida (*setpoint CO2*) pada *BCS Station* bagi aras ini ialah 400 ppm.

Selepas pengujian pengukuran signal kawalan pada *Fresh Air Damper* dilakukan, bacaan dicatatkan 0.8Vdc pada bukaan *damper* tersebut 80%.

Bacaan *voltage* pada *motorize valve* ialah 4.6Vdc pada bukaan 46%.

Suhu yang disukat di *Main Duct (off coil)* adalah 18 °C db/16.5 °C wb dan nilai RH ialah 86% .

Suhu *On Coil* ialah 20.5 °C/18 °C wb dan nilai RH ialah 78%.

Suhu *Chilled Water* yang dibekal tidak dapat ditentukan kerana kerosakan termometer.

(Rujuk Lampiran B untuk lihat data lengkap yang telah dicatat)

Ulasan:

Fresh Air Damper di bilik AHU sepatutnya tidak tertutup rapat bagi membenarkan udara luar masuk ke dalam kitaran udara dalam sistem penyaman udara. Mengikut amalan kejuruteraan yang baik, kebiasaannya jumlah udara luar yang masuk adalah 10% daripada jumlah udara bekal (*supply air*) sistem penyaman udara. Campuran antara sedikit udara luar ini dan udara bekal menjadi penyumbang kepada suhu kualiti yang baik di dalam pejabat. Kekurangan jumlah udara luar ke dalam bangunan memberi kesan kepada keselesaan pengguna sebagaimana yang diadukan oleh pelanggan.

Walaupun terdapat *interlocking* antara BCS dan juga *actuator* pada *Fresh Air Damper*, tetapi *damper* di bilik AHU tidak terbuka. Tetapan karbon dioksida adalah terlalu rendah menyebabkan *damper* tersebut tertutup sepanjang masa. Tindakan pembetulan segera dilakukan oleh pasukan forensik di tapak dengan cara melakukan pengujian tetapan kandungan karbon dioksida bagi membolehkan *fresh air damper* berfungsi. Setelah berjaya, tetapan kandungan karbon dioksida ditingkatkan kepada 700 ppm.



Signal kawalan pada *Fresh Air Damper* berfungsi dengan baik apabila pengujian di tapak dilakukan. Bacaan pada *motorize valve* adalah boleh diterima pada bukaan tersebut.

Suhu udara bekal dicatatkan adalah mengikut amalan kejuruteraan yang baik. Walaubagaimanapun, suhu udara balik adalah terlalu sejuk iaitu 20.5 °C db/18 °C wb.

Cadangan:

- Periksa dan pastikan tetapan bukaan *Fresh Air Damper* pada kawalan BCS mengikut jumlah kandungan karbon dioksida dalam bangunan iaitu di bawah 1000 ppm.
- Periksa dan pastikan kejituan bacaan pada sensor karbon dioksida sama dengan bacaan pada kawalan BCS.
- Pastikan tetapan kandungan karbon dioksida pada kawalan BCS bagi membuka *fresh air damper* ialah antara 700-800 ppm.
- Pastikan udara luar yang masuk mestilah minimum 10% daripada bukaan penuh *fresh air damper*.

8.3 Bilik Pengarah Pn. Muaziah Abd Rahman (Industrial Safety)

Penemuan:

Masalah yang dihadapi di bilik ini ialah suhu yang terlalu sejuk.

Udara bekal ke bilik ini dikawal oleh *VAV Box* (VAV-L3-1) yang terdapat di atas ruangan siling. Komunikasi antara *VAV box* dan BCS tidak berfungsi dengan baik. Pemeriksaan mendapati bekalan kuasa *current transformer (CT)* yang dihantar ke *actuator* pada VAV box berfungsi dengan baik. Tetapi isyarat daripada BCS tidak dapat diterima oleh kawalan pada *VAV box* tersebut.

Ulasan:

Suhu asal bilik yang di laporkan adalah terlalu sejuk dan tidak mengikut spesifikasi dalam sesebuah bangunan pejabat.

Setelah tindakan pembetulan yang dilakukan di bilik AHU (rujuk ulasan 8.2), suhu yang dicatatkan di bilik ini adalah 23 °C. Suhu ini adalah mengikut spesifikasi yang telah ditetapkan bagi sesebuah bangunan pejabat.

Penemuan pada *VAV box* pula menunjukkan kawalan pada alat ini tidak berfungsi dengan baik. Isyarat daripada BCS tidak dapat diterima oleh alat kawalan (*controller*) pada *VAV box*. *VAV box* tidak dapat mengawal jumlah udara bekul yang masuk ke dalam bilik mengikut suhu yang ditetapkan.

Cadangan:

Alat kawalan (*controller*) pada *VAV box* perlu dibaiki atau ditukarkan dengan yang baru jika perlu supaya isyarat yang dihantar dari BSC dapat diterima oleh *VAV box* tersebut.

8.4 Bilik Timb. Pengarah En. Nor Azman B. Soud (Major Hazard)

Penemuan:

Masalah yang dihadapi di bilik ini ialah suhu yang terlalu sejuk.

Terdapat dua unit *supply diffuser* di bilik ini dengan bacaan purata halaju udara masing-masing ialah 0.7 m/s dan 1 m/s. Salah satu dari *diffuser* berkenaan berada di atas meja kerja pegawai. Semasa pemeriksaan dijalankan, didapati pegawai berkenaan telah menutup sedikit *damper diffuser* tersebut bagi mengurangkan kesejukan.

Ulasan:

Suhu asal bilik yang dilaporkan adalah terlalu sejuk dan tidak mengikut spesifikasi dalam sesebuah bangunan pejabat.

Walaupun suhu yang dicatatkan semasa hari pemeriksaan adalah mengikut amalan kejuruteraan yang baik. Keadaan ini disebabkan oleh



tindakan menutup *dampers* pada salah satu *diffuser* dalam bilik tersebut. Ini menyebabkan bacaan halaju udara bekal pada *diffuser* tidak mengikut amalan kejuruteraan yang baik. Halaju udara bekal pada *diffuser* mestilah antara 1 m/s - 2 m/s.

Halaju udara yang rendah mempengaruhi jumlah udara bekal bilik ini. Manakala, jumlah udara yang rendah menyebabkan kadar pertukaran udara juga rendah. Kadar pertukaran bilik ini dicatat 4.59 kali per jam (rujuk Lampiran B). Amalan kejuruteraan yang baik bagi kadar pertukaran udara dalam bangunan pejabat ialah 6 hingga 10 kali per jam.

Suhu bilik yang terlalu sejuk sebenarnya adalah disebabkan oleh bukaan saluran udara pada *VAV box* tidak mengikut ketetapan suhu pada *thermostat*. Keadaan ini berlaku kerana *thermostat* tidak berada dalam bilik tersebut, sebaliknya berada pada bilik yang bersebelahan.

Tindakan pembetulan segera ke atas bilik ini telah dilakukan oleh pasukan forensik di tapak dengan cara mengubah semula tetapan suhu pada kawalan BCS. Suhu baru yang telah ditetapkan adalah 22 °C. Sejurus tetapan suhu dilakukan, suhu yang dicatatkan ialah 23.5 °C db dan 18.5 °C wb. Bacaan kelembapan relatif RH dicatatkan adalah 62%. Bacaan halaju udara bagi kedua-dua *diffuser* juga berubah iaitu 1.4 m/s dan 1.2 m/s. Ini adalah boleh diterima. Kadar pertukaran udara juga turut berubah kepada 7 kali per jam (rujuk Lampiran B).

Cadangan:

- Pihak kontraktor selenggara perlu mengekalkan tetapan suhu yang telah dilakukan oleh pasukan forensik. Suhu yang dicadangkan ialah 22 °C.
- Pengagihan dan pengimbangan udara bekal ke bilik tersebut perlu dilakukan semula. Halaju udara bekal pada *diffuser* perlu mengikut amalan kejuruteraan yang baik.
- Lokasi termostat mestilah berada pada zon yang sepatutnya.

8.5 Bilik Timb. Pengarah En. Mohd Yani (Major Hazard)

Penemuan:

Masalah yang dihadapi di bilik ini ialah keadaan yang tidak selesa. Pemeriksaan pada pukul 3.20 pm mendapati suhu yang dicatatkan ialah 23.5 °C db dan 18.5 °C wb. Bacaan kelembapan relatif RH dicatatkan adalah 62%.

Terdapat satu unit *supply diffuser* di bilik ini dengan bacaan purata halaju udara 0.8 m/s. Semasa pemeriksaan dijalankan, didapati pegawai ini telah membuka tingkap bagi membenarkan udara luar masuk ke bilik disebabkan keadaan yang tidak selesa.

Ulasan:

Keadaan asal bilik yang dilaporkan adalah tidak selesa kepada pengguna. Walaupun suhu yang dicatatkan adalah mengikut amalan kejuruteraan yang baik, kadar pertukaran udara yang dicatatkan adalah rendah iaitu 2.2 kali per jam. Keadaan ini berlaku sebelum tindakan pembetulan dilakukan di bilik sebelah(bilik En.Nor Azman).

Udara bekal bagi kedua-dua bilik ini berkongsi *VAV box* yang sama. Apabila bukaan *damper* pada *VAV box* telah ditetapkan semula, udara bekal yang memasuki bilik telah berubah. Walaubagaimapun, halaju udara yang sepatutnya pada bilik tersebut mestilah minimum 1 m/s bagi mencapai suhu bilik 23 °C.

Seperti juga bilik En. Norazman, apabila tindakan pembetulan dilakukan, kadar pertukaran udara yang dicatat berubah dari 2.2 kali per jam ke 7.6 kali per jam. (rujuk Lampiran B)

Cadangan:

- *Damper* pada *diffuser* perlu dilaraskan semula bagi mencapai halaju udara bekal yang sepatutnya bagi ruang pejabat.
- Pengagihan dan pengimbangan udara bekal ke bilik tersebut perlu dilakukan semula.



8.6 Lain-lain Penemuan

Semasa pemeriksaan, dinding luar bilik AHU 2 aras 3 dibahagian tangga terdapat kesan pembentukan kulat (lihat Gambar 3). Keadaan yang sama juga didapati pada laluan tangga aras 2 dan 4.

Ulasan:

Berdasarkan penemuan di atas, gejala pembentukan kulat ini menunjukkan berpunca dari kondensasi. Ini berlaku disebabkan oleh purata suhu bilik AHU dicatatkan 20 °C. Walaupun suhu permukaan tidak ditentukan, corak pembentukan kulat ini adalah jenis kondensasi.

Cadangan:

- Pasang *drywall partition* sepenuhnya di bahagian dalam bilik AHU.
- Kesan kulat pada dinding perlu dibersihkan mengikut prosedur yang betul dan dicat menggunakan cat anti fungus yang diluluskan oleh SIRIM.



9.0 ULASAN KESELURUHAN

Punca-punca utama yang menyumbang kepada berlakunya kandungan karbon dioksida yang tinggi dan suhu bilik yang terlalu sejuk adalah seperti berikut:

- 9.1 Udara luar tidak masuk ke dalam kitaran udara penyaman udara kerana *fresh air damper* yang tertutup.
- 9.2 Campuran antara udara luar (panas) dan udara bekal (sejuk) tidak berlaku menyebabkan suhu bilik menjadi terlalu sejuk. Keadaan ini disebabkan oleh *fresh air damper* yang tertutup.
- 9.3 Tetapan karbon dioksida adalah terlalu rendah menyebabkan *fresh air damper* tersebut tertutup sepanjang masa.
- 9.4 Kedudukan *thermostat* dan *VAV box* tidak mengikut zon yang sepatutnya.
- 9.5 *VAV box* pada ruangan siling bilik Pn. Muaziyah mengalami kerosakan dan tidak dapat mengawal jumlah udara bekal yang memasuki bilik.
- 9.6 Udara bekal yang memasuki bilik tidak konsisten antara bilik-bilik.

Manakala, dari pemerhatian ke atas pembentukan kulat pada laluan tangga menunjukkan terdapatnya gejala kondensasi.

10.0 CADANGAN TINDAKAN PEMBETULAN

Melalui kajian berdasarkan semua maklumat yang diperolehi dan pemerhatian yang dibuat pada bilik berkaitan, langkah pembetulan dan pencegahan yang disyorkan adalah seperti berikut:

- 10.1 Periksa dan pastikan tetapan bukaan Fresh Air Damper pada kawalan BCS mengikut jumlah kandungan karbon dioksida dalam bangunan iaitu di bawah 1000 ppm.
- 10.2 Periksa dan pastikan kejituan bacaan pada sensor karbon dioksida sama dengan bacaan pada kawalan BCS.
- 10.3 Pastikan tetapan kandungan karbon dioksida pada kawalan BCS bagi membuka *fresh air damper* ialah antara 700-800 ppm.
- 10.4 Pastikan udara luar yang masuk mestilah minimum 10% daripada bukaan penuh *fresh air damper*.
- 10.5 Alat kawalan (*controller*) pada VAV box yang berada pada ruangan siling bilik Pn. Muaziyah perlu dibaiki atau diganti jika perlu.
- 10.6 Periksa dan pastikan tetapan suhu yang dicadangkan oleh pasukan forensik seperti yang dilakukan pada bilik En. Norazman.
- 10.7 Lakukan pengagihan dan pengimbangan udara bekal ke bilik-bilik.
- 10.8 Laras semula *damper* pada *diffuser* bagi mencapai halaju udara bekal yang sepatutnya.

Langkah pembetulan yang disyorkan pada pembentukan kulat di laluan tangga pula adalah seperti berikut:

- 10.9 Pasang drywall *drywall partition* sepenuhnya di bahagian dalam bilik AHU.
- 10.10 Bersih dan buang kulat pada dinding mengikut prosedur yang betul dan dicat menggunakan cat anti fungus yang diluluskan oleh SIRIM.



11.0 KESIMPULAN

Kesimpulannya, daripada pemerhatian dilakukan, masalah di bangunan JKKP adalah disebabkan tetapan pada kawalan BCS yang diragui dan juga pengagihan udara bekal yang menggunakan sistem VAV yang tidak seimbang.

Oleh itu, kerja-kerja selenggaraan mesti dilakukan mengikut jadual yang ditetapkan dan pemerhatian dari semasa ke semasa perlu dibuat. Segala kerja-kerja pengubahsuaian di masa hadapan perlu dibuat kajian teknikal terlebih dahulu kerana ia memberi kesan kepada pengagihan udara (*distribution air*) yang merupakan salah satu elemen penting dalam sistem penyaman udara.

Adalah diharapkan hasil pemeriksaan ini, sistem penyaman udara akan kembali beroperasi seperti biasa dan masalah yang dihadapi dapat diatasi.

Disediakan oleh:

.....
(En. Mohamad Norman B Ruslan)
Jurutera Mekanikal, J41
Unit Pakar Forensik, JKR

.....
(En. Muhd Zulkifli B. Idris)
Jurutera Mekanikal, J41
Unit Pakar Forensik, JKR

Disemak oleh:

.....
(En. Wan Shah B Wan Senik)
Jurutera Mekanikal, J44
Unit Pakar Forensik, JKR

Disahkan oleh:

.....
(En. Hamdan B Abd Malek)
Pengarah Pakar,
Caw. Kejuruteraan Mekanikal, JKR



LAMPIRAN

LAMPIRAN A



Gambar 1

Lokasi : Bilik AHU 1 Aras 3 (AHU-D3/L3/1)

Keterangan : Panel kawalan di bilik AHU menunjukkan bacaan 0% bagi bukaan *Fresh Air Damper*.



Gambar 2

Lokasi : Bilik AHU 2 Aras 3 (AHU-D3/L3/2)

Keterangan : *Fresh Air Damper* di bilik AHU tertutup sepenuhnya semasa sistem penyaman udara beroperasi.



Gambar 3

Lokasi : Dinding luar Bilik AHU 2 Aras 3

Keterangan : Terdapat pembentukan kulat di laluan tangga akibat kondensasi.



LAMPIRAN B

LOKASI		DB	WB	RH	DP	CFM	FLOOR AREA		VOLUME	AIR CHANGE
ARAS	AREA	°C	°C	%	°C	ft ³ /min	m ²	ft ²	ft ³	per hour
3	Bilik Pn. Muaziah	23	18	62	15.3					
	Bilik En. Norazman (1)	23.5	18.5	62	15.9	267	32.4	348.8	3487.5	4.59
	Bilik En. Norazman (2)	23.5	18.5	62	15.9	411	32.4	348.8	3487.5	7.07
	Bilik En. Mohd Yani (1)	23.5	18.5	62	15.9	126	32.4	348.8	3487.5	2.17
	Bilik En. Mohd Yani (2)	23.5	18.5	62	15.9	441	32.4	348.8	3487.5	7.59

(Selepas b/pulih)

(Selepas b/pulih)

Bilik AHU Aras 3

LOKASI		OFF COIL		ON COIL		CHWS	CHWR	Discription	AIR VELOCITY	AREA	AIR FLOW
ARAS	AREA	°C DB	°C WB	°C DB	°C WB	°C , psi	°C / psi		ft/min	ft ²	ft ³ /min
3	AHU - D3/L3/1	16.5	15	22	17.5	8 , 80	17 , 80	Supply	500	35	17,500
								Return	655	17.5	17,999
									688	9.5	
	AHU - D3/L3/2	18	16.5	20.5	18	, 80	, 80	Supply	350	57	19,950
								Return	492	14	18,738
									790	15	

LAMPIRAN C



**PSYCHROMETRIC
CHART**
Normal Temperature
I-P Units
SEA LEVEL
BAROMETRIC PRESSURE: 29.921 in. HG



Dr. Willis Haviland Carrier's "Rational Psychrometric Formulae" presented December 3, 1911 became, and still is, the cornerstone of all fundamental calculations in the air conditioning industry. Understanding Carrier's formulae allows engineers to precisely control both the temperature and humidity of the indoor air that surrounds us daily. The formulae, and the graceful lines they trace on the psychrometric chart, have been translated into most of the world's languages, printed in thousands of textbooks and engineers' handbooks.

ENTHALPY OF ADDED OR REJECTED MOISTURE

