

KOMPILASI KES-KES FORENSIK PERKHIDMATAN MEKANIKAL DALAM BANGUNAN

2018 - 2019



**KHIDMAT PAKAR
CAWANGAN KEJURUTERAAN MEKANIKAL**

JKR 20500-0081-20

ISI KANDUNGAN

KATA-KATA ALUAN	1
PENGENALAN	2
KES-KES FORENSIK	
SISTEM PENYAMAN UDARA DAN PENGALIHAN UDARA	
i. TAKUNGAN AIR DI RUANGAN AHU	1
ii. KULAT DI PERMUKAAN DINDING BILIK DI KLINIK KESIHATAN	3
iii. BUNYI BISING DARIPADA LOJI SISTEM PENYAMAN UDARA	5
iv. KELEMBAPAN RELATIF (RH) YANG TINGGI	7
v. INFILTRASI UDARA LUAR YANG BERLEBIHAN	9
vi. KELEMBAPAN LANTAI STOR DAN BILIK SERVER	11
vii. KULAT DI PERMUKAAN DINDING DAN SILING	13
viii. KEROSAKAN <i>BUILDING AUTOMATION SYSTEM</i>	15
ix. KONDENSASI PADA <i>SUPPLY AIR DIFFUSER</i>	17
x. KEGAGALAN OPERASI <i>CHILLER</i> SERTA KEBOCORAN <i>FLOOR SLAB</i> DAN PERPAIPAN SISTEM MEKANIKAL	19
xi. KULAT DI <i>DOOR LINTEL</i> DAN <i>BUILDING COLUMN</i>	21
SISTEM SANITARI	
i. KEBOCORAN PAIP SISTEM SANITARI	23
PENGHARGAAN	25

KATA-KATA ALUAN

Syukur ke hadrat ALLAH SWT kerana dengan izin dan limpah kurniaNYA, Bahagian Khidmat Pakar, Cawangan Kejuruteraan Mekanikal, Ibu Pejabat JKR Malaysia (CKM IPJKR) berjaya menerbitkan Dokumen Kompilasi Kes-Kes Forensik Perkhidmatan Mekanikal dalam Bangunan buat kali ke-4.

Pelbagai kes forensik telah dilaksanakan sepanjang tahun 2018 hingga 2019 yang kemudiaannya dikumpul dan dirumuskan secara ringkas dan padat di dalam dokumen ini. Penerbitan dokumen ini diharapkan dapat menjadi rujukan dan pengajaran kepada semua jurutera mekanikal dalam merekabentuk, memasang dan menyenggara sistem mekanikal dalam bangunan.

Akhir kata, syabas dan tahniah diucapkan kepada semua yang terlibat atas sumbangan dan komitmen serta usaha berterusan di dalam menyediakan dokumen kompilasi ini. Semoga ianya memberi kebaikan bukan sahaja kepada warga CKM IPJKR, malahan semua pihak yang terlibat dalam bidang mekanikal amnya.

Sekian, terima kasih.

Pengarah Kanan

Cawangan Kejuruteraan Mekanikal, IPJKR

Pengenalan

Dokumen kompilasi kes-kes forensik bagi perkhidmatan mekanikal dalam bangunan merupakan pengumpulan hasil penemuan penyiasatan forensik terhadap pelbagai isu melibatkan pemasangan, operasi dan prestasi sistem mekanikal di pelbagai jenis bangunan kerajaan termasuk bangunan pejabat, hospital, makmal di pusat pengajian tinggi, kuarters dan lain-lain lagi. Semua kes yang dikumpulkan di dalam dokumen ini merupakan kes forensik yang dilaksanakan sepanjang tahun 2018 hingga 2019.

Tujuan penerbitan dokumen ini adalah sebagai perkongsian hasil penemuan penyiasatan forensik bagi menjadi panduan dan pengajaran serta rujukan di dalam rekabentuk, pemasangan, pengoperasian dan penyenggaraan sistem mekanikal dalam bangunan.

Secara keseluruhannya, sebanyak 21 kes telah dilaksanakan sepanjang tahun 2018 hingga 2019. Walaubagaimanapun, kes-kes tersebut telah dikumpul berdasarkan isu yang sama menjadikan keseluruhan 12 kes yang dirumuskan di dalam dokumen ini.

TAKUNGAN AIR DI RUANGAN AHU

Simptom : Air bertakung di ruangan AHU, kulat di ruangan siling bilik

1.0 LATAR BELAKANG

- Sistem penyaman udara adalah dari jenis *water cooled chiller*
- AHU diletakkan di aras utiliti yang merupakan keseluruhan ruangan bumbung (tanpa bilik khas untuk AHU) dan bersebelahan dengan peralatan sistem mekanikal yang lain

3.0 CADANGAN PENYELESAIAN

- Menyediakan ruang AHU yang sesuai
- Menggunakan *duct insulation* yang mengikut spesifikasi
- Pembaikan segera *duct insulation* yang mengalami kerosakan

4.0 PENGAJARAN

- Rekabentuk bangunan hendaklah mengambilkira keperluan bilik AHU
- Pemantauan berkala di tapak hendaklah dilaksanakan bagi memastikan bahan binaan adalah mengikut spesifikasi yang telah ditetapkan
- Penyenggaraan berkala adalah sangat penting bagi memastikan sistem mekanikal dapat berfungsi seperti rekabentuk

2.0 PUNCA

- Kondensasi daripada sistem penyaman udara (sistem sesalur dan AHU) yang terkumpul akibat daripada ketiadaan *floor trap* di aras utiliti
- Rekabentuk aras utiliti yang tidak sesuai untuk meletakkan AHU:
 - ⇒ Rekabentuk terbuka
 - ⇒ Suhu persekitaran yang panas
 - ⇒ Akses yang terhad
 - ⇒ Tiada pemasangan *floor trap*
- *Duct insulation* yang digunakan tidak mengikut spesifikasi
- Sebahagian *supply duct* tidak ditebat menyebabkan kondensasi yang teruk
- *Duct insulation* yang rosak tidak dibaiki
- Air yang bertakung di aras utiliti meresap melalui *floor slab* seterusnya menyebabkan pertumbuhan kulat di siling

TAKUNGAN AIR DI RUANGAN AHU

Simptom : Air bertakung di ruangan AHU, kulat di ruangan siling bilik



KULAT DI PERMUKAAN DINDING BILIK DI KLINIK KESIHATAN

Simptom : Kulat di permukaan dinding bilik rawatan, bilik vaksin, bilik x-ray dan bilik penyelia

1.0 LATAR BELAKANG

- Sistem penyaman udara adalah dari jenis *air cooled ducted fan coil unit* dan *air cooled split unit*
- Kulat masih tumbuh walaupun pembersihan kulat telah dilaksanakan

2.0 PUNCA

- Kelemahan sampul bangunan (*building envelope*) - terdapat bukaan yang menyebabkan infiltrasi udara luar ke dalam ruang yang berhawa dingin
- Kelemahan penyenggaraan dan operasi pengguna

3.0 CADANGAN PENYELESAIAN

- Dinding pada bahagian atas siling bagi memisahkan ruang berhawa dingin dan tidak berhawa dingin perlu dibina sehingga *upper floor slab* dan di plaster
- Semua bukaan hendaklah ditutup dengan sempurna bagi mengelakkan infiltrasi udara luar
- Penyenggaraan dilakukan bagi mengenalpasti komponen yang rosak dan pembaikan dilaksanakan dengan segera

4.0 PENGAJARAN

- Pemantauan di peringkat pembinaan hendaklah dilakukan agar semua bukaan dapat ditutup dengan sempurna dan mengelakkan infiltrasi udara luar
- Penyenggaraan berkala adalah sangat penting bagi memastikan sistem mekanikal dapat berfungsi seperti rekabentuk
- Penyelesaian masalah kulat perlu mengambil kira punca sebenar

KULAT DI PERMUKAAN DINDING BILIK DI KLINIK KESIHATAN

Simptom : Kulat di permukaan dinding bilik rawatan, bilik vaksin, bilik x-ray dan bilik penyelia



Kulat di permukaan dinding



Filter pada unit AHU tidak disenggara

BUNYI BISING DARIPADA LOJI SISTEM PENYAMAN UDARA

Simptom : Bunyi bising menyebabkan ketidakselesaan pendengaran kepada penduduk sekitar

1.0 LATAR BELAKANG

- Bunyi berpunca daripada loji sistem penyaman udara bagi sistem *air cooled screw chiller*
- Jarak di antara loji sistem penyaman udara dan kawasan perumahan berdekatan adalah lebih kurang 90 meter
- Pengukuran bunyi dilaksanakan berpandukan 'The Planning Guidelines for Environmental Noise Limits and Control' yang dikeluarkan oleh Jabatan Alam Sekitar
- Pengukuran dan pengambilan data bunyi diambil di beberapa lokasi di luar loji dan di sekitar kawasan perumahan berdekatan

2.0 PUNCA

- Punca bunyi bising adalah daripada sistem penyaman udara jenis *air cooled screw chiller*
- Tiada penamparan bunyi semulajadi (*natural buffer*) seperti pokok yang dapat menyerap bunyi bising yang terhasil daripada operasi *air cooled chiller*

3.0 CADANGAN PENYELESAIAN

- Pemasangan penghadang akustik (*weatherproof acoustic wall*) di perimeter loji sistem penyaman udara
- Pemasangan penambat bunyi kepada dinding struktur loji sistem penyaman udara

4.0 PENGAJARAN

- Faktor akustik perlu diberi penekanan / diambilkira ketika peringkat susun atur bangunan dan rekabentuk serta pemilihan sistem supaya langkah-langkah pencegahan dilaksanakan daripada awal perancangan dan pembinaan sesebuah projek

BUNYI BISING DARIPADA LOJI SISTEM PENYAMAN UDARA

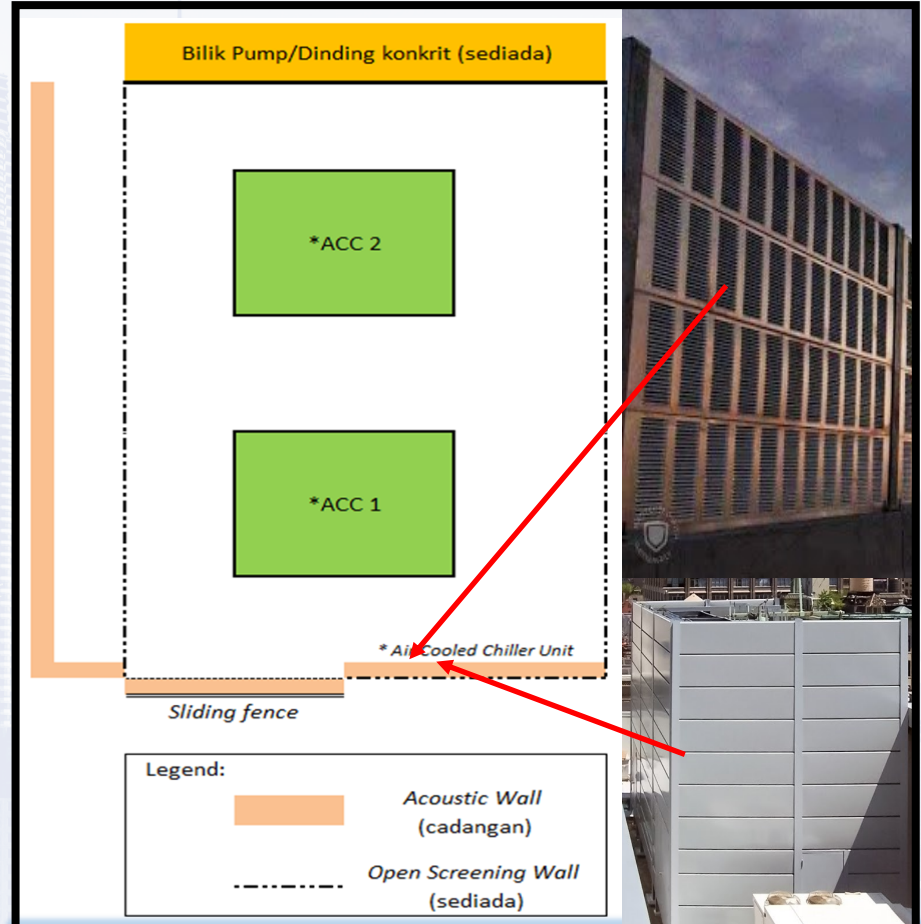
Simptom : Bunyi bising menyebabkan ketidakselesaan pendengaran kepada penduduk sekitar



Noise level sampling di perimeter bangunan dan kawasan perumahan



Loji mekanikal yang dibina tanpa penamparan bunyi



Cadangan pemasangan acoustic wall/noise barrier

KELEMBAPAN RELATIF (RH) YANG TINGGI

Simptom : Kulat tumbuh di permukaan dinding, siling dan perabut di ruangan makmal

1.0 LATAR BELAKANG

- Sistem penyaman udara adalah dari jenis *water cooled chiller* dengan penggunaan *ducted fan coil unit* di makmal yang terlibat (sistem beroperasi pada waktu siang sahaja)
- Pertumbuhan kulat berulang walaupun permukaan telah dibersihkan
- Bacaan RH pada waktu siang dan malam secara purata adalah melebihi 80%

2.0 PUNCA

- Kapasiti FCU yang lebih besar daripada beban sebenar. Pemasangan VSD pada FCU telah dilaksanakan tetapi tidak mencukupi untuk mengurangkan kapasiti
- Prestasi sistem penyaman udara adalah tidak memuaskan - nilai RH pada waktu sistem beroperasi melebihi 80% dan suhu lebih rendah daripada 22°C
- Kelembapan yang tinggi di ruangan bilik menyumbang kepada masalah kulat
- Infiltrasi udara luar ke dalam bangunan semasa sistem penyaman udara tidak beroperasi

3.0 CADANGAN PENYELESAIAN

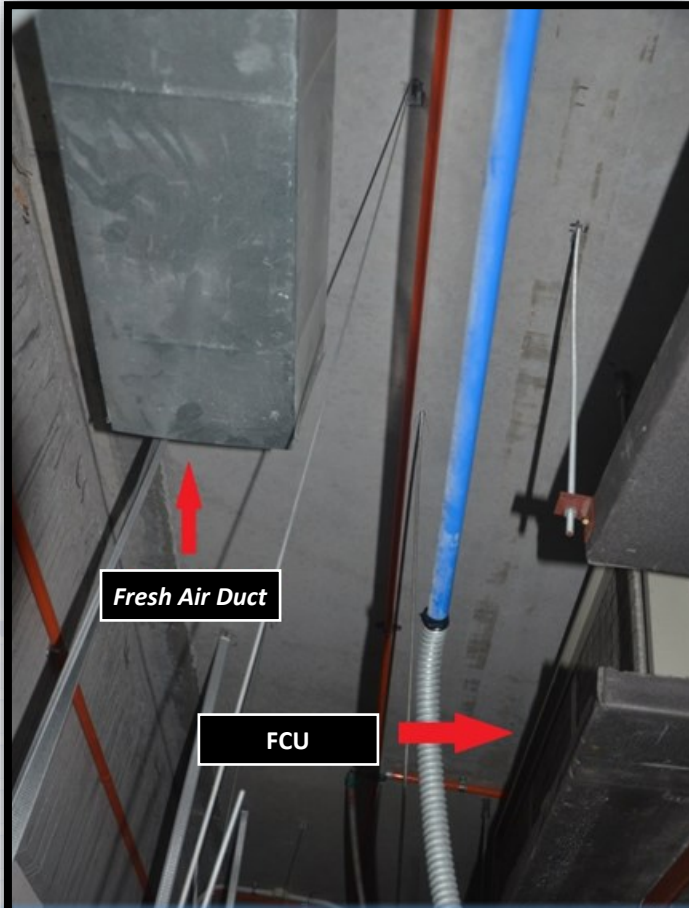
- Pemasangan *heater*
- Penambahbaikan kaedah kawalan – kawalan operasi sistem penyaman udara berdasarkan RH dan suhu
- Penutupan semua bukaan yang membenarkan kemasukan udara luar

4.0 PENGAJARAN

- Pengiraan beban haba hendaklah dilakukan dengan teliti bagi mengelakkan masalah *over capacity*
- Pemantauan semasa pembinaan hendaklah dilakukan agar semua bukaan dapat ditutup dengan sempurna bagi mengelakkan infiltrasi udara luar
- Prestasi penyaman udara bukan sahaja bergantung kepada kecekapan sistem dan peralatan tetapi dipengaruhi juga oleh operasi bangunan
- Mengambilkira komponen kebolehsenggaraan sistem di peringkat rekabentuk

KELEMBAPAN RELATIF (RH) YANG TINGGI

Simptom : Kulat tumbuh di permukaan dinding, siling dan perabut di ruangan makmal.



Fresh air duct ke dalam ruangan siling



Kesan kulat di permukaan perabut



Bukaan di dalam siling mengakibatkan infiltrasi udara luar ke dalam bilik



Operasi makmal - tingkap yang sentiasa terbuka mengakibatkan infiltrasi udara luar ke dalam bilik

INFILTRASI UDARA LUAR YANG BERLEBIHAN

Simptom : Kulat tumbuh di permukaan dinding dan siling koridor dan bilik

1.0 LATAR BELAKANG

- Sistem penyaman udara adalah dari jenis :
 - ♦ *Water cooled chiller* bagi kawasan koridor
 - ♦ VRV bagi bilik-bilik latihan
- Sistem penyaman udara beroperasi dengan baik dan nilai RH udara berada pada julat yang ditetapkan (dibawah 70%) semasa sistem penyaman udara beroperasi
- Bacaan RH meningkat secara mendadak sehingga melebihi 80% dalam masa kurang daripada satu jam selepas sistem penyaman udara dihentikan.

2.0 PUNCA

- Terdapat infiltrasi udara luar ke dalam bangunan menyebabkan nilai RH meningkat dengan cepat selepas sistem penyaman udara dihentikan. Antara bahagian bangunan yang dijangka membenarkan kemasukan udara luar adalah:
 - ♦ Pintu kaca
 - ♦ *Fresh air duct*
 - ♦ Bukaan bagi laluan *electrical conduit*

3.0 CADANGAN PENYELESAIAN

- Menutup semua ruangan infiltrasi udara luar

4.0 PENGAJARAN

- Rekabentuk bangunan dan sistem mekanikal haruslah meminimakan potensi kemasukan udara luar ke dalam bangunan
- Pemantauan di peringkat pembinaan hendaklah dilakukan agar semua bukaan dapat ditutup dengan sempurna dan mengelakkan infiltrasi udara luar

INFILTRASI UDARA LUAR YANG BERLEBIHAN

Simptom : Kulat tumbuh di permukaan dinding dan siling koridor dan bilik



Kesan kulat di permukaan dinding



Bukaan yang membenarkan infiltrasi udara luar

KELEMBAPAN LANTAI STOR DAN BILIK SERVER

Simptom : Kelembapan lantai, kesan kenaikan air hingga ke dinding, air menitik ke bilik di bawahnya

1.0 LATAR BELAKANG

- Pemeriksaan mendapati tiada paip air yang melalui lantai yang lembap
- Sistem penyaman udara yang dipasang di ruang yang terlibat adalah sistem *split unit*
- Kelembapan lantai menjadi lebih teruk semasa hujan lebat
- Tiada kesan bocor daripada bumbung

2.0 PUNCA

- Dinding bilik server yang dibina tidak mematuhi keperluan penghawa dingin 24jam - tiada insulasi pada dinding bilik
- Keporosan (*porosity*) lapisan permukaan konkrit menyebabkan *slab sweat syndrome* - penyelesaian akan dilaksanakan oleh pihak struktur

3.0 CADANGAN PENYELESAIAN

- Insulasi ke atas dinding bilik yang beroperasi 24 jam (bilik server) hendaklah dilakukan bagi mengelakkan kondensasi
- Suhu bilik hendaklah ditetapkan kepada 23°C - 24°C sahaja

4.0 PENGAJARAN

- Keperluan bilik/ruang (insulasi) yang mempunyai sistem penyaman udara yang beroperasi 24 jam hendaklah diambil kira semasa peringkat rekabentuk agar bilik tidak mengalami kondensasi ketika sistem penyaman udara beroperasi sepenuhnya

KELEMBAPAN LANTAI STOR DAN BILIK SERVER

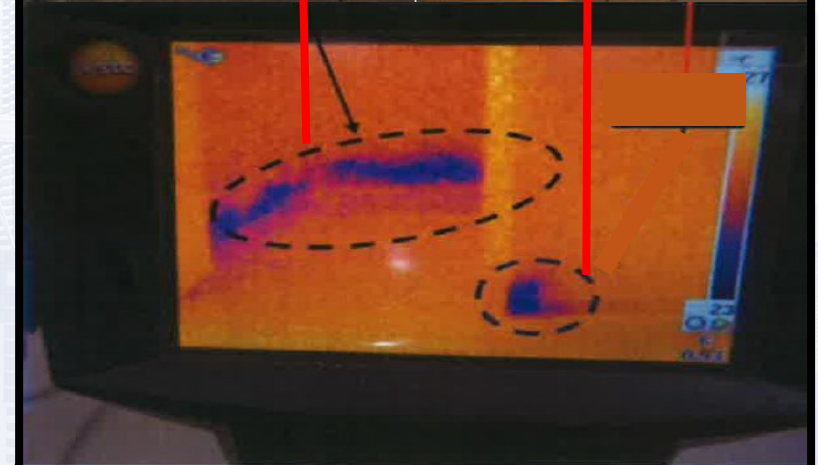
Simptom : Kelembapan lantai, kesan kenaikan air hingga ke dinding, air menitik ke bilik di bawahnya



Masalah kelembapan lantai



Kelembapan
pada dinding



Imbasan *thermal camera* menunjukkan kandungan kelembapan yang tinggi di dalam dinding

KULAT DI PERMUKAAN DINDING DAN SILING

Simptom : Terdapat pertumbuhan kulat di permukaan dinding dan siling

1.0 LATAR BELAKANG

- Sistem penyalaman udara adalah dari jenis *water cooled chiller*
- Kulat masih tumbuh walaupun permukaan telah dibersihkan

2.0 PUNCA

- *Chilled water supply temperature* yang tinggi (48°F) menyebabkan keupayaan AHU untuk menyingkirkan kelembapan udara rendah
- Terdapat *fresh air supply* ke ruangan koridor menyebabkan kelembapan udara yang tinggi
- Sistem BAS tidak dapat digunakan untuk mengawal operasi sistem penyalaman udara (rosak)

3.0 CADANGAN PENYELESAIAN

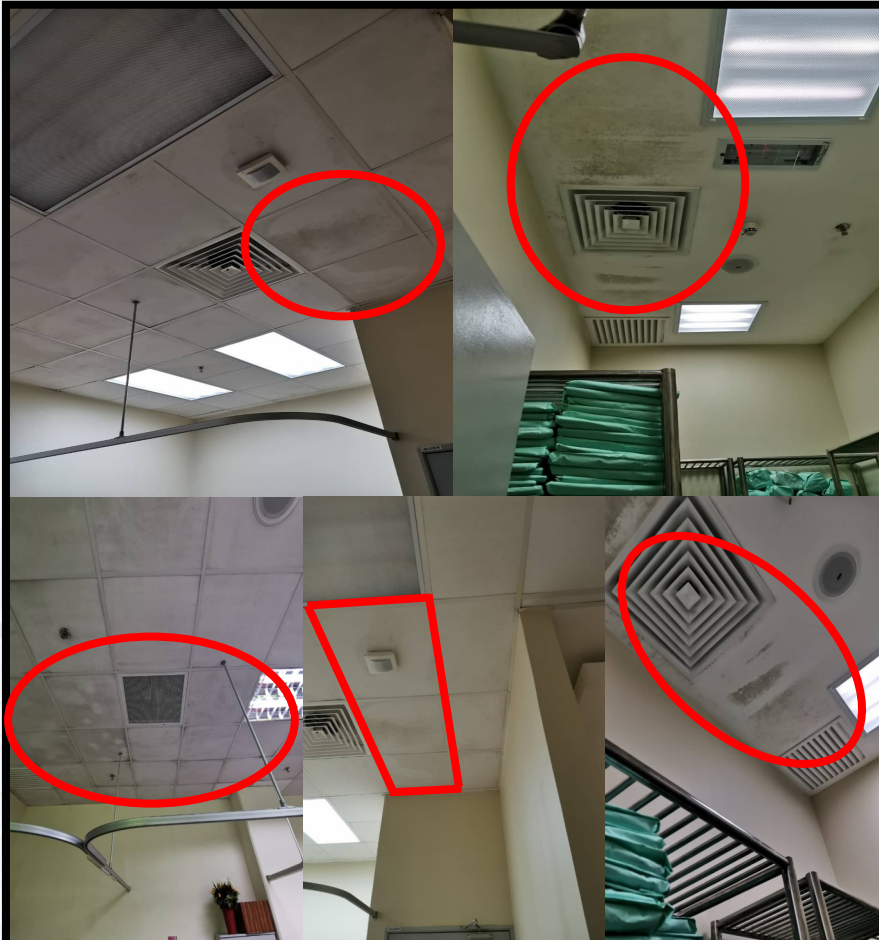
- Suhu ketetapan bagi *chilled water supply* hendaklah ditetapkan mengikut rekabentuk asal sistem ($\Delta T = 10^{\circ}\text{F}, 12^{\circ}\text{F}, 14^{\circ}\text{F}$)
- Menutup *fresh air supply* ke ruang koridor atau menambah peralatan bagi merawat *fresh air* sebelum dibekalkan ke ruangan bilik
- Sistem BAS yang rosak perlu dibaiki bagi membolehkan sistem penyalaman udara dapat beroperasi dengan baik

4.0 PENGAJARAN

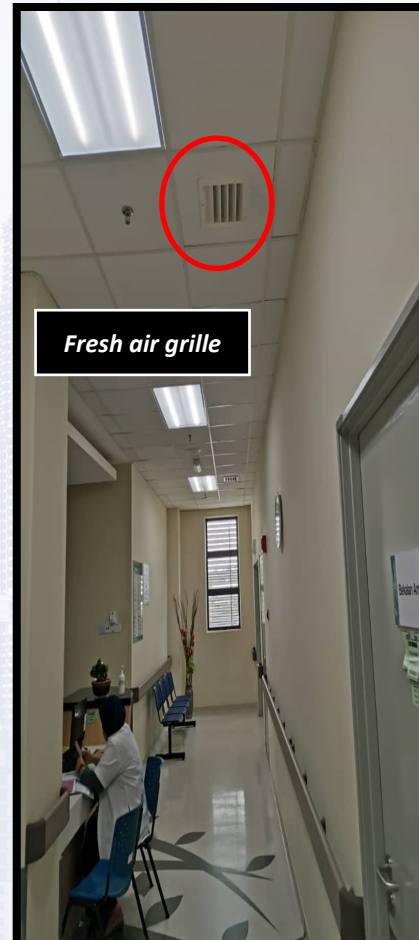
- Memastikan semua tetapan rekabentuk dicapai ketika T&C dilaksanakan di tapak
- *Fresh air supply* hendaklah dirawat sebelum dibekalkan ke ruangan bilik
- Memastikan sistem BAS yang rosak dibaiki dan peralatannya sentiasa diselenggara dan beroperasi dengan baik bagi memastikan semua peralatan sistem penyalaman udara dapat berfungsi sebagaimana tetapan rekabentuk asal

KULAT DI PERMUKAAN DINDING DAN SILING

Simptom : Terdapat pertumbuhan kulat di permukaan dinding dan siling.

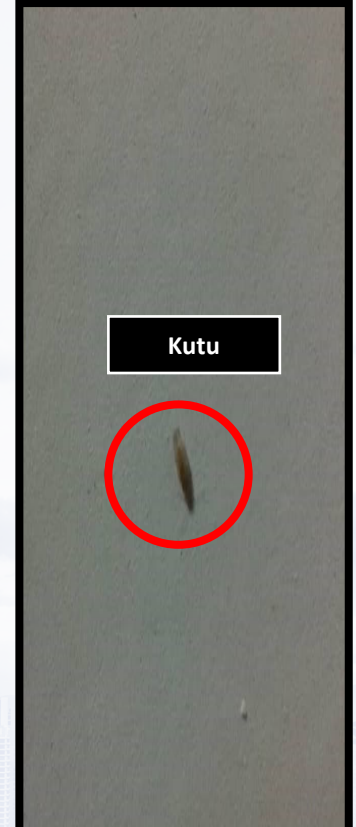


Kulat di dinding dan siling bilik



Fresh air grille

Ruang koridor yang dibekalkan udara luar ke dalam bilik



Kutu

Pembiakan Kutu di permukaan dinding yang berkulat

KEROSAKAN BUILDING AUTOMATION SYSTEM

Simptom : Terdapat pertumbuhan kulat di dinding, permukaan siling dan perabot

1.0 LATAR BELAKANG

- Sistem penyaman udara adalah dari jenis *water cooled chiller* dan beroperasi 24 jam
- Sistem BAS yang dipasang untuk mengawal dan memantau operasi sistem penyaman udara telah rosak
- Suhu tetapan bagi *chilled water supply* adalah 9.0°C
- Kebanyakan bilik mencatatkan suhu yang lebih rendah daripada 20°C dan kelembapan relatif (RH) melebihi 80%

2.0 PUNCA

- Semua peralatan beroperasi secara manual tanpa mengikut beban sebenar ruang
- Peralatan-peralatan pengukuran dan pemantauan seperti *thermostat*, *temperature gauge*, *pressure gauge* dan lain-lain telah rosak

3.0 CADANGAN PENYELESAIAN

- Sistem kawalan AHU perlu dibaiki bertujuan memastikan semua peralatan berfungsi sebagaimana rekabentuk asal bangunan dan suhu *setpoint* bilik dapat ditetapkan pada suhu yang selesa
- Membaiki/mengganti semua peralatan di dalam bilik mekanikal (*temperature gauge*, *pressure gauge*, etc) yang telah rosak
- Setelah pembaikan dilaksanakan, konfigurasi sistem perlu ditetapkan ke konfigurasi asal rekabentuk

4.0 PENGAJARAN

- Penyenggaraan berkala perlu dilaksanakan agar komponen yang rosak dapat dikenalpasti dan dibaiki dengan segera

KEROSAKAN BUILDING AUTOMATION SYSTEM

Simptom : Terdapat pertumbuhan kulat di dinding, permukaan siling dan perabot

FAN COIL UNIT

DDC INFORMATION

Panel: ???
 DDC Name: ???
 System Address: ???
 DDC Clock: ???

DDC LOCATION

???

To adjust the time Schedule, Click on the button below:

SCHEDULE

GROUND FLOOR - CT SCAN

FCU STATUS & READINGS

FCU STATUS: OFF
 ROOM TEMPERATURE: 0.0 degC
 SETPOINT: 0.0 degC

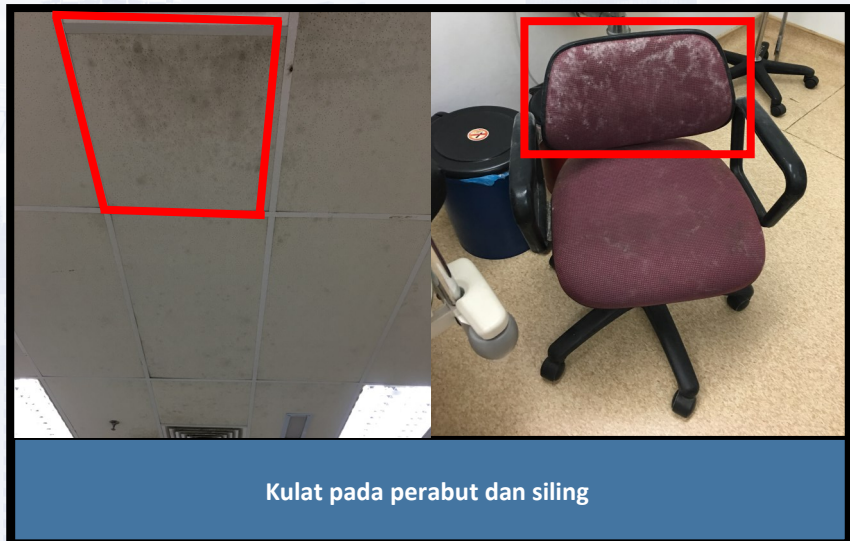
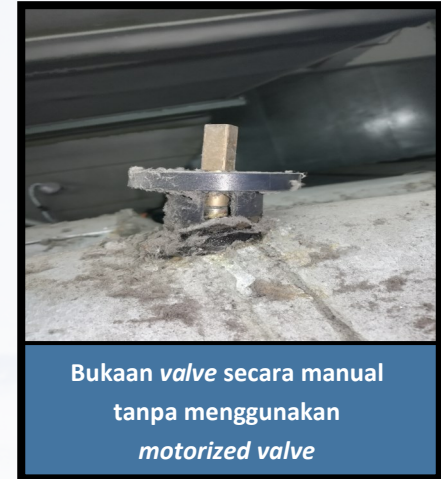
FCU OVERRIDE

OVERRIDE

Override Status: 00

AHU NAME	AREA SERVED	WATER (°C)		AIR (°C)		SP (°C)	STATUS	CONTRIV	BASMODE	DDC STATUS
		IN (°C)	RT (°C)	20/22 (°C)	RT (°C)					
AHU-GRD-OT-3		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		NORMAL	MANUAL	OFFLINE
AHU-GRD-OBSERV-4		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		NORMAL	MANUAL	OFFLINE
AHU-GRD-REDZ-1		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		NORMAL	MANUAL	OFFLINE
AHU-GRD-OT-2		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		NORMAL	MANUAL	OFFLINE
AHU-1ST-OTH-3		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		NORMAL	MANUAL	OFFLINE
AHU-1ST-PHYSIO-1		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		NORMAL	MANUAL	OFFLINE
AHU-1ST-HDU-2		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		NORMAL	MANUAL	OFFLINE
AHU-2ND-NEURO-3		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		NORMAL	MANUAL	OFFLINE
AHU-2ND-OT-1		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		NORMAL	MANUAL	OFFLINE
AHU-2ND-OT-2		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		NORMAL	MANUAL	OFFLINE
AHU-3RD-DCS-3		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		NORMAL	MANUAL	OFFLINE
AHU-3RD-DC-1		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		NORMAL	MANUAL	OFFLINE
AHU-3RD-OT-2		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		NORMAL	MANUAL	OFFLINE
AHU-4RD-ADMIN-1		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		NORMAL	MANUAL	OFFLINE
AHU-4RD-ADMIN-2		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		NORMAL	MANUAL	OFFLINE
AHU-4RD-OK-3		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		NORMAL	MANUAL	OFFLINE

Sistem BAS tidak menunjukkan bacaan yang betul



KONDENSASI PADA SUPPLY AIR DIFFUSER

Simptom : Pertumbuhan kulat di permukaan siling

1.0 LATAR BELAKANG

- Menggunakan sistem penyaman udara jenis *Variable Refrigerant Flow (VRF) ducted system* dengan bekalan *pre-cooled fresh air* masuk ke *Fan Coil Unit (FCU)* utama
- Walaubagaimanapun FCU bagi *fresh air pre-cooled* tidak beroperasi (ditutup)
- Operasi sistem penyaman udara diprogramkan untuk beroperasi berdasarkan suhu udara di mixing box

2.0 PUNCA

- Suhu bilik yang sangat rendah (19.5°C) berbanding suhu *setpoint* menyebabkan kondensasi pada permukaan *supply diffuser*
- *Return air temperature sensor* (berada di *return mixing box*) bagi FCU menunjukkan bacaan yang tinggi walaupun suhu bilik telah dicapai. Perkara ini disebabkan oleh penyusupan udara luar ke *return mixing box* melalui *fresh air intake duct* (FCU bagi *fresh air pre-cooling* ditutup)

3.0 CADANGAN PENYELESAIAN

- FCU ini dilengkapi dengan 2 pilihan *thermostat* iaitu di *return mixing box* dan di *remote control* bagi mengawal suhu bilik. Oleh itu, *temperature sensor setting* ditetapkan mengikut bacaan sensor pada *remote control* bagi memastikan sistem berfungsi mengikut suhu bilik
- FCU bagi *pre-cooled fresh air* mestilah beroperasi selari dengan FCU utama

4.0 PENGAJARAN

- Operasi sistem penyaman udara hendaklah mengikut rekabentuk asal. Sekiranya terdapat perubahan daripada rekabentuk asal akibat operasi bangunan, T&C sistem penyaman udara perlu dilaksanakan kembali bagi memastikan sistem penyaman udara dapat berfungsi dengan baik

KONDENSASI PADA SUPPLY AIR DIFFUSER

Simptom : Pertumbuhan kulat di permukaan siling



Kondensasi pada *diffuser* dan *plenum box*



Kulat di sekitar *air diffuser*



Infiltrasi udara luar ke ruangan siling

KEROSAKAN *CHILLER* SERTA KEBOCORAN *FLOOR SLAB* DAN SISTEM PERPAIPAN

Simptom : Pertumbuhan kulat di permukaan siling

1.0 LATAR BELAKANG

- Menggunakan sistem penyaman udara jenis *water cooled chiller*
- Terdapat tiga (3) *chiller* yang dipasang tetapi salah satu daripada *chiller* telah rosak
- Tiada penyelenggaraan berkala dilaksanakan

2.0 PUNCA

- Operasi *chiller* sedia ada tidak mampu untuk menampung beban penyejukan sebenar blok hospital
- *Chiller* ditetapkan untuk beroperasi pada kapasiti 75% sahaja
- Ini menyebabkan AHU tidak dapat menjalankan proses penyahlembapan udara dan penyejukan dengan sempurna dan seterusnya meningkatkan kelembapan di ruangan bilik
- Kebocoran perpaipan sistem mekanikal seperti paip *chilled water* dan paip sanitari
- Selain itu, kebocoran pada *floor slab* di bahagian tandas yang menyebabkan air daripada tingkat atas mengalir turun dan menitik di atas siling

3.0 CADANGAN PENYELESAIAN

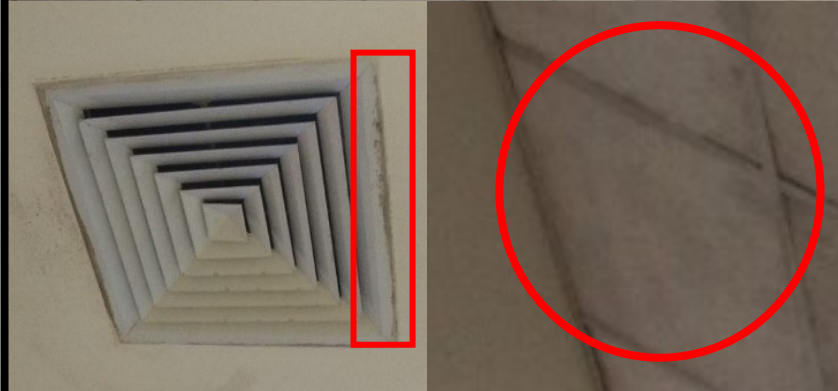
- Sekurang-kurangnya dua (2) *chiller* perlu beroperasi apabila AHU dan FCU beroperasi sepenuhnya. Kesemua *chiller* ini sepatutnya boleh beroperasi 100% dan tidak dihadkan pada 75% seperti sebelumnya
- *Air* dan *water balancing* perlu dilaksanakan di semua AHU dan FCU agar sistem berfungsi semula seperti rekabentuk asal
- Sistem perpaipan *chilled water* yang bocor perlu ditukar baru atau dibaiki dengan segera bagi mengelakkan masalah *air lock*
- *Water proofing* bagi *floor slab* yang bocor perlu diperbaiki semula mengikut spesifikasi JKR

4.0 PENGAJARAN

- Penyelenggaraan berkala (*preventive and corrective*) perlu dilaksanakan agar komponen yang rosak dapat dikenalpasti dan dibaiki dengan segera dan tidak mengakibatkan masalah lain timbul dan menjadi lebih kritikal

KEROSAKAN *CHILLER* SERTA KEBOCORAN *FLOOR SLAB* DAN SISTEM PERPAIPAN

Simptom : Pertumbuhan kulat di permukaan siling



Kesan kulat



Kesan kebocoran pada slab



Kebocoran pada *chilled water pipe* yang tidak dibaiki

KULAT DI *DOOR LINTEL* DAN *BUILDING COLUMN*

Simptom : Terdapat pertumbuhan kulat di sepanjang *door lintel* dan *building column*

1.0 LATAR BELAKANG

- Terdapat pertumbuhan kulat berlaku di permukaan luar bilik yang beroperasi 24 jam
- Kulat hanya tumbuh di sekeliling permukaan *lintel* dan *column*
- Ruangan luar bilik adalah koridor yang tidak mempunyai sistem pengahawa dingin dan pengudaraan yang tidak efektif

2.0 PUNCA

- Kondensasi pada permukaan luar bilik yang beroperasi 24 jam menyebabkan masalah kulat
- Kawasan *lintel* dan *column* yang tidak ditebat menyebabkan berlakunya *thermal bridging* di kawasan tersebut
- Pengudaraan yang kurang efektif di kawasan luar bilik menyebabkan masalah udara pegun (*stagnant air*) dan menyumbang kepada masalah kulat

3.0 CADANGAN PENYELESAIAN

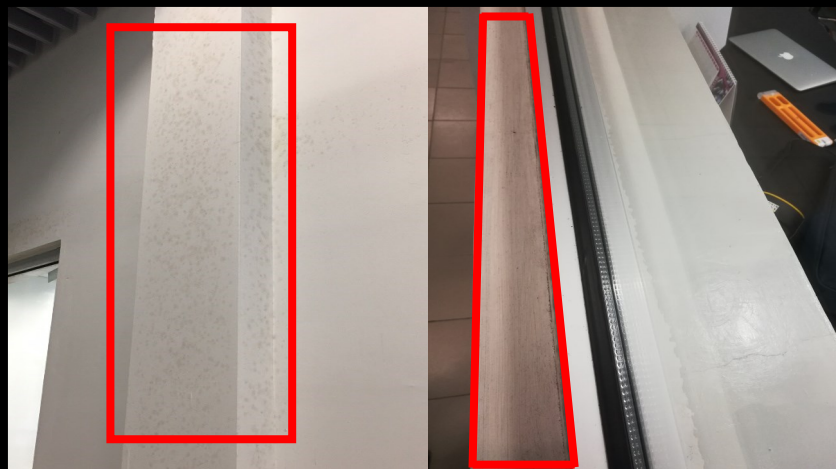
- Insulasi pada permukaan *lintel* dan *column* di bahagian dalam bilik bagi mengelakkan permukaan *lintel* dan *column* pada bahagian luar menjadi terlalu sejuk dan boleh menyebabkan kondensasi
- Pemasangan *thermally broken lintel* untuk tetulang pintu bagi bilik yang beroperasi 24 jam

4.0 PENGAJARAN

- *Lintel* dan *column* perlu ditebat/pemasangan *thermally broken lintel* sekiranya terdapat bilik yang beroperasi 24 jam
- Rekabentuk ruangan bilik/koridor yang menggalakkan pengudaraan semulajadi yang efektif jika tiada sebarang pengudaraan mekanikal di kawasan tersebut

KULAT DI *DOOR LINTEL* DAN *BUILDING COLUMN*

Simptom : Terdapat pertumbuhan kulat di sepanjang *door lintel* dan *building column*



Kesan kulat di *column* dan *lintel*



Ruang koridor yang tertutup dan tiada pengudaraan

KEBOCORAN PAIP SISTEM SANITARI

Simptom : Kerosakan pada siling serta pertumbuhan kulat di siling surau dan dewan

1.0 LATAR BELAKANG

- Bangunan yang terlibat telah mula diduduki sejak tahun 2010
- Masalah kebocoran paip sering berlaku dan berulang walaupun pembaikan dilaksanakan
- Pemeriksaan mendapati titisan air berpunca dari paip sanitari dan lantai tandas
- Tiada penyenggaraan berkala dan hanya pembaikan kerosakan yang dilaksanakan sejak ia diduduki

2.0 PUNCA

- Paip sanitari tidak disenggara
- Kerosakan kepada lapisan *water proofing* tandas menyebabkan resapan air ke bawah

3.0 CADANGAN PENYELESAIAN

- Penyenggaraan berkala hendaklah dilaksanakan bagi memastikan semua paip tidak tersumbat
- Pembaikan lapisan *water proofing* di bahagian tandas

4.0 PENGAJARAN

- Penyenggaraan berkala perlu dilakukan bagi mengenalpasti komponen yang mengalami kerosakan dan pembaikan segera dapat dilaksanakan

KEBOCORAN PAIP SISTEM SANITARI

Simptom : Kerosakan pada siling serta pertumbuhan kulat di siling surau dan dewan



Kebocoran pada paip sanitari



Kebocoran pada slab



Kesan kebocoran pada siling

PENGHARGAAN

Setinggi-tinggi penghargaan kepada semua pihak yang terlibat sama ada secara langsung atau tidak langsung dalam menyumbangkan buah fikiran dan tenaga dalam menjayakan penerbitan dokumen ini yang terdiri daripada:

Ir. Zulkifli bin Abdul Rashad

Pengarah Khidmat Pakar

Ir. Amirrudin bin Mohamed

Jurutera Mekanikal Penguasa Kanan

Amirudin bin Mohamad Ali

Jurutera Mekanikal Penguasa

Burqanudin bin Mohd Hussain

Jurutera Mekanikal Kanan

Nor Hayati binti Yahya

Jurutera Mekanikal Kanan

Ir. Rosmawati binti Zahari

Jurutera Mekanikal Kanan

Ir. Mohamad Hafez bin Khairan

Jurutera Mekanikal

Noor Fadzli binti Mohd Amin

Jurutera Mekanikal

Afiq Bin Mohamad Johari

Jurutera Mekanikal



**BAHAGIAN KHIDMAT PAKAR
CAWANGAN KEJURUTERAAN MEKANIKAL**

**Ibu Pejabat JKR Malaysia
Tingkat 24-28, Menara Kerja Raya, Blok G
Jalan Sultan Salahuddin
50480 Kuala Lumpur**