

**LAPORAN PEMERIKSAAN KONDENSASI
BANGUNAN HOSPITAL PEKAN
PAHANG**



DISEDIAKAN:

**UNIT PAKAR FORENSIK
CAWANGAN KEJURUTERAAN MEKANIKAL
JABATAN KERJA RAYA MALAYSIA**

24 JULAI 2009

SENARAI KANDUNGAN

1.0	PENDAHULUAN.....	2
2.0	OBJEKTIF	2
3.0	LATAR BELAKANG PROJEK	2
4.0	PASUKAN FORENSIK	3
5.0	METHODOLOGI	4
6.0	DESKRIPSI SISTEM.....	4
7.0	LAPORAN PEMERIKSAAN	5
8.0	PENEMUAN DAN ULASAN	5
a)	<i>Bilik Pembedahan OT1 (Operation Theater 1)</i>	5
b)	<i>Bilik Forensik</i>	7
c)	<i>Bilik Server</i>	10
d)	<i>Laluan Koridor Bersebelahan Bilik Farmasi</i>	12
e)	<i>Laluan Koridor Antara Unit Kecemasan dan Unit Pengimejan Diagnostik, Bilik Pemerhatian (Observation Bay) & Bilik Pegawai Atas Panggilan.</i>	13
9.0	ULASAN KESELURUHAN	17
10.0	CADANGAN TINDAKAN PEMBETULAN DAN PENCEGAHAN	17
11.0	KESIMPULAN.....	18
12.0	LAMPIRAN	19
12.1	LAMPIRAN A (GAMBAR)	19
12.2	LAMPIRAN B (LUKISAN)	27
12.3	LAMPIRAN C (BACAAN DATA LOGGER)	32

LAPORAN PEMERIKSAAN

LAPORAN PEMERIKSAAN KONDENSASI DI BANGUNAN HOSPITAL PEKAN, PAHANG

1.0 PENDAHULUAN

Susulan dari lawatan Ketua Pengarah Jabatan Kerja Raya (KPKR) ke Hospital Pekan, Pahang, beliau telah mengarahkan Pengarah Kanan Cawangan Kejuruteraan Mekanikal untuk memeriksa dan membuat pengesyoran bagi aduan yang diterima berkaitan masalah kondensasi yang berlaku di Bilik Pembedahan di Hospital Pekan, Pahang.

Oleh itu Unit Pakar Forensik dari Cawangan Kejuruteraan Mekanikal Ibu Pejabat telah membuat pemeriksaan bersama-sama dengan pegawai dari Kemuncak Facilities Management Sdn. Bhd. (KFMSB) selama tiga (3) hari pada 8 Jun hingga 10 Jun 2009.

2.0 OBJEKTIF

Objektif pemeriksaan ini dijalankan adalah seperti berikut :

- 1) Menentukan masalah-masalah yang berlaku.
- 2) Mengenalpasti punca-punca masalah.
- 3) Memberi cadangan pembetulan dan pencegahan.

3.0 LATAR BELAKANG PROJEK

Unit Perancang Ekonomi, Jabatan Perdana Menteri dengan kelulusan Kementerian Kewangan telah menetapkan kaedah pelaksanaan hospital adalah secara turnkey di mana kontraktor yang dilantik bertanggungjawab sepenuhnya bagi semua peringkat pelaksanaan projek dari penyiasatan tapak, penyediaan rekabentuk, pembinaan, penyeliaan pembekalan, pemasangan dan pentauliahan peralatan serta penyenggaraan. Projek ini antara lainnya meliputi penyediaan infrastruktur dan peralatan seperti bangunan hospital, bangunan kuarters, kemudahan sokongan, peralatan perubatan dan peralatan bukan perubatan.

Ringkasan Projek:

No. Kontrak	: JKR / IP / B / 85 / 2000
Nama Projek	: THE DESIGN, CONSTRUCTION, EQUIPPING, COMMISSIONING & MAINTENANCE OF PEKAN HOSPITAL, PAHANG D.M (108 BEDS)
Tarikh dibina	: 23 Jun 2000
Tarikh siap sepenuhnya	: 30 Jun 2006
Kontraktor Utama	: ABI Construction Sdn. Bhd.
Kontraktor Penyelenggaraan	: Kemuncak Facilities Management Sdn. Bhd. (KFMSB)
Jenis Selenggaraan	: Komprehensif
Kaedah Perolehan	: Reka dan Bina
Nama Perunding M&E	: Perunding Hashim & NEH Sdn. Bhd.
Jumlah Katil Pesakit	: 108 katil
Harga Asal kontrak	: RM 81,586,000.00

4.0 PASUKAN FORENSIK

Senarai pasukan pemeriksa adalah seperti berikut :

a. Ir. Mohamad Azly bin Abd. Aziz	Jurutera Mekanikal Kanan Unit Pakar Kecekapan Tenaga & Tenaga Diperbaharuiensik Cawangan Kejuruteraan Mekanikal
b. Wan Shah bin Wan Senik	Jurutera Mekanikal Unit Pakar Forensik Cawangan Kejuruteraan Mekanikal
c. Mohd Nazri bin Mohamed	Jurutera Mekanikal Unit Pakar Forensik Cawangan Kejuruteraan Mekanikal

- | | |
|--------------------------------------|---|
| d. Azizul Rahim bin Mohamad Zulkifli | Jurutera Mekanikal
Unit Pakar Penyejukan Udara,
Pengalihan Udara & Kualiti Persekitaran
Dalam
Cawangan Kejuruteraan Mekanikal |
| e. Noor Hamizan bin Din | Pembantu Teknik Mekanikal
Unit Pakar Forensik
Cawangan Kejuruteraan Mekanikal |

5.0 METHODOLOGI

Kaedah yang digunakan semasa melakukan pemeriksaan adalah seperti berikut:

- i. Laporan kerosakan oleh KFMSB.
- ii. Temubual dengan pihak KFMSB.
- iii. Semakan operasi sistem melalui Building Automation System (BAS).
- iv. Pengambilan sampel data di ruang bermasalah selama 24 jam.

Hasil daripada maklumat yang diperolehi, penilaian secara langsung masalah-masalah yang dilaporkan dibuat menerusi pengukuran data sistem. Segala masalah berkaitan dianalisa dan ditentukan puncanya.

6.0 DESKRIPSI SISTEM

Sistem penyejukan udara di hospital ini adalah dari jenis *Central hydronic System* terdiri daripada tiga(3) sub-sistem utama iaitu:

i. Water Side

Jumlah Chiller : 3 nos, kapasiti = 180 TR
Jenama : Carrier
Operasi : 2 run, 1 standby

ii. Air Side

Jumlah AHU : 15 unit
Jumlah FCU : 114 unit
Jenama : Carrier

iii. Sistem Kawalan – BCS

Jenama : Trend Controls

Tahap Kawalan : Secara dua hala iaitu menerima bacaan data dan boleh menghantar arahan data.

7.0 LAPORAN PEMERIKSAAN

Masalah-masalah yang berlaku:

1) Kondensasi di *Diffuser*

Bilik Pemerhatian (Observation Bay), Bilik Pembedahan-OT1

2) Kondensasi di dinding

Ruang Koridor bersebelahan Bilik Kecemasan, Ruang Koridor bersebelahan Bilik Server, Ruang Koridor bersebelahan Bilik Farmasi

3) Kulat di dinding disebabkan RH tinggi

Bilik Pegawai Atas Panggilan , Ruang Tangga bersebelahan Bilik Server

4) Kulat di siling disebabkan Kebocoran

Bilik Autopsi Reput

5) Kulat di siling disebabkan RH tinggi

Bilik Pegawai Atas Panggilan

8.0 PENEMUAN DAN ULASAN

a) Bilik Pembedahan OT1 (Operation Theater 1) rujuk Lukisan 1 di Lampiran B

Penemuan :

Sistem penyaman udara pada bilik ini beroperasi 24 jam sehari. Terdapat pembentukan kondensasi pada permukaan *diffuser* (rujuk Gambar 1 di Lampiran A). Pemeriksaan secara visual mendapati tiada pembentukan kulat pada dinding dan siling yang kelihatan.

Ruang ini mempunyai suhu 20°C pada RH 87 % dan suhu titik embun ialah 18 °C pada waktu pagi dengan suhu permukaan *diffuser* 17 °C. Manakala pada malam hari, suhunya ialah 19 °C pada RH 86.6%

dan suhu titik embun ialah 16.7 °C dengan suhu permukaan *diffuser* 16.5°C.

Terdapat kesan kondensasi pada bingkai lampu yang rosak. Rujuk Gambar 2 di Lampiran A.

Ulasan / Masalah :

Berdasarkan pemerhatian dan sampel data, kondensasi terbentuk pada waktu pagi dan malam hari. Ini adalah disebabkan oleh suhu permukaan *diffuser* lebih rendah dari suhu titik embun didalam bilik. Jika keadaan ini berterusan, pembentukan kulat boleh berlaku terutamanya pada siling.

Daripada Graf 1 di Lampiran C didapati antara 12:00 am 09/06/09 hingga 06:00 pm 09/06/09 nilai RH yang direkodkan adalah tinggi dengan purata RH 75%. Selepas kerja-kerja pembetulan dijalankan dengan melaras semula data pada *Direct Digital Controller (DDC)* di bilik AHU, bacaan data purata RH yang diperolehi ialah 60% (antara masa 06:00 pm 09/06/09 hingga 10:00 am 10/06/09).

Selepas kerja-kerja pelarasan semula dilakukan, suhu titik embun telah berjaya diturunkan kepada purata 13.5 °C dengan suhu permukaan *diffuser*, 16.5°C. Ini menunjukkan tiada kondensasi berlaku.

Keadaan ini berlaku adalah disebabkan oleh sistem tidak beroperasi/berfungsi seperti rekabentuk. Ini mengakibatkan kualiti udara bekal tidak mengikut kehendak rekabentuk asal. Suhu rekabentuk adalah 18 °C manakala RH adalah 55±3%.

Cadangan :

a) Dicapadangkan kaedah pelarasan yang sama digunakan bagi AHU OT2.

b) Bilik Forensik – rujuk Lukisan 2 di Lampiran B

i. Bilik Autopsi Muslim dan Ruang Legar

Penemuan :

Pada bilik ini sistem penyaman udara beroperasi 24 jam sehari dengan menggunakan sistem FCU. Mengikut rekabentuk asal, suhu rekabentuk adalah 24°C tetapi pengguna sering mengubah pelaras suhu kepada suhu 13 °C. Lokasi pelaras suhu rendah dan mudah dicapai. Rujuk Gambar 3 di Lampiran A.

Pada waktu pagi terdapat pembentukan kondensasi pada dinding antara ruang legar bilik forensik dan ruang bilik autopsi muslim (rujuk Gambar 4 di Lampiran A). Laluan koridor ini mempunyai suhu 19.5°C pada RH 82.5 % dan suhu titik embun ialah 16.5 °C dengan suhu permukaan dinding yang berlaku kondensasi ialah 16.5°C pada pagi hari.

Manakala pada ruang autopsi muslim, suhunya ialah 22.5 °C pada RH 83.7% dan suhu titik embun ialah 19.6 °C pada waktu pagi dengan suhu permukaan dinding yang berlaku kondensasi ialah 19 °C.

Jumlah udara bekal kedalam bilik autopsi, (CFM) adalah 1560 cfm dengan kadar perubahan udara sebanyak 6.9 kali per jam secara keseluruhannya.

Terdapat ruang kemasukan udara luar ke bahagian dalam ruang ini terutamanya pada setiap bingkai pintu masuk (rujuk Gambar 5 di Lampiran A).

Ulasan / Masalah :

Lokasi pemasangan pelaras suhu yang tidak sesuai dan mudah untuk dicapai. Walaupun pengguna melaras pada suhu yang rendah (13 °C) tetapi bacaan yang direkodkan menunjukkan purata suhu bilik adalah 17°C.

Terdapat perubahan suhu yang ketara antara ruang legar bilik forensik dan ruang bilik autopsi muslim. Daripada data menunjukkan kondensasi boleh terbentuk pada kedua-dua bahagian dinding disebabkan suhu dinding adalah rendah dari suhu titik embun suhu dalam setiap ruang.

Jumlah udara yang dibekalkan untuk bilik ini tidak mencukupi. Ini dapat dipastikan melalui kadar pertukaran udara iaitu 6.9 kali per jam dibandingkan mengikut kehendak ASHRAE sekurang-kurangnya 12 pertukaran lengkap udara sejam bagi bilik autopsi.

Kemasukan udara luar pada bahagian ruang antara pintu menyumbang pada peningkatan nilai RH di dalam bilik.

Cadangan :

- a) Menaikkan suhu operasi kepada 24 °C.
- b) Minimakan kemasukan udara kedalam bilik, cth: ruang antara bingkai pintu.
- c) Selenggara dan tentukur peranti-peranti (*thermostat*, dll) bagi memastikan sistem beroperasi dengan sempurna
- d) Mengalihkan kedudukan pelaras suhu pada kedudukan yang sukar dicapai.
- e) Menambahkan kapasiti pengedaran udara kepada minimum 12 kali / jam.

ii. Bilik Autopsi Reput

Penemuan:

Sistem penyaman udara juga beroperasi selama 24 jam sehari. Terdapat kesan tompokan kulat pada siling di dalam bilik autopsi reput (kulat disebabkan kebocoran). Rujuk Gambar 6 di Lampiran A. Jenis siling yang digunakan ialah *gypsumboard PVC liminated*. Terdapat permukaan atas siling yang basah dan berkulat disebabkan terdapat air menitis dari

sesalur penyaman udara yang berlaku kondensasi pada permukaannya. Rujuk Gambar 7 dan Gambar 8 di Lampiran A.

Terdapat kemasukan udara luar ke dalam ruang atas siling melalui dinding bagi laluan sistem perpaipan lain. Rujuk Gambar 9 di Lampiran A.

Ruang ini mempunyai suhu 20.5°C pada RH 74.8 % dan suhu titik embun ialah 15.9 °C pada waktu malam dengan suhu di dinding 19 °C dan suhu di siling 20°C. Manakala pada waktu petang, suhunya ialah 21 °C pada RH 70.4% dan suhu titik embun ialah 15.7 °C dengan suhu di dinding 19.5 °C dan suhu di siling 21°C.

Manakala pada bahagian atas siling, suhu yang direkodkan ialah 26 °C pada RH 79.6% dan suhu titik embun ialah 22.4 °C juga pada waktu malam dengan suhu permukaan atas siling adalah 20.5 °C. Sementara pada waktu petang suhu yang direkodkan ialah 26.9 °C pada RH 79.6% dan suhu titik embun ialah 23 °C dengan suhu permukaan atas siling adalah 21 °C dan suhu permukaan dinding 22 °C.

Ulasan / Masalah :

Berlaku kondensasi pada permukaan sesalur adalah disebabkan pemasangan sesalur (*ducting*) dan tebatan (*insulation*) yang tidak kemas. Air yang terkumpul pada tebatan menyebabkan air menitis keatas permukaan siling dan mengakibatkan pembentukan kulat .

Kemasukan udara luar boleh menyumbang kepada peningkatan nilai RH yang boleh mengakibatkan pembentukan kulat.

Tiada pembentukan kulat yang kelihatan pada dinding dalam bilik ini. Ini dapat ditunjukkan melalui data dari data logger (Rujuk Graf 2 di Lampiran C) diantara masa 01.00am (09/06/09) hingga 10.00am (10/06/09). Berdasarkan suhu siling dan suhu dinding yang diambil menunjukkan kondensasi tidak berlaku sepanjang tempoh pemeriksaan.

Tetapi pada bahagian atas siling kondensasi boleh berlaku sepanjang hari disebabkan nilai suhu permukaan lebih rendah dari suhu titik embun bahagian ini. Ini dapat ditunjukkan melalui bacaan data logger (Rujuk Graf 3 di Lampiran C) diantara masa 01.00am (09/06/09) hingga 10.00am (10/06/09). Berdasarkan suhu siling bahagian atas iaitu 20.5 °C kondensasi berlaku di sepanjang tempoh pemeriksaan dijalankan. Manakala berdasarkan bacaan suhu dinding 22 °C, kondensasi boleh terbentuk pada permukaan dinding antara masa 12.00pm 09/06/09 – 01.00am 10/06/09.

Cadangan :

- a) Menutup semua kemasukan udara luar.
- b) Menaikkan suhu operasi kepada 24 °C.
- c) Semua siling pada bilik ini perlu diganti dan siling tersebut perlu ditambah tebatan seperti *closed cell insulation* bagi mengelakkan kondensasi.
- d) Menggantikan tebatan sesalur yang mengalami kerosakan.

c) Bilik Server – rujuk Lukisan 3 di Lampiran B

Penemuan :

Sistem penyaman udara pada bilik ini juga beroperasi 24 jam sehari. Terdapat dua(2) unit *chilled water* FCU digunakan bagi membekalkan udara pada bilik ini.

Terdapat pembentukan kondensasi pada bahagian dinding luar yang bersebelahan iaitu pada ruang koridor dan pembentukan kulat pada ruang tangga. Rujuk Gambar 10 dan Gambar 11 di Lampiran A.

Suhu di dalam bilik server pada waktu petang ialah 18.5 °C pada RH 65.3% dengan suhu titik embun 11.9 °C, sementara suhu dinding 20.5 °C dan suhu siling 17.5 °C. Suhu didalam bilik pada waktu malam ialah 21

°C pada RH 68.2% dengan suhu titik embun 15.1°C sementara suhu dinding 20.5 °C dan suhu siling 18 °C.

Manakala suhu pada ruang koridor pada waktu petang ialah 27.5°C pada RH 75.1% dan suhu titik embun ialah 22.7 °C sementara suhu dinding 23 °C. Ruang ini tidak dibekalkan penyaman udara dan pengalihudaraan mekanikal.

Sementara itu, suhu pada kawasan tangga pada waktu petang ialah 28 °C pada RH 82% dan suhu titik embun ialah 24.6 °C dengan suhu dinding 26 °C. Ruang ini tidak dibekalkan penyaman udara dan pengalihudaraan mekanikal.

Ulasan / Masalah :

Daripada data diatas menunjukkan kondensasi tidak berlaku pada permukaan dinding antara laluan koridor dan bilik server ketika bacaan data diambil iaitu pada siang hari. Keadaan ini tidak dapat dipastikan waktu sebenar kondensasi tersebut terbentuk. Walaubagaimanapun kondensasi boleh terbentuk, memandangkan bacaan suhu dinding hampir menyamai suhu titik embun pada siang hari, iaitu 0.3 °C.

Selalunya RH akan meningkat pada malam hari dan secara tidak langsung nilai titik embun juga akan meningkat. Oleh itu, adalah berkemungkinan kondensasi juga berlaku pada waktu malam.

Pembentukan kulat pada dinding di kawasan tangga adalah disebabkan nilai RH yang tinggi dan dibantu oleh keadaan udara mati dikawasan tersebut.

Tiada pembentukan kulat yang kelihatan di dalam bilik server. Suhu bilik server adalah rendah iaitu 18.5 °C pada waktu petang.

Cadangan :

- a) Meningkatkan suhu didalam bilik server kepada 22 °C.
- b) Membersih dan mengecat semula permukaan siling dan dinding yang berkulat menggunakan cat anti-fungus.
- c) Jika suhu keperluan bilik server sama seperti keadaan sekarang *dry wall partition* perlu dipasang di dinding luar bilik server bagi mengelakkan kondensasi berlaku.
- d) Memasang pengalihudaraan mekanikal pada ruang tangga.

d) Laluan Koridor Bersebelahan Bilik Farmasi – rujuk Lukisan 4 di Lampiran B

Penemuan :

Pada lokasi ini, dapat diperhatikan pembentukan kondensasi pada dinding (*crying wall*) dilaluan koridor iaitu sebelah luar bilik Penyediaan Ubat Dalam (bilik Farmasi). Rujuk Gambar 12 di Lampiran A.

Ruang koridor mempunyai suhu 29°C pada RH 79 % dan suhu titik embun ialah 25 °C pada waktu pagi. Manakala pada malam hari, suhunya ialah 27 °C pada RH 87% dan suhu titik embun ialah 24.6 °C. Manakala suhu permukaan dinding pada pagi hari ialah 24.5 °C dan manakala pada malam hari ialah 24 °C.

Manakala ruang bilik Penyediaan Ubat Dalam (farmasi) mempunyai suhu 23°C pada RH 83.9 % serta titik embun 20.1 °C pada waktu pagi dengan suhu permukaan dinding 22.5 °C. Penyaman udara dalam bilik ini beroperasi 24 jam sehari. Tiada pembentukan kulat atau kondensasi kelihatan dalam ruang bilik ini.

Ulasan / Masalah :

Daripada data menunjukkan pembentukan kondensasi berlaku pada waktu pagi dan pada waktu malam kerana suhu permukaan dinding adalah lebih rendah dari suhu titik embun persekitaran koridor.

Cadangan :

- a) Memandangkan suhu bilik diperlukan 23°C adalah dicadangkan memasang *dry wall partition* pada dinding bilik Penyediaan Ubat Dalam (farmasi) bersebelahan koridor.

e) Laluan Koridor Antara Unit Kecemasan dan Unit Pengimejan Diagnostik, Bilik Pemerhatian (Observation Bay) & Bilik Pegawai Atas Panggilan – rujuk Lukisan 5 di Lampiran B.

i. Laluan Koridor Antara Unit Kecemasan dan Unit Pengimejan Diagnostik

Penemuan:

Pada lokasi ini, dapat diperhatikan pembentukan kondensasi (*crying wall*) pada dinding dilaluan koridor iaitu sebelah luar bilik Pemerhatian (Observation Bay) – Unit Kecemasan. Rujuk gambar 13 di Lampiran A. Penyaman udara pada bilik Pemerhatian beroperasi 24 jam sehari.

Ruang koridor mempunyai suhu 26.5°C pada RH 93 % dan suhu titik embun ialah 25.3°C pada waktu pagi. Manakala pada malam hari, suhunya ialah 26°C pada RH 81.3% dan suhu titik embun ialah 22.6°C . Manakala suhu permukaan dinding pada pagi hari ialah 25°C dan manakala pada malam hari ialah 24°C .

Ruang bilik Bilik Pemerhatian (Observation Bay) – Unit Kecemasan mempunyai suhu 23.6°C pada RH 71 % dan suhu titik embun 18°C pada waktu pagi dengan suhu permukaan dinding 20°C .

Ulasan / Masalah :

Data diatas menunjukkan kondensasi berlaku pada waktu siang hari. Manakala data pada waktu malam tidak menyumbang pada pembentukan kondensasi. Walaubagaimanapun daripada bacaan data logger (rujuk Graf 4 di Lampiran C) kondensasi boleh berlaku pada

permukaan dinding diantara masa 01.00pm (09/06/09) - 06.00am (10/06/09). Pada masa ini, suhu permukaan dinding adalah rendah dari suhu titik embun kawasan koridor.

Cadangan :

- a) Memasang *dry wall partition* pada dinding bilik *Observation Bay* bersebelahan koridor.

ii. Bilik Pemerhatian (Observation Bay)

Penemuan :

Sistem penyaman udara pada bilik ini beroperasi 24 jam sehari.

Ruang bilik Bilik Pemerhatian (Observation Bay) – Unit Kecemasan mempunyai suhu 23.6°C pada RH 71 % dan suhu titik embun ialah 18 °C pada waktu pagi dengan suhu permukaan dinding 20 °C. Sementara pada malam hari, suhunya ialah 22 °C pada RH 68.2% dan suhu titik embun ialah 15.9°C dengan suhu permukaan dinding ialah 18.5 °C

Didapati berlaku pembentukan kondensasi pada permukaan *diffuser* dimana suhu permukaan *diffuser* pada malam hari ialah 17.5 °C. Rujuk gambar 14 di Lampiran A. Pintu masuk sentiasa tertutup sepanjang masa.

Ulasan / Masalah :

Daripada bacaan data logger (rujuk Graf 5 di Lampiran C), kondensasi berlaku diantara masa 04.00am hingga 08.00am, (09/06/09 dan 10/06/09) berdasarkan suhu dinding iaitu 18.5 °C. Manakala berdasarkan suhu siling iaitu 20 °C, kondensasi boleh berlaku diantara masa 05.00am hingga 08.00am, (09/06/09 dan 10/06/09). Ini adalah disebabkan suhu dinding dan siling tersebut berada di bawah suhu titik embun di dalam bilik tersebut.

Kondensasi juga terbentuk pada permukaan *diffuser* dimana suhu permukaan *diffuser* adalah lebih rendah dari suhu titik embun didalam bilik. Ini dapat ditunjukkan melalui bacaan data logger dimana kondensasi terbentuk antara masa 01.00am hingga 10.00am (09/06/09) dan antara masa 12.00am hingga 10.00am (10/06/09) dengan suhu permukaan *diffuser* 17.5 °C.

Cadangan :

- a) Menaikkan suhu operasi kepada 24 °C.

iii. Bilik Pegawai Atas Panggilan.

Penemuan :

Sistem penyaman udara pada bilik ini beroperasi 24 jam sehari menggunakan *chilled water* FCU. Terdapat pembentukan kulat pada siling dan permukaan dinding bilik ini. Rujuk Gambar 15 dan Gambar 16 di Lampiran A.

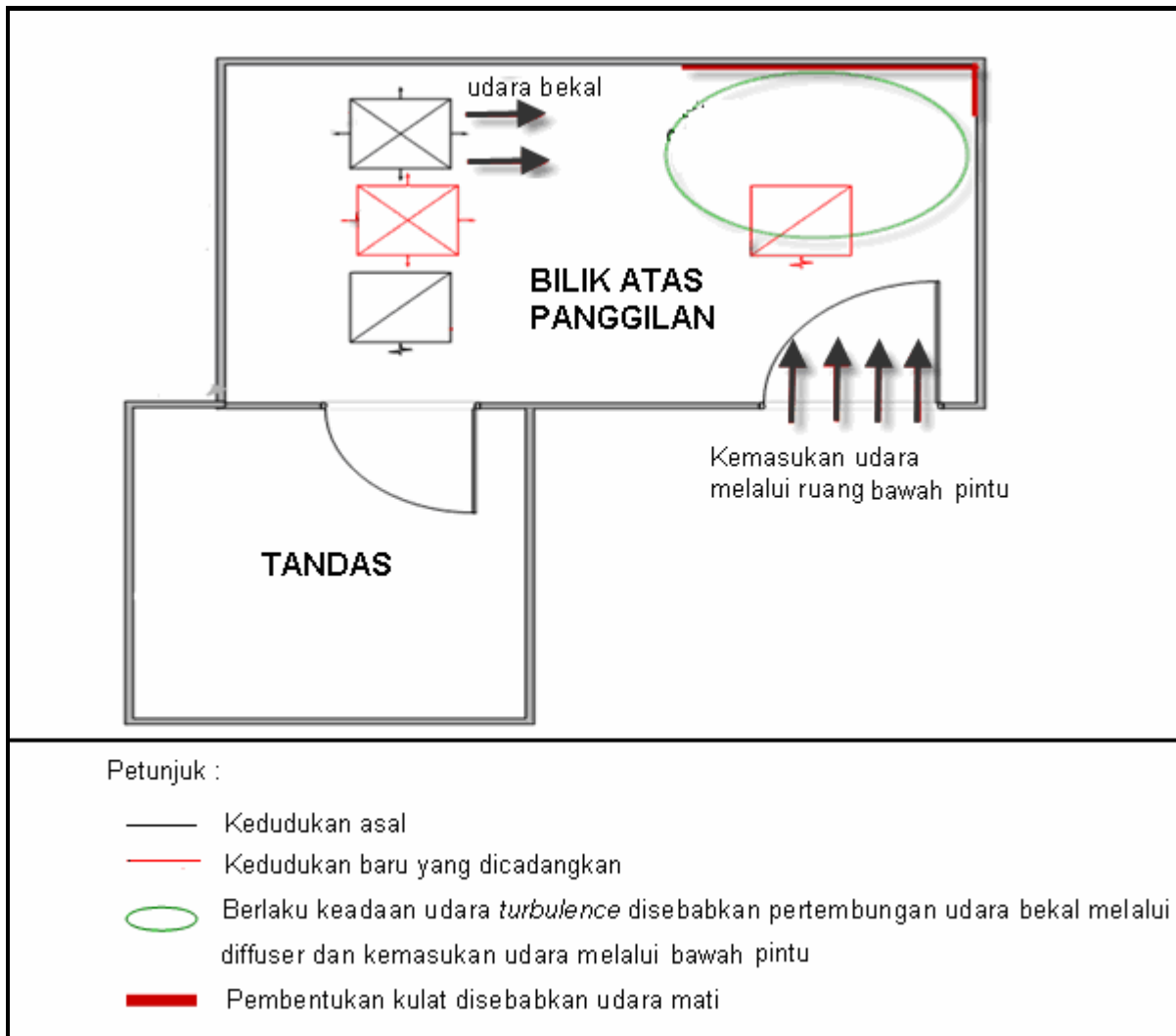
Ruang bilik ini mempunyai suhu 19.5°C pada RH 70.2 % dan suhu titik embun ialah 14 °C pada waktu pagi dengan suhu permukaan dinding 20.5 °C dan siling 21.5 °C.

Ulasan / Masalah :

Pembentukan kulat adalah disebabkan fenomena udara mati berlaku didalam bilik tersebut dengan nilai RH 70.2% dan beroperasi 24 jam sehari menggunakan *chilled water* FCU adalah penyumbang kepada pembentukan kulat.

Udara mati terbentuk akibat pertembungan udara bekal melalui *diffuser* dengan udara masuk melalui ruang bawah pintu. Keadaan tersebut dapat ditunjukkan melalui Rajah 1.

Suhu operasi di dalam bilik ini adalah rendah 19.5°C.



Rajah 1: Lakaran pertembungan udara di bilik Pegawai Atas Panggilan

Cadangan :

- a) Menaikkan suhu operasi kepada 24 °C.
- b) Memindahkan kedudukan *supply diffuser* dan *return diffuser* seperti yang dicadangkan dalam Rajah 1.
- c) Membersih dan mengecat semula permukaan siling dan dinding yang berkulat menggunakan cat anti-fungus.
- d) Menutup kemasukan udara melalui ruang antara pintu.

9.0 ULASAN KESELURUHAN

Daripada penemuan diatas menunjukkan:

- a) Operasi sistem penyaman udara oleh pengguna yang terlalu sejuk, cth: bilik mayat secara purata 17°C.
- b) Pelarasan sistem kawalan yang tidak sempurna.
- c) Berlaku fenomena udara mati (*stagnant air*), cth: pada ruang tangga.
- d) Berlaku kulat di siling yang disebabkan berlaku kondensasi pada sesalur penyaman udara berpunca dari pemasangan tebatan yang tidak sempurna.

10.0 CADANGAN TINDAKAN PEMBETULAN DAN PENCEGAHAN

- a) Suhu operasi setiap bilik perlu ditetapkan mengikut keperluan rekabentuk bilik tersebut.
- b) Memasang *dry wall partition* bagi lokasi yang berlaku kondensasi. cth: bilik Server, bilik Persediaan Ubat Dalam dan bilik Pemerhatian.
- c) Membersih dan mengecat semula permukaan siling dan dinding yang berkulat menggunakan cat anti-fungus yang diluluskan oleh SIRIM.
- d) Setiap siling yang rosak (berkulat) perlu diganti dan dicadangkan siling tersebut ditebat dengan *close cell insulation*. cth: bilik Autopsi Reput.
- e) Selenggara dan tentukur alat-alat (*motorize valve, fresh air damper, penapis udara*) dan peranti-peranti (*thermostat, dll*) bagi memastikan sistem beroperasi dengan sempurna.
- f) Menutup semua lubang kemasukan udara luar terutama pada laluan sistem perpaipan lain dan rongga pada sekeliling pintu di bilik Forensik.
- g) Menyediakan sistem pengudaraan mekanikal di ruang tangga, beroperasi terutamanya pada waktu malam. Dicadangkan sistem ini beroperasi 24 jam/hari.

11.0 KESIMPULAN

Dari pemeriksaan yang dijalankan didapati masalah kondensasi yang berlaku boleh dielakkan dengan mengambil kira keperluan rekabentuk bilik tersebut pada peringkat rekabentuk lagi.

Pemantauan yang lebih perlu dilakukan semasa kerja-kerja pemasangan dilakukan, sebagai contoh pemasangan tebatan pada sesalur bagi mengawal kualiti pemasangan yang sempurna.

Pihak penyelenggaraan perlu membuat kerja-kerja pembersihan dan selenggara peralatan dengan lebih rapi dan berjadual.

Adalah diharapkan hasil daripada pemeriksaan ini, sistem penyaman udara akan kembali beroperasi mengikut kehendak rekabentuk.

Di sediakan oleh:


WAN SHAH B. WAN SENIK
Jurutera Mekanikal, J44
Unit Pakar Forensik, CKM


MOHD NAZRI B. MOHAMED
Jurutera Mekanikal, J41
Unit Pakar Forensik, CKM

Di semak oleh:


Ir. Hj. AZIAH BT. WAN ABDULLAH
Jurutera Mekanikal Penguasa Kanan
Cawangan Kejuruteraan Mekanikal.

Di sahkan oleh:


HAMDAN B. ABD MALEK
Pengarah Bahagian kepakaran
Cawangan Kejuruteraan Mekanikal.

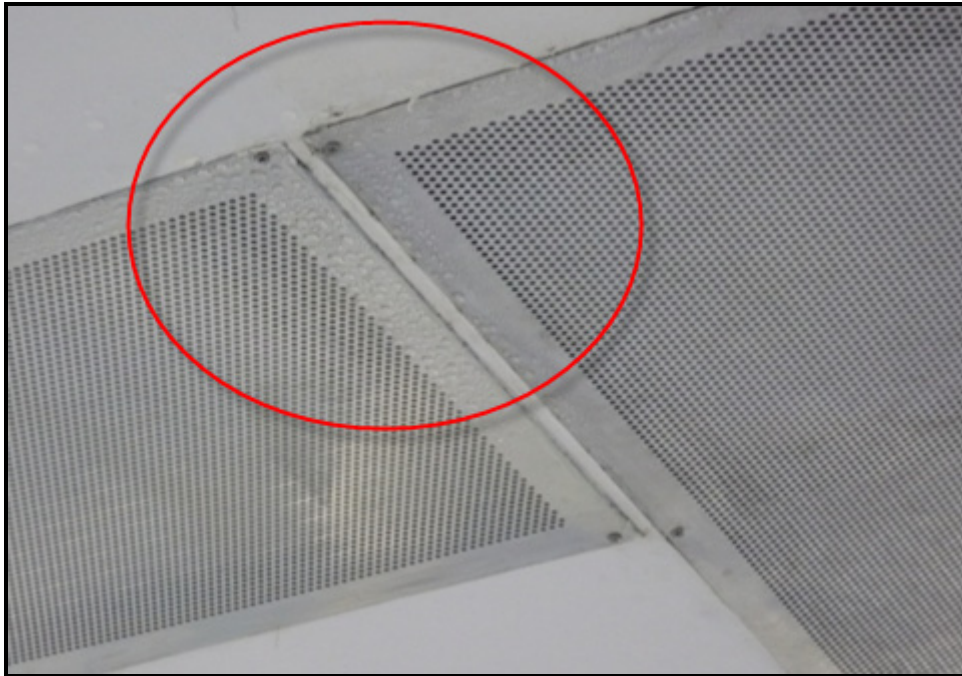
LAMPIRAN A

(GAMBAR)

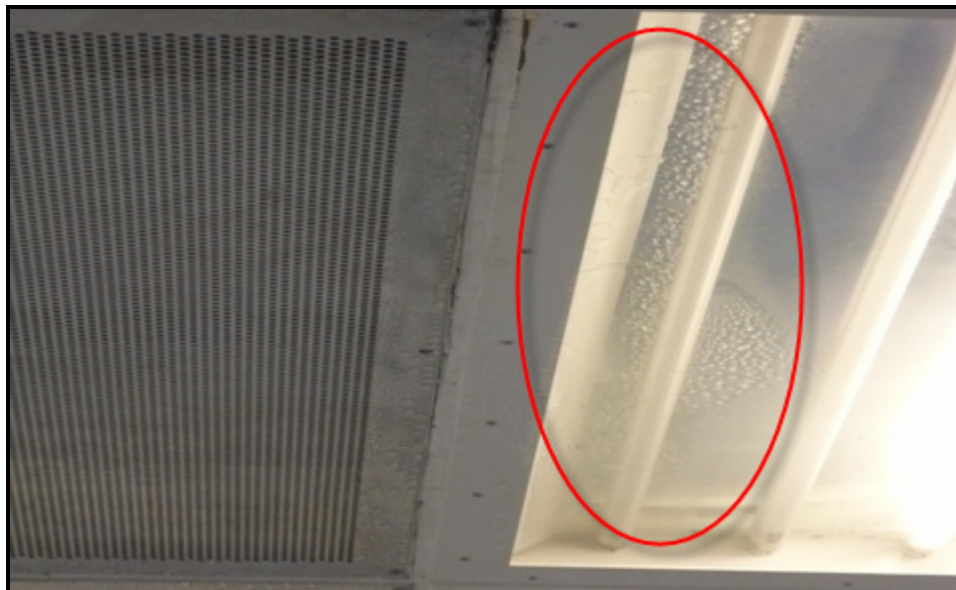
12.0 LAMPIRAN

12.1 LAMPIRAN A (GAMBAR)

LOKASI : Bilik Pembedahan OT1 – aras 2

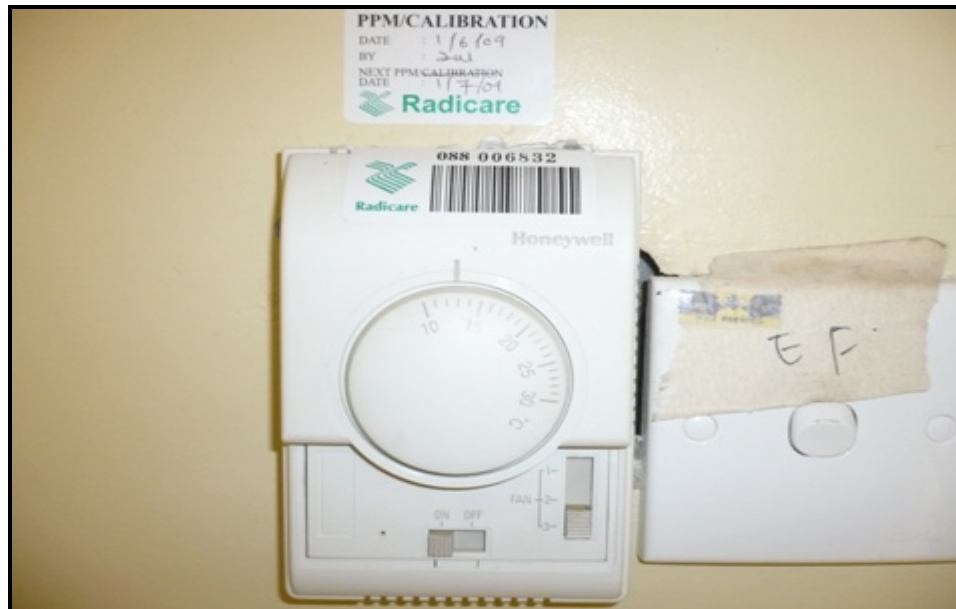


Gambar 1: Berlaku kondensasi pada permukaan *diffuser*.



Gambar 2: Berlakunya kondensasi pada bingkai lampu bersebelahan *diffuser*.

LOKASI : Bilik Forensik – aras bawah



Gambar 3: Pelarasan suhu yang rendah 13 °C dan kedudukan pelaras suhu yang mudah dicapai.



Gambar 4: Berlaku kondensasi diantara dinding ruang legar forensik dan Bilik Autopsi (Islam) .



Gambar 5: Terdapat kebocoran udara luar (infiltration) melalui ruang antara pintu dan dinding.

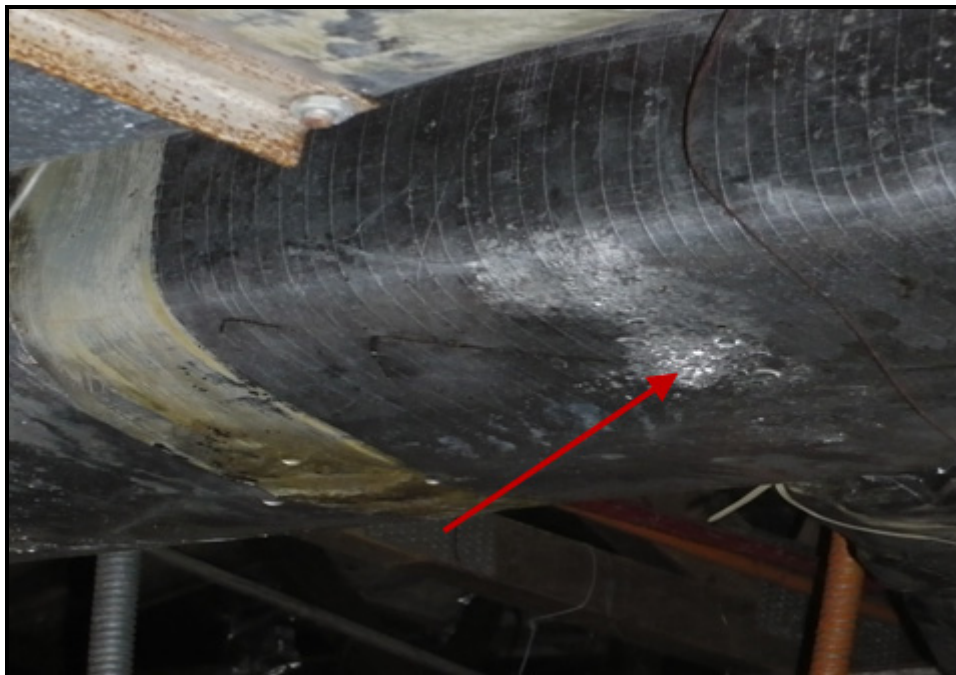
LOKASI : Bilik Autopsi Reput – aras bawah



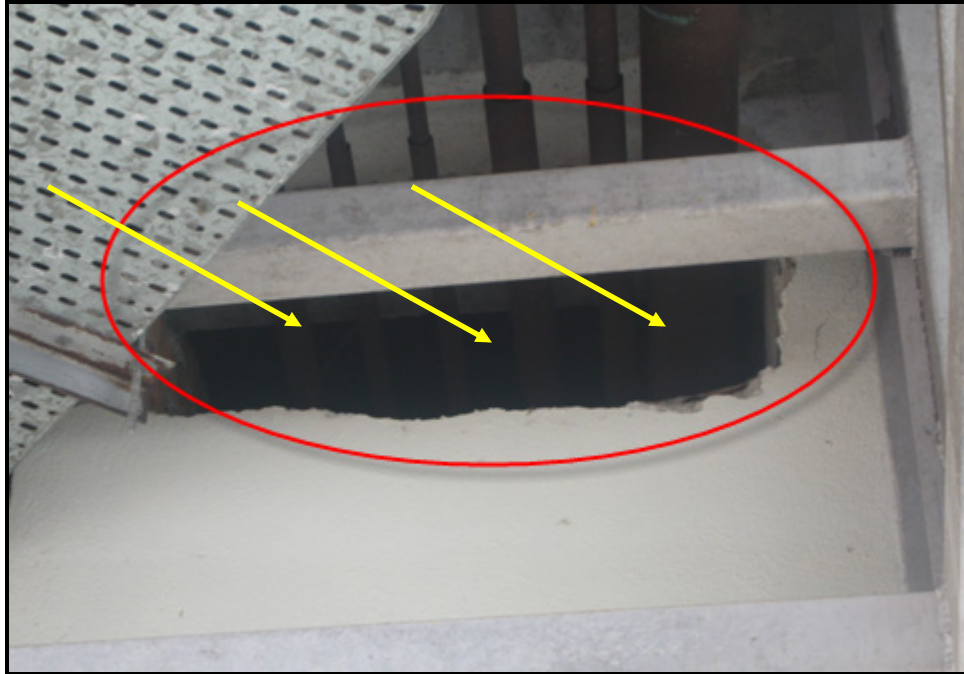
Gambar 6: Keadaan siling berkulat disebabkan kebocoran.



Gambar 7: Keadaan siling yang berkulat dan basah mengakibatkan kerosakan pada siling.



Gambar 8: Berlaku kondensasi pada permukaan sesalur penyaman udara



Gambar 9: Kemasukan udara luar (infiltration) ke dalam bahagian atas siling melalui dinding yang tidak ditutup dengan kemas.

LOKASI : Laluan Koridor Bersebelahan Bilik Server – aras 1



Gambar 10: Berlaku kondensasi pada permukaan dinding koridor disebabkan penyaman udara di Bilik Server berfungsi secara 24 jam.

LOKASI : Ruang Tangga Bersebelahan Bilik Server – aras 1



Gambar 11: Terbentuk kulat pada dinding tangga yang terletak bersebelahan dengan Bilik Server.

LOKASI : Lalan Koridor Bersebelahan Farmasi –aras bawah



Gambar 12: Berlaku kondensasi pada permukaan dinding koridor.

LOKASI : Laluan Koridor Bersebelahan Bilik Kecemasan - aras bawah



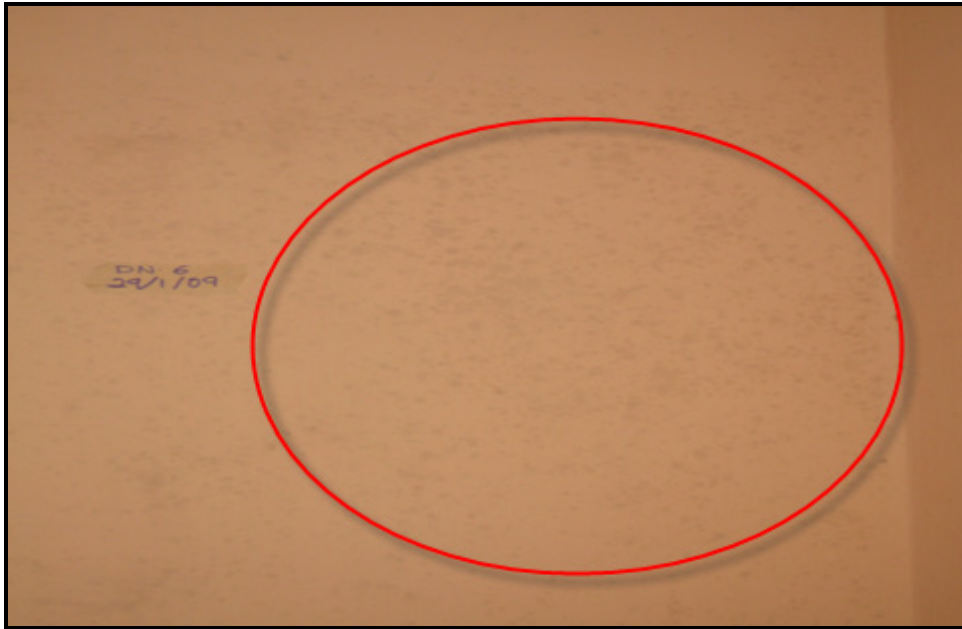
Gambar 13: Berlaku kondensasi pada permukaan dinding koridor.

LOKASI : Bilik Pemerhatian (Observation Bay) - aras bawah



Gambar 14: Berlakunya kondensasi pada *supply diffuser* di bilik Pemerhatian.

LOKASI : Bilik Pegawai Atas Panggilan - aras Bawah



Gambar 15: Kulat terbentuk pada dinding bilik tersebut.

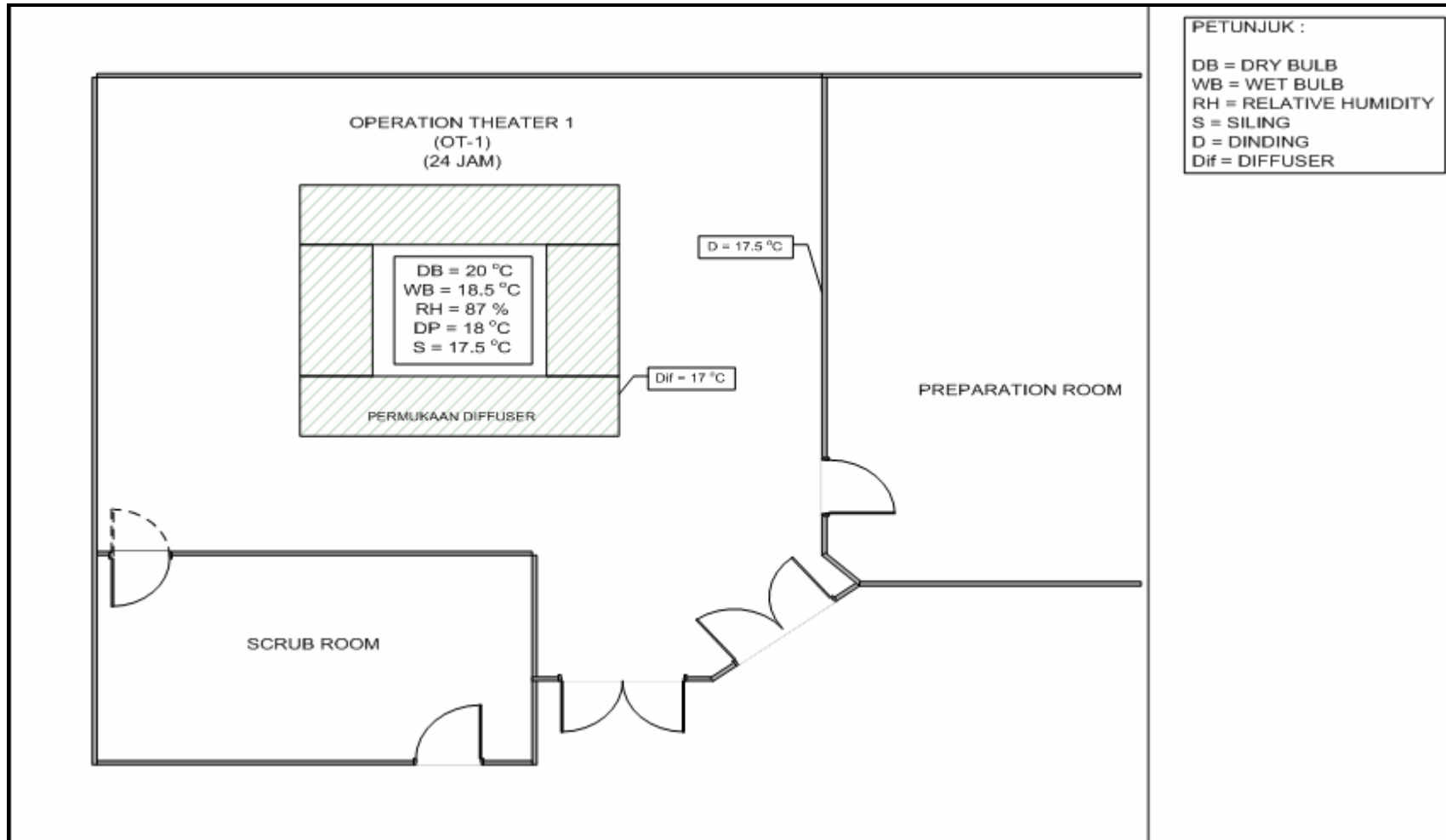


Gambar 16: Kulat juga terbentuk pada bahagian permukaan siling.

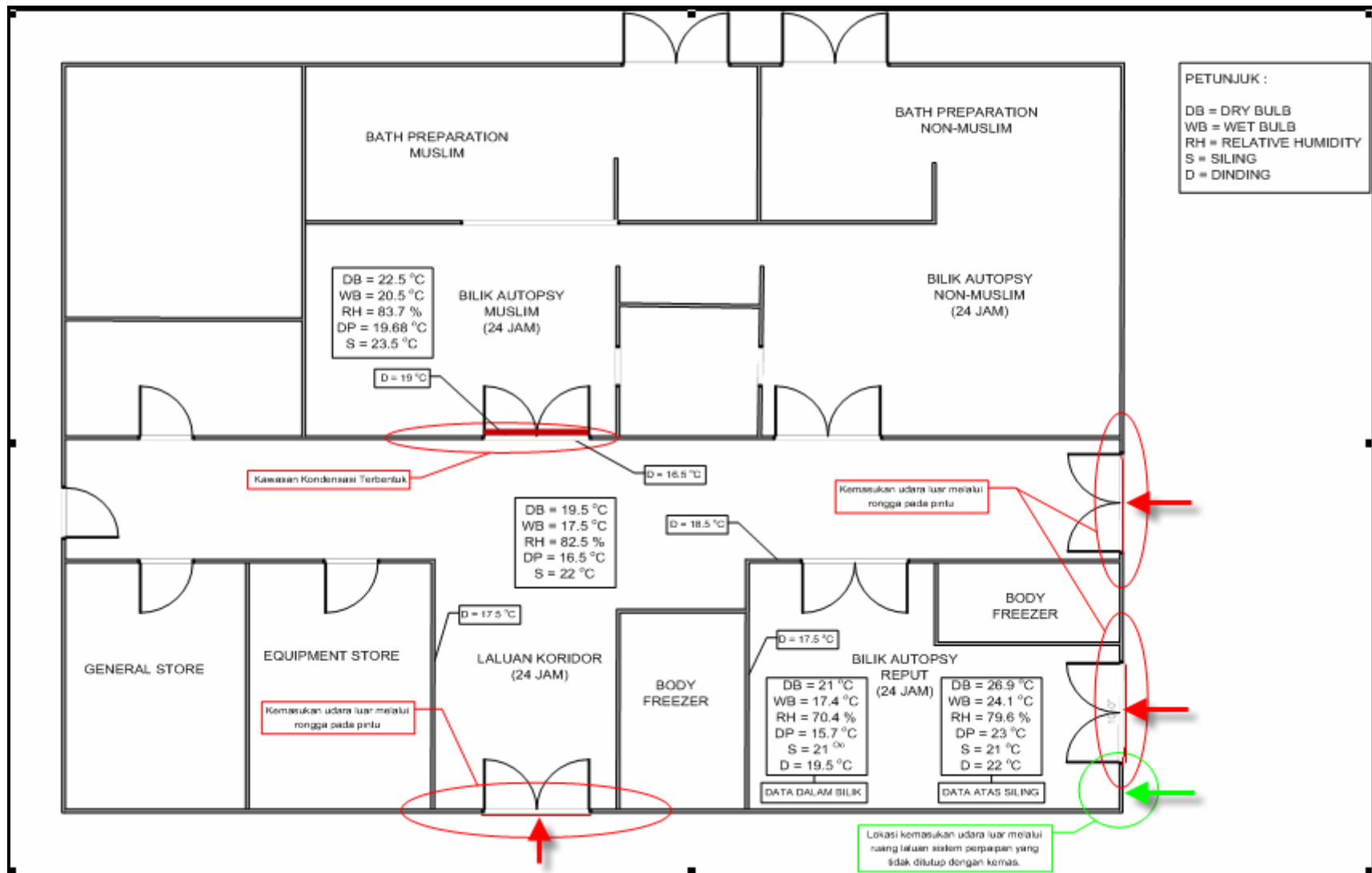
LAMPIRAN B

(LUKISAN)

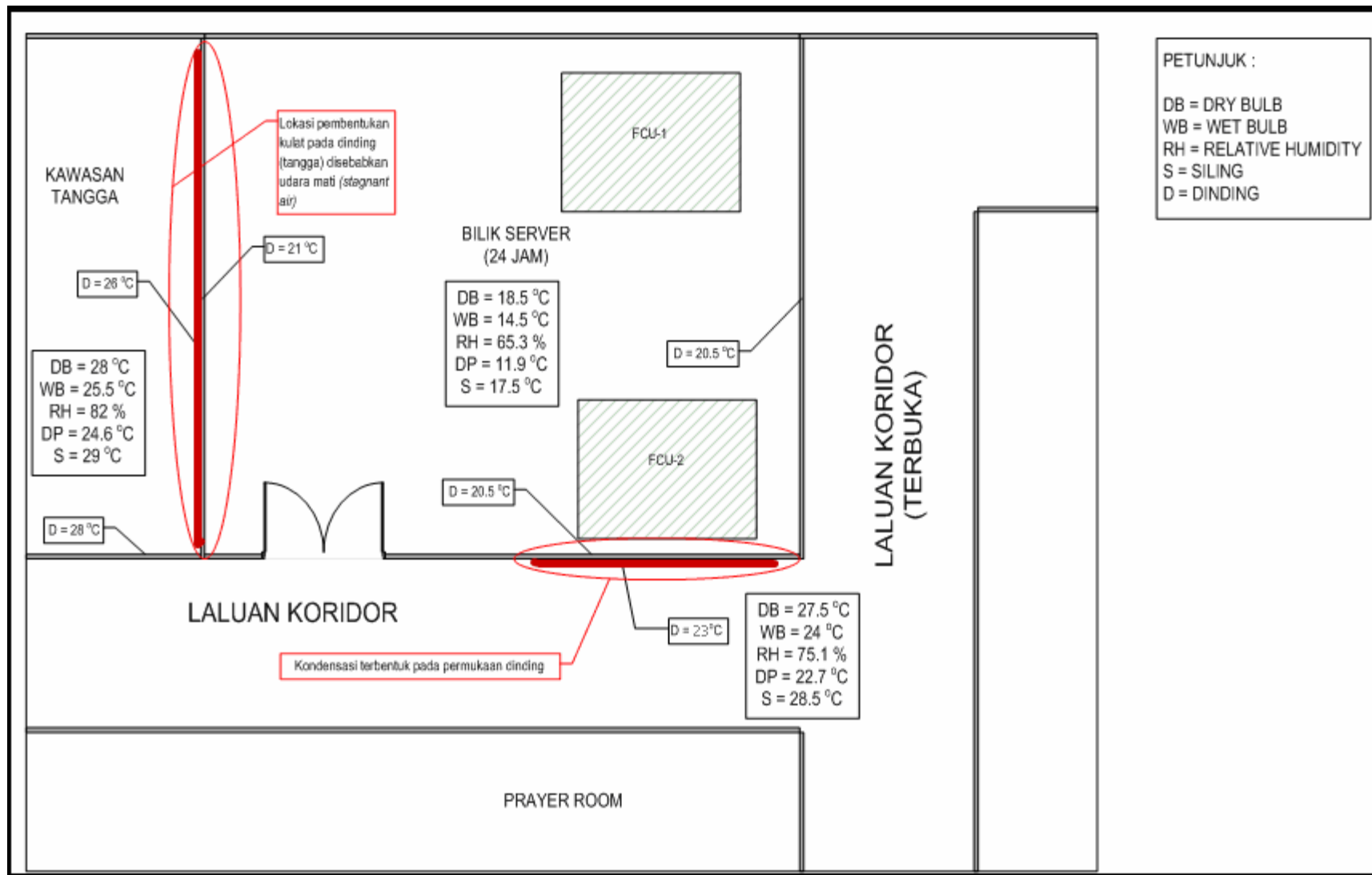
12.2 LAMPIRAN B (LUKISAN)



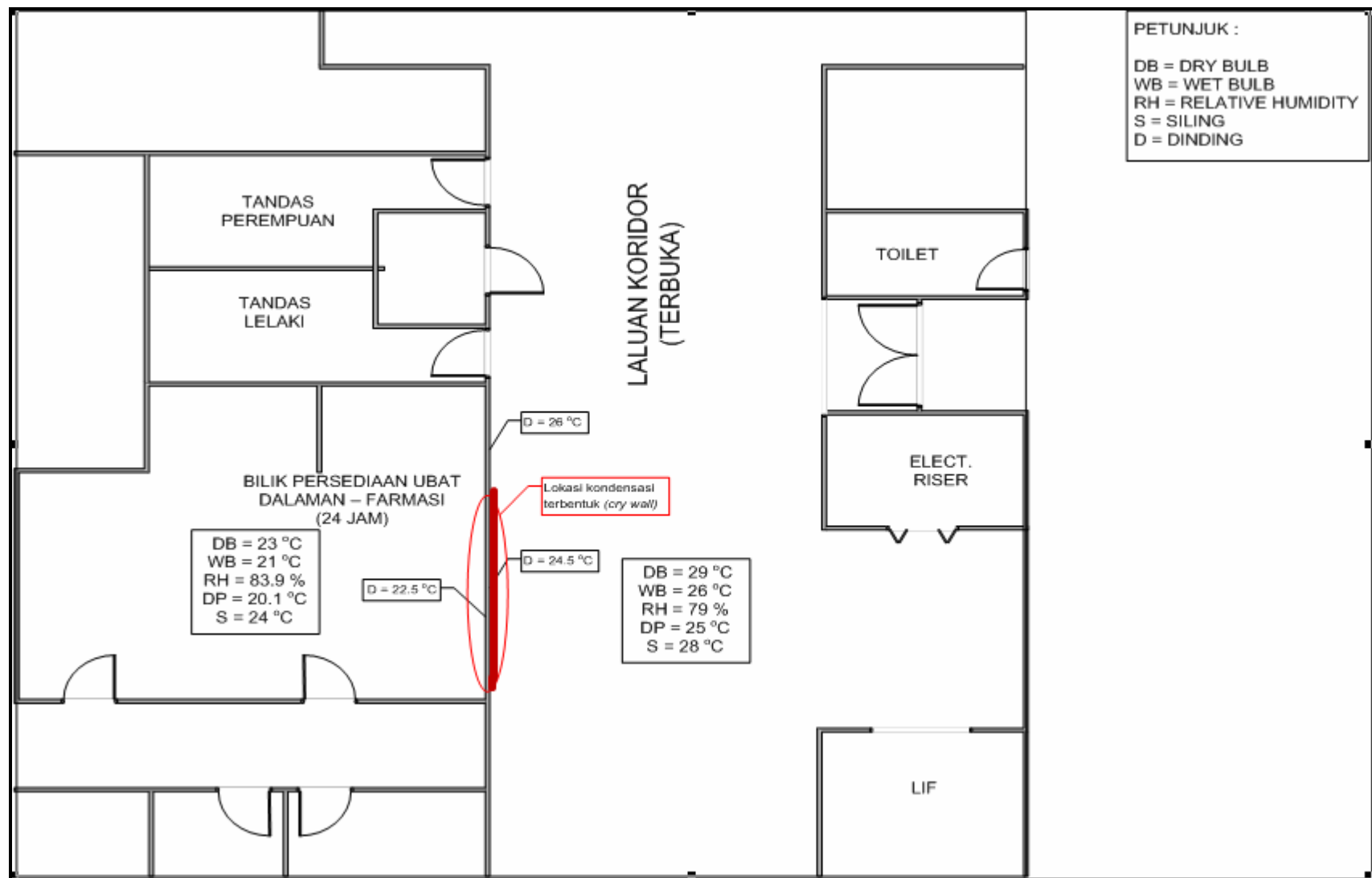
Lukisan 1: Bilik Pembedahan (OT-1) – aras dua(2).



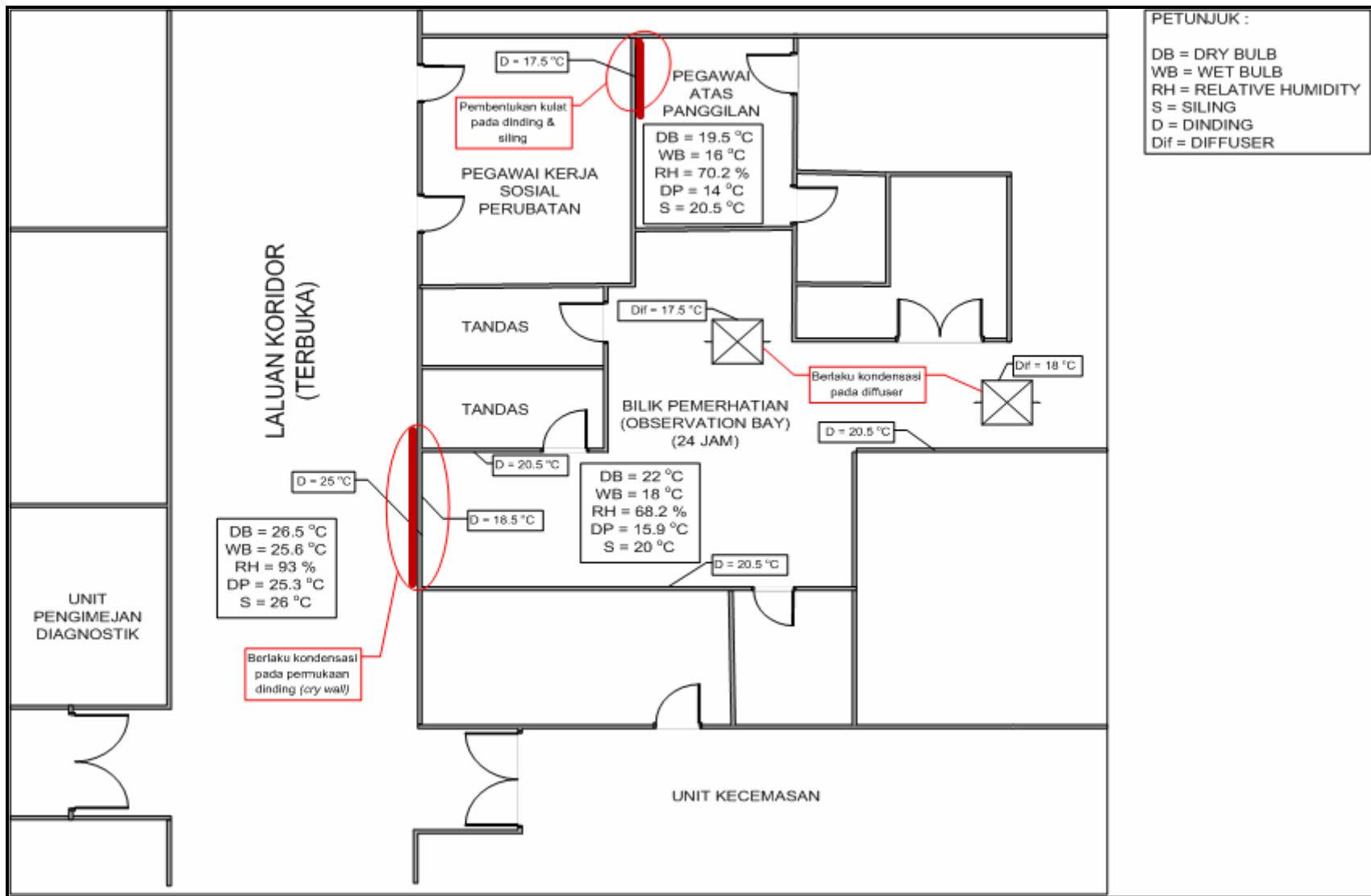
Lukisan 2: Bilik Forensik – aras bawah.



Lukisan 3: Bilik Server – aras satu(1).



Lukisan 4: Laluan Koridor bersebelahan Bilik Persediaan Ubat Dalaman (Farmasi) – aras bawah.

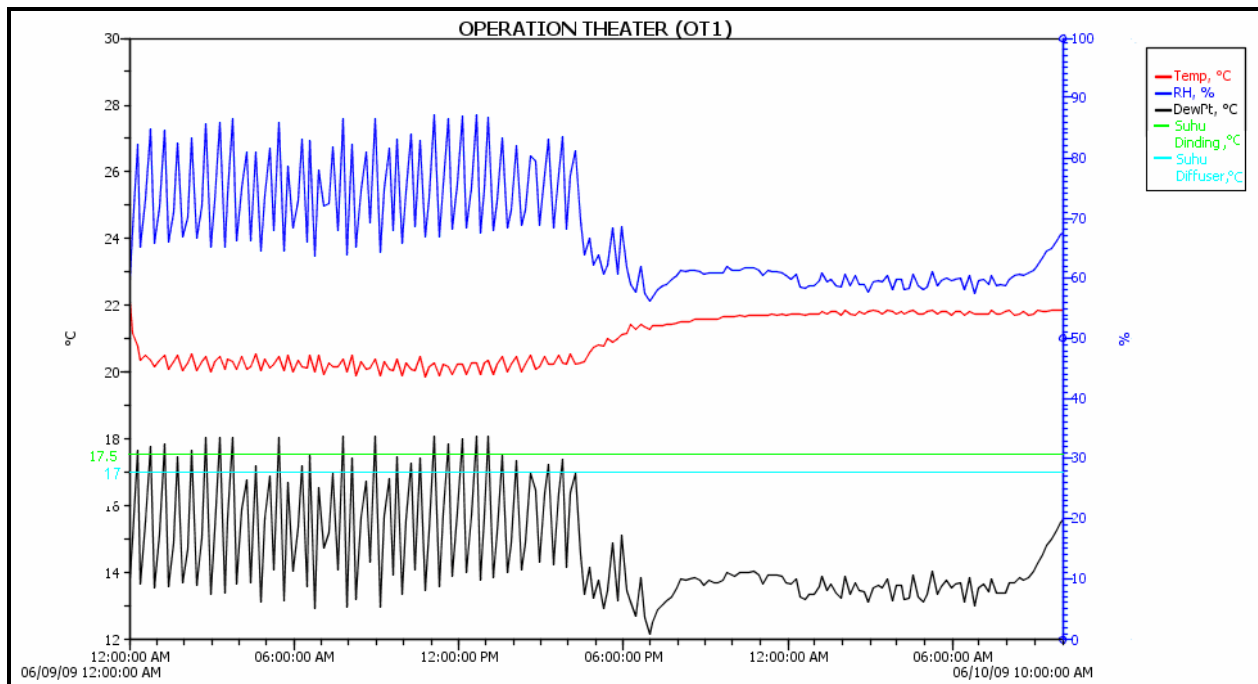


Lukisan 5: Laluan Koridor Antara Unit Kecemasan dan Unit Pengimejan Diagnostik, Bilik Pemerhatian (Observation Bay) & Bilik Pegawai Atas Panggilan – aras bawah.

LAMPIRAN C

(BACAAN DATA LOGGER)

12.3 LAMPIRAN C (BACAAN DATA LOGGER)



Graf 1 : Menunjukkan bacaan data yang diambil menggunakan data logger di Bilik Pembedahan 1 (OT-1) – aras dua(2).(12.00am 09/06/09 – 10.00am 10/06/09)

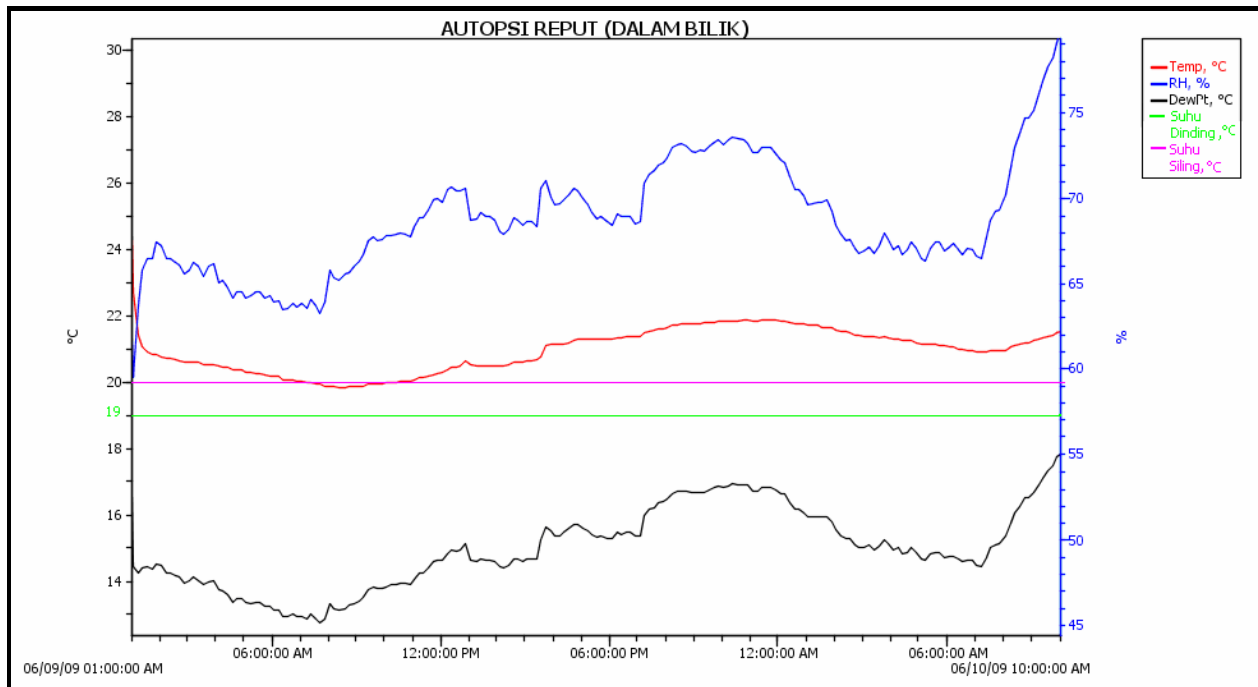
Data : (12.00am 09/06/09 – 10.00am 10/06/09)

	maksimum	minimum	purata
Suhu bilik, °C	21.8	19.8	20.9
RH, %	87	56	67
<i>Dew Point</i> , °C	18	12.2	14.6

Suhu dinding :17.5 °C

Suhu siling : 17.5 °C

Suhu permukaan *diffuser* :17 °C (waktu pagi)



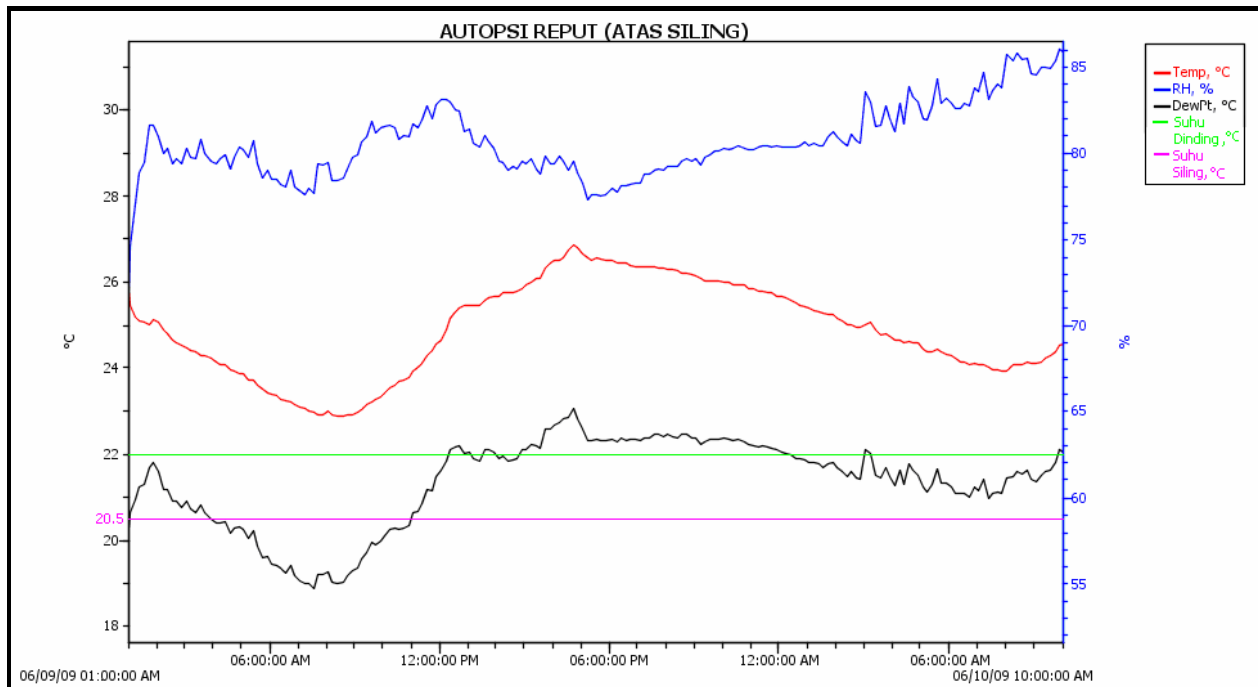
Graf 2: Menunjukkan bacaan data yang diambil menggunakan data logger di Bilik Autopsi Reput (dalam ruang bilik) – aras bawah. (01.00am 09/06/09 – 10.00am 10/06/09)

Data : (01.00am, 09/06/09 – 10.00am, 10/06/09)

	maksimum	minimum	purata
Suhu bilik, °C	22.7	19.8	20.9
RH, %	79.1	59.5	68.7
<i>Dew Point</i> , °C	17.7	12.7	15

Suhu dinding : 19 °C

Suhu siling : 20 °C



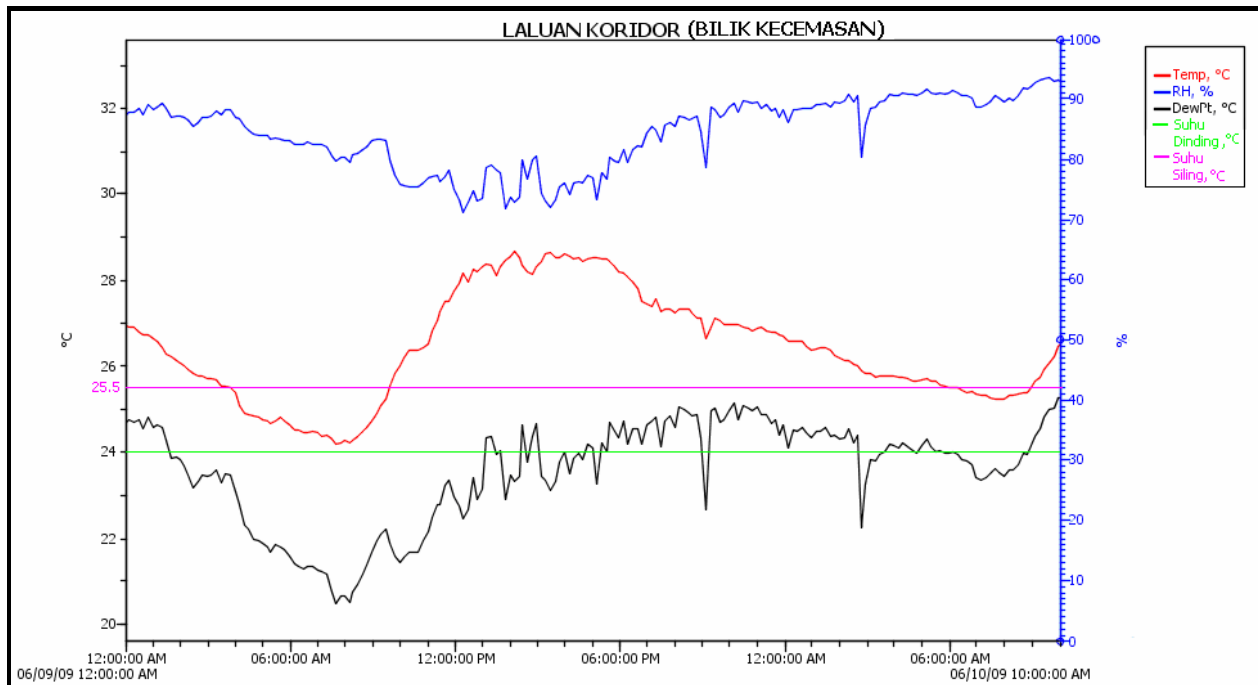
Graf 3: Menunjukkan bacaan data yang diambil menggunakan data logger di Bilik autopsi reput (dalam ruang atas siling) – aras bawah. (01.00am 09/06/09 – 10.00am 10/06/09)

Data : (01.00am 09/06/09 – 10.00am 10/06/09)

	maksimum	minimum	purata
Suhu bilik, °C	26.9	22.9	24.9
RH, %	86	74.6	80.7
<i>Dew Point</i> , °C	23.1	18.9	21.4

Suhu dinding :22 °C

Suhu siling : 20.5 °C



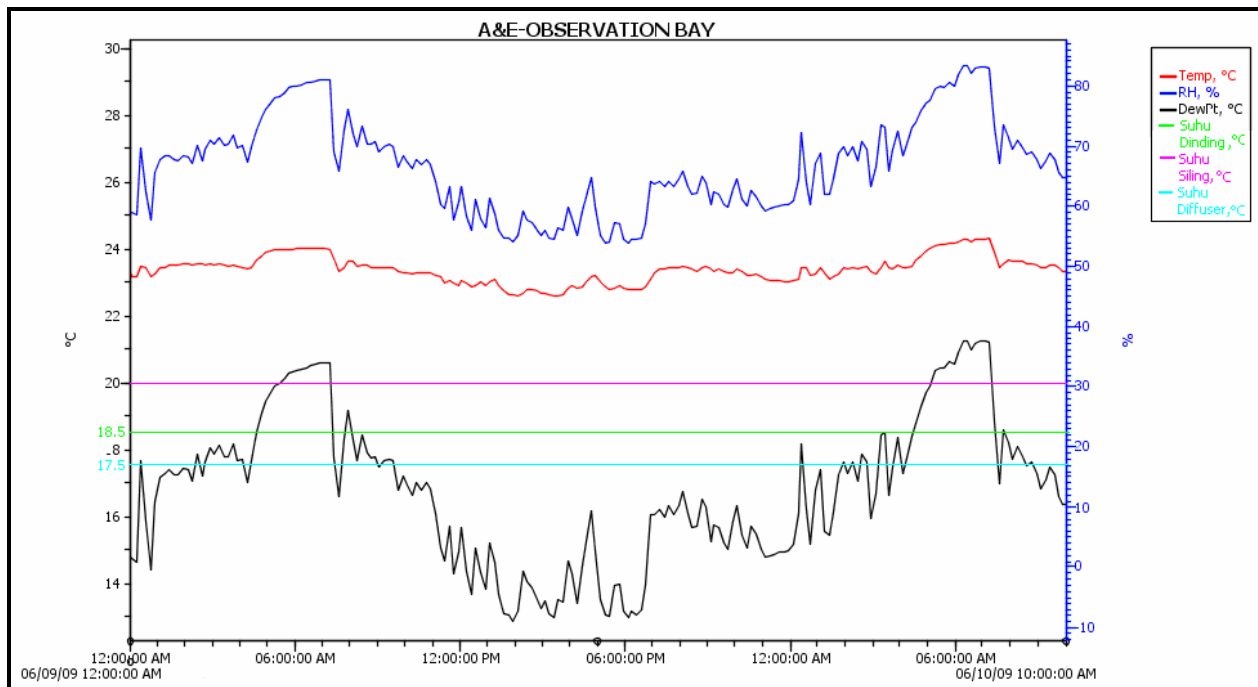
Graf 4: Menunjukkan bacaan data yang diambil menggunakan data logger di Laluan koridor antara bilik Unit Kecemasan dan Unit Pengimejan Diagnostik –aras bawah – aras bawah. (12.00am 09/06/09 – 10.00am 10/06/09)

Data : (12.00am 09/06/09 – 10.00am 10/06/09)

	maksimum	minimum	purata
Suhu bilik, °C	28.7	24.2	26.4
RH, %	93.6	71.1	84.4
<i>Dew Point</i> , °C	25.3	20.5	23.6

Suhu dinding :24 °C

Suhu siling : 25.5 °C



Graf 5: Menunjukkan bacaan data yang diambil menggunakan data logger di Bilik Pemerhatian (Observation Bay) - aras bawah (12.00am 09/06/09 – 10.00am 10/06/09)

Data : (12.00am 09/06/09 – 10.00am 10/06/09)

	maksimum	minimum	purata
Suhu bilik, °C	24.3	22.6	23.4
RH, %	83.2	53.9	66.7
<i>Dew Point</i> , °C	21.2	12.9	16.8

Suhu dinding : 18.5 °C

Suhu siling : 20 °C

Suhu *diffuser* : 17.5 °C