

**LAPORAN PEMERIKSAAN
DI BANGUNAN LAPANGAN TERBANG
KUALA TERENGGANU**

DISEDIAKAN:

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

12 OKTOBER 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	3
6.0	DESKRIPSI SISTEM.....	4
7.0	LAPORAN PEMERIKSAAN	4
8.0	PENEMUAN DAN ULASAN	5
	a) <i>Bilik Rehat di Menara Kawalan Jabatan Penerbangan Awam (DCA)</i>	5
	b) <i>Bangunan Lapangan Terbang Sultan Mahmud</i>	7
	i. <i>Lot Kedai</i>	7
	ii. <i>Ruang Hadapan Bilik MDF & PABX</i>	8
	iii. <i>Laluan Lif</i>	10
	iv. <i>Laluan Pertukaran (Transfer Corridor)</i>	11
	v. <i>Balai Tiba Domestik (Tangga)</i>	12
	iv. <i>Laluan ke Bilik Pemeriksaan Kakitangan</i>	14
9.0	ULASAN KESELURUHAN	15
10.0	CADANGAN TINDAKAN PEMBETULAN DAN PENCEGAHAN	15
11.0	KESIMPULAN.....	16
12.0	LAMPIRAN	17
	12.1 LAMPIRAN A (GAMBAR).....	17
	12.2 LAMPIRAN B (LUKISAN).....	23
	12.3 LAMPIRAN C (BACAAN DATA LOGGER).....	29

LAPORAN PEMERIKSAAN KONDENSASI DI BANGUNAN LAPANGAN TERBANG SULTAN MAHMUD, KUALA TERENGGANU

1.0 PENDAHULUAN

Pengarah Kanan mengarahkan Unit Pakar Forensik menjalankan pemeriksaan masalah pembentukan kondensasi di Menara Kawalan DCA Lapangan Terbang Sultan Mahmud Kuala Terengganu, susulan daripada laporan yang diterima dari Pejabat Tapak JKR, Projek Naiktaraf Lapangan Terbang Sultan Mahmud melalui surat rujukan (87)dlm LTSM/Pkj 2-Am.Jld.11 bertarikh 6 Ogos 2009.

Oleh itu Unit Pakar Forensik dari Cawangan Kejuruteraan Mekanikal Ibu Pejabat telah membuat pemeriksaan bersama-sama wakil pegawai JKR pada 24 hingga 26 Ogos 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 pembedulan dan pencegahan.

3.0 LATAR BELAKANG PROJEK

Berikut menunjukkan ringkasan butir-butir projek Lapangan Terbang Sultan Mahmud :

No. Kontrak	: JKR / IP / CKUB / 76 / 2005
Nama Projek	: Projek Menaik Taraf Lapangan Terbang Sultan Mahmud, Kuala Terengganu, Terengganu (Pakej 2)
Tarikh dibina	: 2005
Tarikh siap sepenuhnya	: 2007
Tempoh Membaiki Kecacatan	: 20 April 2008 hingga 20 April 2010

Kontraktor Utama	: Consortium WRA – Babena – SYYJV Sdn. Bhd. Kuala Terengganu, Terengganu
Kontraktor ACMV	: Fastcoll Corporation Sdn. Bhd. Badar Tun Razak, Kuala Lumpur
Kaedah Perolehan	: Konvensional (In House Design)
Harga Kontrak ACMV	: RM 5,670,000.00

4.0 PASUKAN FORENSIK

Senarai pasukan pemeriksa adalah seperti berikut :

a. Wan Shah bin Wan Senik	Jurutera Mekanikal Unit Pakar Forensik Cawangan Kejuruteraan Mekanikal
b. Mohd Nazri bin Mohamed	Jurutera Mekanikal Unit Pakar Forensik Cawangan Kejuruteraan Mekanikal
c. Zulakmal bin Ahmad Zaki	Juruteknik Mekanikal Unit Pakar Forensik Cawangan Kejuruteraan Mekanikal

5.0 METHODOLOGI

Kaedah yang digunakan semasa melakukan pemeriksaan adalah seperti berikut:

- i. Menyemak laporan kerosakan dari Pejabat Tapak JKR
- ii. Temubual dengan pihak JKR dan pihak MASB.
- iii. 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 penyaman udara di bangunan ini adalah dari jenis *Water Cooled Chiller* terdiri daripada sub-sistem utama iaitu:

i. Water Side

Jumlah Chiller : 3 nos

Jenama/Model : Carrier / 19XR3232

Operasi : 2 *run*, 1 *standby*

Kapasiti : 400 TR setiap unit

ii. Air Side

Jumlah AHU yang terlibat : 2 unit

Jenama : Carrier

Model : AHU 8C – 39GH0914(5/14HF)FCG355

Kapasiti : 248110 btu/hr

AHU 3A – 39GH1724(7/8DB) FCG630

Kapasiti : 685 110 btu/hr

Jumlah FCU yang terlibat : 1 unit

Jenama/Model : Carrier / 40LM150

Kapasiti : 150 000 btu/hr

iii. Chilled Water Pump

Jumlah Pam : 3 nos

Jenama / Model : EBSRAY / EHS-125B

Kapasiti : 800 igpm setiap unit

7.0 LAPORAN PEMERIKSAAN

Masalah-masalah yang berlaku:

- a) Pembentukan kondensasi pada permukaan slab di Menara Kawalan DCA Lapangan Terbang Sultan Mahmud Kuala Terengganu.
- b) Pembentukan kondensasi pada permukaan *diffuser* di laluan pertukaran (*transfer corridor*) bangunan Lapangan Terbang Sultan Mahmud.

- c) Pembentukan kulat pada permukaan dinding di laluan kedai, bilik MDF, bilik PABX, laluan bilik Pemeriksaan Kakitangan, laluan lif dan kawasan tangga Balai Tiba Domestik.

8.0 PENEMUAN DAN ULASAN

a) *Bilik Rehat di Menara Kawalan Jabatan Penerbangan Awam (DCA) - rujuk Lukisan 1 di Lampiran B*

Penemuan :

Sistem penyaman udara pada bilik ini beroperasi menggunakan satu(1) buah split unit berkapasiti 2HP. Ketika pemeriksaan penyaman udara di dalam bilik ini beroperasi 24 jam bagi mengelakkan kondensasi dari berlaku.

Ruang ini mempunyai suhu 24.5 °C pada RH 53% dan suhu titik embun ialah 14.3 °C pada waktu pagi dengan suhu di dinding 25 °C dan suhu di permukaan slab 24.5°C. Manakala pada waktu malam, suhunya ialah 24 °C pada RH 52.5% dan suhu titik embun ialah 13.7 °C dengan suhu di dinding 24 °C dan suhu di permukaan slab 24 °C.

Di aras atas bilik ini terdapat bilik server yang beroperasi 24 jam sehari dengan menggunakan sistem split unit. Terdiri dari empat(4) unit dengan dua(2) unit berkapasiti 2HP dan dua(2) unit lagi berkapasiti 1.5HP. Dimana sistem beroperasi satu(1) unit 2HP dan satu(1) unit 1.5HP dalam satu-satu masa.

Ruang ini mempunyai suhu 18°C pada RH 56.4 % dan suhu titik embun ialah 9.3 °C pada waktu pagi dengan suhu permukaan lantai 18.5 °C.

Pemeriksaan visual, permukaan slab kelihatan lembap sahaja tetapi tiada pembentukan air terkondensasi (*condensate water*) di slab yang memisahkan bilik rehat dan bilik server. Rujuk Gambar 1 di Lampiran A. Siling pada bilik rehat telah rosak disebabkan kemasukan air

dari luar seperti yang dilaporkan sebelum ini dan proses pembaikan sedang dijalankan.

Ulasan / Masalah :

Bilik rehat ini dilaporkan terdapat pembentukan kondensasi di permukaan slab. Walaubagaimanapun, semasa pemeriksaan dijalankan hanya kelihatan kesan kelembapan sahaja dan tiada pembentukan air terkondensasi (*condensate water*) yang menitik dari permukaan slab tersebut.

Ini adalah disebabkan oleh suhu titik embun yang dapat diturunkan dibawah suhu permukaan slab pada waktu siang dan malam (cth: suhu titik embun 14.3 °C dan suhu di permukaan slab 24.5°C pada waktu siang) dengan menggunakan satu(1) unit split unit yang beroperasi 24 jam sehari. Split unit ini telah dipasang oleh pelanggan sebagai langkah pencegahan dari kondensasi berlaku.

Walaubagaimanapun kondensasi yang teruk boleh berlaku pada bila-bila masa sekiranya split unit yang digunakan rosak atau kemasukan udara luar yang banyak (cth: melalui pintu yang terbuka).

Daripada bacaan data logger (Graf 1 di Lampiran C) pada masa antara 12.00pm 24/08/09 hingga 12.00pm 26/08/09 menunjukkan kualiti udara didalam bilik rehat tersebut.

Cadangan Pembedulan:

- a) Memasang tebatan *polyurethane foam* pada permukaan slab tersebut setebal 50mm (Rujuk *Guideline on The Prevention of Mould Growth in Buildings*). Pastikan tahap kelembapan permukaan slab < 40 % ketika pemasangan tebatan dilakukan.

b) Bangunan Lapangan Terbang Sultan Mahmud

i. Lot Kedai - aras bawah - rujuk Lukisan 2 di Lampiran B

Penemuan :

Pada lokasi ini sistem penyaman udara dibekalkan dari AHU 3A dan beroperasi antara pukul 6.30 pagi hingga 10.00 malam.

Pada ruang lot kedai, suhu yang diambil adalah 22 °C pada RH 75.6 % dan suhu titik embun ialah 17.5 °C dengan suhu permukaan dinding yang berkulat ialah 21.5 °C pada pagi hari. Manakala pada waktu malam, suhunya ialah 24 °C pada RH 76.7% dan suhu titik embun ialah 19.7 °C dengan suhu di dinding yang berkulat 21 °C.

Berlaku pembentukan kulat pada bahagian dinding kedai. Kategori kulat yang diperhatikan adalah kulat yang disebabkan oleh RH yang tinggi. Rujuk Gambar 2 di Lampiran A.

Terdapat kemasukan udara luar dari ruang antara pintu yang berhampiran lokasi ruang diatas. Rujuk Gambar 3 di Lampiran A.

Pada AHU 3A, suhu sebelum gegelung penyejuk (*oncoil*) yang dicatatkan adalah bebuli kering (*dry bulb, db*) 24 °C dan bebuli basah (*wet bulb, wb*) 20 °C sementara suhu selepas gegelung penyejuk (*offcoil*) dengan *db*, 15 °C dan *wb*, 14 °C.

Ulasan / Masalah :

Daripada data kualiti udara pada ruang ini mencatatkan nilai RH yang tinggi pada waktu siang dan malam. Ini dapat ditunjukkan dari bacaan data logger (rujuk Graf 2 di Lampiran C) yang dicatatkan dari masa 10:30am, 25/08/09 hingga 12:30pm, 26/08/09 dimana nilai RH adalah tinggi terutamanya pada waktu malam. Ini adalah disebabkan terdapat kemasukan udara luar terutama pada ruang (*gap*) di bingkai pintu yang berdekatan. Keadaan ini menggalakkan pembentukan kulat kerana nilai RH yang tinggi menunjukkan kelembapan udara yang tinggi.

Selain dari itu, fenomena udara mati juga menyumbang kepada pembentukan kulat tersebut. Ini dapat dipastikan kerana sistem penyaman udara di ruang ini dibekalkan dari dua(2) unit AHU iaitu AHU 3A dan AHU 2A. Walaubagaimanapun menurut wakil pihak pelanggan, selalunya hanya satu(1) unit AHU (AHU 3A) sahaja yang beroperasi melainkan jika terdapat aktiviti (pameran, jamuan makan, dll) yang dijalankan di ruang tersebut.

Cadangan Pencegahan:

- a) Membersih dan mengecat semula permukaan dinding yang berkulat menggunakan cat anti-fungus.
- b) Menutup semua kemasukan udara luar (*infiltration*) cth: ruang antara bingkai pintu.

Cadangan Pembetulan :

- a) Setiap unit AHU pada ruang ini perlu beroperasi bagi memastikan udara bekal mencukupi sebagaimana rekabentuk asal bagi mengelakkan fenomena udara mati.
- b) Sekiranya pihak pelanggan ingin mengekalkan waktu operasi pada bahagian ini, adalah dicadangkan memasang penghadang (*end-closed partition*) bagi memisahkan ruang tersebut.

ii. Ruang Hadapan Bilik MDF & PABX - aras bawah - rujuk Lukisan 3 di Lampiran B

Penemuan:

Ruang ini terletak pada zon yang sama dengan ruang lot kedai diatas dimana sistem penyaman udara dibekalkan dari AHU 3A dan beroperasi antara pukul 6.30 pagi hingga 10.00 malam.

Pada ruang ini suhu yang dicatatkan adalah 21.5 °C pada RH 71.4 % dan suhu titik embun ialah 16.1 °C dengan suhu permukaan dinding ialah 20 °C pada pagi hari. Manakala pada waktu malam, suhunya ialah

23.5 °C pada RH 76.4% dan suhu titik embun ialah 19.1 °C dengan suhu di dinding 20°C.

Terdapat kesan kondensasi berlaku pada bahagian dinding bilik MDF dan PABX seperti yang ditunjukkan pada Gambar 4 di Lampiran A.

Sistem penyaman udara bilik MDF dan PABX beroperasi selama 24 jam sehari.

Lokasi ruang ini juga berhampiran dengan kemasukan udara luar melalui ruang antara bingkai pintu sama seperti pada ruang lot kedai diatas.

Ulasan / Masalah :

Daripada data kualiti udara pada ruang ini mencatatkan nilai RH yang tinggi pada waktu siang dan malam. Masalah pada ruang ini adalah sama seperti diatas kerana lokasi ini terletak pada zon yang sama dengan ruang lot kedai. Daripada data juga tidak menunjukkan berlakunya pembentukan kondensasi.

Walaupun bagaimanapun dari bacaan data logger (rujuk Graf 3 di Lampiran C) yang dicatatkan dari masa 10:30am, 25/08/09 hingga 12:30pm, 26/08/09 menunjukkan kondensasi berlaku diantara masa 03:00am, 26/08/09 hingga 06:30am, 26/08/09 (Dimana pada ketika ini suhu permukaan dinding (20°C) lebih rendah dari suhu titik embun ruang tersebut).

Cadangan Pencegahan :

- a) Menutup semua kemasukan udara luar (*infiltration*) cth: ruang antara bingkai pintu.

Cadangan Pembetulan:

- a) Memasang dry wall partition pada dinding didalam bilik MDF dan bilik PABX

iii. Laluan Lif –aras satu(1) - rujuk Lukisan 4 di Lampiran B

Penemuan :

Pada ruang ini sistem penyaman udara dibekalkan dari AHU 8C dan beroperasi antara pukul 6.30 pagi hingga 10.00 malam.

Terdapat pembentukan kulat pada permukaan dinding di sekitar *diffuser* seperti yang ditunjukkan pada Gambar 5 di Lampiran A.

Ruang ini mempunyai suhu 22 °C pada RH 68 % dan suhu titik embun ialah 15.9 °C dengan suhu permukaan dinding yang berkulat ialah 18 °C pada pagi hari. Manakala pada waktu malam, suhunya ialah 25.5 °C pada RH 73.9 % dan suhu titik embun ialah 20.5 °C dengan suhu di dinding yang berkulat 20 °C.

Terdapat kemasukan udara luar melalui bingkai pintu masuk utama seperti yang ditunjukkan pada Gambar 6 di Lampiran A.

Pada AHU 8C, suhu sebelum gegelung penyejuk (*oncoil*) yang dicatatkan adalah bebuli kering (*dry bulb, db*) 24 °C dan bebuli basah (*wet bulb, wb*) 20 °C sementara suhu selepas gegelung penyejuk (*offcoil*) dengan *db*, 18.5 °C dan *wb*, 18 °C.

Ulasan / Masalah :

Daripada data kualiti udara ruang diatas menunjukkan kondensasi boleh terbentuk pada waktu malam hari dimana suhu permukaan dinding 20 °C (berhampiran *diffuser*) lebih rendah dari suhu titik embun pada ruang tersebut (20.5 °C). Keadaan ini menggalakkan pembentukan kulat.

Ini dapat ditunjukkan dari bacaan data logger (rujuk Graf 4 di Lampiran C) yang dicatatkan dari masa 01:00pm, 25/08/09 hingga 12:10pm, 26/08/09 dimana kondensasi boleh berlaku diantara masa 12:00am, 26/08/09 hingga 06:30am, 26/08/09. Pada masa ini suhu permukaan adalah lebih rendah dari suhu titik embun ruang tersebut.

Kemasukan udara luar menyumbang kepada kenaikan nilai RH terutama pada waktu malam ketika sistem penyaman udara tidak beroperasi.

Cadangan Pencegahan :

- a) Membersih dan mengecat semula permukaan dinding yang berkulat menggunakan cat anti-fungus.
- b) Menutup semua kemasukan udara luar (*infiltration*) cth: ruang antara bingkai pintu.
- c) Semua pintu mestilah ditutup rapat terutama pada waktu malam.

iv. Laluan Pertukaran (Transfer Corridor) – aras satu(1) - rujuk Lukisan 5 di Lampiran B

Penemuan :

Pada ruang ini sistem penyaman udara dibekalkan dari FCU dan beroperasi pada waktu terdapatnya penerbangan.

Ruang ini mempunyai suhu 22 °C pada RH 68 % dan suhu titik embun ialah 15.9 °C dengan suhu permukaan diffuser yang berlaku kondensasi ialah 15.5 °C pada pagi hari. Manakala pada waktu malam, suhunya ialah 25 °C pada RH 77.2 % dan suhu titik embun ialah 20.7 °C dengan suhu permukaan *diffuser* 21.5 °C.

Berlaku pembentukan kondensasi pada permukaan *diffuser* seperti yang ditunjukkan pada Gambar 7 di Lampiran A.

Terdapat kemasukan udara luar dari pintu laluan pelepasan (*aerobridge*) yang tidak ditutup dengan betul. Rujuk Gambar 8 di Lampiran A.

Ulasan / Masalah :

Daripada data kualiti udara ruang diatas menunjukkan kondensasi boleh terbentuk pada siang hari (waktu sistem penyaman udara

beroperasi) dimana suhu permukaan *diffuser* lebih rendah dari suhu titik embun pada ruang tersebut.

Ini dapat ditunjukkan pada bacaan data logger (rujuk Graf 5 di Lampiran C) yang dicatatkan dari masa 12:00am, 26/08/09 hingga 12:30pm, 26/08/09 dimana kondensasi boleh berlaku antara masa 09:00am, 26/08/09 hingga 12:00pm, 26/08/09 disebabkan suhu permukaan *diffuser* lebih rendah dari suhu titik embun ruang tersebut.

Suhu bekal pada ruang ini adalah mengikut rekabentuk iaitu secara purata 24 °C. Kemasukan udara luar melalui pintu pelepasan menyebabkan kualiti udara di ruang ini terganggu. Keadaan ini menyumbang kepada pembentukan kondensasi.

Cadangan Pencegahan:

- a) Memastikan setiap pintu di laluan pelepasan (*aerobridge*) tertutup ketika sistem penyaman udara beroperasi.

Cadangan Pembetulan:

- a) Menukar bahan *diffuser* kepada bahan yang pemalar konduksi haba (*thermal conductivity*) yang rendah. Cth:-menggunakan *diffuser* dari bahan *aluminium white powder coat oven baked* untuk menaikkan suhu permukaan *diffuser*.

v. Balai Tiba Domestik (Tangga) – aras satu(1) - rujuk Lukisan 5 di Lampiran B

Penemuan :

Pada ruang ini sistem penyaman udara dibekalkan dari FCU dan beroperasi pada waktu terdapatnya penerbangan. Ruang ini berhubung terus dengan laluan pertukaran (*transfer corridor*).

Ruang ini mempunyai suhu 22 °C pada RH 68.4 % dan suhu titik embun ialah 16.4 °C dengan suhu permukaan dinding ialah 22 °C pada

pagi hari. Manakala pada waktu malam, suhunya ialah 25 °C pada RH 77.2% dan suhu titik embun ialah 20.7 °C dengan suhu di dinding 22 °C.

Mengikut laporan yang diberikan terdapat pembentukan kulat pada bahagian dinding di kawasan ini. Walaubagaimanapun ketika pemeriksaan pihak selenggara bangunan telah mengecat semula bahagian berkenaan. Rujuk Gambar 9 di Lampiran A.

Ulasan / Masalah :

Daripada data kualiti udara pada ruang diatas menunjukkan kondensasi tidak boleh terbentuk pada waktu siang dan malam. Dimana suhu permukaan dinding lebih tinggi dari suhu titik embun ruang tersebut.

Walaubagaimanapun daripada bacaan data logger (rujuk Graf 6 di Lampiran C) yang dicatatkan dari masa 12:00pm, 25/08/09 hingga 12:30pm, 26/08/09 menunjukkan nilai RH yang tinggi pada waktu malam iaitu melebihi 70%. Ini menggalakkan pembentukan kulat pada permukaan dinding.

Rekabentuk pada ruang ini turut menyumbang pembentukan fenomena udara mati pada ruang tersebut. Rujuk Gambar 10 di Lampiran A.

Cadangan Pencegahan:

- a) Membersih dan mengecat semula permukaan dinding yang berkulat menggunakan cat anti-fungus.
- b) Menutup semua kemasukan udara luar (*infiltration*).

Cadangan Pembetulan:

- a) Memastikan udara bekal mencukupi sebagaimana rekabentuk asal bagi mengelakkan fenomena udara mati.
- b) Dicadangkan memasang pintu cermin kedap udara dilokasi tangga tersebut. Rujuk Lukisan 5 di Lampiran B.

iv. Laluan ke Bilik Pemeriksaan Kakitangan – aras bawah - rujuk Lukisan 6 di Lampiran B

Penemuan :

Ruang ini mempunyai suhu 26 °C pada RH 70.7 % dan suhu titik embun ialah 20.3 °C dengan suhu permukaan pintu ialah 21 °C pada pagi hari. Manakala pada waktu malam, suhunya ialah 27 °C pada RH 78.1% dan suhu titik embun ialah 22.9 °C dengan suhu permukaan pintu 22 °C.

Berlaku pembentukan kulat terutamanya pada bahagian pintu di ruang ini. Rujuk Gambar 11 di Lampiran A. Ruang ini mempunyai laluan berhubung terus dengan udara luar.

Ulasan / Masalah :

Daripada data kualiti udara pada ruang diatas menunjukkan kondensasi boleh terbentuk pada waktu malam. Dimana suhu permukaan pintu (22 °C) lebih rendah dari suhu titik embun ruang tersebut (22.9 °C).

Lokasi ruang ini yang berhubung terus dengan udara luar turut menyumbang kepada pembentukan kulat dimana bacaan RH adalah tinggi terutamanya pada waktu malam.

Cadangan Pencegahan:

- a) Membersih dan mengecat semula permukaan dinding yang berkulat menggunakan cat anti-fungus.

Cadangan Pembedulan:

- a) Memasang pintu pada laluan yang berkenaan bagi mengawal kemasukan udara luar pada ruang tersebut. Rujuk Lukisan 6 di Lampiran B

9.0 ULASAN KESELURUHAN

Daripada penemuan diatas menunjukkan:

- a) Terdapat kemasukan udara luar yang banyak terutama melalui ruang antara pintu.
- b) Nilai kelembapan relatif, RH yang tinggi terutama pada waktu malam. Berlakunya fenomena udara mati. Cth: ruang lot kedai, ruang tangga.
- c) Masa operasi sistem penyaman udara yang tidak mengikut rekabentuk sistem asal. Cth: ruang lot kedai menggunakan dua(2) AHU yang berlainan tetapi hanya satu(1) yang beroperasi dalam satu-satu masa.

10.0 CADANGAN TINDAKAN PEMBETULAN DAN PENCEGAHAN

Cadangan Pencegahan

- a) Membersih dan mengecat semula permukaan dinding yang berkulat menggunakan cat anti-fungus.
- b) Memastikan setiap pintu di laluan pelepasan (*aerobridge*) tertutup ketika sistem penyaman udara beroperasi.
- c) Memastikan semua kemasukan udara luar ditutup. Cth: ruang antara pintu pada ruang berhampiran lot kedai.

Cadangan Pembetulan

- a) Memasang tebatan *polyurethane foam* pada permukaan slab di Bilik Rehat Menara Kawalan Jabatan Penerbangan Awam (DCA).
- b) Memastikan udara bekal mencukupi sebagaimana rekabentuk asal bagi mengelakkan fenomena udara mati.
- c) Memasang penghadang (*end-closed partition*) bagi memisahkan ruang antara ruang penyaman udara yang dibekalkan oleh AHU 3A dan AHU 2A di ruang lot kedai aras bawah.
- d) Memasang dry wall partition pada dinding didalam bilik MDF dan bilik PABX

- e) Menukar bahan *diffuser* kepada bahan yang pemalar konduksi haba (*thermal conductivity*) yang rendah pada laluan pertukaran (*transfer corridor*)
- f) Memasang pintu cermin kedap udara dilokasi tangga di laluan ke Bilik Ketibaan
- g) Memasang pintu bagi mengawal kemasukan udara luar pada ruang laluan ke bilik pemeriksaan kakitangan.

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 pembinaan/pemasangan dilakukan bagi mengawal kualiti pembinaan/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: <div style="text-align: center;"> T.T..... MOHD NAZRI B. MOHAMED Jurutera Mekanikal, J41 Unit Pakar Forensik, CKM </div>	Di semak oleh: <div style="text-align: center;"> T.T..... WAN SHAH B. WAN SENIK Jurutera Mekanikal, J44 Unit Pakar Forensik, CKM </div>
Di sahkan oleh: <div style="text-align: center;"> T.T..... HAMDAN B. ABD MALEK Pengarah Bahagian kepakaran Cawangan Kejuruteraan Mekanikal. </div>	

12.0 LAMPIRAN

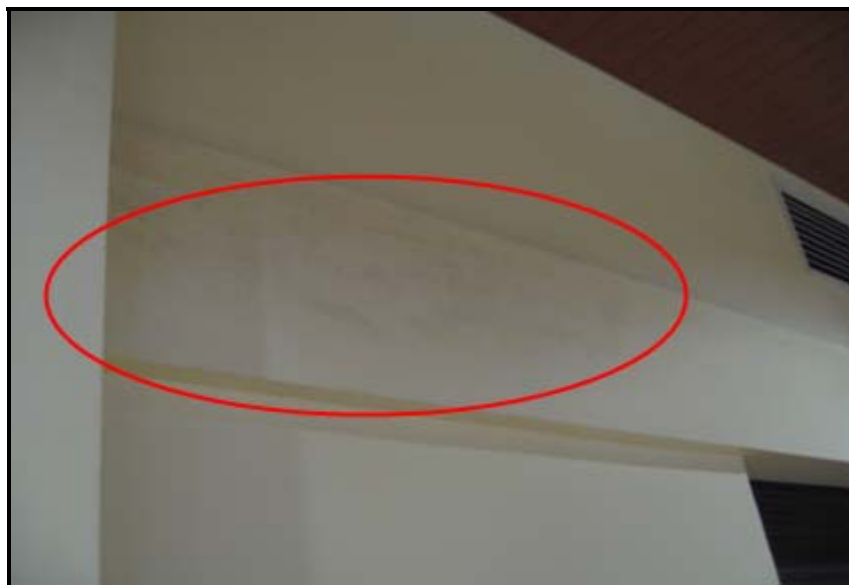
12.1 LAMPIRAN A (GAMBAR)

LOKASI : Menara Kawalan Jabatan Penerbangan Awam (DCA)



Gambar 1: *Concrete slab* lembap (disebabkan kondensasi) terjadi di bilik rehat, aras bawah Jabatan Penerbangan Awam.

LOKASI : Bangunan Lapangan Terbang



Gambar 2: Pembentukan kulat pada dinding di lot kedai aras bawah.



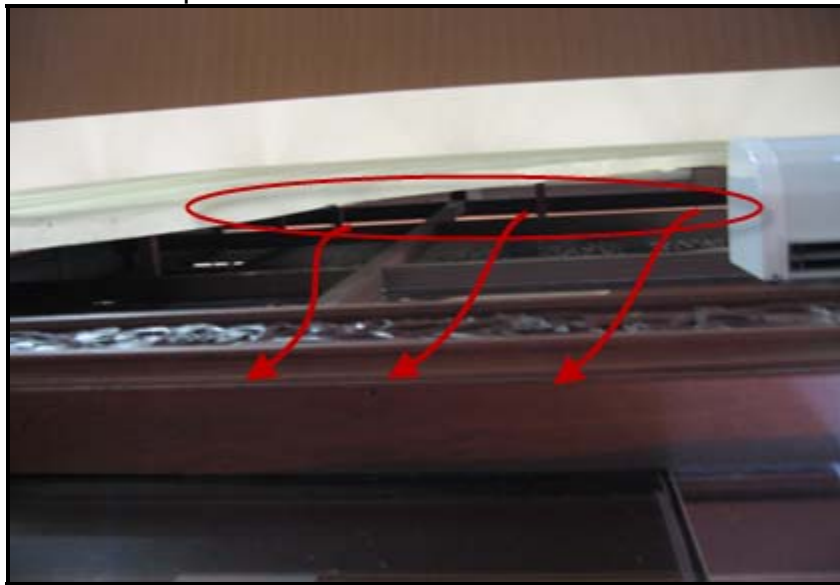
Gambar 3: Berlaku kemasukan udara luar ke bahagian dalam bangunan melalui ruang (*gap*) antara pintu berdekatan lokasi lot kedai aras bawah.



Gambar 4: Pembentukan kulat pada permukaan pintu dan kesan kondensasi pada permukaan dinding di bilik MDF dan bilik PABX



Gambar 5: Berlaku pembentukan kulat sekitar *diffuser* di laluan lift aras 1.



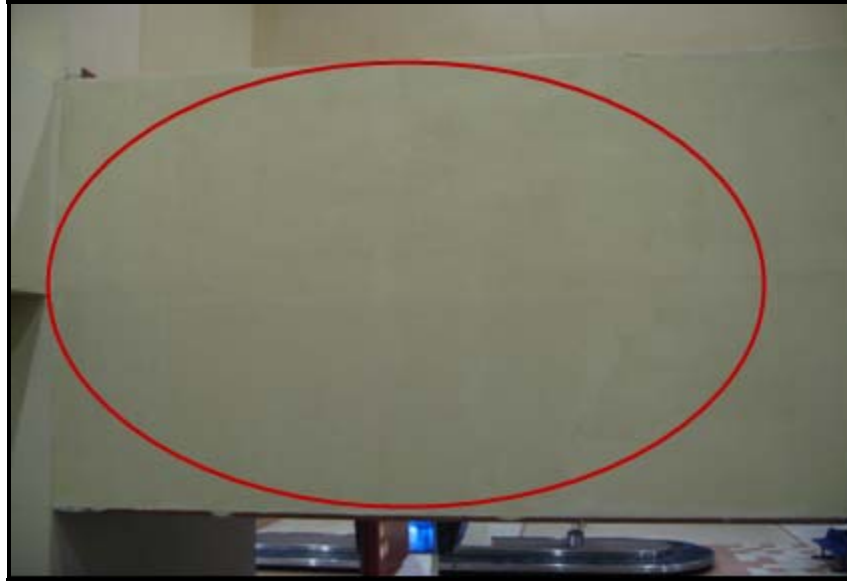
Gambar 6: Kemasukan udara luar melalui ruang pada bahagian atas bingkai pintu masuk utama aras 1.



Gambar 7: Didapati linear diffuser mengalami kondensasi di laluan pertukaran (*transfer corridor*) balai ketibaan domestik aras 1.



Gambar 8: Pintu yang sentiasa terbuka menyumbang pada berlakunya kondensasi pada permukaan *diffuser* di laluan pertukaran(*transfer corridor*) balai ketibaan domestik aras 1.



Gambar 9: Lokasi pembentukan kulat pada permukaan dinding di ruang tangga balai ketibaan domestik aras 1. Walaubagaimanapun pihak selenggara bangunan telah mengecat permukaan tersebut.

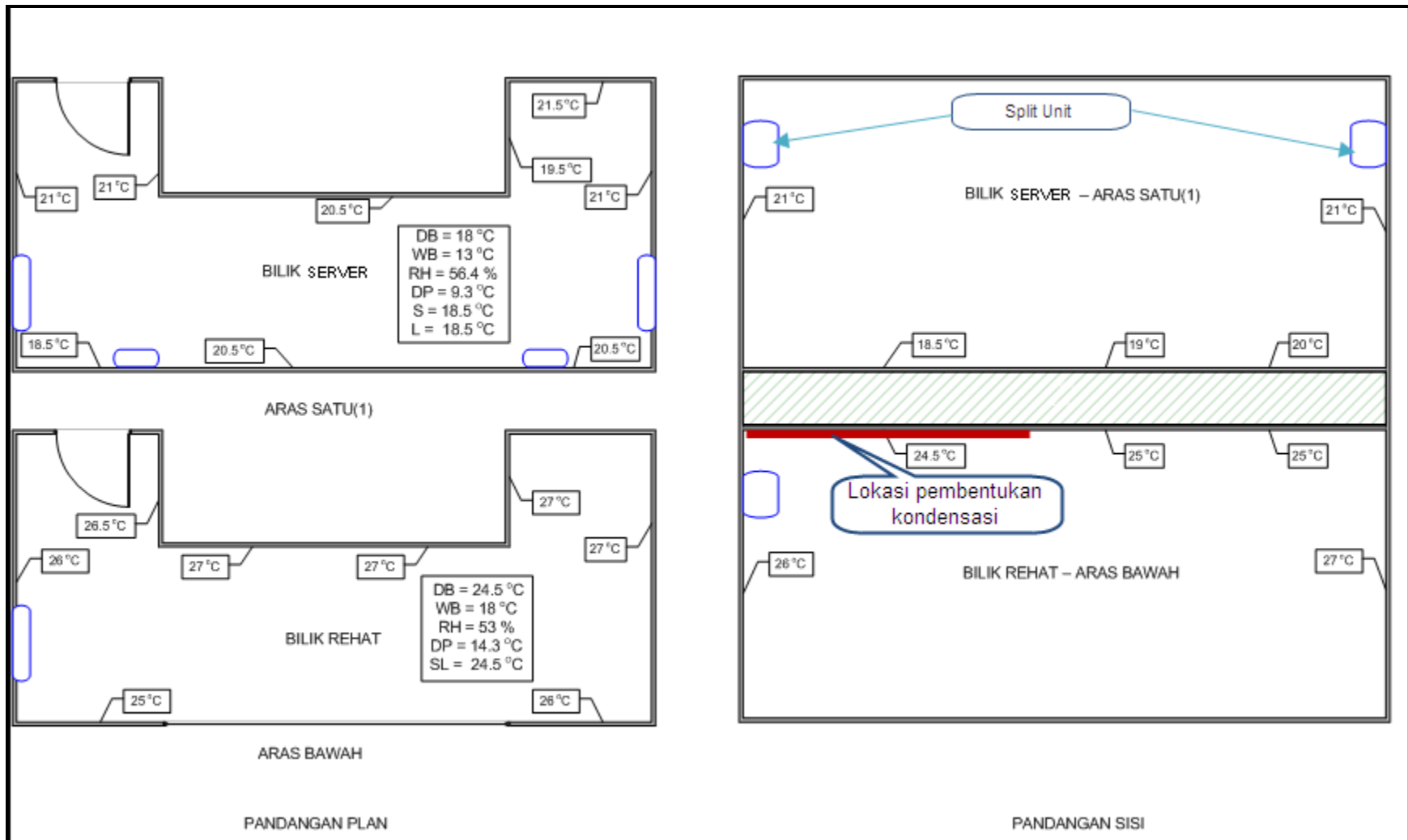


Gambar 10: Rekabentuk pembinaan pada ruang tangga balai ketibaan menyumbang kepada pembentukan fenomena udara mati.

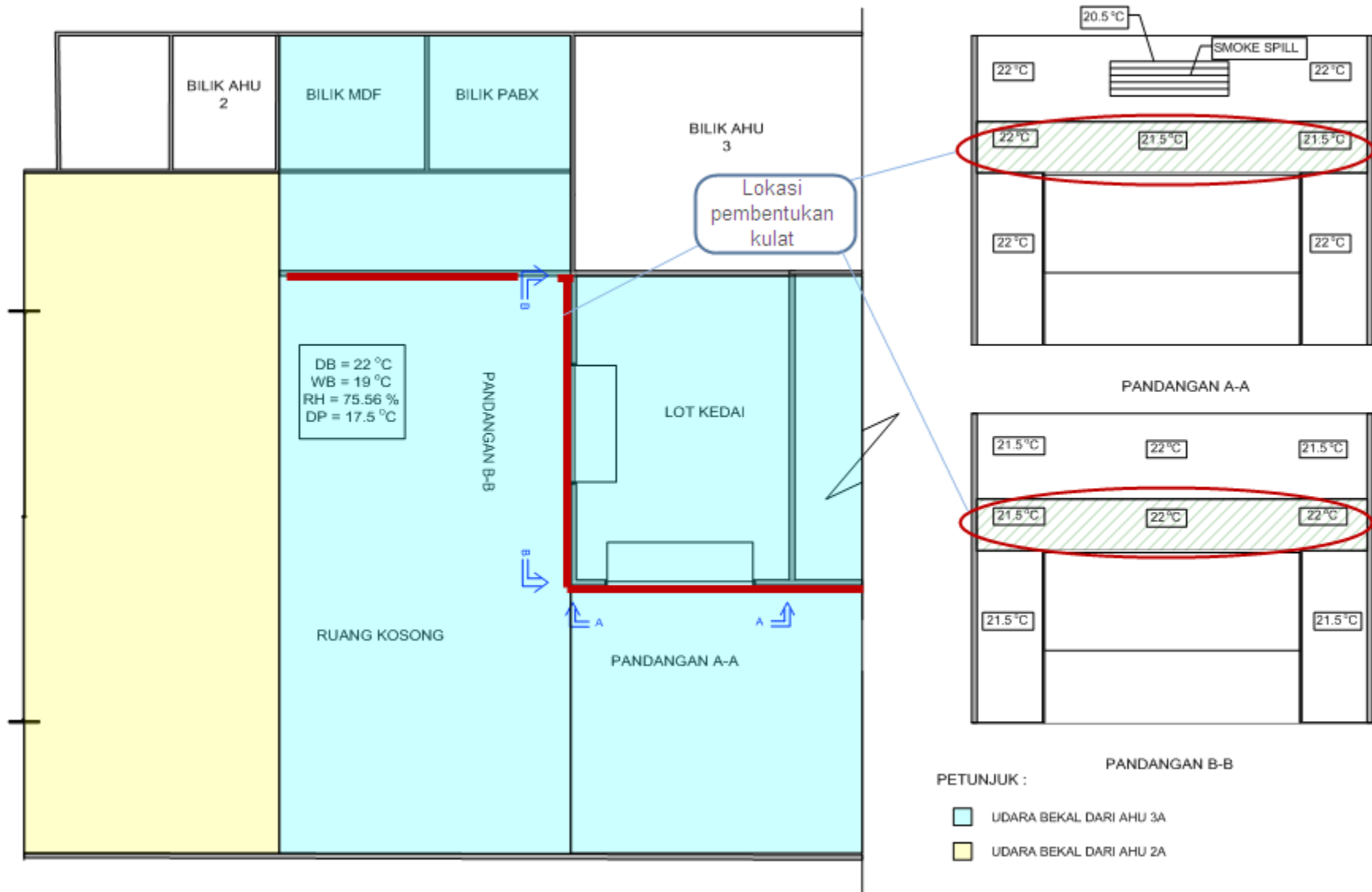


Gambar 11: Terdapat pembentukan kulat pada permukaan pintu di bilik pemeriksaan keselamatan.

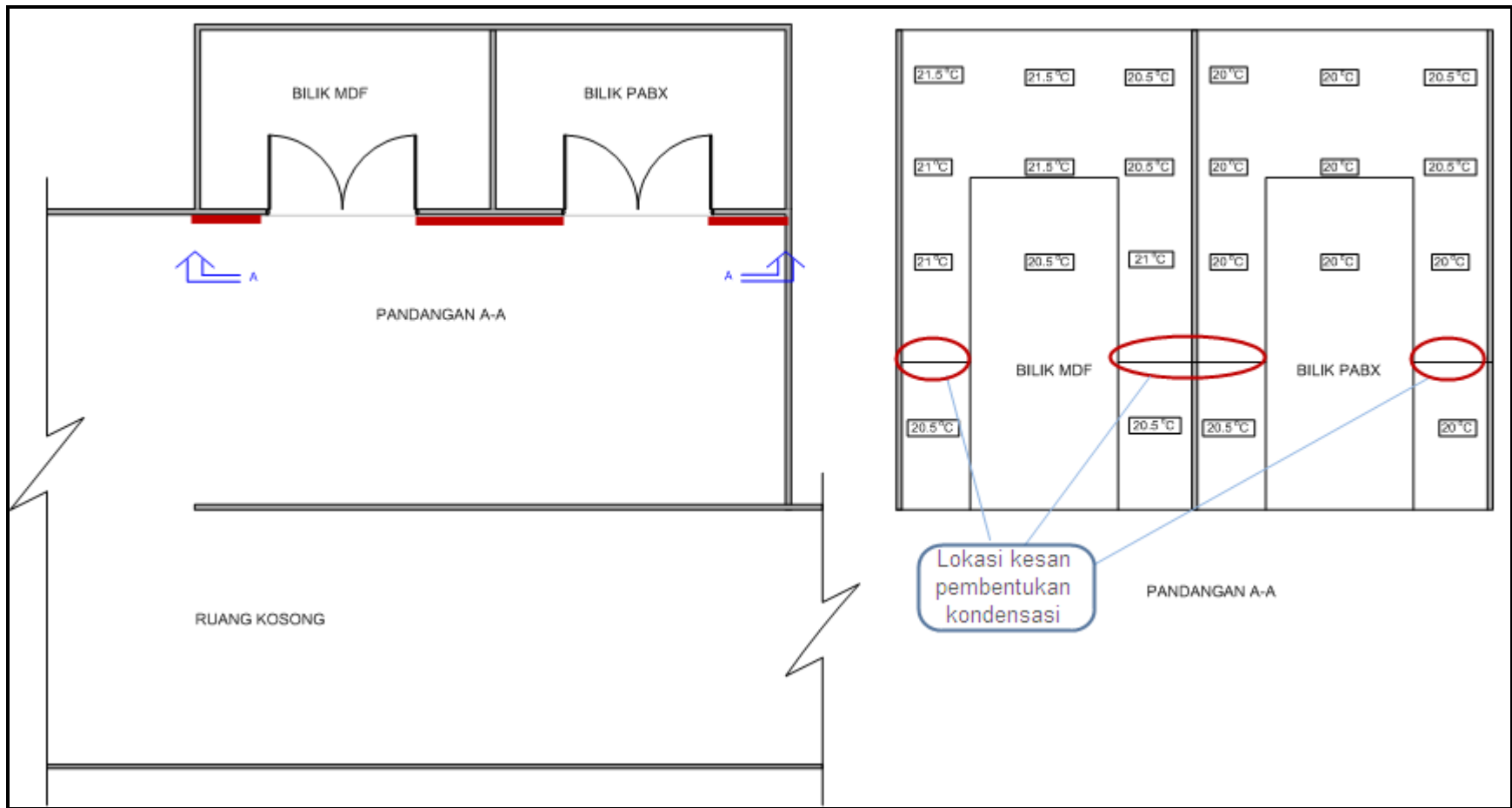
12.2 LAMPIRAN B (LUKISAN)



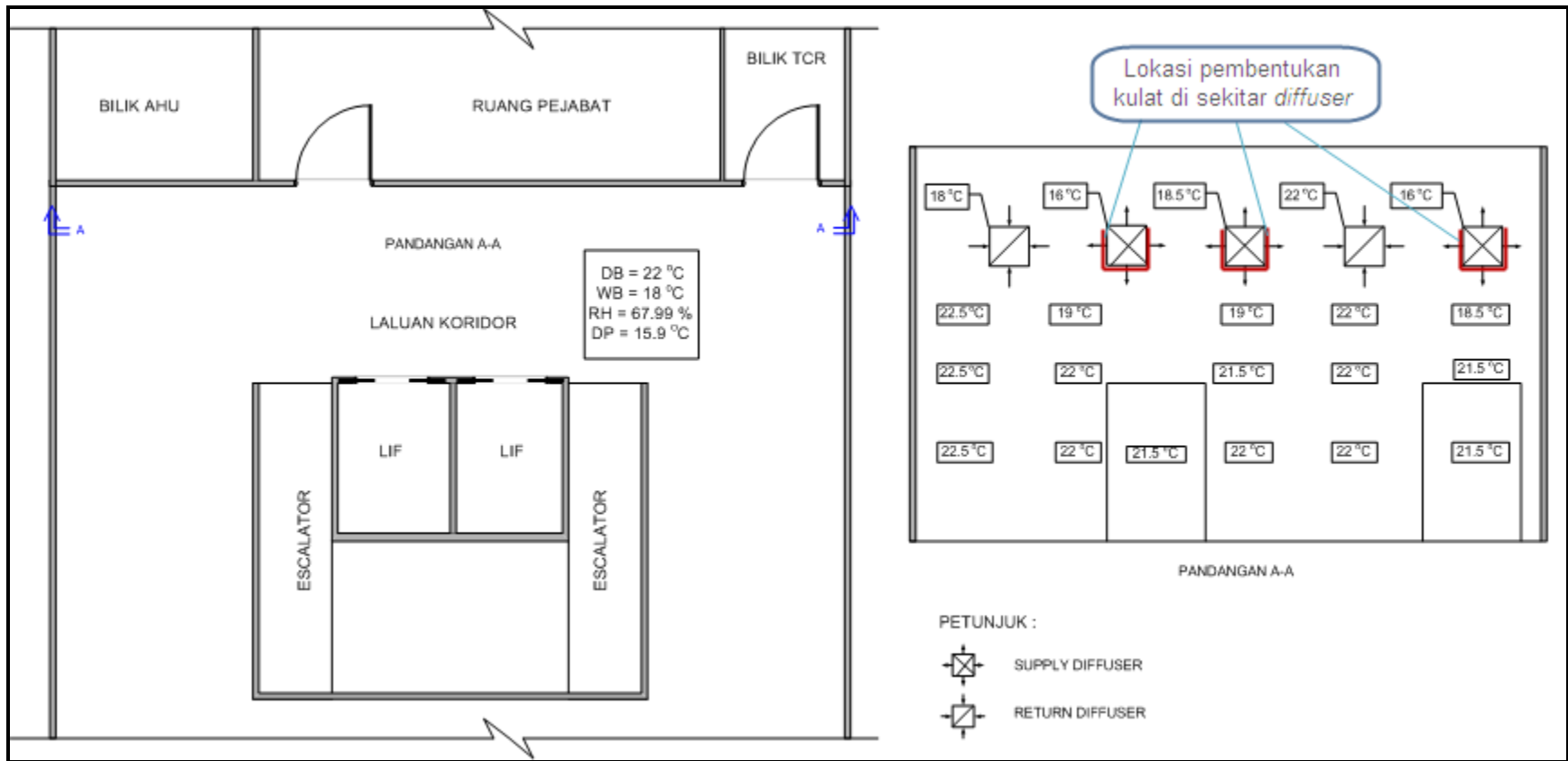
Lukisan 1: Lakaran bilik rehat dan bilik s di Bangunan DCA



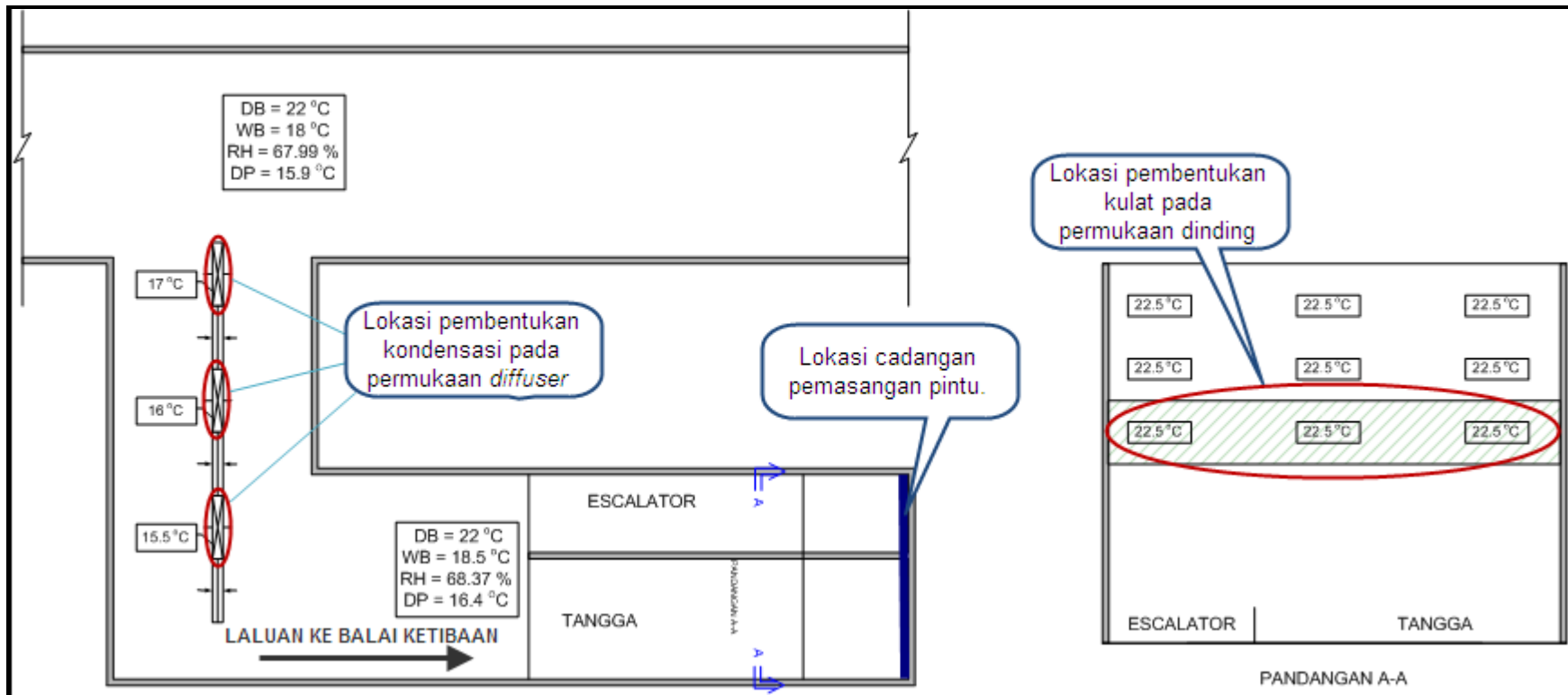
Lukisan 2: Lakaran laluan lot kedai aras bawah



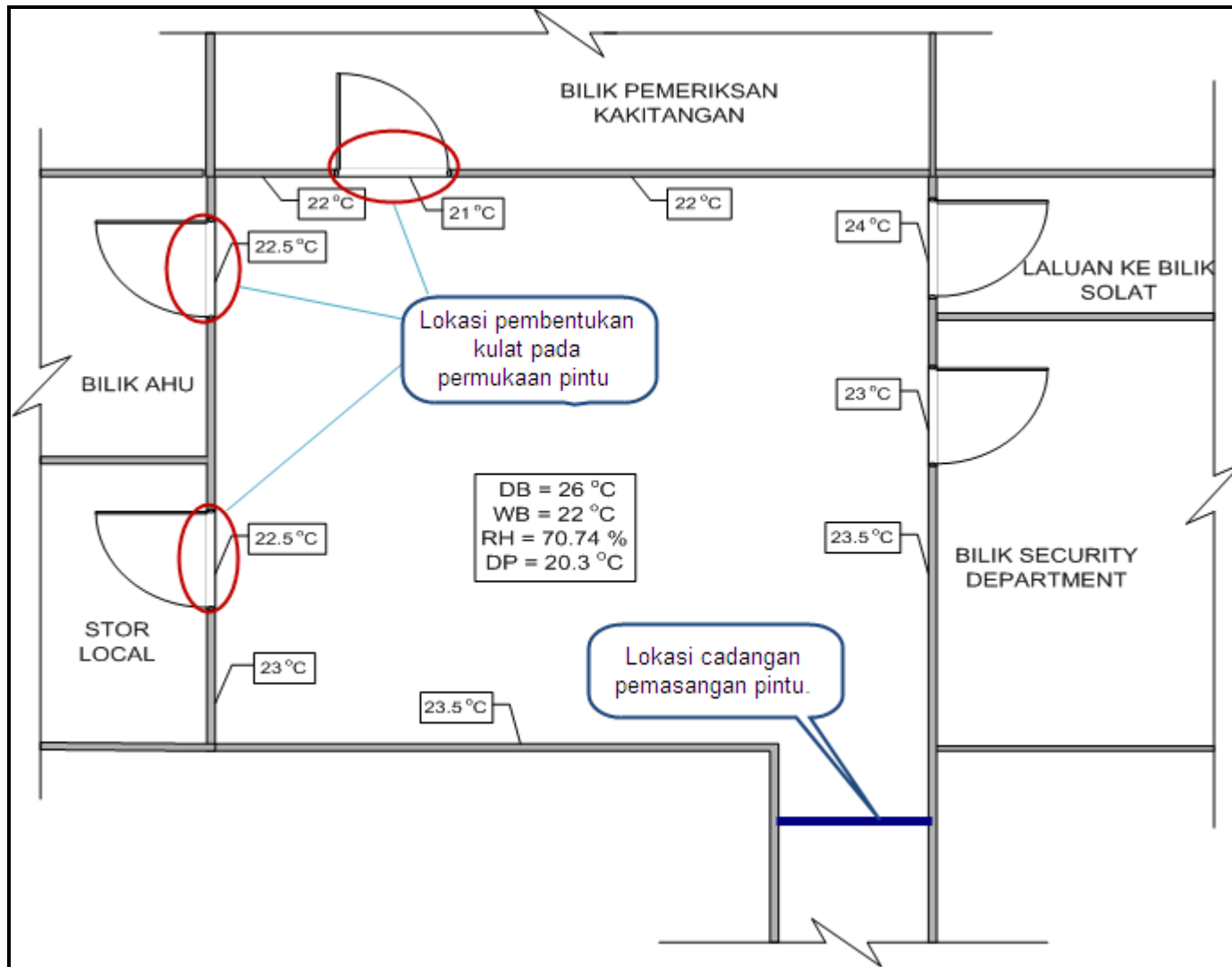
Lukisan 3: Lakaran bilik MDF dan bilik PABX aras bawah



Lukisan 4: Lakaran laluan koridor berhampiran lif aras satu

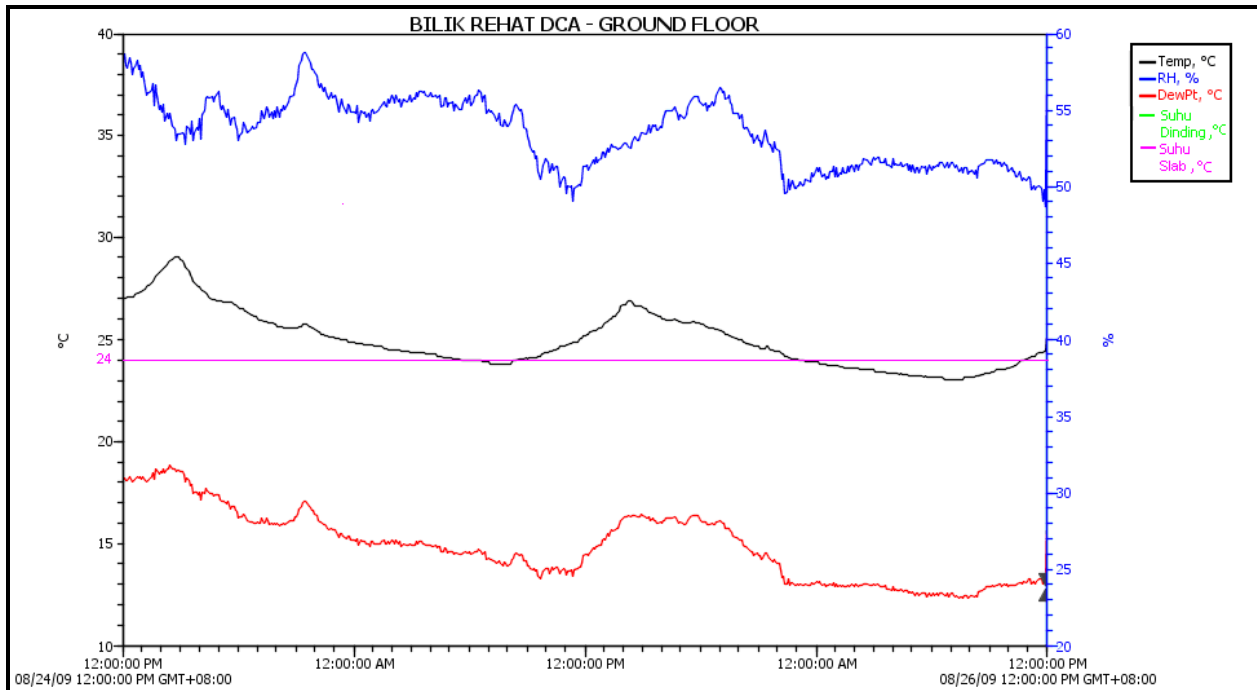


Lukisan 5: Lakaran lokasi laluan pertukaran dan bahagian tangga laluan ke balai ketibaan.



Lukisan 6: Lakaran lokasi laluan ke bilik Pemeriksaan Kakitangan.

12.3 LAMPIRAN C (BACAAN DATA LOGGER)



Graf 1: Menunjukkan bacaan data yang diambil menggunakan data logger di Bilik Rehat bangunan DCA – aras bawah. (12.00pm 24/08/09 – 12.00pm 26/08/09)

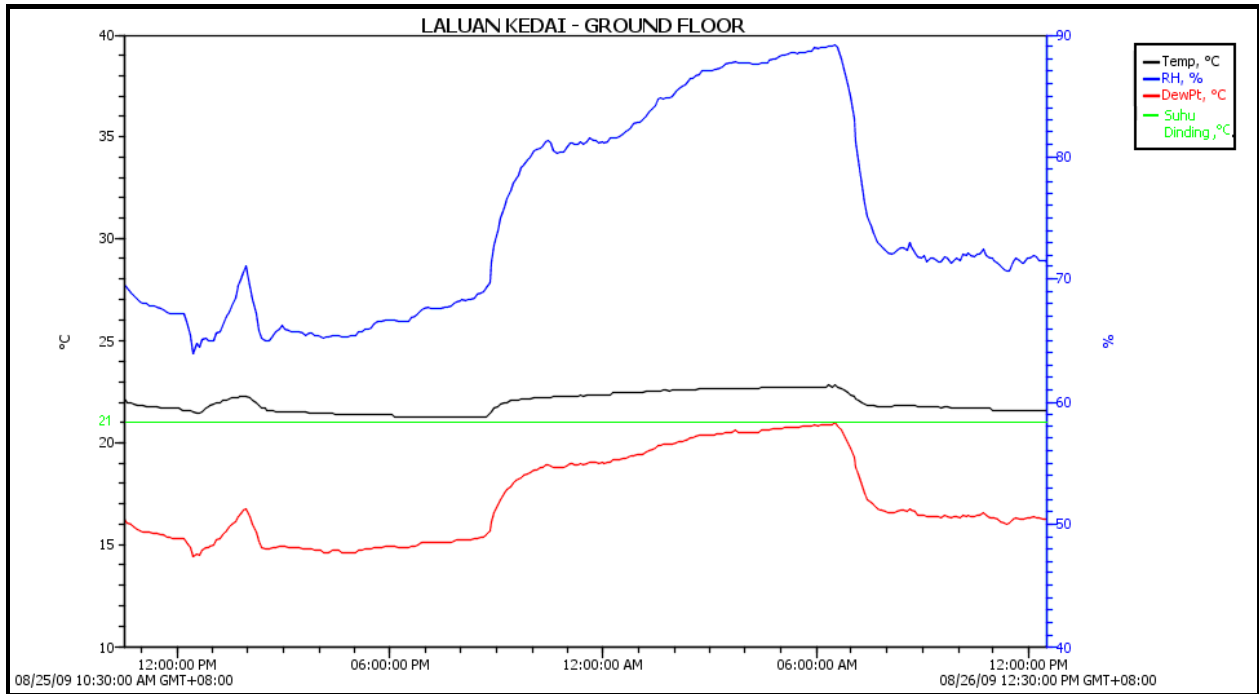
Data : (12.00pm 24/08/09 – 12.00pm 26/08/09)

	maksimum	minimum	purata
Suhu bilik, °C	29.0	23.0	25.0
RH, %	58.8	48.7	53.5
<i>Dew Point</i> , °C	18.8	12.3	14.9

Bacaan waktu malam :

Suhu dinding : 24 °C

Suhu slab : 24 °C



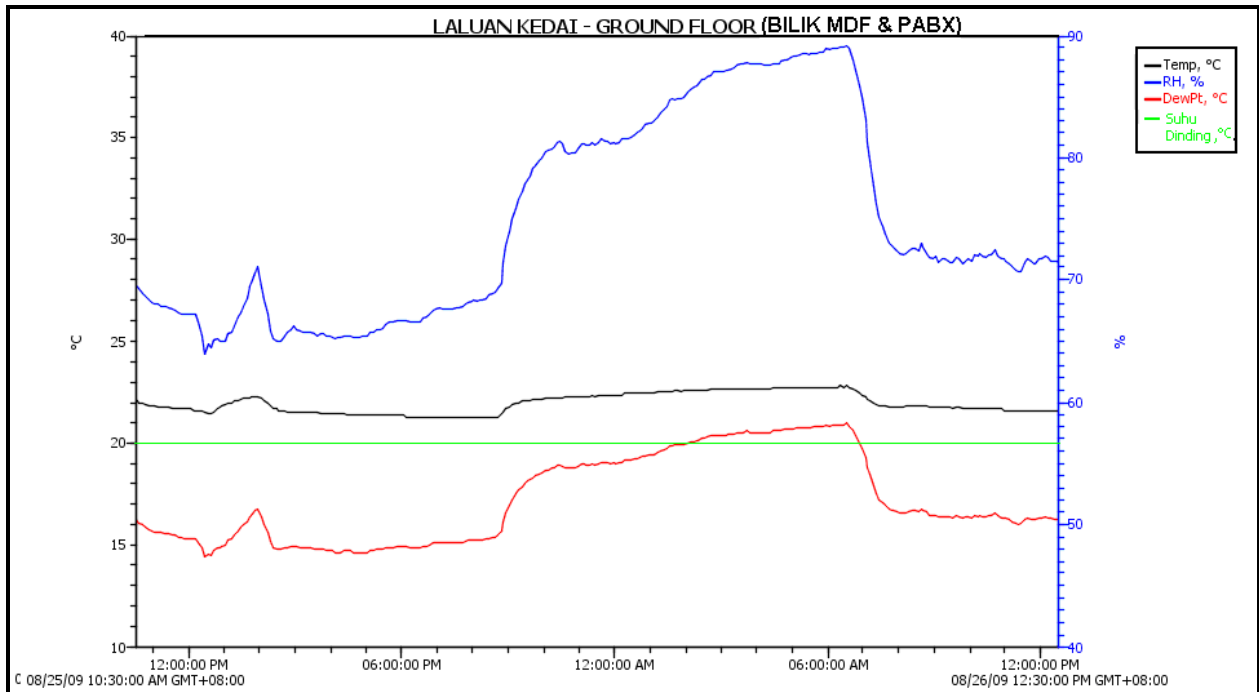
Graf 2: Menunjukkan bacaan data yang diambil menggunakan data logger di Laluan Lot Kedai – aras bawah. (10.30am 25/08/09 – 12.30pm 26/08/09)

Data : (10.30am 25/08/09 – 12.30pm 26/08/09)

	maksimum	minimum	purata
Suhu bilik, °C	22.8	21.3	22.0
RH, %	89.2	64.0	74.8
<i>Dew Point</i> , °C	20.9	14.4	17.2

Bacaan waktu malam :

Suhu dinding :21 °C



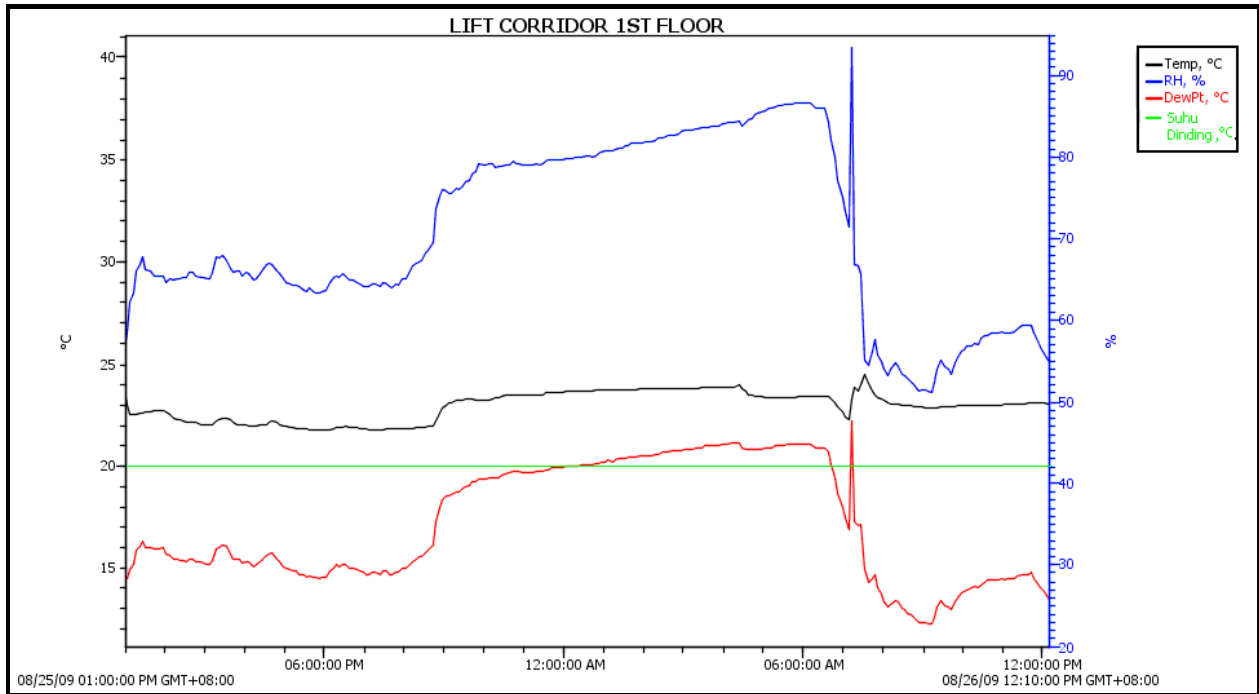
Graf 3: Menunjukkan bacaan data yang diambil menggunakan data logger di Laluan Lot Kedai (berhampiran bilik MDF & PABX) – aras bawah. (10.30am 25/08/09 – 12.30pm 26/08/09)

Data : (10.30am 25/08/09 – 12.30pm 26/08/09)

	maksimum	minimum	purata
Suhu bilik, °C	22.8	21.3	22.0
RH, %	89.2	64.0	74.8
Dew Point, °C	20.9	14.4	17.2

Bacaan waktu malam :

Suhu dinding : 20 °C



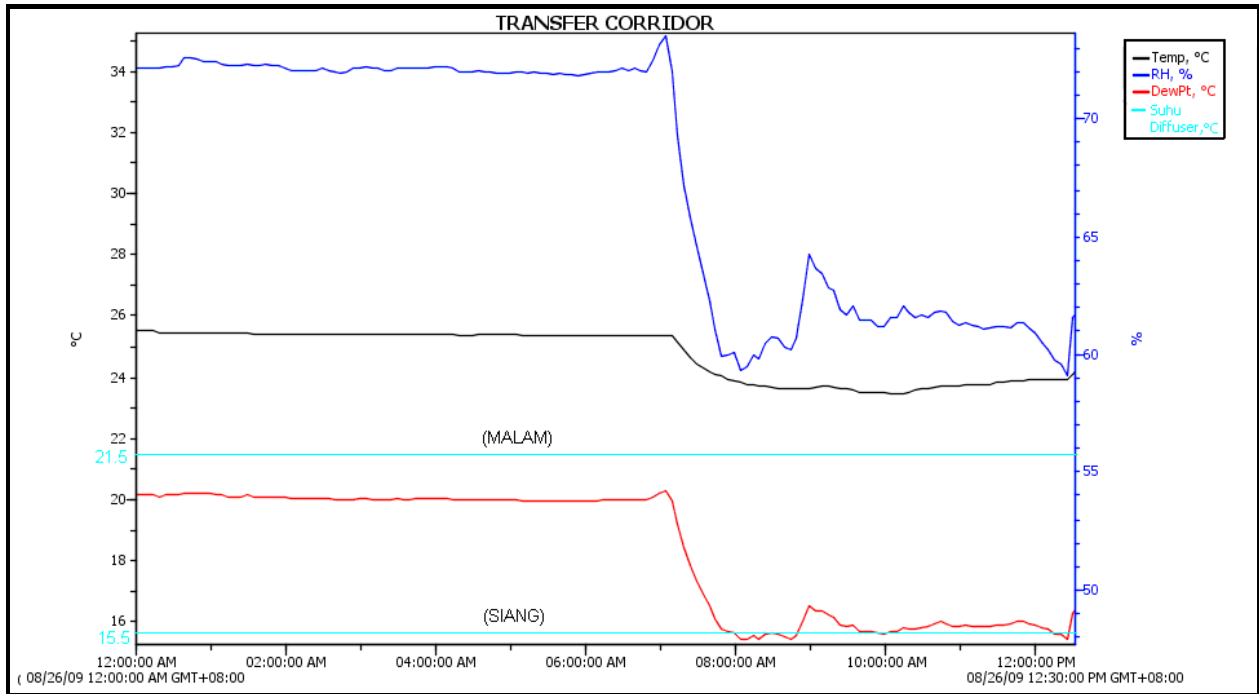
Graf 4: Menunjukkan bacaan data yang diambil menggunakan data logger di Lalan Lif – aras satu(1). (01.00pm 25/08/09 – 12.10pm 26/08/09)

Data : (01.00pm 25/08/09 – 12.10pm 26/08/09)

	maksimum	minimum	purata
Suhu bilik, °C	24.5	21.7	22.9
RH, %	93.4	51.2	70.7
Dew Point, °C	22.2	12.2	17.2

Bacaan waktu malam :

Suhu dinding : 20 °C



Graf 5: Menunjukkan bacaan data yang diambil menggunakan data logger di Laluan Pertukaran (Transfer Corridor)– aras satu(1). (12.00am 26/08/09 – 12.30pm 26/08/09)

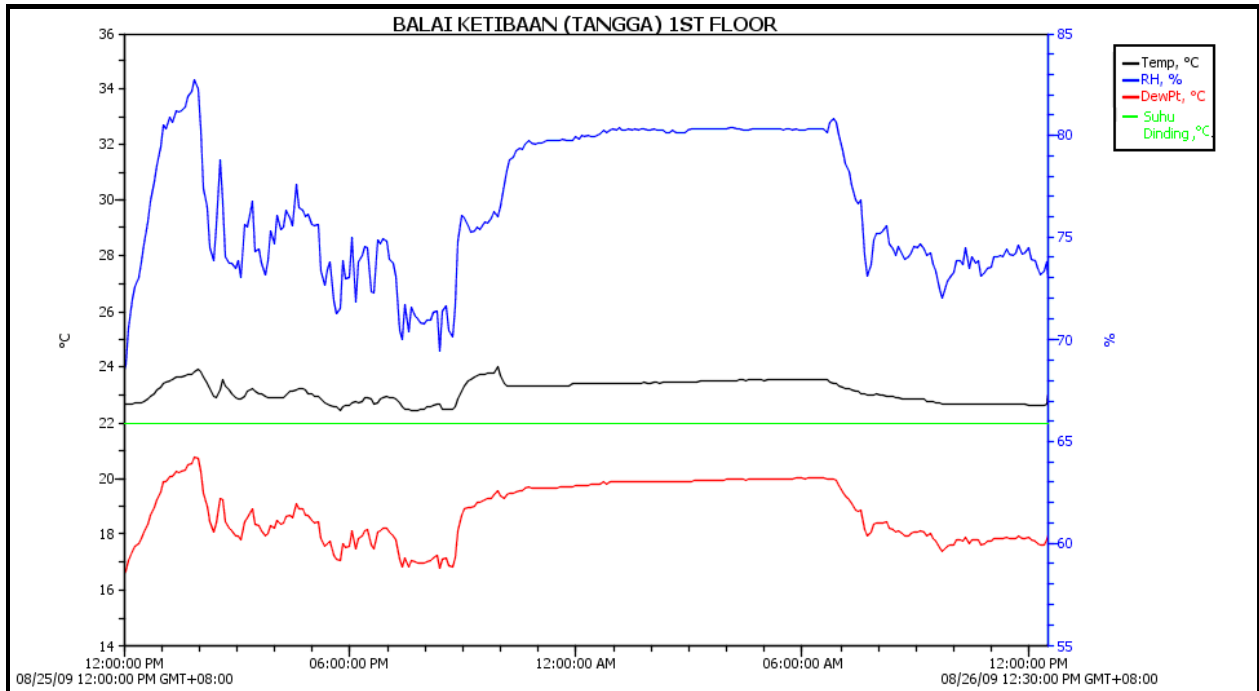
Data : (12.00am 26/08/09 – 12.30pm 26/08/09)

	maksimum	minimum	purata
Suhu bilik, °C	25.5	23.5	24.7
RH, %	73.5	59.1	67.6
Dew Point, °C	20.3	15.4	18.3

Bacaan suhu permukaan *diffuser* :

Suhu waktu siang : 15.5 °C

Suhu waktu malam : 21.5 °C



Graf 6 : Menunjukkan bacaan data yang diambil menggunakan data logger di ruang Balai Ketibaan (tangga) – aras satu(1).(12.00pm 25/08/09 – 12.30pm 26/08/09)

Data : (12.00pm 25/08/09 – 12.30pm 26/08/09)

	maksimum	minimum	purata
Suhu bilik, °C	24.0	22.4	23.1
RH, %	82.8	68.9	76.6
Dew Point, °C	20.8	16.7	18.8

Bacaan waktu malam :

Suhu dinding : 20 °C