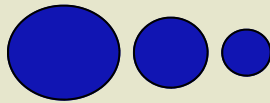


ID	CKM.BPK.FC/FR/09/10
VERSI	01
TARIKH	23.11.09



LAPORAN FORENSIK

FR 10/2009

PEMERIKSAAN DI BANGUNAN KLINIK KESIHATAN 3, MERLIMAU, MELAKA

UNIT PAKAR FORENSIK. CKM

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

**LAPORAN PEMERIKSAAN
KONDENSASI
DI BANGUNAN KLINIK KESIHATAN 3,
MERLIMAU, MELAKA**



DISEDIAKAN:

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

23 NOVEMBER 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	PENEMUAN DAN ULASAN	4
	a) <i>Bilik Pegawai Farmasi – rujuk Lukisan 1 pada Lampiran B.</i>	4
	b) <i>Kondensasi Pada Flexible Duct</i>	8
	c) <i>Bilik Rekod – rujuk Lukisan 1 pada Lampiran B.</i>	9
8.0	ULASAN KESELURUHAN	11
9.0	CADANGAN TINDAKAN PEMBETULAN DAN PENCEGAHAN	11
10.0	KESIMPULAN.....	12
11.0	LAMPIRAN.....	14
	11.1 LAMPIRAN A (GAMBAR).....	14
	11.2 LAMPIRAN B (LUKISAN)	17
	11.3 LAMPIRAN C (BACAAN DATA LOGGER).....	18

LAPORAN PEMERIKSAAN PEMBENTUKAN KULAT DI KK3 MERLIMAU, MELAKA

1.0 PENDAHULUAN

Pengarah Bahagian Kepakaran mengarahkan Unit Pakar Forensik menjalankan pemeriksaan masalah pembentukan kulat di bangunan Klinik Kesihatan Jenis 3 (KK3) Merlimau, Melaka susulan daripada laporan yang diterima dari Unit Rekabentuk Kesihatan, Cawangan Kejuruteraan Mekanikal melalui memo (74) JKR(CKM)101-1-1 Jld 2 bertarikh 30 September 2009.

Oleh itu Unit Pakar Forensik dari Cawangan Kejuruteraan Mekanikal Ibu Pejabat telah membuat pemeriksaan bersama-sama dengan wakil pegawai dari JKR Daerah pada 28 dan 29 Oktober 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

Nama Projek	: Cadangan Membina dan Menyiapkan Klinik Kesihatan 3(KK3) & Kuarters, Mukim Merlimau, Daerah Jasin, Melaka.
Kontraktor NSC Mekanikal	: Kejuruteraan KMK Sdn. Bhd.(173479 A) Desa Tun Razak, Cheras.
Kaedah Perolehan	: In House Design (NSC)
Harga Kontrak NSC	: RM 625, 000.00

4.0 PASUKAN FORENSIK

Senarai pasukan pemeriksa adalah seperti berikut :

- | | |
|----------------------------|--|
| a. Mohd Nazri bin Mohamed | Jurutera Mekanikal
Unit Pakar Forensik
Cawangan Kejuruteraan Mekanikal |
| b. Tumin bin Rahmad | Juruteknik 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 seperti berikut:

- i. Laporan kerosakan dari wakil pegawai bangunan.
- ii. Temubual dengan pihak selenggara bangunan.
- 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 pada bahagian yang bermasalah ini adalah dari jenis Air Cooled Split Ducted System (8.00 pagi – 9.00 malam) dan *Air Cooled Split Unit* (9.00 malam – 8.00 pagi).

i. AHU

Jumlah : 1 unit
Jenama/Model : Acson / ADMI 1521 H
Kapasiti : 45.6 TR

ii. Split Unit

Jumlah : 4 unit
Jenama : Acson
Kapasiti : 30 000 btu/hr X 2 unit
14 500 btu/hr X 2 unit

7.0 PENEMUAN DAN ULASAN

a) *Bilik Pegawai Farmasi – rujuk Lukisan 1 pada Lampiran B.*

Penemuan :

Sistem penyaman udara pada bilik ini menggunakan sistem penyaman udara berpusat yang menggunakan sistem VRV yang beroperasi pada waktu pejabat 8.00 pagi hingga 9.00 malam setiap hari. Bilik bersebelahan adalah bilik stor ubat dan bilik persediaan dengan sistem penyaman udara beroperasi 24 jam sehari.

Terdapat pembentukan kulat pada permukaan dinding seperti yang ditunjukkan pada Gambar 1 di Lampiran A. Jenis kulat yang kelihatan adalah disebabkan kelembapan relatif (*relative humidity*, RH) yang tinggi dan fenomena penyejukan bertumpu (*cold spot*). Tiada pembentukan kulat pada permukaan siling dan perabot yang kelihatan.

Ruang ini mempunyai suhu 21.5 °C pada RH 67.6 % dan suhu titik embun ialah 15.3 °C pada waktu pagi dengan suhu permukaan yang berkulat pada dinding 19 °C dan kandungan

kelembapan udara yang dicatatkan ialah 74 grain/lb. Manakala pada malam hari, suhunya ialah 20 °C pada RH 91 % dan suhu titik embun ialah 18.5 °C dengan suhu permukaan yang berkulat pada dinding 20 °C dan kandungan kelembapan udara yang dicatatkan ialah 92 grain/lb. Pemerhatian secara visual didapati tiada pembentukan kondensasi yang kelihatan.

Terdapat kemasukan udara luar pada bahagian atas siling terutama pada dinding luaran. Dinding dalaman yang ditebuk bagi laluan sesalur tidak ditutup semula. Rujuk Gambar 2 dan Gambar 3 di Lampiran A

Jumlah udara bekal kedalam ruang pejabat, (CFM) adalah 1638 cfm dengan kadar perubahan udara sebanyak 14 kali per jam secara keseluruhannya.

Bahan binaan yang digunakan adalah dari konkrit (*single brick wall*) yang memisahkan ruang dengan sistem penyaman udara beroperasi 24 jam.

Dari bacaan meter kelembapan (*moisture meter*) nilai bacaan maksimum dicatatkan adalah 69.4% kelembapan.

Udara dari *fan coil unit* (FCU) di dalam bilik stor ubat menumpu pada permukaan dinding yang berkulat terutama pada waktu FCU beroperasi pada waktu malam.

Ulasan / Masalah :

Daripada data kualiti udara didalam bilik diatas menunjukkan kondensasi tidak terbentuk pada permukaan dinding pada waktu siang dan malam hari kerana suhu permukaan dinding lebih tinggi dari suhu titik embun didalam ruang tersebut. Nilai RH adalah tinggi pada waktu malam dengan RH 91 % menyumbang pada pembentukan kulat pada permukaan dinding.

Dari bacaan data logger (rujuk Graf 1 di Lampiran C) yang dicatatkan dari masa 01:00pm, 28/10/09 hingga 12:00pm, 29/10/09 menunjukkan bahawa kondensasi boleh terbentuk pada permukaan dinding antara masa 9.00pm (28/10/09)–12.00am (29/10/09) dan antara masa 5.00am – 7.00am (29/10/09) sepanjang tempoh pemeriksaan dijalankan. Dimana suhu permukaan adalah lebih rendah dari suhu titik embun ruang tersebut.

Kondensasi tidak kelihatan pada permukaan dinding sepanjang pemeriksaan dijalankan. Dari temubual dengan staf di bangunan tersebut, dimaklumkan bahawa suhu operasi bilik tersebut sebelum ini adalah sekitar 19 °C – 21 °C dan kelihatan pembentukan kondensasi pada permukaan dinding tersebut. Langkah pencegahan awal telah dilakukan oleh wakil bangunan dengan menaikkan suhu operasi kepada 23 °C.

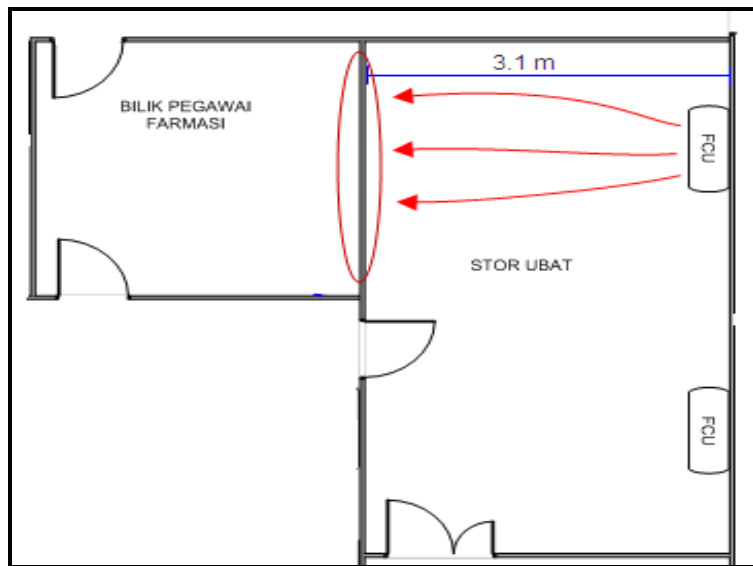
Disebabkan kerja-kerja pembersihan tidak dijalankan pada peringkat awal, pembentukan kulat masih berlaku semasa pemeriksaan dijalankan. Selain itu, kemasukan udara luar pada waktu malam menaikkan nilai RH. Nilai RH yang tinggi menyumbang kepada pembiakan kulat.

Bahan binaan yang digunakan adalah tidak mematuhi keperluan dalam buku panduan pembentukan kulat. Sila rujuk buku *Guideline on The Prevention of Mould Growth in Buildings*.

Nilai bacaan meter kelembapan tidak menunjukkan keadaan boleh berlakunya pertumbuhan kulat. Bacaan yang kritikal bagi pembiakan kulat berlaku adalah lebih dari 85% kelembapan.

Berlaku keadaan penyejukan tertumpu (*cold spot*) pada dinding yang berkulat dimana udara dari *fan coil unit* (dalam bilik stor ubat) tertumpu kepada bahagian tersebut (rujuk Lakaran 1). Ini

akan menyebabkan kandungan kelembapan dinding bertambah dan menyumbang pada pembentukan kulat.



Lakaran 1: menunjukkan aliran udara dari *FCU* menumpu pada permukaan dinding yang berkulat.

Cadangan :

- Membersih dan mengecat semula permukaan dinding yang berkulat menggunakan cat anti-fungus dengan prosedur yang betul.
- Memasang *dry wall partition* pada bahagian dinding dalam bilik yang beroperasi 24 jam.
- Selenggara dan tentukur peranti-peranti (jangkasuhu, dll) bagi memastikan sistem beroperasi dengan sempurna.
- Mengalihkan aliran udara dari *FCU* yang menumpu terus ke dinding dengan memindahkan lokasi pemasangan *FCU* yang berkaitan atau menukarkan arah operasi *damper*.
- Menutup ruang-ruang kemasukan udara luar terutama pada bahagian atas siling dan ruang antara sesalur dan dinding dalaman perlu ditutup dengan sempurna. Rujuk Gambar 2 dan Gambar 3 di Lampiran A.

b) Kondensasi Pada Flexible Duct

Penemuan :

Pemerhatian secara visual menunjukkan terdapat kesan pembentukan kondensasi, dimana terdapat air diantara celah-celah sesalur yang terlipat pada permukaan *flexible duct*. Rujuk Gambar 4 di Lampiran A. Juga tiada berlakunya kebocoran paip air dan sebagainya pada bahagian tersebut dapat diperhatikan.

Ruang diatas siling mempunyai suhu 22 °C pada RH 75.5 % dan suhu titik embun ialah 17.5 °C pada waktu pagi dengan suhu permukaan sesalur 22 °C dan kandungan kelembapan udara yang dicatatkan ialah 90 grain/lb. Manakala pada malam hari, suhunya ialah 22.9 °C pada RH 84 % dan suhu titik embun ialah 20 °C dengan suhu permukaan sesalur 22.5 °C dan kandungan kelembapan udara yang dicatatkan ialah 115 grain/lb.

Ulasan / Masalah :

Data yang diambil tidak menunjukkan berlakunya pembentukan kondensasi. Dari pemerhatian secara visual pada waktu siang menunjukkan tidak terdapat pembentukan kondensasi pada permukaan sesalur, tetapi terdapat air yang terkumpul pada celah-celah permukaan sesalur yang terlipat.

Tidak dapat dipastikan waktu sebenar berlakunya kondensasi. Walaubagaimanapun, berdasarkan data-data sebelum ini menunjukkan waktu terjadinya masalah kondensasi antara waktu 12.00 malam hingga 6.30 pagi, dimana pada ketika ini nilai RH adalah tinggi. Kemasukan udara luar melalui ruang-ruang antara bumbung dan dinding luaran turut menyumbang pada peningkatan nilai RH.

Pemeriksaan keatas sesalur perlu dilakukan bagi mengetahui keadaan sesalur samada terdapat kerosakan pada permukaan sesalur atau tidak.

Cadangan :

- a. Membuat pemeriksaan keatas keadaan sesalur tersebut bagi memastikan ia dalam keadaan baik.
- b. Menyemak semula keperluan pemasangan seperti ketebalan penebat yang dipasang agar mengikut amalan kejuruteraan yang betul (Rujuk panduan di dalam SMACNA).

c) Bilik Rekod – rujuk Lukisan 1 pada Lampiran B.

Penemuan :

Sistem penyaman udara pada bilik ini menggunakan sistem *penyaman udara berpusat yang menggunakan sistem VRV* yang beroperasi pada waktu pejabat 8.00 pagi hingga 9.00 malam setiap hari. Bilik bersebelahan adalah bilik stor ubat dan bilik persediaan dengan sistem penyaman udara beroperasi 24 jam sehari.

Terdapat pembentukan kulat pada permukaan dinding seperti yang ditunjukkan pada Gambar 5 di Lampiran A. Jenis kulat yang kelihatan adalah disebabkan kelembapan relatif (*relative humidity*, RH) yang tinggi. Tiada pembentukan kulat pada permukaan siling dan perabot yang kelihatan

Ruang ini mempunyai suhu 21.5 °C pada RH 71.4 % dan suhu titik embun ialah 16 °C pada waktu pagi dengan suhu permukaan yang berkulat pada dinding 21 °C dan kandungan kelembapan udara yang dicatatkan ialah 82 grain/lb. Manakala pada malam hari, suhunya ialah 23.5 °C pada RH 72.7 % dan suhu titik embun ialah 18.3 °C dengan suhu permukaan yang berkulat pada dinding 22 °C dan kandungan kelembapan udara yang dicatatkan ialah 90 grain/lb. Pemerhatian secara visual didapati tiada pembentukan kondensasi yang kelihatan.

Bahan binaan yang digunakan adalah dari konkrit (*single brick wall*) yang memisahkan ruang dengan sistem penyalaman udara beroperasi 24 jam.

Ulasan / Masalah :

Masalah yang berlaku di dalam bilik ini adalah sama seperti bilik pegawai farmasi. Daripada data kualiti udara didalam bilik menunjukkan, kondensasi tidak terbentuk pada permukaan dinding pada waktu siang dan malam hari kerana suhu permukaan dinding lebih tinggi dari suhu titik embun didalam ruang tersebut. Nilai RH adalah tinggi RH 72.7 % dan kandungan kelembapan udara yang dicatatkan ialah 90 grain/lb pada waktu malam adalah menyumbang pada pembentukan kulat pada permukaan dinding.

Dari bacaan data logger (rujuk Graf 2 di Lampiran C) yang dicatatkan dari masa 01:00pm, 28/10/09 hingga 12:00pm, 29/10/09 menunjukkan bahawa kondensasi tidak terbentuk pada permukaan dinding sepanjang tempoh pemeriksaan dijalankan. Dimana suhu permukaan adalah lebih tinggi dari suhu titik embun ruang tersebut.

Bahan binaan yang digunakan adalah tidak mematuhi keperluan dalam buku panduan pembentukan kulat. Sila rujuk buku *Guideline on The Prevention of Mould Growth in Buildings*.

Cadangan :

- a. Membersih dan mengecat semula permukaan dinding yang berkulat menggunakan cat anti-fungus dengan prosedur yang betul.
- b. Memasang *dry wall partition* pada bahagian dinding dalam bilik yang beroperasi 24 jam.
- c. Selenggara dan tentukur peranti-peranti (jangkasuhu, dll) bagi memastikan sistem beroperasi dengan sempurna.

8.0 ULASAN KESELURUHAN

Daripada penemuan diatas didapati masalah pembentukan kulat di pejabat ini adalah berpunca dari :

- a) Bahan binaan yang digunakan adalah tidak mematuhi keperluan spesifikasi bagi memisahkan ruang berhawa dingin yang beroperasi 24jam.
- b) Berlaku keadaan penyejukan tertumpu (*cold spot*) pada dinding yang berkulat dimana udara dari *fan coil unit* (dalam bilik stor ubat) tertumpu kepada bahagian tersebut
- c) Terdapat kemasukan udara luar melalui bahagian atas siling.

9.0 CADANGAN TINDAKAN PEMBETULAN DAN PENCEGAHAN

Tindakan Pembetulan:

- a. Membersih dan mengecat semula permukaan dinding yang berkulat menggunakan cat anti-fungus dengan prosedur yang betul.
- b. Memasang *dry wall partition* pada bahagian dinding dalam bilik yang beroperasi 24 jam. Rujuk buku *Guideline on The Prevention of Mould Growth in Buildings*.
- c. Mengalihkan aliran udara dari FCU yang menumpu terus ke dinding dengan memindahkah lokasi pemasangan *FCU* yang berkaitan atau menukarkan arah operasi *damper*.
- d. Membuat pemeriksaan keatas keadaan sesalur tersebut bagi memastikan ia dalam keadaan baik.
- e. Menyemak semula keperluan pemasangan seperti ketebalan penebat yang dipasang agar mengikut amalan kejuruteraan yang betul (Rujuk panduan di dalam SMACNA).

Tindakan Pencegahan:

- a. Selenggara dan tentukur alat-alat (injap bermotor, alat pengawal kemasukan udara luar (*fresh air damper*), penapis udara) dan peranti-peranti (jangkasuhu, dll) pada semua AHU bagi memastikan sistem beroperasi dengan sempurna.
- b. Menggunakan sistem penyelenggaraan yang sistematik/berkala.
- c. Menutup ruang-ruang kemasukan udara luar terutama pada bahagian atas siling dan ruang antara sesalur dan dinding dalaman perlu ditutup dengan sempurna.

10.0 KESIMPULAN

Masalah pembentukan kulat di bangunan ini adalah berpunca dari kelemahan pada peringkat pembinaan dan rekabentuk. Masalah ini boleh dielakkan jika mengambil kira keperluan setiap bilik pada peringkat rekabentuk. Sebagai contoh rekabentuk pembinaan dinding bilik yang memisahkan ruang berpenyaman udara yang beroperasi 24 jam.

Pihak penyelenggara perlu membuat kerja-kerja pembersihan dan menyelenggara peralatan secara berjadual.

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

Di sediakan oleh:

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

Di semak oleh:

.....
WAN SHAH BIN WAN SENIK
Jurutera Mekanikal, J44
Unit Pakar Forensik
Cawangan Kejuruteraan Mekanikal.

Di sahkan oleh:

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

11.0 LAMPIRAN

11.1 LAMPIRAN A (GAMBAR)

LOKASI: BILIK PEGAWAI FARMASI



Gambar 1: Menunjukkan permukaan dinding yang berkulat



Gambar 2: Menunjukkan dinding yang dipecahkan tidak ditutup dengan sempurna.



Gambar 3: Menunjukkan ruang diantara bumbung dan dinding luaran yang membolehkan kemasukan udara luar di Bilik Penyediaan.



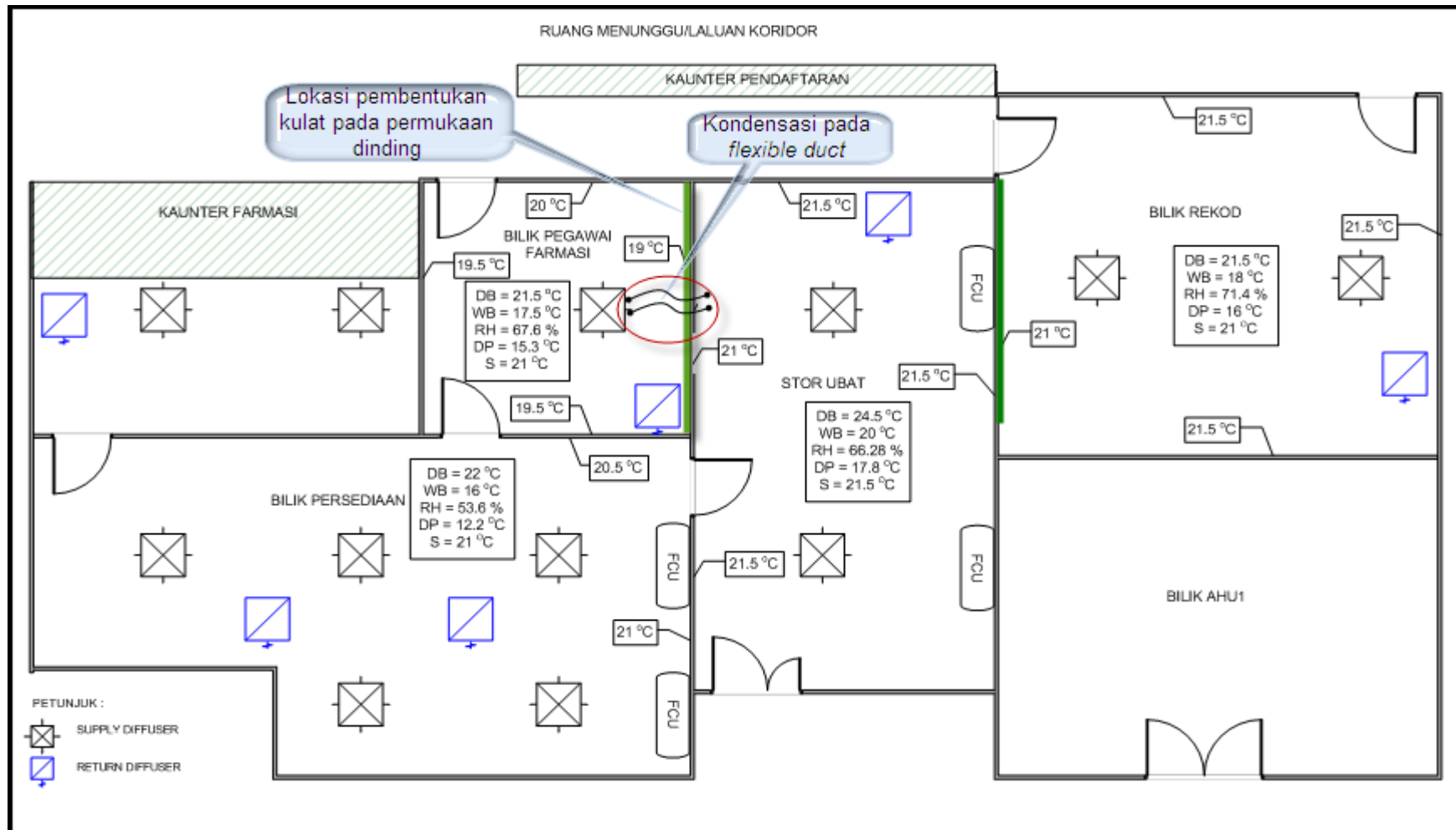
Gambar 4: Menunjukkan terdapat kesan air diantara celah-celah penebat sesalur yang terlipat.

LOKASI: BILIK REKOD



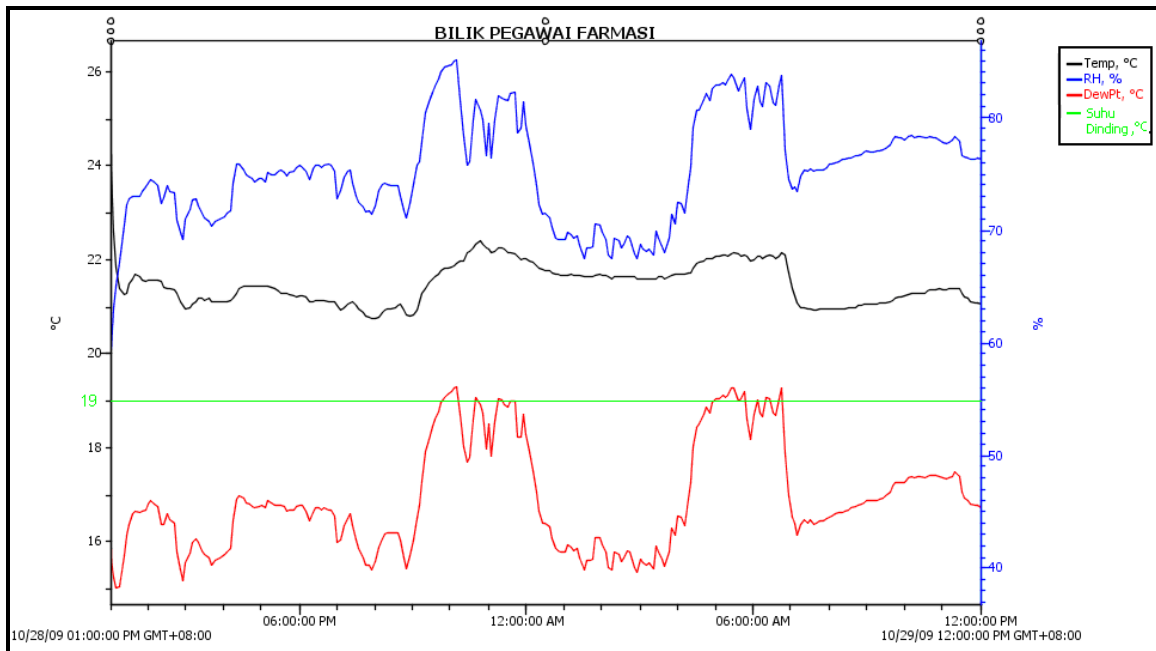
Gambar 5: Menunjukkan pembentukan kulat pada permukaan dinding di Bilik Rekod

11.2 LAMPIRAN B (LUKISAN)



Lukisan 1: Lakaran lokasi tempat yang bermasalah aras bawah.

11.3 LAMPIRAN C (BACAAN DATA LOGGER)



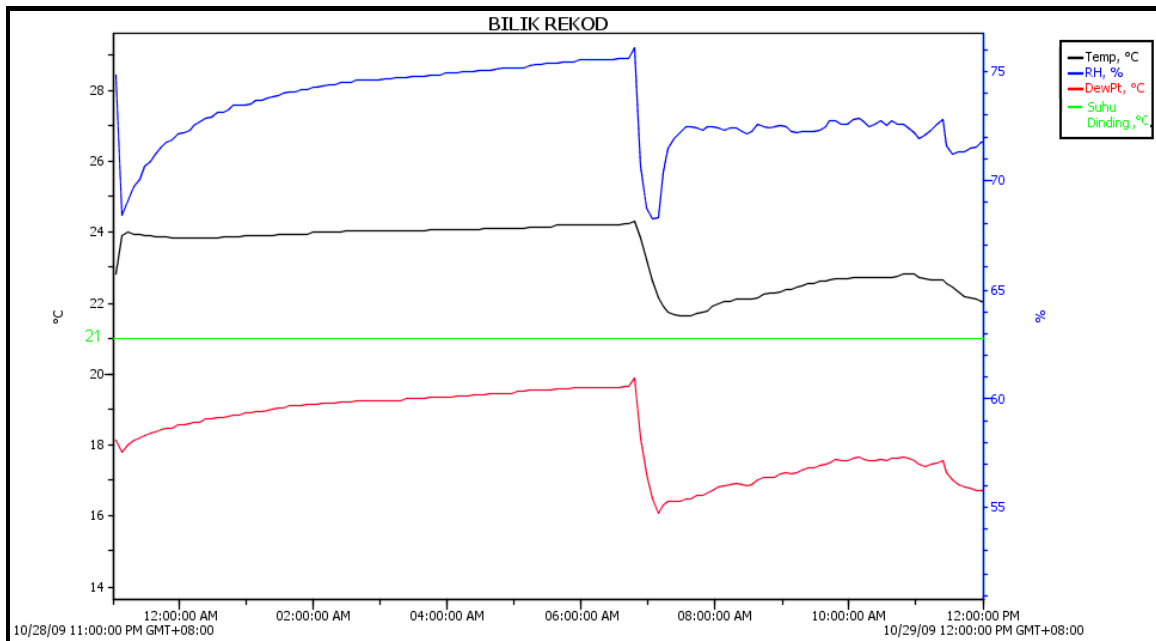
Graf 1 : Menunjukkan bacaan data yang diambil menggunakan data logger di Bilik Pegawai Forensik- aras bawah.(01.00pm 28/10/09 – 12.00pm 29/10/09)

Data: (01.00pm 28/10/09 – 12.00pm 29/10/09)

	maksimum	minimum	purata
Suhu bilik, °C	24	20.7	21.5
RH, %	85.1	59.5	75.3
Dew Point, °C	19.3	15	16.9

Suhu permukaan yang berkulat pada waktu siang:

Suhu dinding: 19 °C



Graf 2 : Menunjukkan bacaan data yang diambil menggunakan data logger di Bilik Rekod.(11.00pm 28/10/09 – 12.00pm 29/10/09)

Data : (11.00pm 28/10/09 – 12.00pm 29/10/09)

	maksimum	minimum	purata
Suhu bilik, °C	24.3	21.6	23.3
RH, %	76.1	68.2	73.5
Dew Point, °C	19.8	16.1	18.3

Suhu permukaan pada waktu siang:

Suhu dinding :21 °C