

**LAPORAN PEMERIKSAAN MASALAH
KULAT DI BANGUNAN PERSEKUTUAN
PULAU PINANG (JALAN ANSON),
PULAU PINANG**



DISEDIAKAN OLEH:
UNIT PAKAR PENGUJIAN, PENTAULIAHAN DAN FORENSIK
CAWANGAN KEJURUTERAAN MEKANIKAL
JABATAN KERJA RAYA MALAYSIA
1 JULAI 2009

ISI KANDUNGAN

1. PENDAHULUAN.....	1
2. OBJEKTIF.....	1
3. LATAR BELAKANG PROJEK.....	2
4. PASUKAN FORENSIK.....	3
5. METHODOLOGI.....	3
6. DESKRIPSI SISTEM.....	4
7. LAPORAN PEMERIKSAAN.....	5
8. PENEMUAN DAN ULASAN.....	6
8.1. Kulat di dinding disebabkan RH.....	6
8.2. Kulat di siling disebabkan RH.....	10
8.3. Penemuan di bilik AHU-5E Tingkat 5.....	16
9. ULASAN KESELURUHAN.....	17
10. CADANGAN TINDAKAN PEMBETULAN DAN PENCEGAHAN.....	18
11. KESIMPULAN.....	19
12. LAMPIRAN.....	21

**LAPORAN PEMERIKSAAN MASALAH KULAT DI BANGUNAN
PERSEKUTUAN PULAU PINANG (JALAN ANSON),
PULAU PINANG**

1.0 PENDAHULUAN

Bahagian Kawal Selia Penyelenggaraan Kementerian Kerja Raya Malaysia telah membuat aduan mengenai kulat (Mould) di Bangunan Persekutuan Pulau Pinang (Jalan Anson), Pulau Pinang , kepada Cawangan Kejuruteraan Mekanikal pada bulan Ogos 2008.

Masalah ini timbul semasa tempoh tanggungan kecacatan. Pihak Kontraktor Utama telah melakukan langkah pencegahan dan satu laporan telah dikeluarkan tetapi masalah tersebut tidak dapat diatasi sepenuhnya. Selain dari itu, kontraktor selenggara juga telah melakukan tindakan pembetulan namun hanya untuk sementara sahaja.

Oleh itu Unit Pengujian, Pentauliahan Dan Forensik dari Cawangan Kejuruteraan Mekanikal Ibu Pejabat telah membuat pemeriksaan bersama-sama dengan staf kontraktor selenggara dari Gemilang Maintenance Sdn Bhd selama tiga (3) hari pada 1 Jun hingga 3 Jun 2009.

2.0 OBJEKTIF

Objektif pemeriksaan ini dijalankan adalah seperti berikut :

- 1) Menentukan jenis kulat
- 2) Mengenalpasti punca-punca
- 3) Memberi cadangan pembetulan dan pencegahan

3.0 LATAR BELAKANG PROJEK

Bangunan Persekutuan Pulau Pinang (Jalan Anson) ini adalah merupakan Bangunan Gunasama Persekutuan yang telah diserahkan oleh Bahagian Hartanah, Jabatan Perdana Menteri kepada Bahagian Kawalselia Penyelenggaraan, Kementerian Kerja Raya Malaysia bagi pelaksanaan penswastaan perkhidmatan pengurusan dan penyelenggaraan di bangunan tersebut.

Ringkasan Projek:

No. Kontrak : JKR/IP/UB/17/2004

Nama Projek : Cadangan Merekabentuk, Membina, Menyiapkan Dan Menyerahkan 1 Blok 13 Tingkat Bangunan Gunasama Persekutuan, Jalan Anson, Pulau Pinang.

Tarikh dibina : 11 Februari 2004

Tarikh siap sepenuhnya : 31 Mac 2005

Kontraktor Utama : Syarikat Nyaman Sdn. Bhd.

Kontraktor ACMV : Air Condition System Sdn. Bhd.
Tanjung Tokong, Pulau Pinang.

Kontraktor Penyelenggaraan : Syarikat Gemilang Maintenance Service Sdn. Bhd.

Jenis Selenggaraan : Comprehensive

Kaedah Perolehan : Reka & Bina

Nama Perunding M&E : Jentrikon Perunding Sdn Bhd

4.0 PASUKAN FORENSIK

- | | |
|----------------------------|---|
| a) En. Wan Shah Wan Senik | Jurutera Mekanikal, J44

Unit Pakar Pengujian, Pentauliahan & Forensik.

Cawangan Kejuruteraan Mekanikal. |
| b) Mohamad Norman Ruslan | Jurutera Mekanikal, J41

Unit Pakar Pengujian, Pentauliahan & Forensik.

Cawangan Kejuruteraan Mekanikal |
| c) En. Noor Hamizan Din | Pembantu Teknik Mekanikal Kanan, J36

Unit Pakar Pengujian, Pentauliahan & Forensik.

Cawangan Kejuruteraan Mekanikal |
| d) En. Zulakmal Ahmad Zaki | Juruteknik Mekanikal, J17

Unit Pakar Pengujian, Pentauliahan & Forensik.

Cawangan Kejuruteraan Mekanikal |

5.0 METHODOLOGI

Kaedah yang digunakan semasa melakukan pemeriksaan adalah seperti berikut:

- 5.1 Laporan daripada Syarikat Kontraktor Penyenggaraan Bangunan.
- 5.2 Pemasangan Data Logger
Pemasangan data logger selama tiga (2) hari pada 1 Jun 2009 hingga 3 Jun 2009, di tempat kritikal mengalami masalah kulat.
- 5.3 Pengambilan Data
Pengambilan sampel data secara manual di tempat-tempat yang mengalami masalah kulat.

6.0 DESKRIPSI SISTEM

6.1 Jenis sistem penyaman udara

Sistem penyaman udara di Bangunan Persekutuan Pulau Pinang ini adalah Sistem Water Cooled Chiller. Komponen sistem ini adalah seperti berikut:

Bil	Sistem	Kuantiti
1	Water Cooled Chiller CVGF500 Model TRANE	3 nos
2	Chilled Water Pumps PACO LF5015-7	3 nos
3	Condenser Water Pumps PACO LF6015-7	3 nos
4	Air Handling Unit (AHU) – Brand TRANE	22 nos
5	Chilled Water Fan Coil Unit – Brand TRANE	2 nos
6	Air Cooled Split Unit – Brand TRANE	25 nos
7	Ventilation Fans	10 nos
8	Cooling Tower Model CTA 700 UN Nihon Spindle	3 nos

Sistem udara balik (Return Air) adalah jenis Free Return.

6.2 Maklumat Teknikal Peralatan

6.2.1 Chiller

Setiap chiller berjenama TRANE (model no. CVGF500) berkapasiti 560 TR setiap satu. (2 running 1 standby)

6.2.2 Chilled Water Pump

Chilled water pump yang digunakan adalah dari jenis end suction berkapasiti 140 ft head @ 1340 usgpm. Jenama yang digunakan adalah PACO. (2 running 1 standby)

6.2.3 Condenser Water Pump

Condenser Water Pump yang digunakan adalah dari jenis end suction berkapasiti 100 ft head @ 1590 usgpm. Jenama yang digunakan adalah PACO. (2 running 1 standby)

6.2.4 Cooling Tower

Sebanyak tiga (3) cooling tower berjenama Nihon Spindle digunakan dengan kapasiti setiap satu adalah 700 TR. (2 running 1 standby)

7.0 LAPORAN PEMERIKSAAN

Jenis kulat yang ditemui adalah seperti berikut :

- 1) Kulat di dinding disebabkan RH
 - a) Koridor Sayap Timur Aras 5
 - b) Koridor Sayap Barat Aras 6
 - c) Bilik Rekod Auditan Jab. Audit Sekolah Aras 5

- 2) Kulat di siling disebabkan RH
 - a) Bilik Perbincangan 3 Aras 5
 - b) Bilik Perbincangan 4 Aras 5
 - c) Bilik Perbincangan 6 Aras 5
 - d) Bilik Perbincangan 10 Aras 6
 - e) Bilik Perbincangan 11 Aras 7

- 3) Kulat di siling disebabkan Kebocoran
Tiada

- 4) Kulat di perabut
Tiada

(Lihat Pelan Lantai Lampiran D bagi mengetahui lokasi yang mengalami masalah kulat)

8.0 PENEMUAN DAN ULASAN

8.1 Kulat di dinding disebabkan RH.

8.1.1 Koridor Sayap Timur – Aras 5

Penemuan :

Jenis kulat (Mould) yang terdapat di koridor ini ialah jenis berselerak di dinding (lihat Lampiran A Gambar 1). Kulat jenis ini disebabkan oleh RH yang tinggi.

Koridor ini menggunakan sistem penyaman udara 8 jam sehari.

Pemeriksaan yang dilakukan pada waktu malam iaitu ketika sistem penyaman udara tidak beroperasi pada pukul 10.30 pm di koridor ini mendapati kelembapan relatif (RH) ialah 80% pada suhu koridor 25⁰ C db dan 22⁰ C wb dengan suhu titik embun koridor ini ialah 20⁰ C. Suhu permukaan dinding dan suhu permukaan siling masing-masing ialah 15.5⁰ C dan 16.5⁰ C. (Rujuk data di Lampiran B Jadual 1).

Purata RH pada waktu malam ialah 85% dan meningkat pada maksimum sehingga 88%. (Rujuk Lampiran C Graf 1).

Sistem udara balik adalah Free Return.

Ulasan / Masalah :

Berdasarkan maklumat di atas, kelembapan relatif (RH) yang dicatatkan ialah maksimum 88%. Nilai RH yang lebih dari 70% adalah penyumbang utama kepada masalah kulat iaitu semasa sistem penyaman udara tidak beroperasi.

Faktor yang menyumbang kepada nilai RH yang tinggi adalah disebabkan terdapat bukaan yang membenarkan udara luar masuk ke dalam bangunan seperti bukaan tingkap, pintu dan lubang di dinding semasa sistem penyaman udara tidak beroperasi iaitu di malam hari.

Cadangan :

- Dinding ini mestilah dibersihkan bagi membuang semua kulat dan kesannya mengikut prosedur yang betul dan dicat menggunakan cat anti-fungus yang diluluskan oleh SIRIM.
- Pastikan semua pintu, lubang sekitar pintu dan tingkap di laluan koridor keseluruhan aras ini ditutup sepenuhnya pada waktu malam.
- Pihak kontraktor selenggara perlu memeriksa dan memastikan semua dinding koridor ini ditutup terus ke concrete slab tanpa ada bukaan yang kecil.
- Fresh air grille di bilik perbincangan yang terdapat bersebelahan koridor ini perlu ditutup sepenuhnya.

8.1.2 Koridor Sayap Barat Aras 6**Penemuan :**

Jenis kulat (Mould) yang terdapat di koridor ini ialah jenis berselerak di dinding (lihat Lampiran A Gambar 2). Kulat jenis ini disebabkan oleh RH yang tinggi.

Koridor ini menggunakan sistem penyaman udara 8 jam sehari.

Pemeriksaan yang dilakukan pada waktu malam iaitu ketika sistem penyaman udara tidak beroperasi pada pukul 10.37 pm di koridor ini mendapati kelembapan relatif (RH) ialah 85% pada suhu koridor 26°C db dan 24°C wb dengan suhu titik embun koridor ini ialah 21°C . Suhu permukaan dinding dan suhu permukaan siling masing-masing ialah 18.9°C dan 19.9°C . (Rujuk data di Lampiran B Jadual 2).

Purata RH pada waktu malam ialah 86% dan meningkat pada maksimum sehingga 89%. (Rujuk Lampiran C Graf 2).

Sistem udara balik adalah Free Return.

Ulasan / Masalah :

Berdasarkan maklumat di atas, kelembapan relatif (RH) yang dicatatkan ialah maksimum 89%. Nilai RH yang lebih dari 70% adalah penyumbang

utama kepada masalah kulat iaitu semasa sistem penyaman udara tidak beroperasi.

Faktor yang menyumbang kepada nilai RH yang tinggi adalah disebabkan terdapat bukaan yang membenarkan udara luar masuk ke dalam bangunan seperti bukaan tingkap, pintu dan lubang di dinding semasa sistem penyaman udara tidak beroperasi iaitu di malam hari.

Cadangan :

- Dinding ini mestilah dibersihkan bagi membuang semua kulat dan kesannya mengikut prosedur yang betul dan dicat menggunakan cat anti-fungus yang diluluskan oleh SIRIM.
- Pastikan semua pintu, lubang sekitar pintu dan tingkap di laluan koridor keseluruhan aras ini ditutup sepenuhnya pada waktu malam.
- Pihak kontraktor selenggara perlu memeriksa dan memastikan semua dinding koridor ini ditutup terus ke concrete slab tanpa ada bukaan yang kecil.
- Fresh air grille di bilik perbincangan yang terdapat bersebelahan koridor ini perlu ditutup sepenuhnya.

8.1.3 Bilik Rekod Auditan Sekolah, Jab. Audit Sekolah Aras 5

Penemuan :

Jenis kulat (Mould) yang terdapat di bilik ini ialah jenis berselerak dan cold spot di dinding (lihat Lampiran A Gambar 3).

Pemeriksaan yang dilakukan pada pukul 11.10 am di bilik ini mendapati kelembapan relatif (RH) ialah 72% pada suhu bilik 22⁰ C db dan 18⁰ C wb dengan suhu titik embun bilik ini ialah 16⁰ C. Suhu permukaan dinding dan suhu permukaan siling masing-masing ialah 15.1⁰ C dan 14.7⁰ C. (Rujuk data di Lampiran B Jadual 3).

Pemeriksaan juga dilakukan pada pukul 9.25 pm di bilik ini mendapati kelembapan relatif (RH) ialah 88% pada suhu bilik 25⁰ C db dan 23.5⁰ C wb dengan suhu titik embun bilik ini ialah 21⁰ C. Suhu permukaan dinding

dan suhu permukaan siling masing-masing ialah 22.7⁰ C dan 23.2⁰ C. (Rujuk data di Lampiran B Jadual 3).

Purata RH pada waktu malam ialah 78% dan meningkat pada maksimum sehingga 82%. (Rujuk Lampiran C Geraf 3).

Kadar pertukaran udara sebenar di bilik ini adalah 11 kali per jam, manakala nilai rekabentuk asal ialah 9 kali per jam.

Jumlah udara sebenar yang dicatatkan di diffuser ialah 955 CFM, manakala nilai rekabentuk asal ialah 800 CFM. (Lihat Lampiran E)

Ulasan / Masalah :

Berdasarkan maklumat di atas, kelembapan relatif (RH) yang dicatatkan ialah maksimum 82%. Nilai RH yang lebih dari 70% adalah penyumbang utama kepada masalah kulat iaitu semasa sistem penyaman udara tidak beroperasi.

Faktor yang menyumbang kepada nilai RH yang tinggi adalah disebabkan terdapat bukaan yang membenarkan udara luar masuk ke dalam bangunan seperti lubang di dinding semasa sistem penyaman udara tidak beroperasi iaitu di malam hari.

Kondensasi juga berlaku pada siang hari yang menyumbang kepada pembentukan kulat *cold spot* apabila didapati suhu permukaan dinding lebih rendah dari suhu titik embun.

Suhu 22⁰ C db adalah rendah bagi bilik penyimpanan rekod auditan.

Kadar pertukaran udara yang dicatatkan adalah tinggi dan melebihi amalan kejuruteraan bagi sebuah bilik penyimpanan rekod auditan.

Jumlah udara yang dibekal melalui diffuser adalah melebihi rekabentuk.

Cadangan :

- Dinding ini mestilah dibersihkan bagi membuang semua kulat dan kesannya mengikut prosedur yang betul dan dicat menggunakan cat anti-fungus yang diluluskan oleh SIRIM.
- Pastikan pintu dan lubang sekitar pintu di bilik keseluruhan aras ini ditutup sepenuhnya pada waktu malam.
- Naikkan suhu bilik kepada minimum 24 °C.

- Kurangkan jumlah udara yang disukat dari 955 CFM kepada 510 CFM (Lihat Pengiraan di Lampiran E) dengan cara membuat keseimbangan udara (balancing) pada diffuser bilik tersebut. Dengan ini dapat menaikkan suhu permukaan dinding dan mendapat kadar pertukaran udara yang sesuai untuk bilik ini iaitu 6 kali per jam.
- Elakkan udara sejuk menghala terus ke permukaan dinding yang mengalami kondensasi dengan cara menukar diffuser dari 4-way through kepada 3-way through.

8.2 Kulat di siling disebabkan RH

8.2.1 Bilik Perbincangan 3 Aras 5

Penemuan :

Jenis kulat (Mould) yang terdapat di bilik perbincangan ini ialah jenis berselerak di siling. Kulat jenis ini disebabkan oleh RH yang tinggi.

Pemeriksaan yang dilakukan pada waktu malam iaitu ketika sistem penyaman udara tidak beroperasi pada pukul 9.32 pm di Bilik Perbincangan 3 mendapati kelembapan relatif (RH) ialah 87% pada suhu bilik 24.5°C db dan 22.5°C wb dengan suhu titik embun bilik ini ialah 21.7°C . Suhu permukaan dinding dan suhu permukaan siling masing-masing ialah 19.1°C dan 19.2°C . (Rujuk data di Lampiran B Jadual 4).

Ulasan / Masalah :

Berdasarkan maklumat di atas, kelembapan relatif (RH) yang dicatatkan ialah 87%. Nilai RH yang lebih dari 70% adalah penyumbang yang utama kepada masalah kulat iaitu semasa sistem penyaman udara tidak beroperasi.

Faktor yang menyumbang kepada nilai RH yang tinggi adalah disebabkan terdapat bukaan yang membenarkan udara luar masuk ke dalam bangunan seperti bukaan tingkap, pintu dan lubang di dinding semasa sistem penyaman udara tidak beroperasi iaitu di malam hari.

Cadangan :

- Siling ini mestilah dibersihkan bagi membuang semua kulat dan kesannya mengikut prosedur yang betul dan dicat menggunakan cat anti-fungus yang diluluskan oleh SIRIM.
- Pastikan semua pintu, lubang sekitar pintu dan tingkap di bilik keseluruhan aras ini ditutup sepenuhnya pada waktu malam.
- Fresh air grille di bilik perbincangan ini perlu ditutup sepenuhnya.

8.2.2 Bilik Perbincangan 4 Aras 5**Penemuan :**

Jenis kulat (Mould) yang terdapat di bilik perbincangan ini ialah jenis berselerak di siling (lihat Lampiran A Gambar 4). Kulat jenis ini disebabkan oleh RH yang tinggi.

Pemeriksaan yang dilakukan pada waktu malam iaitu ketika sistem penyaman udara tidak beroperasi pada pukul 9.30 pm di Bilik Perbincangan 4 mendapati kelembapan relatif (RH) ialah 72% pada suhu bilik 26°C db dan 22°C wb dengan suhu titik embun bilik ini ialah 20.3°C . Suhu permukaan dinding dan suhu permukaan siling masing-masing ialah 19.2°C dan 19.6°C . (Rujuk data di Lampiran B Jadual 5).

Semasa pemeriksaan dijalankan, terdapat ruang terbuka iaitu "fresh air grill" (lihat Lampiran A Gambar 7) dan bukaan lubang di dinding pada paip sprinkler (lihat Lampiran A Gambar 8) di atas ruang siling

Ulasan / Masalah :

Berdasarkan maklumat-maklumat di atas, kelembapan relatif (RH) yang dicatatkan ialah antara 72%. Mengikut statistik, kulat berlaku apabila nilai RH dicatat melebihi 70%. Penemuan di bilik ini mendapati kesan kulat di siling adalah tidak ketara iaitu pada nilai RH 72%.

Faktor yang menyumbang kepada nilai RH yang tinggi adalah disebabkan terdapat bukaan yang membenarkan udara luar masuk ke dalam

bangunan seperti bukaan tingkap, pintu dan lubang di dinding semasa sistem penyaman udara tidak beroperasi iaitu di malam hari.

Terdapat infiltration iaitu bukaan yang menyebabkan udara luar menyerap masuk ke dalam bangunan. Ini membantu meninggikan lagi nilai RH.

Cadangan :

- Siling ini mestilah dibersihkan bagi membuang semua kulat dan kesannya mengikut prosedur yang betul dan dicat menggunakan cat anti-fungus yang diluluskan oleh SIRIM.
- Pastikan semua pintu, lubang sekitar pintu dan tingkap di bilik keseluruhan aras ini ditutup sepenuhnya pada waktu malam.
- Fresh air grille di bilik perbincangan ini ditutup sepenuhnya.
- Periksa dan pastikan semua lubang di atas ruangan siling ditutup dengan sempurna bagi menghalang kemasukan udara luar.

8.2.3 Bilik Perbincangan 6 Aras 5

Penemuan :

Jenis kulat (Mould) yang terdapat di bilik perbincangan ini ialah jenis berselerak di siling. Kulat jenis ini disebabkan oleh RH yang tinggi.

Pemeriksaan yang dilakukan pada waktu malam iaitu ketika sistem penyaman udara tidak beroperasi pada pukul 9.36 pm di Bilik Perbincangan 6 mendapati kelembapan relatif (RH) ialah 85% pada suhu bilik 23⁰ C db dan 21⁰ C wb dengan suhu titik embun bilik ini ialah 20.1⁰ C. Suhu permukaan dinding dan suhu permukaan siling masing-masing ialah 15.3⁰ C dan 15.9⁰ C. (Rujuk data di Lampiran B Jadual 6).

Ulasan / Masalah :

Berdasarkan maklumat di atas, kelembapan relatif (RH) yang dicatatkan ialah 85%. Nilai RH yang lebih dari 70% adalah penyumbang utama

kepada masalah kulat iaitu semasa sistem penyaman udara tidak beroperasi.

Faktor yang menyumbang kepada nilai RH yang tinggi adalah disebabkan terdapat bukaan yang membenarkan udara luar masuk ke dalam bangunan seperti bukaan tingkap, pintu dan lubang di dinding semasa sistem penyaman udara tidak beroperasi iaitu di malam hari.

Cadangan :

- Siling ini mestilah dibersihkan bagi membuang semua kulat dan kesannya mengikut prosedur yang betul dan dicat menggunakan cat anti-fungus yang diluluskan oleh SIRIM.
- Pastikan semua pintu, lubang sekitar pintu dan tingkap di bilik keseluruhan aras ini ditutup sepenuhnya pada waktu malam.
- Fresh air grille di bilik perbincangan ini ditutup sepenuhnya.

8.2.4 Bilik Perbincangan 10 Aras 6

Penemuan:

Jenis kulat (Mould) yang terdapat di bilik ini ialah jenis berselerak di siling (lihat Lampiran A Gambar 5). Kulat jenis ini disebabkan oleh RH yang tinggi.

Pemeriksaan yang dilakukan pada waktu malam iaitu ketika sistem penyaman udara tidak beroperasi pada pukul 9.43 pm di bilik ini mendapati kelembapan relatif (RH) ialah 72% pada suhu bilik 26°C db dan 22°C wb dengan suhu titik embun bilik ini ialah 20.31°C . Suhu permukaan dinding dan suhu permukaan siling masing-masing ialah 22.4°C dan 22.2°C . (Rujuk data di Lampiran B Jadual 7).

Purata RH pada waktu malam ialah 72% dan meningkat pada maksimum sehingga 73%. (Rujuk Lampiran C Graf 4).

Semasa pemeriksaan dijalankan, terdapat ruang terbuka iaitu "fresh air grill" (lihat Lampiran A Gambar 9) dan bukaan lubang pada paip penyejuk dari outdoor unit (lihat Lampiran Gambar 10) di atas ruang siling .

Ulasan / Masalah

Berdasarkan maklumat di atas, kelembapan relatif (RH) yang dicatatkan ialah maksimum 73%. Mengikut statistik, kulat berlaku apabila nilai RH dicatat melebihi 70%. Penemuan di bilik ini mendapati kesan kulat di siling adalah tidak ketara iaitu pada nilai RH 73%.

Faktor yang menyumbang kepada nilai RH yang tinggi adalah disebabkan terdapat bukaan yang membenarkan udara luar masuk ke dalam bangunan seperti bukaan tingkap, pintu dan lubang di dinding semasa sistem penyaman udara tidak beroperasi iaitu di malam hari.

Terdapat infiltration iaitu bukaan yang menyebabkan udara luar menyerap masuk ke dalam bangunan. Ini membantu meninggikan lagi nilai RH.

Cadangan :

- Siling ini mestilah dibersihkan bagi membuang semua kulat dan kesannya mengikut prosedur yang betul dan dicat menggunakan cat anti-fungus yang diluluskan oleh SIRIM.
- Pastikan semua pintu, lubang sekitar pintu dan tingkap di bilik keseluruhan aras ini ditutup sepenuhnya pada waktu malam.
- Fresh air grille di bilik perbincangan ini ditutup sepenuhnya.
- Periksa dan pastikan semua lubang di atas ruangan siling ditutup dengan sempurna bagi menghalang kemasukan udara luar.

8.2.5 Bilik Perbincangan 11 Aras 7**Penemuan :**

Jenis kulat (Mould) yang terdapat di bilik perbincangan ini ialah jenis berselerak di siling (lihat Lampiran A Gambar 6). Kulat jenis ini disebabkan oleh RH yang tinggi.

Pemeriksaan yang dilakukan pada waktu malam iaitu ketika sistem penyaman udara tidak beroperasi pada pukul 11.06 pm di Bilik Perbincangan 11 mendapati kelembapan relatif (RH) ialah 72% pada suhu bilik 27.5°C db dan 23.5°C wb dengan suhu titik embun bilik ini ialah 21.5°C . Suhu permukaan dinding dan suhu permukaan siling masing-masing ialah 25.2°C dan 25.7°C . (Rujuk data di Lampiran B Jadual 8).

Ulasan / Masalah :

Berdasarkan maklumat di atas, kelembapan relatif (RH) yang dicatatkan ialah 72%. Mengikut statistik, kulat berlaku apabila nilai RH dicatat melebihi 70%. Penemuan di bilik ini mendapati kesan kulat di siling adalah tidak ketara iaitu pada nilai RH 72%.

Faktor yang menyumbang kepada nilai RH yang tinggi adalah disebabkan terdapat bukaan yang membenarkan udara luar masuk ke dalam bangunan seperti bukaan tingkap, pintu dan lubang di dinding semasa sistem penyaman udara tidak beroperasi iaitu di malam hari.

Cadangan :

- Siling ini mestilah dibersihkan bagi membuang semua kulat dan kesannya mengikut prosedur yang betul dan dicat menggunakan cat anti-fungus yang diluluskan oleh SIRIM.
- Pastikan semua pintu, lubang sekitar pintu dan tingkap di bilik keseluruhan aras ini ditutup sepenuhnya pada waktu malam.
- Fresh air grille di bilik perbincangan ini ditutup sepenuhnya.

8.3 Penemuan di Bilik AHU Tingkat 5

Penemuan:

Melalui pemerhatian yang dibuat, secara praktikal Cooling Capacity AHU ini adalah 77.4 ton untuk peak load pada bukaan Modulating Motorize Valve 50%. Bacaan isyarat yang dicatatkan adalah 2.2 Vdc.

Didapati AHU ini membekal udara ke lokasi yang mengalami masalah kulat dengan bacaan didapati 21 °C db, 17 °C db dan nilai RH 68% di lokasi tersebut. Bacaan Offcoil adalah 16.5 °C db dan 15.5 °C wb.

Ulasan:

- Bacaan isyarat diragui kerana tidak dapat mencatat bacaan yang sepatutnya untuk bukaan 50%. Bacaan yang sepatutnya adalah 5 Vdc pada bukaan 50%.
- Penemuan mengenai punca nilai RH tinggi di koridor tersebut semasa operasi mendapati kemasukan udara luar di downstream adalah tidak terkawal. Memandangkan sistem udara balik adalah free return, udara luar masuk melalui bukaan lubang ke ruang siling.
- Bacaan jumlah udara di fresh air intake tidak dapat diambil kerana tiada acces panel untuk bacaan tersebut.

Cadangan:

- Periksa motorize valve dan pastikan ditentukan semula supaya dapat berfungsi dengan baik mengikut spesifikasi.
- Periksa dan pastikan semua bukaan dan lubang ditutup dengan sempurna bagi menghalang kemasukan udara luar ke dalam bangunan.
- Periksa dan pastikan jumlah udara di fresh air intake tidak melebihi rekabentuk asal.

9.0 ULASAN KESELURUHAN

Secara keseluruhan, penemuan hasil pemerhatian dan pemeriksaan yang dijalankan adalah seperti berikut:

- 9.1 Kesemua lokasi yang bermasalah kulat di dinding dan siling mempunyai tahap kelembapan relatif RH yang tinggi antara 70% hingga 90% lebih-lebih lagi pada waktu malam. Ini adalah faktor yang ketara menyumbangkan kepada pertumbuhan kulat terutama pada dinding dan siling.
- 9.2 Melalui pemerhatian, antara faktor yang menyebabkan tahap kelembapan relatif bangunan tersebut tinggi adalah dari:
 - 9.2.1 Bukaannya 'fresh air grill' dan lubang dinding pada paip sprinkler di dalam ruangan siling di Bilik Perbincangan 4 Aras 5.
 - 9.2.2 Bukaannya 'fresh air grill' dan lubang dinding pada paip penyejuk daripada outdoor unit di dalam ruangan siling di Bilik Perbincangan 10 aras 6.
 - 9.2.3 Bukaannya tingkap, pintu dan lubang di dinding semasa sistem penyaman udara tidak beroperasi iaitu di malam hari.

Faktor-faktor ini menyumbang kepada udara dari luar yang mempunyai tahap kelembapan relatif (RH) yang tinggi mempengaruhi RH dalam bangunan. Keadaan ini menyuburkan lagi pembiakan kulat.

Faktor-faktor di atas juga menyumbang kepada suhu on coil yang tidak menepati rekabentuk menyebabkan kondensasi di dinding.

- 9.3 Jumlah udara CFM dari diffuser yang tinggi menyebabkan suhu dinding menjadi terlalu sejuk di bilik rekod auditan sekolah aras 5
- 9.4 Bacaan signal di bilik AHU-5E aras 5 diragui kerana tidak mendapat bacaan yang sepatutnya pada bukaan 50% motorize valve.

10.0 CADANGAN TINDAKAN PEMBETULAN

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

- 10.1 Buka lubang di atas ruangan siling yang menjadi laluan udara luar masuk ke dalam bangunan hendaklah ditutup semula dengan sempurna bagi mengawal tahap kelembapan udara dalam bangunan tersebut.
- 10.2 Fresh air grille di bilik perbincangan perlu ditutup sepenuhnya.
- 10.3 Periksa kesuluruhan ruangan atas siling di lokasi yang mengalami masalah kulat untuk mencari punca kemasukan udara luar dan menutupnya dengan sempurna.
- 10.4 Tetapkan kadar pertukaran udara adalah antara 6 hingga 10 kali per jam di laluan koridor dan bilik-bilik. Ini untuk mempraktikkan amalan kejuruteraan (ASHRAE) bagi kadar pertukaran udara dalam sebuah bangunan dengan cara melakukan keseimbangan (balancing) pada jumlah udara CFM yang dibekal di setiap diffuser supaya mengikut rekabentuk asal.
- 10.5 AHU yang membekal udara ke lokasi-lokasi yang mengalami pertumbuhan kulat perlu diperiksa semula dan menepati rekabentuk asal seperti di oncoil dan offcoil.
- 10.6 Periksa Motorize Valve di bilik AHU-5E aras 5 yang digunakan dan hendaklah dipastikan mengikut spesifikasi rekabentuk

11.0 KESIMPULAN

Pada amnya spora akan membiak dengan adanya air, makanan serta suhu yang bersesuaian dan menjadi kulat. Pertumbuhan kulat adalah dipengaruhi oleh kelembapan persekitaran, sumber nutrient, permukaan siling dan dinding, kertas dan fail serta perabot yang boleh menjadi media pembiakan kulat.

Dengan penemuan-penemuan yang didapati, adalah dirumuskan penyebab utama kepada pembiakan kulat ialah kelembapan relatif yang tinggi dalam bangunan lebih-lebih lagi pada waktu malam. Ini berlaku kerana kemasukan udara luar menerusi bukaan yang terdapat di atas ruangan siling yang tidak ditutup dengan sempurna oleh pihak kontraktor bangunan semasa pembinaan. Hal ini menyebabkan penyerapan moisture berlaku seterusnya menambahkan lagi punca kelembapan pada siling dan dinding.

Selain dari itu, fenomena cold spot terjadi disebabkan udara ditiup terus ke dinding menyebabkan berlaku kondensasi semasa sistem penyaman udara beroperasi.

Disediakan oleh:

Wan Shah Wan Senik
Jurutera Mekanikal, J44
Unit Pakar Pengujian, Pentauliahan & Forensik

.....

Mohamad Norman B Ruslan
Jurutera Mekanikal, J41
Unit Pakar Pengujian, Pentauliahan & Forensik.

Disemak oleh:

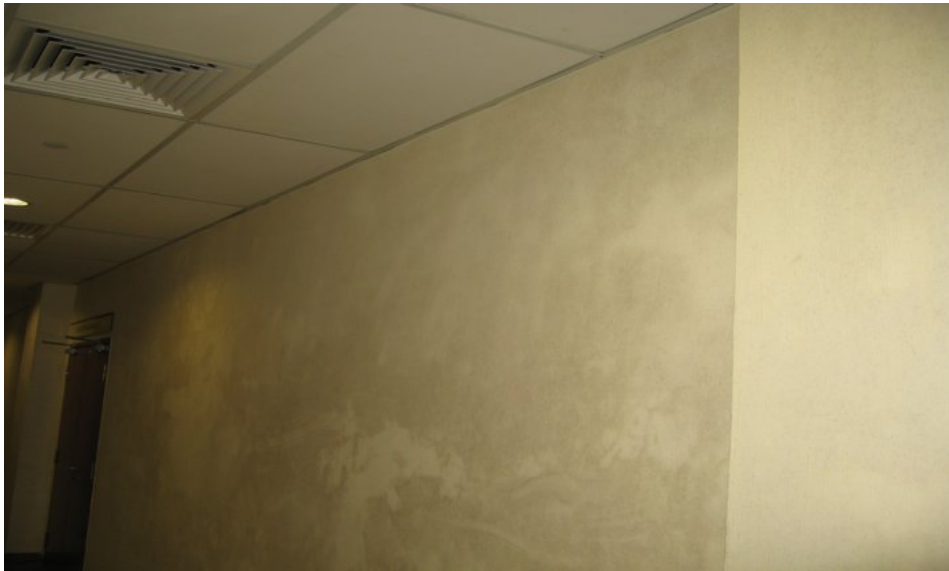
Ir. Hjh Aziah Bt Wan Abdullah
Jurutera Mekanikal Penguasa Kanan
Cawangan Kejuruteraan Mekanikal

Disahkan oleh:

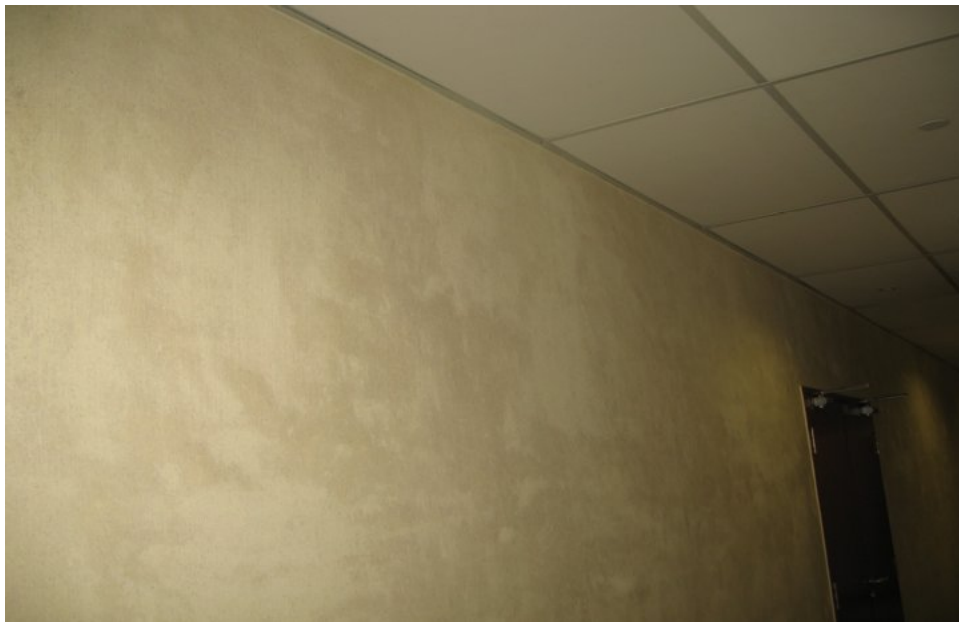
En. Hamdan B Abd Malek
Pengarah Pakar.
Cawangan Kejuruteraan Mekanikal

LAMPIRAN

LAMPIRAN A



Gambar 1: Kulat pada dinding di Koridor Sayap Timur Aras 5



Gambar 2: Kulat pada dinding di Koridor Sayap Barat Aras 6



Gambar 3: Kulat pada dinding di Bilik Rekod Auditan Pej. Audit Sekolah Aras 5



Gambar 4: Kulat pada siling di Bilik Perbincangan 4 Aras 5



Gambar 5: Kulat pada siling di Bilik Perbincangan 10 Aras 6



Gambar 6: Kulat pada siling di Bilik Perbincangan 11 Aras 7



Gambar 7: Terdapat bukaan *fresh air grill* dalam ruangan siling di Bilik Perbincangan 4 Aras 5



Gambar 8: Bukaan lubang lubang pada paip sprinkler dalam ruangan siling di Bilik Perbincangan 4 Aras 5



Gambar 9: Terdapat bukaan *fresh air grill* dalam ruangan siling di Bilik Perbincangan 10 Aras 6



Gambar 10: Bukaan lubang pada paip penyejuk daripada *out door unit* dalam ruangan siling di Bilik Perbincangan 10 Aras 6.

LAMPIRAN B

Purata	Siang	Malam
DB (⁰ C)	21	25
WB (⁰ C)	17	22
RH (%)	68	80
Suhu Dinding (⁰ C)	-	15.5
Suhu Siling (⁰ C)	-	16.5
Dew Point (0 C)	-	20

Jadual 1: Bacaan Data di Koridor Sayap Timur Aras 5

Purata	Siang	Malam
DB (⁰ C)	22	26
WB (⁰ C)	19	24
RH (%)	78	85
Suhu Dinding (⁰ C)	-	18.9
Suhu Siling (⁰ C)	-	19.9
Dew Point (⁰ C)	-	21

Jadual 2: Bacaan Data di Koridor Sayap Barat Aras 6

Purata	Siang	Malam
DB (⁰ C)	22	25
WB (⁰ C)	18	23.5
RH (%)	72	88
Suhu Dinding (⁰ C)	15.1	22.7
Suhu Siling (⁰ C)	14.7	23.2
Dew Point (0 C)	16	21

Jadual 3: Bacaan Data Bilik Rekod, Jab. Audit Sekolah aras 5

Purata	Siang	Malam
DB (⁰ C)	22	24.5
WB (⁰ C)	19	22.5
RH (%)	78	87
Suhu Dinding (⁰ C)	15.2	19.1
Suhu Siling (⁰ C)	15.6	19.2
Dew Point (⁰ C)	17.5	21.7

Jadual 4: Bacaan Data di Bilik Perbincangan 3 Aras 5

Purata	Siang	Malam
DB (⁰ C)	21	26
WB (⁰ C)	16.5	22
RH (%)	65	72
Suhu Dinding (⁰ C)	20.6	19.2
Suhu Siling (⁰ C)	18.8	19.6
Dew Point (⁰ C)	13.9	20.3

Jadual 5: Bacaan Data di Bilik Perbincangan 4 Aras 5

Purata	Siang	Malam
DB (⁰ C)	21	23
WB (⁰ C)	17	21
RH (%)	68	85
Suhu Dinding (⁰ C)	18.8	15.3
Suhu Siling (⁰ C)	19.6	15.9
Dew Point (⁰ C)	14.7	20.1

Jadual 6: Bacaan Data di Bilik Perbincangan 6 Aras 5

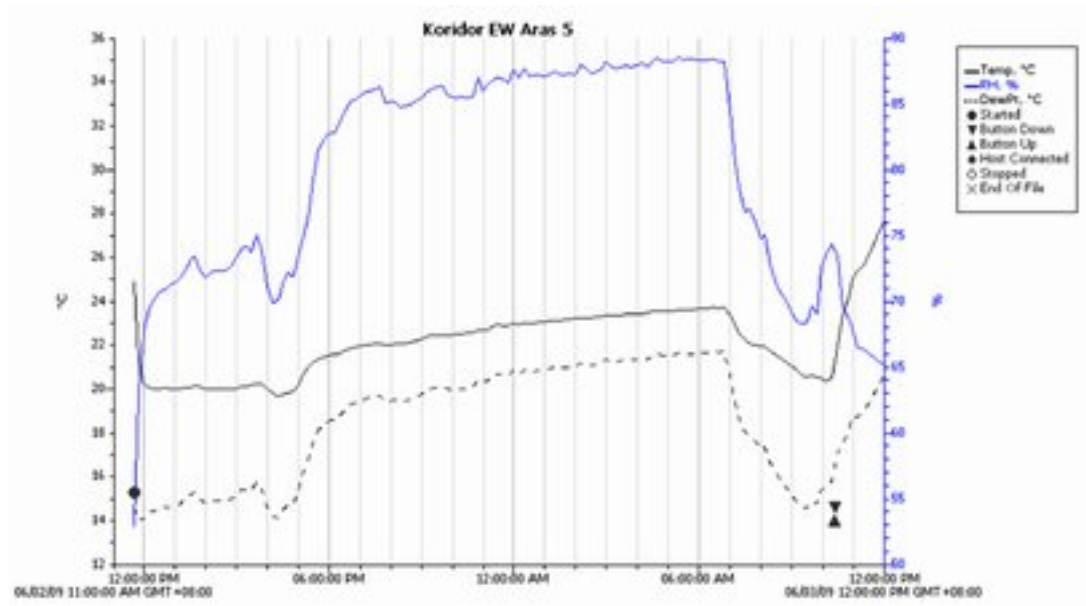
Purata	Siang	Malam
DB (⁰ C)	24	26
WB (⁰ C)	20	22
RH (%)	70	72
Suhu Dinding (⁰ C)	23	22.4
Suhu Siling (⁰ C)	23.2	22.2
Dew Point (0 C)	18.1	20.31

Jadual 7: Bacaan Data di Bilik Perbincangan 10 Aras 6

Purata	Siang	Malam
DB (⁰ C)	-	27.5
WB (⁰ C)	-	23.5
RH (%)	-	72
Suhu Dinding (⁰ C)	-	25.2
Suhu Siling (⁰ C)	-	25.7
Dew Point (0 C)	-	21.5

Jadual 8: Bacaan Data di Bilik Perbincangan 11 Aras 7

LAMPIRAN C

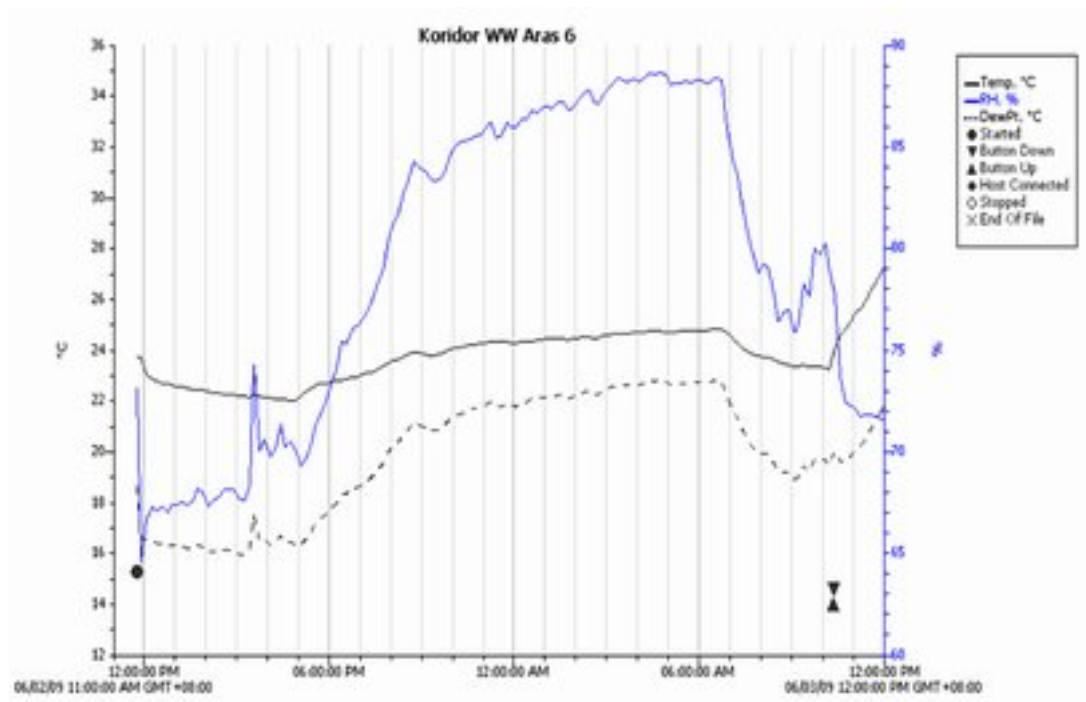


Graf 1: Graf menunjukkan bacaan menggunakan data logger di Koridor Sayap Timur Aras 5

Data: 2 Jun 2009 11:00am – 3 Jun 2009 11:00am

Bacaan Data Logger:

Purata	Siang	Malam
Suhu ($^{\circ}$ C)	20	23
RH (%)	72	85
Dew Point ($^{\circ}$ C)	15	20



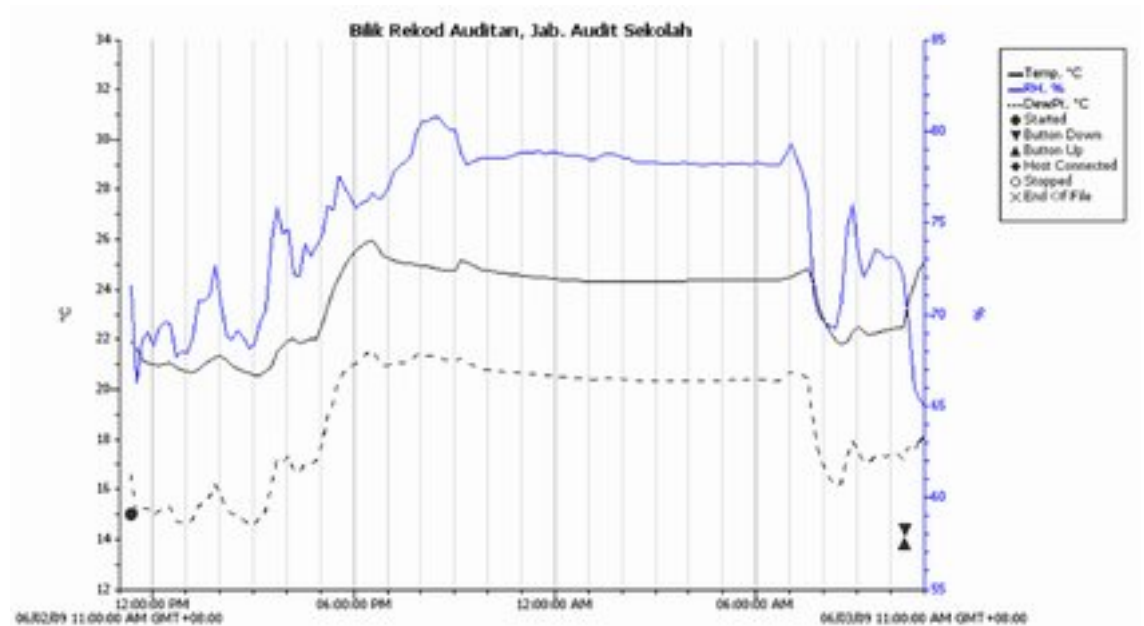
Graf 2: Graf menunjukkan bacaan menggunakan data logger di Koridor

Sayap Barat Aras 6.

Data: 2 Jun 2009 11:00am – 3 Jun 2009 11:00am

Bacaan Data Logger:

Purata	Siang	Malam
Suhu ($^{\circ}$ C)	23	24
RH (%)	75	86
Dew Point ($^{\circ}$ C)	17	21

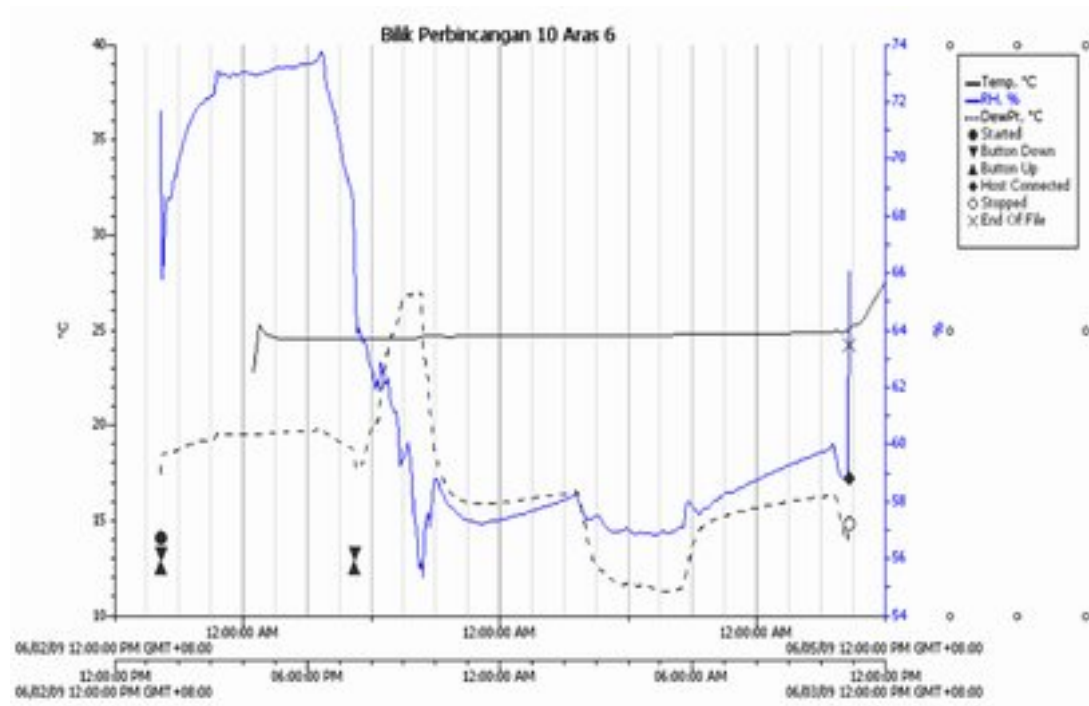


Graf 3: Graf menunjukkan bacaan menggunakan data logger di Bilik Rekod Auditan,
Jab. Audit Sekolah Aras 5

Data: 2 Jun 2009 11:00am – 3 Jun 2009 11:00am

Bacaan Data Logger:

Purata	Siang	Malam
Suhu ($^{\circ}$ C)	22	25
RH (%)	72	78
Dew Point ($^{\circ}$ C)	16	21



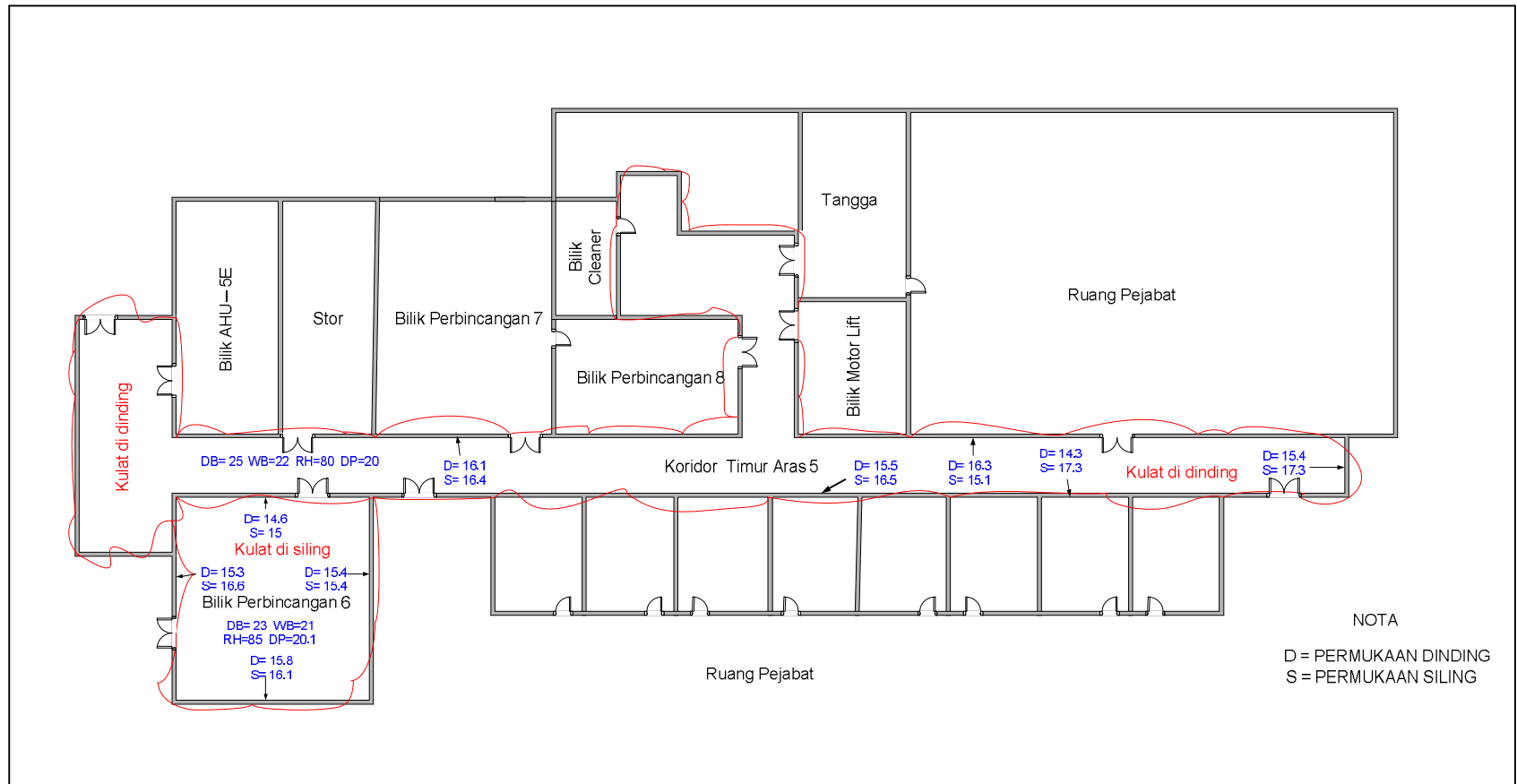
Graf 4: Graf menunjukkan bacaan menggunakan data logger di Bilik Perbincangan 10 Aras 6.

Data: 2 Jun 2009 11:00am – 3 Jun 2009 11:00am

Bacaan Data Logger:

Purata	Siang	Malam
Suhu ($^{\circ}$ C)	24	24
RH (%)	60	72
Dew Point ($^{\circ}$ C)	15	20

LAMPIRAN D



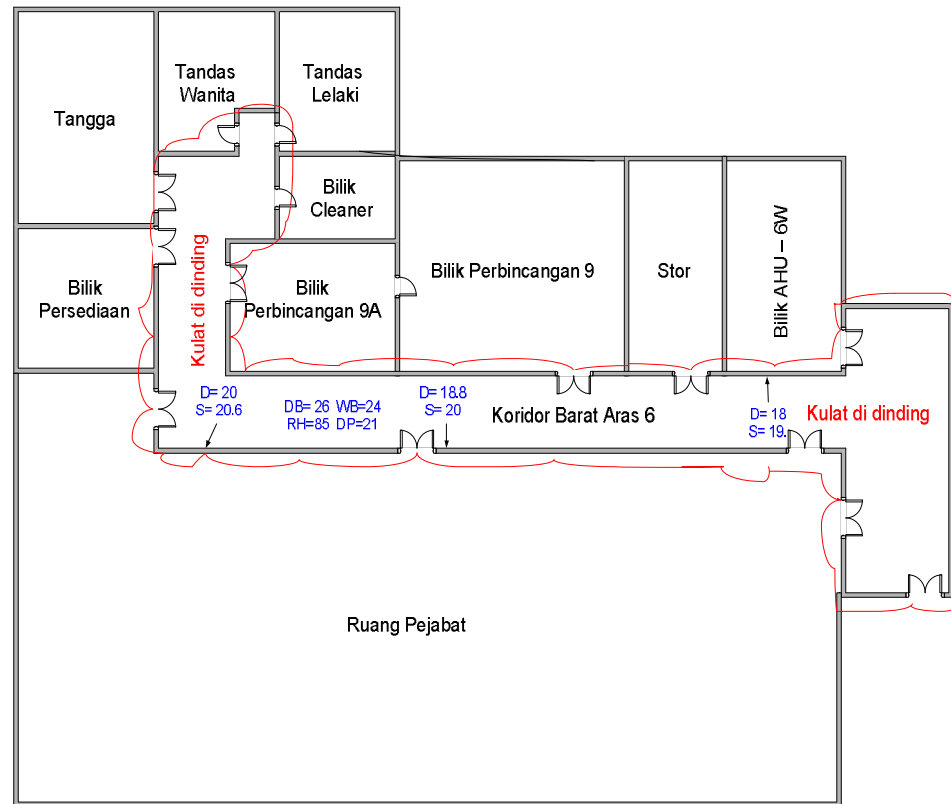
Koridor Sayap Timur dan Bilik Perbincangan 6 Aras 5



PDF
Complete

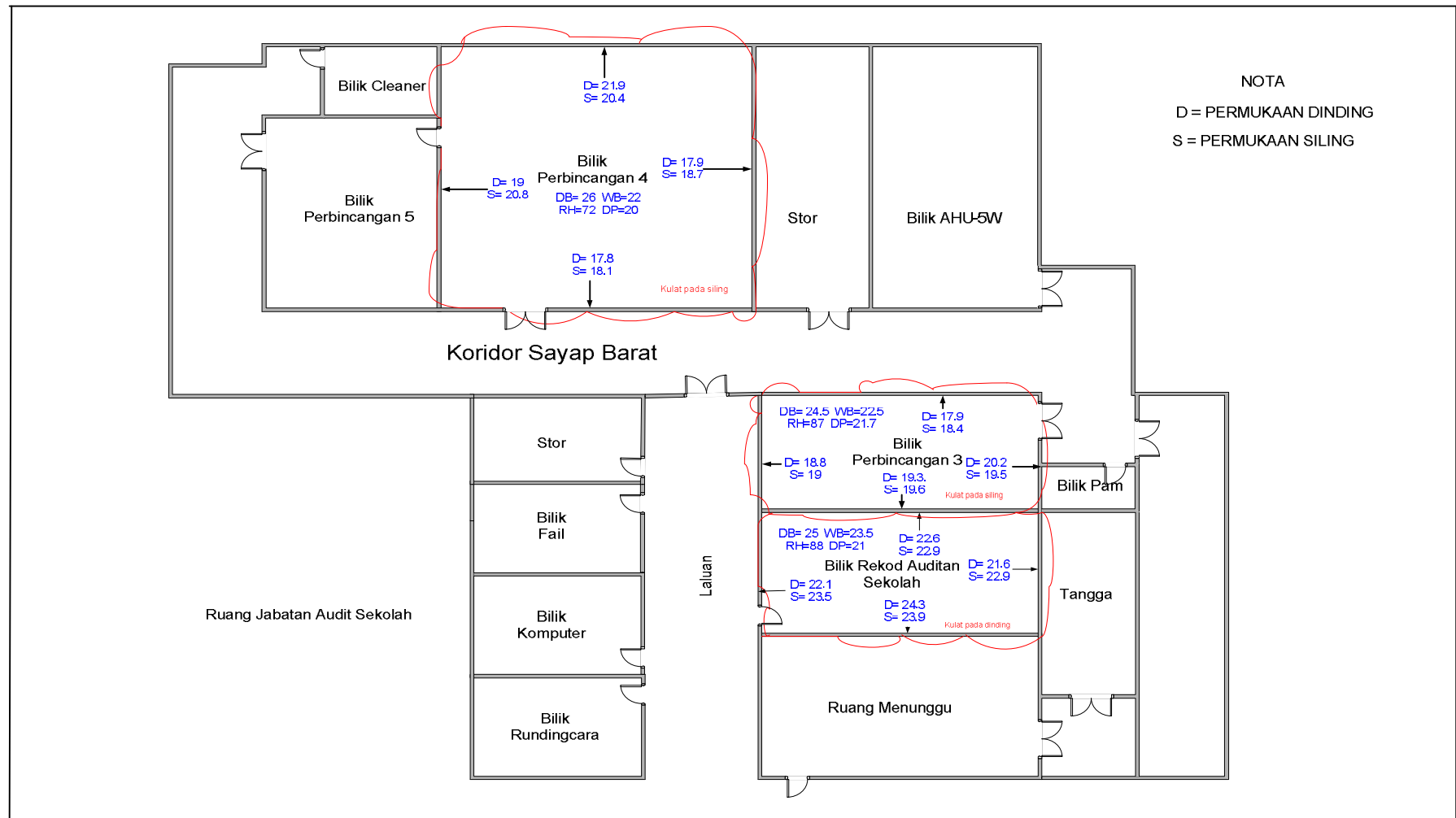
Your complimentary
use period has ended.
Thank you for using
PDF Complete.

[Click Here to upgrade to
Unlimited Pages and Expanded Features](#)

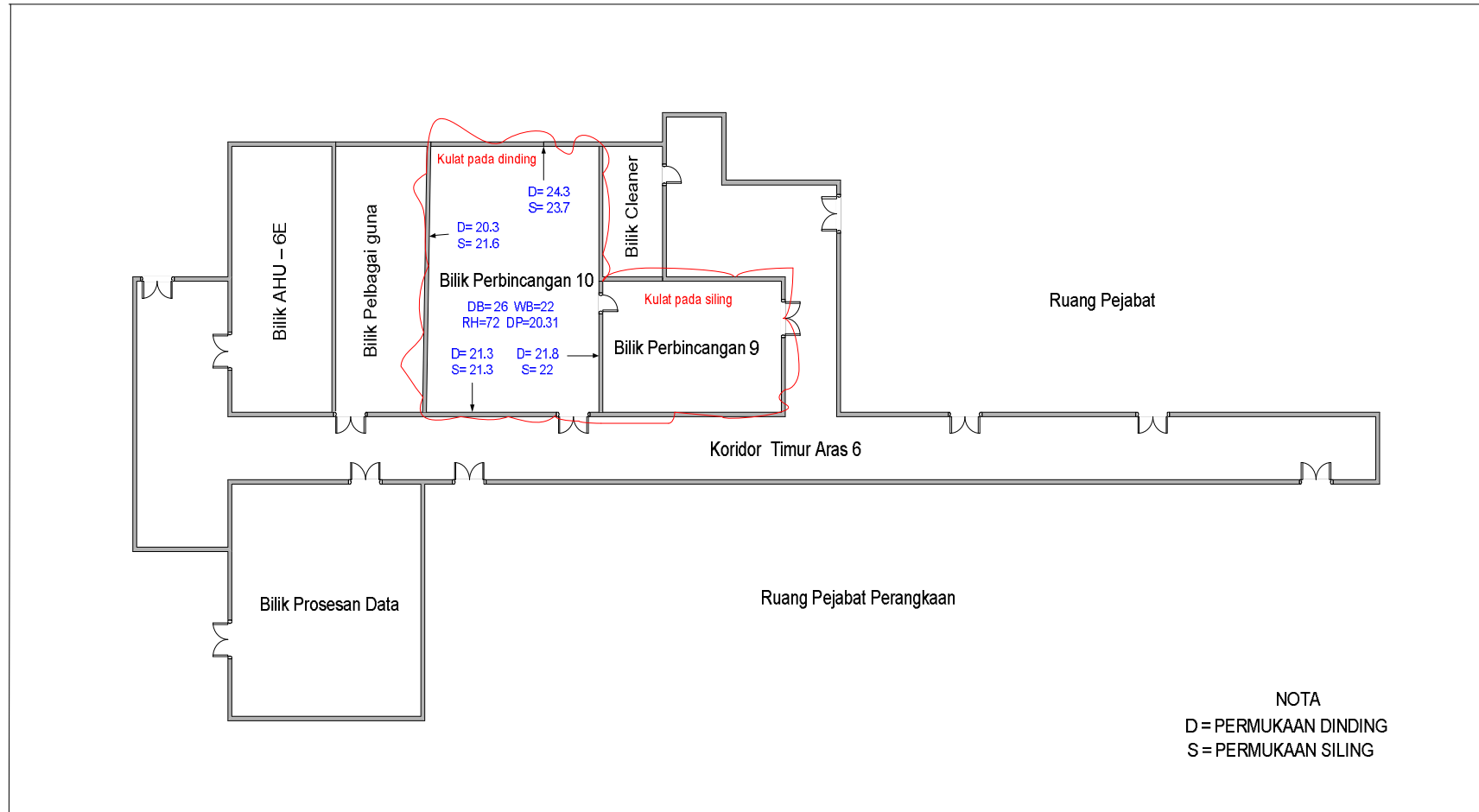


NOTA
D = PERMUKAAN DINDING
S = PERMUKAAN SILING

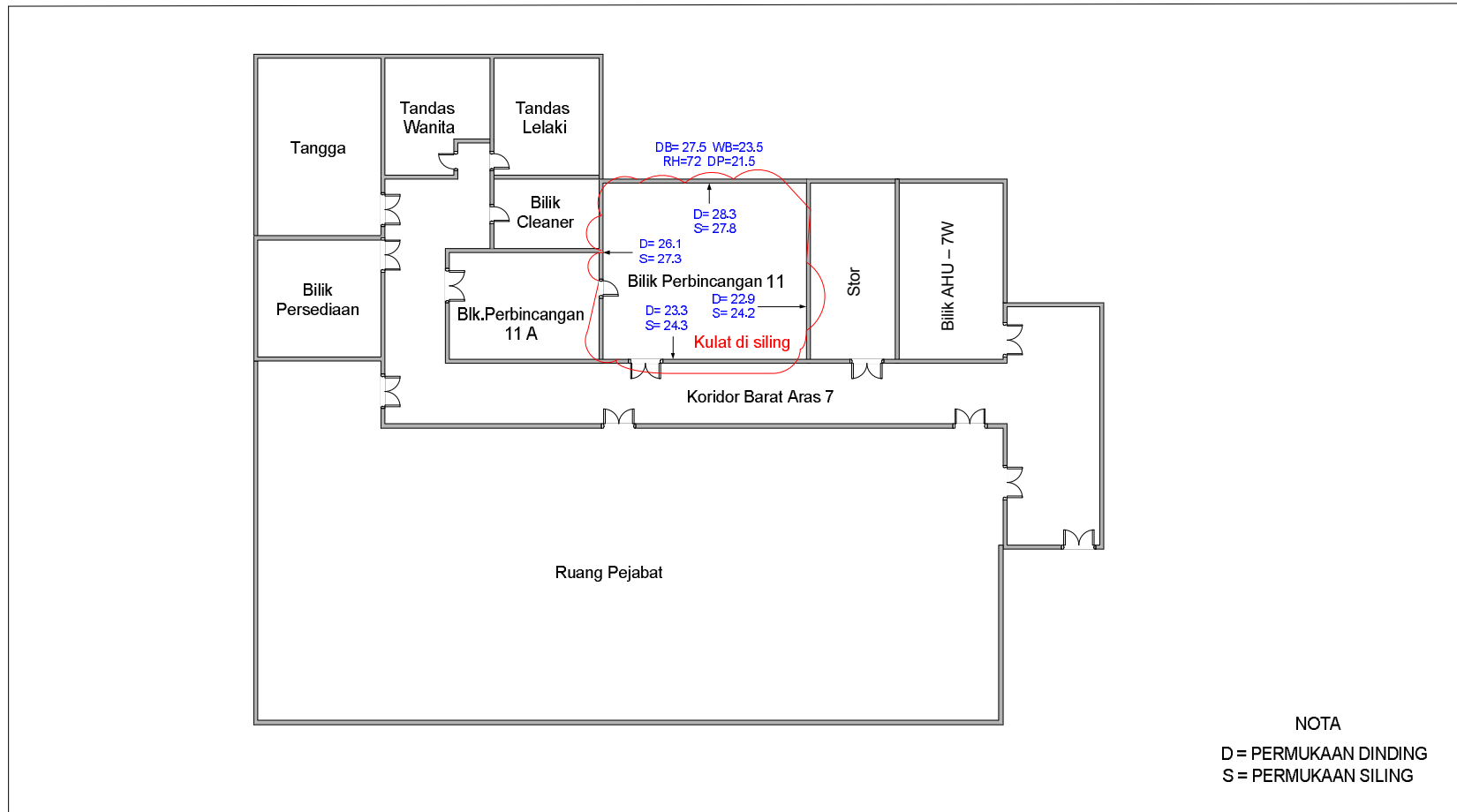
Koridor Sayap Barat Aras 6



Bilik Rekod Auditan Sekolah, Jabatan Audit Sekolah, Bilik Perbincangan 3 dan Bilik Perbincangan 4, Aras 5



Bilik Perbincangan 10 Aras 6



Bilik Perbincangan 11 Aras 7

LAMPIRAN E

Isipadu Bilik Rekod Auditan, Jabatan Audit Sekolah Aras 5 = 5107 ft³

Jumlah udara sebenar di diffuser = 955 CFM

Kadar pertukaran udara didapati = jum. udara x 60/ isipadu bilik

$$= 955 \times 60 / 5107$$

$$\approx 11 \text{ kali per jam}$$

Jumlah udara rekabentuk asal di diffuser = 800 CFM

Kadar pertukaran udara didapati = jum. udara x 60/ isipadu bilik

$$= 800 \times 60 / 5107$$

$$\approx 9 \text{ kali per jam}$$

Memandangkan bilik ini adalah bilik penyimpanan fail-fail dan tiada beban haba, dicadangkan seperti berikut;

Kadar pertukaran yang sesuai adalah 6 kali per jam untuk bilik ini.

Jumlah udara = kadar per. Udara x isipadu bilik / 60

$$= 6 \times 5107 / 60$$

$$\approx \underline{\underline{510 \text{ CFM}}}$$