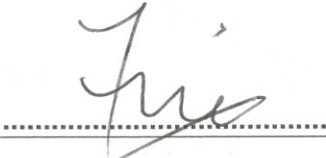




UNIT STANDARD, PENGUJIAN DAN MAKMAL AKREDITASI
CAWANGAN KEJURUTERAAN ELEKTRIK

LAPORAN KAJIAN BAHAN:

LAPORAN MASALAH KONDENSASI PADA PAPAN AGIHAN
(DISTRIBUTION BOARD) DAN CADANGAN PENYELESAIAN

DISEDIAKAN OLEH:	DISEMAK OLEH:	DISAHKAN OLEH:
		
ZOOLNASRI BIN ABU HARUN (JE)	Ir. SABARIAH BINTI HUSSAIN (JEPK)	Ir. Hj. NIZAR BIN OTHMAN (KJE)
TARIKH : 25/2/2015	TARIKH : 25/2/2015	TARIKH : 25/2/15

RINGKASAN EKSEKUTIF

Pengoperasian papan suis/agihan pada keadaan suhu dan kelembapan yang tidak normal, kemasukan udara lembap serta tiada *ventilation* pada papan suis/agihan diantara punca yang menyebabkan berlakunya kondensasi.

Kondensasi berlaku ketika mana udara tidak lagi mampu menampung wap air di dalamnya pada suhu yang tertentu seterusnya menyebabkan pemeluwapan berlaku.

Kondensasi yang berlaku pada papan suis/agihan dan pada *functional devices* seperti *circuit breakers* akan menyebabkan air terbentuk di sekitar permukaan peralatan tersebut seterusnya boleh menyebabkan *flashover* berlaku.

Bagi mengawal kondensasi daripada berlaku pada papan suis/agihan, suhu di mana kawasan ia beroperasi mestilah kering dan tidak terlalu sejuk, kemasukan udara luar mestilah dikawal dan ia perlu berada jauh daripada punca udara sejuk seperti alat penghawa dingin. Persekitaran pemasangan perlulah dikenal pasti diperingkat awal untuk pengawalan rekabentuk dan pengoperasian pada suhu dan kelembapan yang tidak normal.

1.0 OBJEKTIF

Menjalankan kajian terhadap masalah kondensasi pada papan agihan (*distribution board*) dan cadangan penyelesaiannya berdasarkan maklum balas daripada pengilang papan suis dan kajian teknikal berserta cadangan penambahbaikan pada spesifikasi L-S1.

2.0 RUJUKAN

- 2.1 Laporan Awalan Masalah Kondensasi Papan Agihan (*Distribution Board*) Bagi Projek SPRM Kuching, Sarawak Yang Dibentangkan pada Mesyuarat JKB Bil. 12/2104.
- 2.2 Maklumbalas Pengilang Papan Suis berdasarkan surat bernombor (11)dlm.PKR(L)6/2/25 bertarikh 5hb. Januari 2015.
- 2.3 Spesifikasi JKR L-S1 – *Section 2.0: Switchboards & Section 3.0: Distribution Boards*
- 2.4 IEC 61439-1:2011 – *Low-Voltage Switchgear and Controlgear Assemblies-Part 1: General Rules*
- 2.5 IEC 61439-3:2012 – *Distribution Boards Intended To Be Operated by Ordinary Persons (DBO)*
- 2.6 *Manufacturer Instruction & Installation Guide* – SIEMENS, EATON & GE dan lain-lain.
- 2.7 *Technical Brief – Condensation in Switchgear & Anticondensation Heater* daripada Jim Bowen, Powell Electrical Manufacturing Co.
- 2.8 *ASHRAE Psychrometric Chart*
- 2.9 *Guidelines On The Prevention of Mould Growth in Buildings* oleh Jabatan Kerja Raya Malaysia

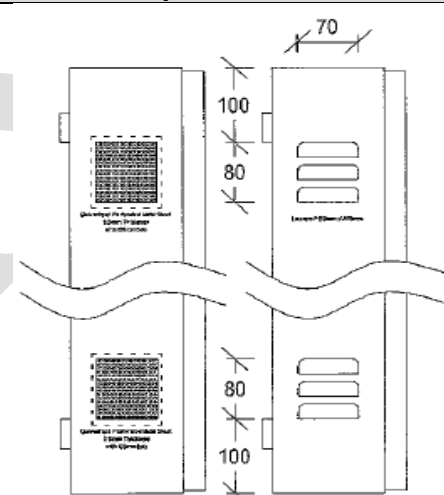
3.0 MAKLUM BALAS PENGILANG PAPAN SUIS BERKENAAN CADANGAN PENYELESAIAN MASALAH KONDENSASI PADA PAPAN AGIHAN

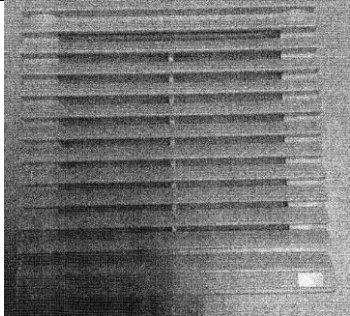
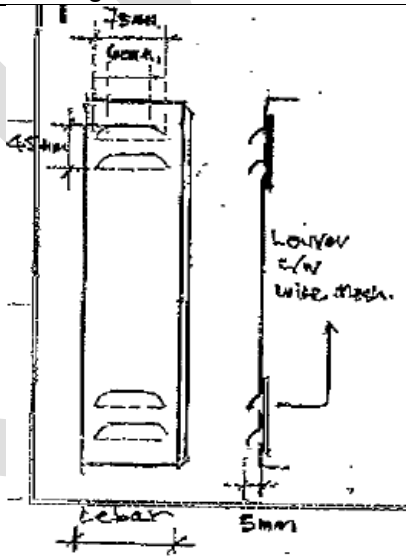
- 3.1 Sebanyak 39 pengilang papan suis (48% daripada jumlah pengilang papan suis yang berdaftar) yang telah memberi maklumbalas sehingga 12 Februari 2015 iatu seperti berikut.

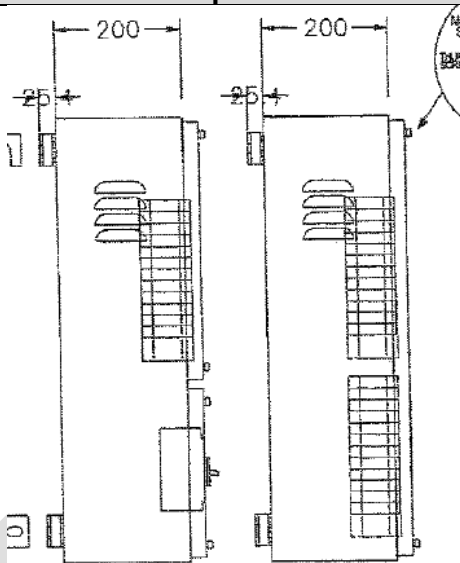
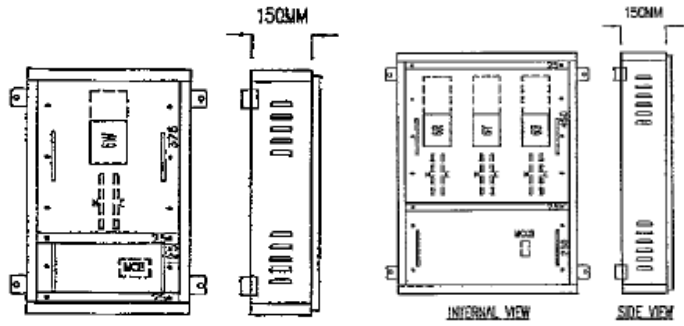
		Jumlah Pengilang Yang Setuju;		
Jumlah Maklum Balas Yang Diterima	Jenis Papan Agihan	Ventilation vent/louvers (c/w filter)	Anti-condensation heaters	Ulasan / Pandangan
Kategori I ≤ 600 Ampiar				
18 / (43)	1 Fasa	14	8	1. Ventilation vent / louvres pada pintu DB.
	3 Fasa	14		
Kategori II ≤ 2000 Ampiar				
4 / (12)	1 Fasa	4	2	
	3 Fasa			

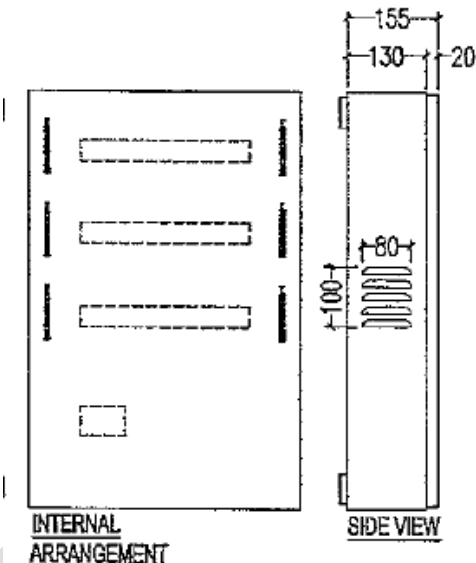
		Jumlah Pengilang Yang Setuju;		
Jumlah Maklum Balas Yang Diterima	Jenis Papan Agihan	Ventilation vent/louvers (c/w filter)	Anti-condensation heaters	Ulasan / Pandangan
Kategori III – Tiada Had Ampiar				
17 / (28)	1 Fasa	14	9	1. Heater sesuai untuk outdoor dan abnormal ambient location sahaja, untuk indoor tidak perlu heater.
	3 Fasa	15		2. Saiz DB besar daripada 500mmx500mm dengan penggunaan contactor baru sesuai ada ventilation.

3.2 Diantara ringkasan cadangan pengilang papan suis adalah seperti berikut;

Bil.	Pengilang Papan Suis	Jenis Ventilation Vent/Louvres
Kategori I ≤ 600 Ampiar		
1.	Dynamic Six S Engineering & Trading, Johor	 - Saiz <i>ventilation vent/louvres</i> adalah sama bagi semua jenis papan agihan iatu 70x80mm <i>Filters</i> menggunakan <i>Galvanized Perforated Metal Sheet</i> dengan 0.5mm thickness dan Ø3mm hole

2.	Eastcost Electrical Engineering Sdn. Bhd., Kuantan	 - Saiz <i>ventilation vent/louvers</i> adalah sama bagi semua jenis papan agihan 1 fasa iatu 92x92mm dan 123x123mm bagi 3 fasa. - Papan agihan di dalam bangunan tidak perlu <i>heater</i> kerana suhu di dalam bangunan adalah terkawal tidak seperti di luar bangunan.
3.	KCC Electrical Sdn.Bhd., Sabah	 - Saiz <i>ventilation vent/louvres</i> adalah sama bagi semua jenis papan agihan iatu 45x75mm <i>Louvres c/w wire mesh</i>
Kategori II ≤ 2000 Ampiar		
1.	- Lecom Sdn. Bhd., Johor - Syarikat Handicraft Eng. Works, S'gor - Bangco Electrical Sdn. Bhd., S'gor - WHE Switchgear Sdn. Bhd., S;gor	- Semua pengilang mencadangkan <i>ventilation vent/louvres</i> tetapi saiz adalah berbeza mengikut pengilang. 2 syarikat sahaja yang mencadangkan perlu ada <i>heater</i>.

Kategori III – Tiada Had Ampiar		
1.	Brighten Switchboard Builders (M) Sdn. Bhd., Johor	 Saiz <i>ventilation vent/louvres</i> adalah sama bagi semua jenis papan agihan iatu 18x80mm
2.	Powerco Letrik Usaha (KK) Sdn. Bhd., Sabah	- Saiz <i>ventilation vent/louvres</i> adalah sama bagi semua jenis papan agihan iatu 90x90mm - Perbezaan suhu bilik dengan di dalam papan agihan adalah tidak ketara walaupun tiada <i>ventilation</i> kerana peralihan suhu adalah lambat/terkawal.
3.	Powerwell Sdn. Bhd., Selangor	 - Saiz <i>ventilation vent/louvres</i> adalah berbeza bagi setiap jenis papan agihan 1 fasa dan 3 fasa. <i>Louvres c/w wire mesh</i>

4.	Starlite Electrical Industries Sdn. Bhd., Seremban	 INTERNAL ARRANGEMENT SIDE VIEW • Saiz <i>ventilation vent/louvres</i> adalah sama bagi semua jenis papan agihan iatu 100x80mm
----	--	--

3.3 Berdasarkan maklum balas yang diterima daripada pengilang papan suis, majoriti (84% daripada jumlah pengilang yang memberi maklum balas) mencadangkan pembinaan papan suis dengan *ventilation vent/louvres* bagi mengatasi masalah kondensasi iatu seperti berikut;

- *Ventilation vent* dapat mengedarkan (*circulate*) udara ke dalam papan suis dan mengurangkan perbezaan suhu yang ketara.
- *Ventilation vent* jenis *louvres* dapat menghalang air yang berpunca daripada kondensasi pada permukaan luar papan agihan daripada masuk ke dalam papan agihan.
- *Ventilation vent* mestilah dilindungi dengan *filters* iatu seperti *wire mesh* bagi menghalang atau mengurangkan kemasukan bendasing.

3.4 Walau bagaimanapun saiz *ventilation vent/louvres* berbeza diantara setiap pengilang papan suis kerana saiz papan agihan juga tidak sama seperti rekabentuk, pembinaan, susun atur MCCB, MCB, laluan kabel, posisi terminal bumi & *neutral* dan lain-lain.

4.0 KAJIAN TEKNIKAL BERKENAAN MASALAH KONDENSASI

4.1 Spesifikasi JKR L-S1

4.1.1 Klausula pembinaan *ventilation vent / louvres* dan *anti-condensation heaters* ada dinyatakan di dalam *Section 2.0: Switchboards* iaitu bagi jenis *floor mounted* dan *wall mounted switchboards* bagi tujuan pengudaraan yang mencukupi iaitu seperti berikut;

- Klausula 2.2.1.4 bagi *Self Contained Floor Mounted Cubicle Switchboards* – “*Louvres or ventilation vent with filter shall be provided at the sides and back for adequate ventilation*”.
- Klausula 2.2.2.2 bagi *Wall Mounted Switchboards* – “*Meshed louvre or ventilation vent with filter shall be provided at both sides for ventilation*”.
- Klausula 2.5.4 bagi pemasangan *heater* – “*One number approved anti-condensation heater shall be installed for every two sections at the switchboards. Each heater shall be complete with automatic thermostat control, ON-OFF switch and indicating lamp*”.

4.1.2 Tiada klausula yang dinyatakan di dalam *Section 3.0: Distribution Boards* bagi pembinaan *ventilation vent / louvres* ataupun *anti-condensation heaters* untuk mengatasi masalah kondensasi ataupun bagi pengudaraan yang mencukupi.

4.2 Standard IEC 61439-1

4.2.1 Normal Service Conditions

Suhu dan kelembapan yang normal berdasarkan standard IEC 61439-1:2011– *Low-Voltage Switchgear and Controlgear Assemblies-Part 1: General Rules* klausula 7.1 adalah seperti jadual berikut;

Indoor Locations		Outdoor Locations	
Suhu	Kelembapan (humidity)	Suhu	Kelembapan (humidity)
-5°C ~ +40°C atau < +35°C for 24hrs	< 50% RH @ Max. +40°C	-25°C ~ +40°C atau < +35°C for 24hrs	100% RH @ Max. +25°C

RH= Relative Humidity

Nota:

1. *Humidity* yang tinggi pada suhu yang rendah bagi pemasangan **indoor** adalah dibenarkan sebagai contoh 90% RH @ +20°C ataupun suhu yang lebih rendah lagi di mana kondensasi sederhana boleh berlaku kerana telah menghampiri *dew point*.
2. Bagi mengelakkan kondensasi daripada berlaku, *humidity* perlulah dikekalkan pada tahap yang rendah walaupun suhu juga adalah rendah. (Sebagai contoh di Makmal USPM Cheras, average 50% RH @ +25°C – *control environment*)

4.2.2 *Special Service Conditions*

Annex AA Standard IEC 61439-3:2012 – *Distribution Boards Intended To Be Operated by Ordinary Persons (DBO)* dan IEC 61439-1:2011 menyatakan yang sesuatu rekabentuk papan suis ataupun papan agihan tersebut mestilah mengambil kira faktor pengoperasian di kawasan suhu dan kelembapan yang tidak normal (iatu selain daripada suhu dan kelembapan pada *normal service conditions*) serta ia tertakluk kepada persetujuan diantara pembuat papan suis dan juga pelanggan.

*“Where any of the following special service conditions exist, the applicable particular requirements shall be complied with or special agreements shall be made between ASSEMBLY manufacturer and the user. **The user shall inform the ASSEMBLY manufacturer if such exceptional service conditions exist.** Special service conditions include, for example;*

- *values of temperature, relative humidity and/or altitude differing from those specified in 7.1. (Seperti jadual pada 4.2.1 laporan ini)*
- *applications where variations in temperature and/or air pressure take place at such a speed that exceptional condensation is liable to occur inside the assembly”.*

4.2.3 Walaupun suhu operasi papan agihan yang beroperasi di dalam *bilik server* ($\approx +10^{\circ}\text{C}$) bagi projek SPRM Sarawak memenuhi keperluan standard IEC 61439-1 iatu masih lagi dalam lingkungan $-5^{\circ}\text{C} \sim +40^{\circ}\text{C}$ bagi pemasangan *indoor* dan *humidity* sebagai contoh dibenarkan sehingga 90% RH @ $+20^{\circ}\text{C}$ namun kelembapan di tempat papan agihan itu beroperasi berkemungkinan adalah tinggi dan suhu yang rendah pada permukaan (*metal surface*) papan agihan mencapai *dew point* di mana menyebabkan kondensasi berlaku.

4.3 Laporan Teknikal/Journal, *Installation Manual* Pengilang Besar dan Spesifikasi Pihak Berkuasa Lain

4.3.1 Laporan teknikal dan journal yang berkaitan masalah kondensasi menyatakan yang kondensasi akan berlaku jika tiada pengudaraan yang cukup serta *Relative Humidity* adalah tinggi. *Technical Brief* oleh Jim Bowen daripada Powell Electrical Manufacturing Co., USA yang bertajuk *Condensation in Switchgear & Anti-condensation Heater* menyatakan terdapat beberapa cara untuk mengawal/mengurangkan *relative humidity* iatu seperti berikut;

- *To control entrance of moist air.*
- Menggunakan *heater* bagi meningkatkan suhu ketika papan suis tidak beroperasi ataupun ketika *load* rendah.
- *Ventilation vent* bagi mengeluarkan udara lembap di dalam papan suis.

- 4.3.2** Bagi mengatasi masalah pengstoran dan pengoperasian papan suis/agihan di tempat yang lembap dan pengudaraan yang kurang di mana boleh menyebabkan kondensasi berlaku, kebanyakan manual pemasangan oleh pengilang papan suis yang lain seperti General Electric, Siemens, Schneider, EATON dan juga spesifikasi pihak berkuasa lain diantaranya mencadangkan agar;
- Jika suhu operasi $<25^{\circ}\text{C}$, *space heaters* mestilah dipasang di dalam papan suis/agihan.
 - Papan suis/agihan mestilah beroperasi di tempat yang bersih, kering dan tidak terlalu sejuk.
 - Pengudaraan yang cukup dan suhu yang stabil di dalam papan suis/agihan (ada *ventilation*).

5.0 RUMUSAN DAN CADANGAN PENYELESAIAN

- 5.1** Selain daripada menambah *ventilation vent/louvres* pada pembinaan papan agihan, adalah penting untuk memastikan yang papan agihan beroperasi pada keadaan suhu dan kelembapan yang normal (suhu yang kering dan tidak terlalu rendah).
- 5.2** Kelembapan yang tinggi pada kawasan di mana papan agihan beroperasi dapat dikurangkan iatu seperti berikut;
- Mengawal punca kehadiran udara lembap (*source of humid air*) – memastikan bilik di mana papan agihan beroperasi seperti di dalam *server room* yang bersuhu rendah sentiasa dikawal seperti pintu bilik sentiasa ditutup bagi menghalang kemasukan udara luar.
 - Papan agihan perlu berada jauh daripada penyaman udara bagi mengawal suhu sejuk daripada penyaman udara terus mengenai permukaan (*metal enclosure*) papan agihan seterusnya dapat meningkatkan kebarangkalian untuk berlaku kondensasi.
 - Meningkatkan suhu di dalam bilik (selagi tidak menjejaskan operasi bilik tersebut) di mana papan agihan beroperasi seterusnya dapat mengurangkan/mengelakkan terjadi *dew point* pada permukaan papan agihan.
- 5.3** Penambahbaikan pada spesifikasi JKR L-S1 bagi pembinaan papan agihan dengan menambah klausa bagi pembinaan *ventilation vent* atau *louvres* bersama dengan *filter (i.e wire mesh)* pada kedua-dua sisi papan agihan. *Anti-condensation heaters* bersama dengan *thermostat* juga perlu diletakkan di dalam papan agihan tersebut bila mana ia akan beroperasi pada keadaan suhu dan kelembapan yang tidak normal terutamanya pada suhu yang rendah.