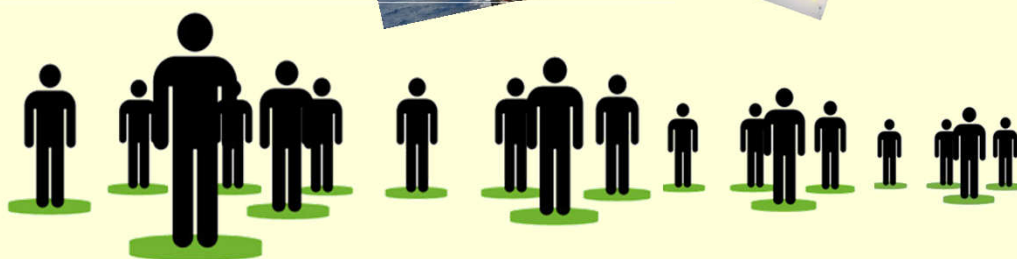
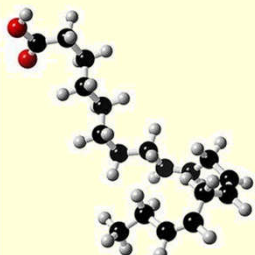


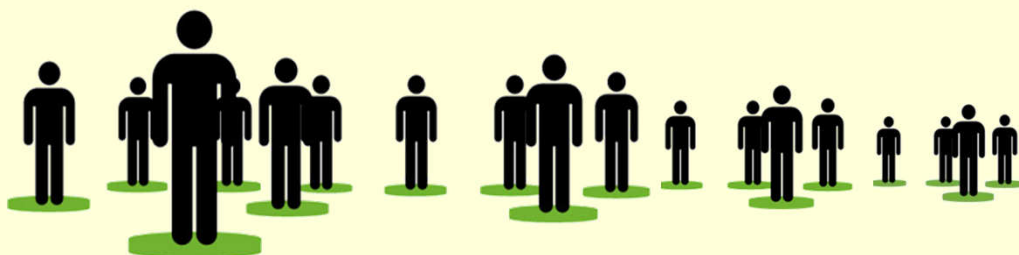
HELAIAN PENERANGAN

SMK PENDAWAIAN DAN PENYELENGGARAAN ELEKTRIK INDUSTRI



HELAIAN PENERANGAN

LA1: PENDAWAIAN CABLE TRAY



TAJUK: PENGENALAN KEPADA PEPASANGAN DULANG KABEL (CABLE TRAY)

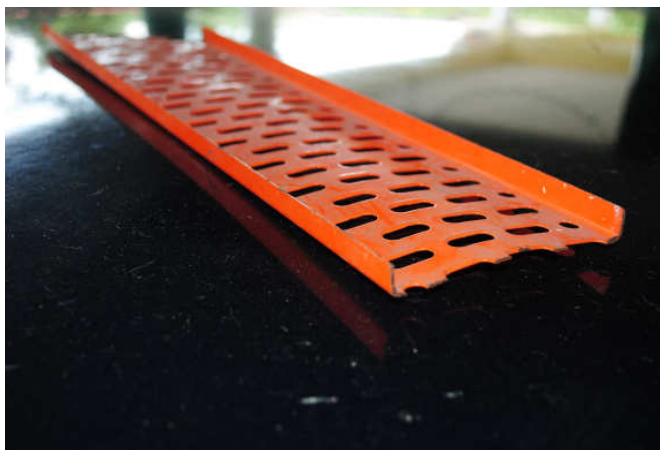
TUJUAN:

Helaian Penerangan ini bertujuan menerangkan rekabentuk dan fungsi aksesori peralatan yang terdapat pada pemasangan dulang kabel voltan rendah bekalan tiga fasa untuk sesuatu pemasangan industri serta dapat memantapkan lagi pengetahuan dan kemahiran dalam melakukan kerja-kerja penyelenggaraan pemasangan elektrik tiga fasa.

PENERANGAN

Penyaluran adalah satu sistem penutup dan perlindungan bagi kabel yang mengandungi suatu logam berterusan. Bagi satu sistem dulang kabel adalah satu kaedah menyokong kabel bersalut oleh satu saluran logam bertebuk yang dipasang kepada braket. Kabel-kabel dipasang kepada dulang dengan klip atau pelana dibolkan melalui lubang dan lubang alur. Pemasangan ini adalah sangat popular sebagai suatu perantaraan pemasangan.

Dulang kabel biasanya digunakan untuk pemasangan penyaluran kabel bersalut dengan kaedah secara menyokong kabel. Dulang kabel mengandungi saluran logam bertebuk terbuka yang cetek., dalam saiz berlainan, daripada 50mm kepada 900mm, dan dibekalkan dalam ukuran 2.4mm (seperti rajah di bawah). Dulang kabel banyak digunakan dalam rumah pendandang dan dalam keadaan –keadaan yang serupa di mana larian kabel biasa berkemungkinan dihalang oleh kerja paip atau bentuk-bentuk struktur di tempat pemasangan.

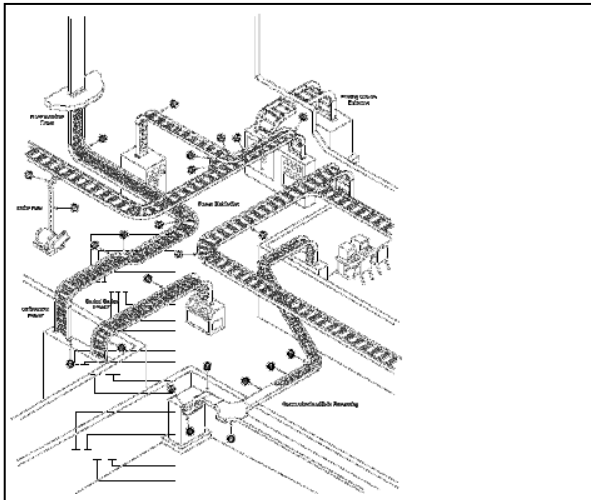


Rajah 1: Gambarajah dulang kabel

Panjang dulang adalah berganding bersama oleh beberapa kaedah seperti pertindihan sambungan, sambungan tepi atau dengan sambungan-sambungan gandingan plet dan berbagai-bagai lenturan dan pengecil boleh didapati.

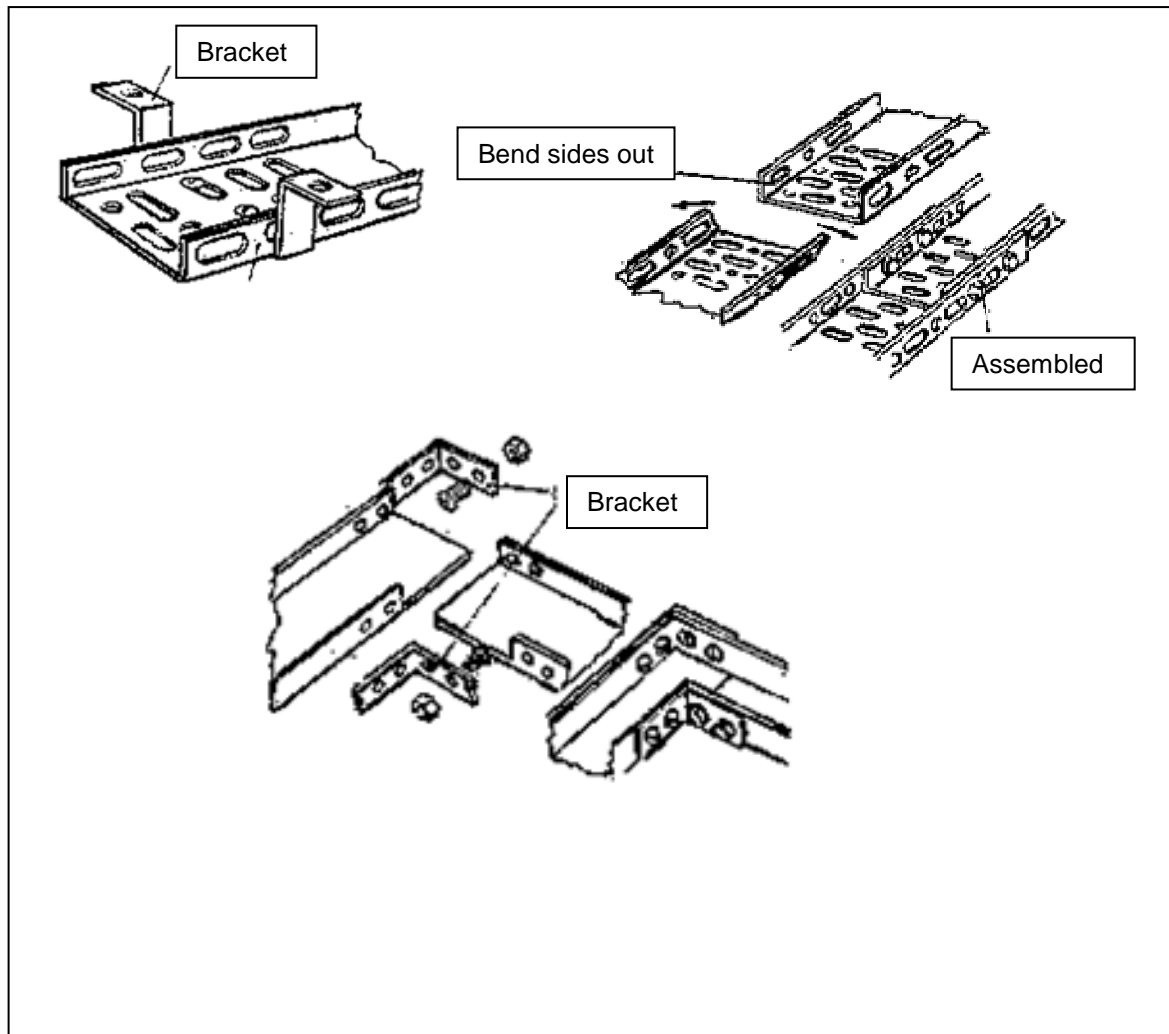
Pemasangan ini adalah bergantung kepada kepintaran seseorang pendawai letrik bagi membentuk, menyambung dan mereka dulang kabel bagi pemasangan, dan penyaluran kabel-kabel.

Kabel yang lebih kecil boleh dipasang kepada dulang dengan mengikat pengikat p.v.c, tetapi bagi kabel yang bersaiz besar dipasang dengan klip atau pelana yang dibolkan melalui tebukkan. Jenis klip kabel ditunjukkan seperti di bawah. Sungguhpun jenis klip memberi rupa dan bentuk yang cantik dan bersih adalah tidak digalakkan kerana ia boleh membawa kepada masalah dengan faktor kumpulan kategori litar. Jika kabel-kabel yang disalurkan dalam dulang kabel adalah dalam satu kumpulan kategori litar yang sama, maka kabel-kabel tersebut bolehlah diikat bersama.

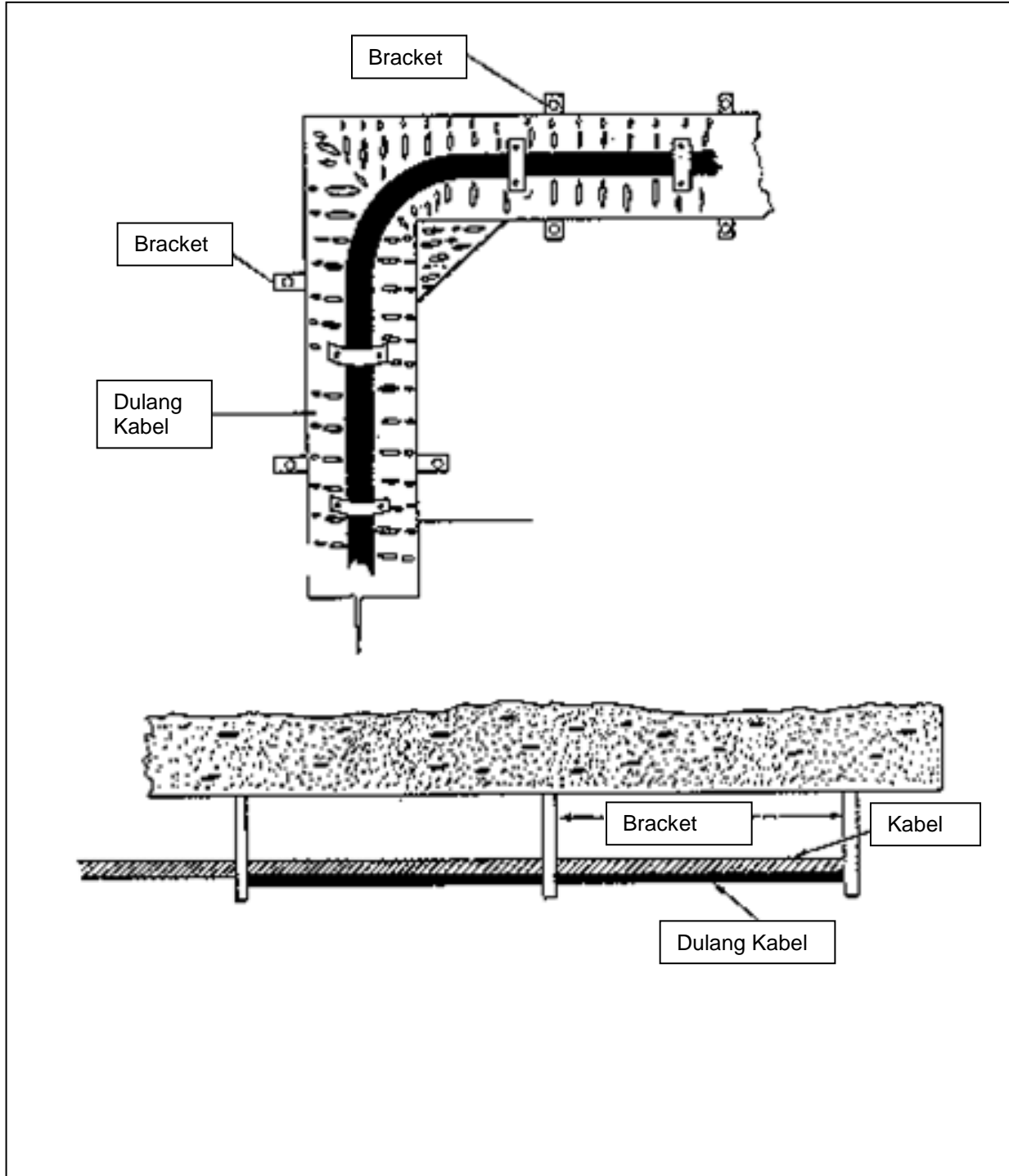


Rajah 2: Contoh-contoh gambarajah pemasangan kabel pada dulang.

Jika kabel itu dipasang dengan jarak tidak kurang daripada dua kali diameter kabel diantara kabel-kabel maka faktor kumpulan kategori litar adalah tidak digunakan. Gambarajah di bawah menunjukkan pemasangan dulang kabel dan penyambungan secara lurus dan penyambungan bersudut dengan menggunakan braket.



Rajah 3: Gambarajah cara pemasangan sambungan dulang kabel



Rajah 4: Gambarajah pemasangan kabel pelbagai teras berperisai pada dulang.

HELAIAN PENERANGAN	<i>INSTALL CABLE RISER</i>		MUKA: 1 DARI: 5
NAMA		NO. K/P	
<p>TAJUK: PENGENALAN KEPADA PEPASANGAN SESALUR TETINGKAT (RISER)</p> <p>TUJUAN:</p> <p>Helaian Penerangan ini bertujuan menerangkan rekabentuk dan fungsi aksesori peralatan yang terdapat pada pemasangan sesalur tettingkat voltan rendah bekalan tiga fasa untuk sesuatu pemasangan industri serta dapat memantapkan lagi pengetahuan dan kemahiran dalam melakukan kerja-kerja penyelenggaraan pemasangan elektrik tiga fasa.</p> <p>PENERANGAN</p> <p>Pemasangan sesalur tettingkat adalah sebuah sesalur laluan bekalan pemasangan tiga fasa voltan rendah dimana sumber bekalan yang disalurkan daripada papan suis utama voltan rendah dapat diagihkan ke dalam pemasangan di bahagian papan agihan atau terus disambungkan khususnya di dalam bangunan bertingkat. Perkataan sesalur tettingkat adalah relatif bagi memudahkan sambungan bekalan di setiap tingkat bangunan. Sebenarnya sistem pendawaian ini bukanlah satu sistem pendawaian yang lengkap, kerana ia hanya digunakan untuk memebawa bekalan dari satu tempat ke satu tempat yang lain dan tidak sampai ke beban. Sistem ini biasanya digunakan untuk membawa kabel bekalan ke sesebuah bangunan atau ke sebuah bilik kawalan.</p> <p>Spesifikasi penggunaan pemasangan sesalur tettingkat</p> <p>Peti papan suis biasanya akan diletakkan ditiap-tiap tingkat bagi bangunan bertingkat dan cabang- cabang litar seperti litar kuasa, litar lampu, kawalan motor, litar-litar pencegah kebakaran akan mengambil bekalan melalui system pemasangan sesalur tettingkat.</p> <p>Sekiranya papan suis utama terletak jauh daripada sesuatu beban, sesalur hendaklah dipasang bagi memudahkan kerja-kerja penyelenggaraan dan mengadakan sistem kawalan ke beban tersebut.</p> <p>Sesalur tettingkat di reka bagi mengelakkan gangguan bekalan sekiranya terdapat mana-mana bahagian pemasangan dalam bangunan bertingkat mengalami gangguan bekalan atau terdapat aktiviti penyelenggaraan pemasangan.</p> <p>Ia juga dapat menjimatkan kos pemasangan kabel dan mengurangkan susutan voltan sekiranya terdapat beban baban besar dalam pemasangan elektrik.</p> <p>Sesalur tettingkat digunakan untuk bangunan bertingkat atau beban yang berada agak jauh atau tinggi dan terasing dari papan suis utama. Ini adalah untuk menjimatkan kabel dan memudahkan kerja-kerja kawalan senggaraan.</p> <p>Peranan, saiz fizikal dan fungsi sesalur tettingkat adalah bergantung kepada keupayaan membawa arus, serta apakah yang hendak dikawalinya. Ada sesetengah sesalur hanya mengawal beban elektrik yang tertentu sahaja misalnya motor-motor elektrik yang berada diatas bumbung bangunan.</p>			

HELAIAN PENERANGAN	<i>INSTALL CABLE RISER</i>		MUKA: 2 DARI: 5
NAMA		NO. K/P	
<p>Pengenalan sistem pendawaian sesalur.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Dalam sistem pendawaian sesalur, kabel dimuatkan ke dalam sesalur tersebut. Dalam sistem bus- bar sesalur memanjat, sesalur diisikan dengan bus-bar. 2. Pada kebiasannya sistem pendawaian sesalur tidak boleh bersendirian, tetapi perlu dibantu oleh sistem-sistem pendawaian yang lain bersama-samanya untuk membekalkan arus ke beban yang diperlukan, kecuali jika sistem ini dipasang ditempat yang sesuai dengan kedudukan beban. 3. Sistem pendawaian sesalur boleh digunakan pada sebarang kedudukan yang sesuai seperti sesalur atas, menegak, mengufuk dan sebagainya. Terdapat juga sesalur yang dibuat khas untuk pemasangan di bucu dinding dan di gelar sesalur bucu dinding. 4. Sistem sesalur ini dapat menampung kabel yang banyak disesuatu pemasangan yang besar. Disamping itu ia dapat memberikan perlindungan mekanik yang baik. 5. Oleh kerana sukar untuk membengkokkannya, perancangan teliti perlulah diberi perhatian agar perjalanan pemasangan sesalur itu berada pada jalan yang selurus-lurusnya. Beberapa alatambah pemasangan sesalur disediakan bagi memudahkan kerja-kerja pemasangan antaranya ialah offset, selekoh begkokan sudut tegak, cabang tee dan sebagainya. Dengan adanya alatambah ini kerja- kerja pemasangan akan menjadi lebih mudah. 6. Penggunaan sesalur bawah lantai dan bucu dinding amat terbatas sekali disebabkan oleh kesukaran pemeriksaan dan bahaya sentuhan. 7. Saiz biasa sesalur ini ialah di antara 38 x 38 mm hingga ke 300 x 150 mm luas muka keratan segiempatnya. Panjangnya pula ialah diantara 2 meter hingga 4 meter. <p>Kebaikan pemasangan sesalur ini ialah:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Ia dapat menampung kabel litar yang banyak dan besar. 2. Tambahan, perubahan dan pertukaran litar mudah dilakukan. 3. Kerja pemasangannya cepat. 4. Perlindungan mekaniknya baik. 5. Tidak mudah dirosakkan oleh perubahan cuaca dan suhu. 6. Pemeriksaan sesuatu litar mudah dilakukan iaitu dengan membuka penutupnya. <p>Keburukan sistem sesalur ini pula ialah:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Memerlukan perbelanjaan yang lebih untuk membeli sesalur. 2. Ramai pekerja yang mahir diperlukan. 3. Mudah ditempati habuk dan kekotoran. 4. Susah dibawa dan dipasang. 5. Tidak cantik. 6. Memerlukan perancangan yang teliti di tempat ia akan dipasang. 7. Untuk perjalanan pendawaian yang searah sahaja - tidak berliku-liku. 			

HELAIAN PENERANGAN	<i>INSTALL CABLE RISER</i>		MUKA: 3 DARI: 5
NAMA		NO. K/P	
<p>Jenis Sistem Pendawaian Sesalur Sistem sesalur ini biasanya digunakan pada pemasangan dalam bangunan-bangunan yang besar seperti kilang, sekolah, bengkel, pejabat dan tempat yang melibatkan banyak kabel litar kecil akhir dan banyak bahaya mekanik.</p> <p>Jenis pendawaian sesalur</p> <p>Sistem pendawaian sesalur ini boleh dibahagikan kepada dua jenis iaitu: Sistem bus-bas sesalur atas Sistem bus-bar sesalur memanjat</p> <p>Sistem Bus-Bar Sesalur Atas.</p> <p>Sistem ini serupa juga dengan sistem bus-bar sesalur memanjat; bezanya hanyalah daripada segi kedudukan. Sistem ini di tempatkan dalam keadaan mendatar di ruang atas. Biasanya sistem ini mempunyai ruang untuk kabel sistem pendawaian sesalur. Sistem ini biasanya diletakkan di tempat yang bersesuaian dengan poin lampu agar pemasangan lampu itu dapat dipasang terus ke sistem bus-bar sesalur atas ini. Sebagaimana sistem yang telah disebutkan terdahulu, sistem ini juga memerlukan bantuan sistem pendawaian lain untuk pemasangan beban yang tidak berada pada perjalannya. Sistem pendawaian yang biasa bergandingan dengan sistem ini ialah sistem pendawaian conduit. Sistem bus-bar biasanya digunakan di perusahaan-perusahaan kecil sebab mesin-mesin di situ kerap berubah tempat. Dengan adanya sistem ini litar dapat dipindahkan dengan mudah tanpa membuat sebarang pertukaran kabel dan pendawaian tetapi hanya perlu mengubah sambungan tap akhir ke bus-bar itu sahaja.</p> <p>Sistem Bus-bar Sesalur Memanjat</p> <p>Sistem ini hanya digunakan dalam keadaan memanjat. Ia biasanya digunakan di rumah bertingkat-tingkat sebagai pendawaian bekalan masuk ke setiap tingkat. Kadar kemampuan arus sistem ini ialah kira-kira 300 A. Panjang setiap sesalur ini dilalukan melalui lapisan lantai setiap tingkat, ia mestilah diadang antaranya dengan bahan tahan kebakaran seperti benang bulu kaca setebal kira-kira 5-8 cm dan disokong oleh abestos. Bus-bar yang berada di pengadang mestilah dimasukkan ke dalam kelongsong penebat. Untuk keselesaan bus-bar mengembang dan mengecut, pengadang ini disediakan untuk mengelakkan kebakaran merebak ke tingkat yang berlainan. Sistem ini perlulah dibantu oleh sistem-sistem pendawaian lain sebelum ia dapat memebekalkan bekalan ke beban-beban yang dikehendaki.</p> <p>Sistem Pendawaian Bus-bar.</p> <p>Keburukan – Untuk memasang sistem ini pekerja-pekerja bukan sahaja perlu mahir tetapi mestilah juga mempunyai kepakaran yang tinggi kerana sistem ini sukar dipasang serta memerlukan alatan yang khas.</p> <p>Kebaikan dan kegunaan – Sistem ini berupaya membawa arus yang tinggi. Walaupun pemasangan sistem ini sukar, tetapi ia kelihatan kemas dan mudah untuk ditukar ganti. Sistem pendawaian bus-bar biasa dipasang di rumah yang bertingkat-tingkat dan kilang.</p>			

NAMA

NO. K/P

Bus-bar kuprum

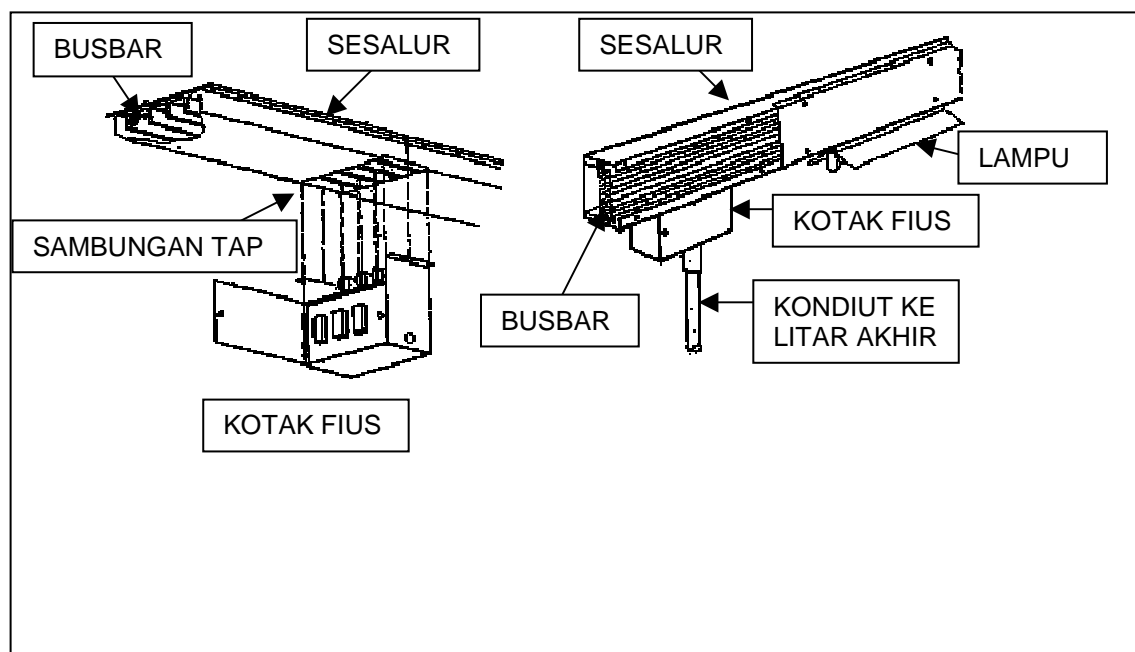
Bas-bar merupakan kepingan pengalir yang selalunya diperbuat dari campuran kuprum dan bersalut. Ia mengalirkan dan mengagihkan bekalan elektrik daripada pemutus litar utama ke pemutus-pemutus litar yang lain. Ianya digunakan menggantikan kabel disebabkan mudah membuat sambungan dan kemas serta mudah melaksanakan kerja pemasangan. Kedudukan bas-bar dipasang mendatar atau menegak dalam sub papan suis

Jenis-jenis pengalir sesalur tetingkat

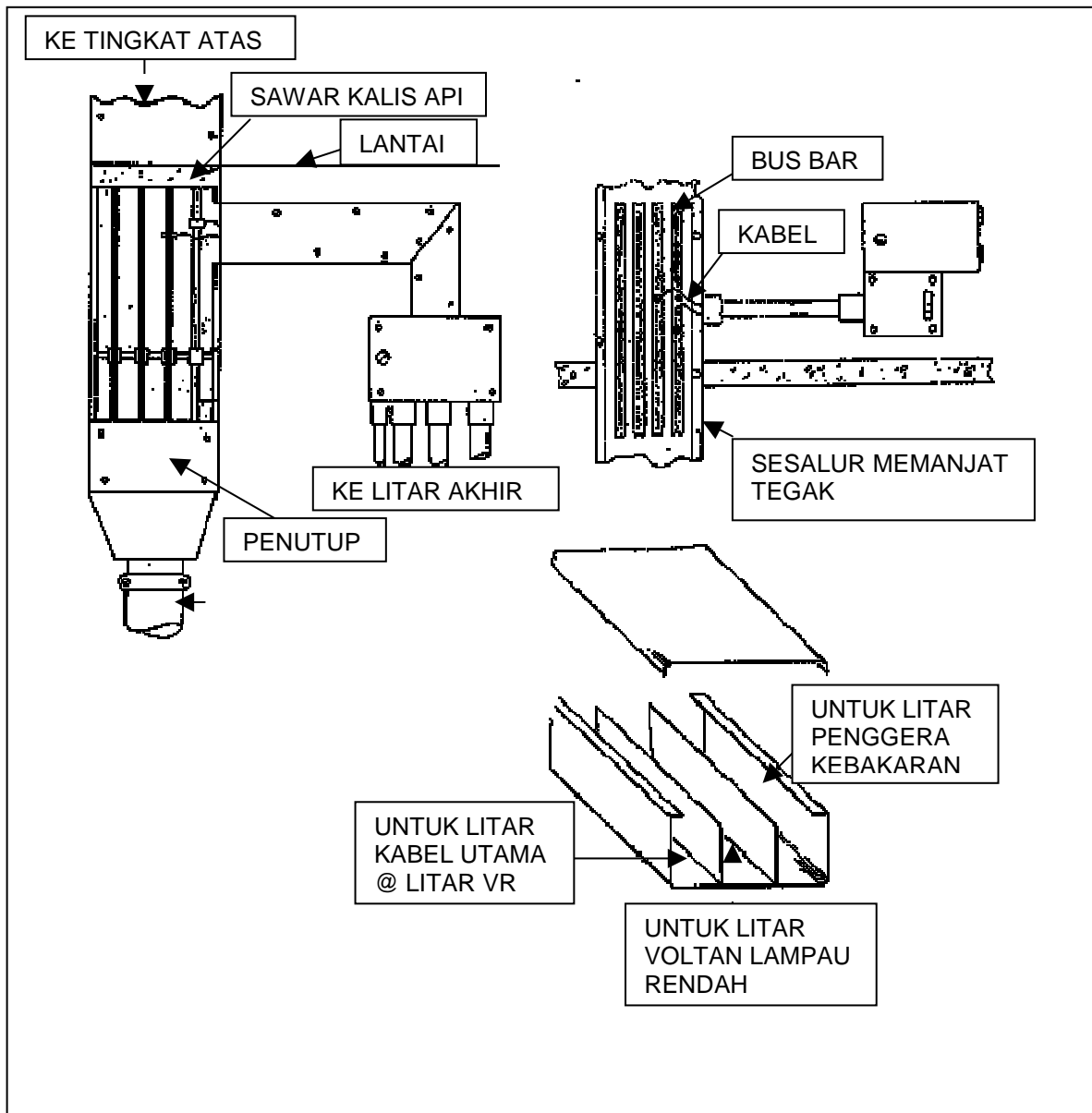
Umumnya ada terdapat dua jenis bentuk pengalir didalam sesalur yang biasa digunakan iaitu square type dan circular type.

Pembumian sub papan suis

Pembumian merupakan sambungan yang dibuat antara logam sub papan suis dan bumi. Ia bertujuan untuk memberi keselamatan kepada pengguna daripada bahaya renjatan elektrik dimana arus rosak dapat mengalir terus kebumi dan memudahkan pelantikan serta merta alat geganti rosak kebumi semasa berlaku kerosakan arus kebumi. Sistem pembumian yang dijalankan adalah jenis sistem TN-S dimana pengalir bumi dari papan suis disambungkan terus ke bahagian rangka papan suis.



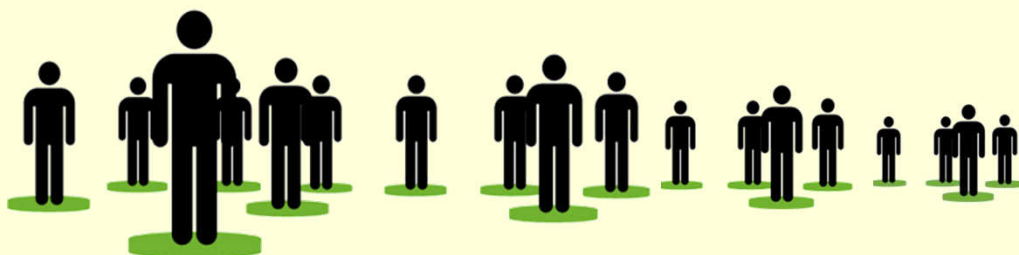
Rajah 1: Gambarajah Pemasangan Sesalur Bas Bar Atas Kaedah Melintang



Rajah 2: Gambarajah pemasangan bas bar sesalur tettingkat

HELAIAN PENERANGAN

LA2: PENDAWAIAN *DUCTING*



TAJUK: KABEL BAWAH TANAH VOLTAN RENDAH**TUJUAN:**

Helaian Penerangan ini bertujuan untuk menerangkan kepada pelajar-pelajar berkaitan system pendawaian kabel bawah tanah voltan rendah yang terdapat di negara kita.

PENERANGAN**1. BINAAN KABEL**

Secara amnya kabel elektrik bawah tanah yang lengkap dan boleh berfungsi dengan baik dan selamat terbahagi kepada bahagian-bahagian berikut:

- i. Bahagian pengaliran elektrik
- ii. Bahagian penebat kepada pengalir
- iii. Bahagian perlindungan mekanikal

PENGALIR

Bahagian pengaliran elektrik adalah konduktor elektrik yang akan menyalurkan bekalan elektrik. Ia diperbuat dari logam seperti tembaga dan aluminium. Ia boleh dibahagikan kepada kumpulan yang dipanggil teras (core). Bilangan pengalir terkecil dalam setiap teras dipanggil lembar (strand). Kabel untuk penghantaran kuasa elektrik lazimnya mengandungi satu, dua, tiga atau empat teras. Bilangan lembarnya pula bergantung kepada saiz kabel. Setiap saiz lembar akan menentukan kemudahlenturan sesuatu kabel. Lebih kecil saiz lembar lebih mudahlah ia dilenturkan walaupun memerlukan banyak bilangan lembar.

Jadual 1

No.	Tembaga	Aluminium
1	Pengalirannya baik. Oleh itu saiznya lebih kecil untuk sesuatu kadaran arus.	Pengalirannya kurang baik.
2	Harganya mahal.	Harganya murah.
3	Lebih berat.	Ringan.
4	Tidak mudah patah.	Mudah patah.
5	Mudah lentur.	Tidak mudah lentur,

Bentuk Pengalir

Bentuk-bentuk pengalir adalah seperti dalam rajah. Tujuan dibentuk sedemikian ialah untuk mengurangkan :

- i. Ukuran kabel (dimension)
- ii. Berat
- iii. Kos
- iv. Mudah lentur

PENEBAT

Bahagian penebat ialah bahan yang digunakan sebagai penebat kepada konduktor supaya tidak berlaku litar pintas atau kebocoran kebumi. Bahan penebat yang lazim digunakan ialah PVC (polyvinyl chloride), kertas (wood pulp, spruce atau pine), XLPE (cross link polyethelene) dan minyak penebat. Tebal kertas penebat ialah 0.06 hingga 0.15mm. kertas adalah bahan penyerap air dan dalam keadaan tekanan udara biasa ia mengandungi kira-kira 8% lembapan.

Impregnation

Mengandungi viscous oil dan refined rosin (gum dari pokok pine)

Fungsi Impregnant :

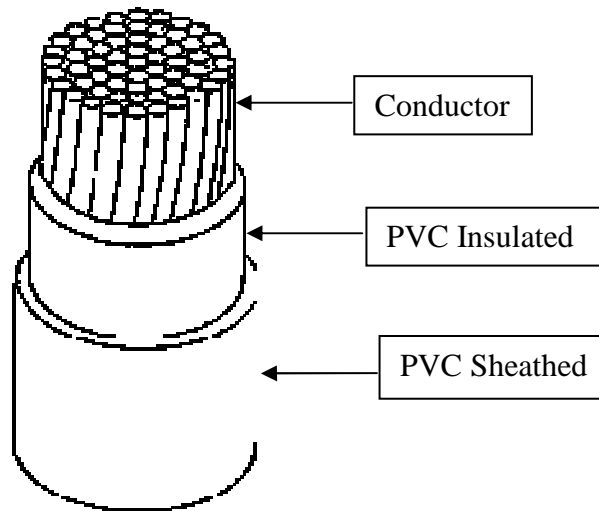
- Menambah dielectric strength

HELAIAN PENERANGAN	<i>LAY LOW VOLTAGE UNDERGROUND CABLE</i>		MUKA: 2 DARI: 9
NAMA		NO. K/P	
<ul style="list-style-type: none"> • Meminyakkan dan memudahkan pergerakan pita kertas apabila ianya dibengkokkan • Menambah pengaliran haba <p>Jenis – jenis Impregnation</p> <ul style="list-style-type: none"> • Mass impregnated • Mass impregnated non draining (MIND). • Pre impregnated <p>Tali Jut Dipasang di antara teras untuk membentuk kabel berbentuk bulat yang padat.</p> <p>Belt paper Adalah bertujuan untuk menguatkan penebatan di antara teras dengan bumi. Tebal penebat ialah 1.4 mm di antara pengalir dan 1.2 mm di antara pengalir dan pembalut (sheath).</p> <p>Lead sheath Adalah bertujuan untuk menghalang lembapan atau air dari memasuki kabel dan juga sebagai pengalir keterusan bumi. Tebalnya di antara 1.2mm – 1.6mm bergantung kepada saiz kabel.</p> <p>Bedding Mengandungi 2 compound tape atau PVC tape dan satu atau lebih lapisan bahan fibrous berkompoun kabel dengan lapisan kertas atau PVC</p> <p>Double Steel Tape Perlindungan mekanikal oleh hentakan benda berat atau tajam tetapi tensilekekuatan ketegangannya rendah. Gunakan steel wire armoured untuk mendapatkan kekuatan ketegangan yang tinggi.</p> <p>Serving Adalah bahan compounded fibrous material yang sesuai dengan ketebalan 2 mm. bahan digunakan ialah jute yarn, Hessian tape atau natural cotton atau synthetic fibres.</p> <p>White Wash Satu lapisan white wash diperlukan untuk mengelak kabel melekat di antara gelung semasa di dalam drum kabel. Penggunaan bahan penebat kabel bergantung kepada kadaran voltan kabel. Lazimnya PVC digunakan untuk voltan rendah sehingga 1000v, manakala voltan tinggi menggunakan XLPE atau minyak. Tebal bahan penebat bergantung kepada kadar voltannya, lebih tinggi voltan kabel maka lebih tebal bahan penebatnya.</p>			
<p>2. JENIS-JENIS KABEL BAWAH TANAH</p>			
<p>2.1 PVC/PVC SINGLE CORE PVC INSULATED</p>			
<p><u>Fungsi:</u></p>			
<ol style="list-style-type: none"> i. Untuk penyambungan di antara alatubah & Papan Pembahagian Voltan Rendah. (Low Voltage Distribution Board) ii. Untuk penyambungan di antara alatubah & Papan Agihan Voltan Rendah. (Low Voltage Feeder Pillar) iii. Untuk penyambungan di antara alatubah & Papan Suis Utama Pengguna (Main Switch Board). iv. Untuk sistem pembahagian pelbagai pengguna. 			
<p><u>Penebatan:</u> Penebatan PVC yang digunakan adalah teguh & boleh tahan panas sehingga 85% Celsius.</p>			
<p><u>Pengalir:</u> Pengalir biasanya dibuat dari Aluminium atau Tembaga.</p>			

Jadual Tatab Arus Kabel PVC/PVC Aluminium & Tembaga Dan Tatab Arus Alatubah:

Jadual 2

KABEL				ALATUBAH	
SAIZ	JENIS	PER.FASA	ARUS	KEUPAYAAN	ARUS PADA kVA
300mm.persegi	Aluminium	1	430 Amp	300kVA	417 Amp
300 mm.persegi	Aluminium	2	800 Amp	300-500 kVA	695 Amp
500 mm.persegi	Aluminium	2	1040 Amp	500-750 kVA	1043 Amp
500 mm.persegi	Tembaga	2	1400 Amp	750-1000 kVA	1391 Amp
630 mm.persegi	Tembaga	2	1560 Amp	1000 kVA & lebih	



Rajah 1: Cable Pvc/Pvc Single Core Pvc Insulated

2.2 CABLE PVC/SWA/PVC TWO CORE

Fungsi

Biasanya kabel ini digunakan untuk pelbagai tujuan voltan rendah dan kebiasaanya digunakan untuk pemasangan lampu-lampu jalan dan awam.

Pengalir

Terdapat pelbagai saiz pengalir tembaga diantaranya 4mm,6mm,10mm dan 16mm

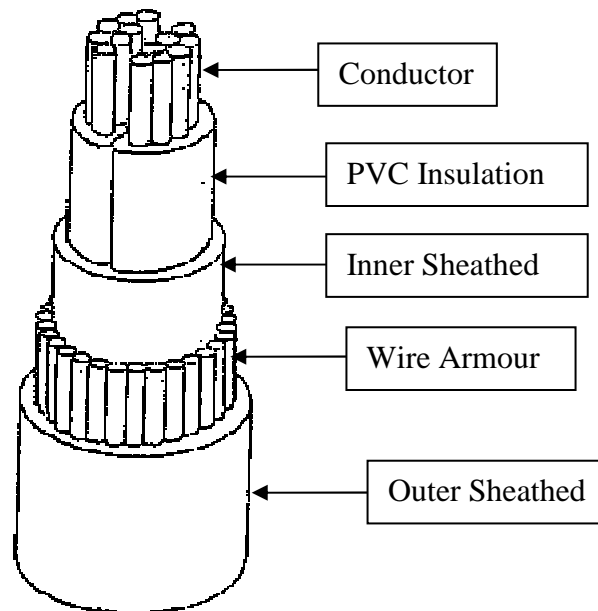
Penebatan

Pengalir dilindungi oleh "Single Wire Armour" (SWA) diantara PVC.

Kod warna

Terdapat 4 warna yang biasa digunakan iaitu:

- i. Merah untuk Fasa Merah
- ii. Kuning untuk Fasa Kuning
- iii. Biru untuk Fasa Biru
- iv. Hitam untuk Neutral



Rajah 2: Pvc/Swa/Pvc Twin Core Street Lighting Cable

NAMA

NO. K/P

Comparison of Metric and imperial sustained current ratings (50Hz a.c) for twin-core 600/1000 volt, aluminium & copper conductor,pvc sheathed,armoured cables.

Jadual 3

Nominal area of conductor		Laid direct in the ground		In single-way ducts		In air	
Metric	Imperial	Aluminium conductor	Copper conductor	Aluminium conductor	Copper conductor	Aluminium conductor	Copper conductor
mm	in mm	amp	amp	amp	amp	amp	amp
10		-	88	-	73	-	74
	0.225 14.5	85	110	68	87	71	92
16		88	115	73	96	73	97
25		115	150	94	125	197	130
	0.04 25.8	120	155	94	120	100	130
35		140	185	115	150	120	160
	0.06 38.7	150	190	120	155	130	170
50		165	215	135	180	140	190
	0.10 64.5	205	260	165	210	180	230
70		200	270	165	220	175	235
95		235	320	195	265	210	290
	0.15 96.8	250	320	205	260	230	290
120		-	365	-	300	-	335
	0.20 129.0	295	380	240	305	275	350
150		-	410	-	340	-	380
	0.25 161.3	335	430	270	345	315	400
185		-	465	-	385	-	440
	0.30 193.5	380	480	300	380	355	450
240		-	540	-	445	-	520
	0.40 258.0	440	560	350	445	426	540
300		-	600	-	495	-	590
	0.50 322.5	490	620	390	495	475	600
400		-	670	-	560	-	670

2.3 PVA/SWA/PVC FOUR-CORE CABLE

Kegunaan
Pengagihan sistem voltan rendah

Pvc sheath
Diperbuat daripada pred yang keras (tough grade) untuk kegunaan umum.

Dawai perisai
Satu lapisan perisai dawai besi galvani untuk memberi perlindungan mekanikal dan kekuatan tegangan.

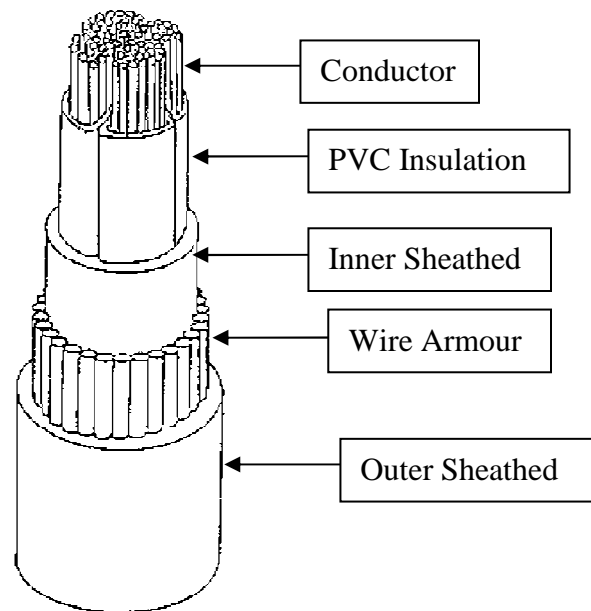
Penebat:
Diperbuat untuk ketahanan suhu maksima 85°C berdasarkan B.S. 6746

Colour code:

Red)	
Yellow)	Phase
Blue)	
Black	-	Neutral

Pengalir

- (a) Stranded Aluminium, or
- (b) Stranded Copper



Rajah 3: Pva/Swa/Pvc Four-Core Cable

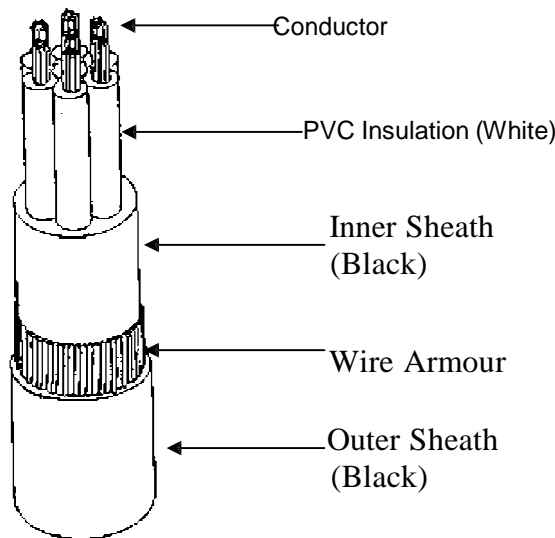
2.4 PVC/SWA/PVC MULTICORE PILOT CABLE

Pengalir
Terdapat berbilang teras pengalir tembaga.

Teras & Fungsi

Jadual 4

BILANGAN TERAS	FUNGSI/KEGUNAAN
4	Pengecas Bateri
7	Geganti Perlindungan Di Pencawang Elektrik
12	Pencawang Pembahagian Utama
19	Pencawang Masuk Utama



Rajah 4: Pvc/Swa/Pvc Multicore Pilot Cable

2.5 KABEL “XLPE”

Maksud “XLPE” ialah “Cross Link Poly Ethylene”. Penebatnya dibuat daripada bahan plastik yang diberi nama “Cross Link Poly Ethylene” yang menggantikan kertas. Penebat plastik pepejal ini disalut pada setiap pengalir fasa terdiri dari pengalir aluminium dan tembaga.

Sebab Menggunakan Penebat Plastik

- i. Mudah dibentuk mengikut saiz pengalir dengan cara “Tools & Die” mengeliling pengalir agar tiada rongga terjadi di antara pengalir dan plastik
- ii. Plastik adalah bahan yang ringan dan mudah penjagaanya.
- iii. Pemasangan yang mudah jika dibandingkan kabel jenis lain.
- iv. Tidak mudah menyerap air.
- v. Kehilangan daya dielektrik adalah rendah
- vi. Harganya mahal jika dibandingkan jenis kabel yang lain
- vii. “Thermoset Plastic” digunakan untuk perencat nyalaan disebabkan bahan ini tidak mudah berubah nilai dan bentuk serta dapat menahan tekanan haba, geseran ataupun terikkan.
- viii. Pembawa arus yang tinggi dari kabel PILCDSTA.

NAMA

NO. K/P

Penempatan Kegunaan

- i. Kawasan pencemaran kimia & minyak
- ii. Kawasan tidak rata atau tempat tinggi
- iii. Kawasan paya atau tanah berair.

Conductor Material

It is either Aluminium or Copper

Shapes of conductors

The conductors are compact round in shape but stranded to provide flexibility.
The sizes of conductors and their current ratings are given table 1

JADUAL : KAPASITI ARUS BAGI KABEL PILCDSTA JENIS BELTED

Jadual 6

SAIZ (mm)	TEMBAGA			ALUMINIUM		
	1000 Volt	6600 Volt	11000 Volt	1000 Volt	6600 Volt	11000 Volt
16	94	91	79	72	72	61
25	120	120	102	94	92	79
35	147	143	125	112	110	98
70	212	212	183	163	166	142
95	256	253	218	199	198	169
120	296	290	249	225	230	196
185	375	368	316	291	290	249
240	433			336		
300	486			380		330

Perbezaan Di Antara Kabel Voltan Tinggi & Voltan Rendah PILCDSTA Jenis Belted

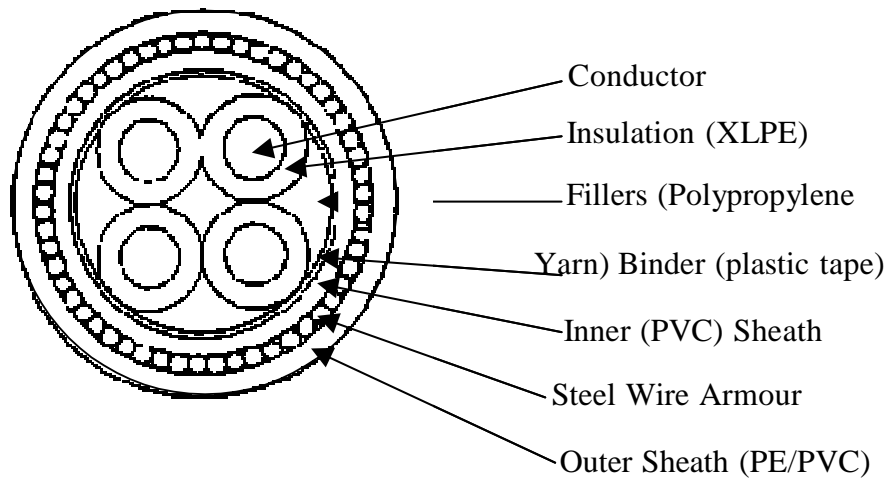
Jadual 7

BIL	VOLTAN TINGGI	VOLTAN RENDAH
1	3 Teras	4 Teras
2	2 lapisan pengalir "Screen" yg. Mengandungi pita kertas karbon separa pengalir (Semi Conductor)	Tiada pengalir "screen"
3	Ketebalan penebatan antara pengalir ialah 5.6mm & antara pengalir dengan salut ialah 3.4mm	Ketebalan penebatan antara pengalir ialah 1.4mm antara pengalir dengan salut ialah 1.2mm.
4	2 lapisan "screen" di atas kertas balut yang mengandungi pita kertas karbon separa pengalir (Semi Conductor)	Tiada "screen" di atas kertas balut

JADUAL: KAPASITI ARUS BAGI KABEL XLPE

Jadual 8

SAIZ (mm)	ALUMINIUM	
	4 CORE	3 CORE
25	105	
70	185	
95		214
120	250	
150		279
185	320	
240		323
300	410	



Rajah 7: 4 Core Crossed Linked Polyethylene (XLPE) L.V.Cable

Kependekan / Singkatan Berkaitan Kabel

CPE	chlorinated polyethylene
CONSAC	concentric aluminium
cable p.v.k	polivinal-klorida
EPR	ethylene-proylene rubber
EVA	ethylene vinly acetate
HR	heat retardant
HOFR	heat and oil resisting and flame retardant
PCP	polychloroprene rubber
PPL	polypropylene paper laminated
PVA	polyvinyl acetate
SR	silicon rubber
TPR	thermoplastic rubber
VR	vulcanised rubber
XPLE	cross linked polyethylene
DWA	double wire armour
STA	steel tape armour
SWA	steel wire armour
PWA	pliable wire armour

HELAIAN PENERANGAN	SAIZ DAN SUSUT VOLTAN KABEL		MUKA: 1 DARI: 10
NAMA		NO. K/P	
<p>TAJUK: SAIZ DAN SUSUT VOLTAN KABEL BAWAH TANAH VOLTAN RENDAH</p>			
<p>TUJUAN:</p> <p>Helaian Penerangan ini bertujuan untuk menerangkan kepada pelajar-pelajar berkaitan menentukan saiz kabel bawah tanah, keupayaan membawa arus dan kadaran susutan voltan dalam kabel.</p>			
<p>PENERANGAN</p>			
<p>1. Pemasangan yang baik bergantung kepada pemilihan kabel dan pendawaian yang sesuai. Oleh kerana itu pemilihan yang teliti hendaklah dibuat agar kabel tersebut tidak membahayakan pengguna tetapi cekap dan berharga murah. Untuk memenuhi kehendak peraturan IEE pada jadual 4D1A hingga 4L1A telah disediakan kadaran arus dan susutan voltan berbagai-bagai saiz dan jenis kabel. Kadaran voltan kabel-kabel ini adalah 600/1000V atau 1000/1000V bagi kabel yang bertebatkan mineral. Kesemua voltan ini dikendalikan pada frekuensi 50 Hz. Untuk membuat pemilihan kabel, faktor-faktor berikut adalah diambil kira iaitu :</p>			
<ul style="list-style-type: none"> i. Jenis kabel ii. Susutan voltan iii. Keupayaan kabel untuk membawa arus . 			
<p>2. Pemilihan saiz kabel.</p>			
<p>2.1 Pemilihan saiz kabel bagi sesuatu beban bergantung kepada tiga perkara yang utama iaitu :</p> <ul style="list-style-type: none"> a) Kabel itu mesti mampu membawa arus maksimum (beban penuh) yang mengalir dalam litar tanpa pemanasan yang tidak wajar . b) Susutan voltan yang berlaku pada kabel ketika membawa arus maksimum mestilah tidak melebihi daripada 4 % voltan bekalan . c) Saiz fius atau pemutus litar dimana dipilih atau dilaraskan kepada suatu nilai yang hampir dan lebih tinggi daripada yang didapati . 			
<p>2.2 Simbol yang digunakan untuk pemilihan kabel mengikut Peraturan IEE adalah seperti berikut</p> <ul style="list-style-type: none"> a) I_z Kapasiti membawa arus sesuatu kabel, dibawah keadaan pemasangan tertentu . b) I_t Nilai arus yang dijadualkan bagi jenis kabel dan kaedah pemasangan c) I_b Rekabentuk arus suatu litar / arus beban penuh yang dibawa oleh litar . d) I_n Kadaran arus pemasangan alat perlindungan e) I_2 Arus kendalian suatu peranti yang melindungi litar terhada beban lebih . f) C_a Faktor pembetulan untuk suhu ambian. g) C_g Faktor pembetulan untuk pengumpulan. h) C_i Faktor pembetulan untuk penebatan terma. i) C_t Faktor pembetulan untuk suhu kendalian konduktor . 			
<p>2.3 Dalam semua keadaan I_z mestilah tidak kurang daripada I_b dan I_n juga mestilah tidak kurang dari I_b ($I_b \leq I_n \leq I_z$)</p>			

HELAIAN PENERANGAN	SAIZ DAN SUSUT VOLTAN KABEL		MUKA: 2 DARI: 10
NAMA		NO. K/P	
<p>3. Faktor utama pemilihan sesuatu kabel adalah seperti yang berikut:</p> <p>a) Jenis kabel Merujuk kepada ketahanan kabel terhadap suhu tempat kabel itu digunakan .</p> <p>b) Kemampuan membawa arus – Kemampuan kabel membawa arus litar (I_b) dengan selamat Haba yang dihasilkan oleh kabel ketika membawa arus menentang rintangan pengalir hendaklah sama banyak dengan kehilangan haba yang disebabkan oleh aliran pancaran kabel itu . Dengan pemilihan begini barulah kabel itu dikatakan selamat . kemampuan membawa arus ini merujuk kepada saiz kabel .</p> <p>c) Kaedah pemasangan Sama ada pemasangan kabel itu terdedah atau tertutup . Jika kabel itu tertutup seperti dalam pembuluh, kemampuan membawa arusnya berkurangan berbanding dengan kabel yang dipasang terdedah. Kaedah pemasangan bagi kabel boleh didapati dalam Peraturan IEE Jadual 4A</p> <p>d) Faktor kumpulan (pembetulan) Kabel yang dipasang secara berkumpulan sukar mengeluarkan kepanasan yang wujud berbanding dengan kabel yang dipasang berasingan. Dengan itu kadar kemampuan membawa arus kabel berkenaan berubah (berkurangan). Faktor pembetulan bagi kabel berkumpulan boleh didapati dalam Peraturan IEE jadual 4B1 dan 4B2. Jika jarak kabel lebih dari 2 kali garispusat keseluruhan kabel maka faktor pembetulan boleh tidak digunakan .</p> <p>e) Suhu ambien Kabel yang dipasang ditempat yang mempunyai suhu ambien yang tinggi sukar menyebarkan haba yang terhasil berbanding dengan suhu ambien yang rendah . Dengan itu keupayaan membawa arus bagi kabel juga berubah (berkurangan). Suhu memberi kesan kepada rintangan dala pengalir kerana suhu berkadar terus dengan rintangan ($T \leftrightarrow R$) dan rintangan berkadar songsang dengan arus ($R \leftrightarrow 1 / I$). Maka jika suhu meningkat naik, rintangan akan turut meningkat , tetapi keupayaan bawa arus pengalir akan menurun . Faktor pembetulan bagi suhu boleh didapati dalam Peraturan IEE jadual 4C1 dan 4C2.</p> <p>f) Penebatan terma Kabel yang digunakan untuk tujuan pemanasan bilik dan sebagainya . Kabel ini dihalang dengan bahan penebat terma agar suhu kepanasan itu dapat disebarkan untuk memanaskan bilik . Saiznya lebih besar berbanding dengan kabel untuk kegunaan biasa.</p> <p>g) Susutan voltan Pastikan susutan voltan kabel tidak melebihi 4 % voltan namaan</p> <p>4. Kaedah pengiraan pemilihan kabel .</p> <p>Terdapat dua cara untuk membuat pemilihan saiz kabel iaitu dengan menggunakan jadual peraturan IEE atau dengan membuat pengiraan secara hukum ohm . Walaubagaimanapun perlu di ingatkan bahawa kaedah yang tepat dan biasanya digunakan oleh pihak berkenaan ialah dengan menggunakan jadual IEE dan bagi pengiraan menggunakan hukum ohm biasanya dengan menentukan suatu anggaran saiz kabel .</p> <p>4.1 Perkiraan dengan menggunakan jadual Peraturan IEE.</p> <p style="text-align: center;">Formula yang biasa, Jumlah Arus $I = \frac{kW \times 1000}{V}$</p>			

NAMA

NO. K/P

Formula pada penggunaan bekalan Arus Ulangalik (A.U)

UNTUK MENGIRA ARUS	BEBAN TIGA FASA A.U	BEBAN SATU FASA A.U
Jika Kilowatt (kW) diketahui	$I = \frac{kW \times 1000}{\sqrt{3} \times V \times P.F} = \text{Amp}$	$I = \frac{kW \times 1000}{V \times P.F} = \text{Amp}$
Jika Kuasa Kuda (HP) keluaran diketahui	$I = \frac{HP \times 746}{\sqrt{3} \times V \times P.F \times \text{Eff}} = \text{Amp}$	$I = \frac{HP \times 746}{V \times P.F \times \text{Eff}} = \text{Amp}$
Jika Kilovolt –ampere (kVA) diketahui	$I = \frac{kVA \times 1000}{\sqrt{3} \times V} = \text{Amp}$	$I = \frac{kVA \times 1000}{V} = \text{Amp}$

$$\text{Kadar keperluan kabel} = \frac{\text{Kadar alat perlindungan}}{\text{Faktor pembetulan}} = \frac{I_n}{C_g}$$

$$\begin{aligned} \text{Susutan Voltan dalam kabel} &= \frac{\text{Susutan Volt pre amp per meter} \times \text{Arus beban penuh} \times \text{panjang}}{1000} \\ &= \frac{\text{mV/A/m} \times I_b \times L}{1000} \end{aligned}$$

$$\text{Kehilangan kuasa dalam kabel} = \text{Arus beban penuh} \times \text{Susutan Voltan} .$$

Pemilihan saiz kabel serta keupayaan membawa arus .

- Dalam jadual **4D 1** hingga **4L4 Peraturan IEE** adalah petunjuk tentang kaedah rujukan yang sesuai bagi mengenalpasti saiz kabel serta nilai kapasiti membawa arus yang boleh digunakan dengan selamat.
- Pemilihan sesuatu jenis kabel bergantung sepenuhnya kepada jenis pendawaian yang akan dibuat. Oleh kerana itu factor-faktor pemilihan sesuatu jenis pendawaian dapat memainkan peranan dalam mengenali jenis kabel yang sesuai.
- Untuk lebih memastikannya adalah sesuai dengan merujuk dalam jadual 4A kaedah pemasangan dan jadual 4D1 hingga 4D4 saiz kabel.

5. Kaedah pengiraan pemilihan susutan voltan kabel.

- Bagi larian yang diberi, perkiraan tentang susutan voltan (dalam mV) nilai terjadual bagi kabel yang berkenaan hendaklah didarabkan dengan panjang larian dalam meter dan dengan arus yang dihasrat untuk dibawa, seperti rekabentuk litar (I_b) dalam ampere. Bagi litar tiga fasa nilai terjadual mV/A/m dikaitkan dengan talian voltan dan keadaan seimbang telahpun diandaikan.

HELAIAN PENERANGAN	SAIZ DAN SUSUT VOLTAN KABEL		MUKA: 4 DARI: 10
NAMA		NO. K/P	
<ul style="list-style-type: none"> • Bagi kabel yang mempunyai konduktor 16mm^2 atau kurang kawasan lintang kearuhannya bolehlah diabaikan dan hanya nilai (mv/A/m) dijadualkan. Bagi kabel yang mempunyai konduktor kawasan rentas lintang lebih besar daripada 16mm^2, nilai impedens adalah diberi sebagai (mV/A/m) bersamaan dengan komponen rintangan (mV/A/m)_r dan komponen bertindak balas (mV/A/m)_x. • Lihat contoh jadual saiz kabel dan susutan voltan. <p>Kesimpulannya susutan voltan bergantung kepada kadar arus dan rintangan pengalir ($V_d = I \times R$). Dalam jadual 4D1B hingga 4L1B buku peraturan IEE susutan voltan bagi setiap kabel dan jenis kabel pada setiap ampere dan meter (mv/A/m) telah ditentukan.</p>			

JADUAL 4D1A

**Kabel –kabel berteras tunggal yang bertebatkan p.v.c tidak berperisai , bersalut atau tidak bersalut.
(Konduktor Kuprum –BS 6004 , BS6231 & BS 6346)**

Kapasiti Membawa (Ampere) Suhu ambian 30⁰C , Suhu kendalian konduktor 70⁰C .

Kawasan Rentas Lintang konduktor	Rujukan 4 Dalam Konduit		Rujukan 3 Dlm.Konduit atau Dlm. Penyaluran		Rujukan 4 Diklip Terus		Rujukan 11 Atas dulang kabel Berlubang, menegak Atau melintang		Rujukan 12 (udara bebas)		
									Datar	Tegak	Trefoil
	2 kabel a.u atau a.t satu fasa	3 atau 4 kabel a.u fasa tiga	2 kabel a.u atau a.t satu fasa	3 atau 4 kabel a.u fasa tiga	2 kabel a.u atau a.t satu fasa	3 atau 4 kabel a.u fasa tiga	2 kabel a.u atau a.t satu fasa rata dan bersentehuan	3 atau 4 kabel a.u fasa tiga rata dan bersentehuan	2 kabel a.u atau fasa tiga atau a.t 3kabel fasa tiga	2 kabel a.u /a.t fasa tunggal atau 3 kabel fasa 3	3 kabel trefoil a.u fasa tiga
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
mm ²	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
1	11	10.5	13.5	12	15.5	14	-	-	-	-	-
1.5	14.5	13.5	17.5	15.5	20	18	-	-	-	-	-
2.5	19.5	18	24	21	27	25	-	-	-	-	-
4	26	24	32	28	37	33	-	-	-	-	-
6	34	31	41	36	47	43	-	-	-	-	-
10	46	42	57	50	65	59	-	-	-	-	-
16	61	56	76	68	87	79	-	-	-	-	-
25	80	73	101	89	114	104	126	112	146	130	110
35	99	89	125	110	141	129	156	141	181	162	137
50	119	108	151	134	182	167	191	172	219	197	167
70	151	136	192	171	234	214	246	223	281	254	216
95	182	164	232	207	284	261	300	273	341	311	264
120	210	188	269	239	330	303	349	318	396	362	308
150	240	216	300	262	381	349	404	369	456	419	356
185	273	245	341	296	436	400	463	424	521	480	409
240	320	286	400	346	515	472	549	504	615	569	485
300	367	328	458	394	594	545	635	584	709	659	561
400	-	-	546	467	694	634	732	679	852	795	656
500	-	-	626	533	792	723	835	778	982	920	749
630	-	-	720	611	904	826	953	982	1138	1070	855
800	-	-	-	-	1030	943	1086	1020	1265	1188	971
1000	-	-	-	-	1154	1058	1216	1149	1420	1337	1079

KAPASITI MEMBAWA ARUS DALAM RUANG 6 DAN 7 BOLEH DIGUNAKAN UNTUK KABEL ANJAL KEPADA BS6004 JADUAL 1 DAN KEPADA KABEL P.V.C RINTANGAN HABA 85⁰ C KEPADA BS6231 DIMANA KABEL DIGUNAKAN DALAM PEMASANGAN TETAP .

JADUAL 4D4A
Perisai pelbagai teras , kabel tebatan p.v.c
(KONDUKTOR KUPRUM –BS 6346)

Kapasiti membawa arus (Ampere) Suhu ambient : 30°C . Suhu kendalian konduktor 70°C

Kawasan rentas lintang	Kaedah rujukan 1 (klip terus)		Kaedah Rujukan 11 (Diatas dulang kabel berlubang mendatar atau menegak atau Kaedah Rujukan 13 (Udara Bebas)	
	1 kabel dua teras , fasa tunggal a.u atau a.t	1 kabel tiga fasa atau empat teras 3 fasa a.u	1 kabel dua teras , fasa tunggal a.u atau a.t	1 kabel tiga fasa atau empat teras 3 fasa a.u
1	2	3	4	5
Mm ²	A	A	A	A
1.5	21	18	22	19
2.5	28	25	31	26
4	38	33	41	35
6	49	42	53	45
10	67	58	72	62
16	89	77	97	83
25	118	102	128	110
35	145	125	157	135
50	175	151	190	163
70	222	192	241	207
95	269	231	291	251
120	310	267	336	290
150	356	306	386	332
185	405	348	439	378
240	476	409	516	445
300	547	469	592	510
400	621	540	683	590

Nota: Dimana konduktor hendak dilindungi oleh fius separuh tertutup ke BS 3036, lihat item 6.2 dalam peraturan IEE.

JADUAL 4D4B

SUSUTAN VOLTAN (per ampere per meter) Suhu kendalian konduktor 70°C

Kawasan rentas lintang konduktor	Kabel dua teras A.T	Kabel dua teras fasa tunggal A.U			Tiga atau empat teras kabel tiga fasa A.U		
1	2	3			4		
mm ²	mV	mV			mV		
1.5	29	29			29		
2.5	18	18			18		
4	11	11			11		
6	7.3	7.3			6.4		
10	4.4	4.4			4.4		
16	2.8	2.8			2.8		
		r	x	z	r	x	z
25	1.75	1.75	0.170	1.75	1.50	0.145	1.50
35	1.25	1.25	0.165	1.25	1.10	0.145	1.10
50	0.93	0.93	0.165	0.94	0.80	0.140	0.81
70	0.63	0.63	0.160	0.65	0.55	0.140	0.57
95	0.46	0.47	0.155	0.50	0.41	0.135	0.43
120	0.36	0.38	0.155	0.41	0.33	0.135	0.35
150	0.29	0.30	0.155	0.34	0.26	0.130	0.29
185	0.23	0.25	0.150	0.29	0.21	0.130	0.25
240	0.180	0.19	0.150	0.24	0.165	0.130	0.21
300	0.145	0.55	0.145	0.21	0.135	0.130	0.18
400	0.105	0.11	0.145	0.185	0.100	0.125	0.160

HELAIAN PENERANGAN	SAIZ DAN SUSUT VOLTAN KABEL	MUKA: 8 DARI: 10
--------------------	-----------------------------	------------------

NAMA		NO. K/P
------	--	---------

Contoh 1:

Kabel P.V.C teras tunggal digunakan untuk membekalkan pada beban 7.5 kW, 240 V 50 Hz fasa tunggal dan faktor kuasa 0.85. Kabel ini didawaikan sejauh 12 meter panjang dan terkandung dalam conduit dan penyaluran bersama 2 kabel bagi litar lain. Litar ini dilindungi oleh fius 40 A jenis BS 88 dan suhu ambient 35 °C.

Dengan berpandukan jadual 4D1A dan 4D1B tentukan saiz kabel yang sesuai digunakan serta kirakan susutan voltan dan kehilangan kuasa .

a) Arus beban penuh litar I_b .

$$I_b = \frac{kW \times 1000}{V \times P.F} = \frac{10.5 \times 1000}{240 \times 0.85} = 36.76 \text{ A.}$$

b) Arus perlindungan $I_n = 40 \text{ A}$ (rujukan 3B graf arus propektif)

c) Kadar arus keperluan $I_z = \frac{I_n}{\text{Faktor Suhu} \times \text{Faktor kumpulan}} = \frac{40 \text{ A}}{0.96 \times 0.80} = 52.08 \text{ A}$
(rujuk jadual 4B1 dan 4C1)

d) Saiz kabel yang dipilih : **10 mm²** , kapasiti arus = **57 A** , susutan voltan mv/A/m = **4.4**
(rujuk jadual 4D1A dan 4D1B)

e) Susutan voltan kabel pada jarak 12 m.

Susutan voltan mengikut rekabentuk pemasangan $V < 240 \text{ V} \times 4\% = 9.6 \text{ V}$

$$\text{Susutan Voltan kabel } V_d = \frac{mV/A/m \times I_b \times \text{jarak}}{1000} = \frac{4.4 \times 36.76 \times 12}{1000} = 1.9 \text{ V}$$

f) Kehilangan kuasa dalam kabel = $I_b \times V_d = 36.76 \times 1.9 = 69.84 \text{ watt}$

Daripada jadual 4D1A kabel 10 mm² mampu membawa arus .Maka kabel ini dapat memenuhi kehendak Peraturan IEE .

$$I_b \leq I_n \leq I_z = 36.76 \leq 40 \leq 52$$

NAMA

NO. K/P

Contoh 2:

Satu motor 3 fasa 415V, 1500rpm, 30 k.k, faktor kuasa 0.8 dengan kecekapan peratus 85 % digunakan untuk sebuah mesin menggunakan penghidup alatubah-auto dan dilindungi fius BS88 Pemasangan kabel motor tersebut dipasang pada dulang kabel pada jarak 30m daripada papan suis utama menggunakan kabel berperisai pelbagai teras penebat pvc (pvc/swa/pvc) .

- a) Kirakan nilai arus beban penuh motor tersebut.

$$I_b = \frac{k.k \times 746}{\sqrt{3} \times V_L \times F.K \times \% \text{ kecekapan}} = \text{Amp}$$

$$I_b = \frac{30 \times 746}{\sqrt{3} \times 415 \times 0.8 \times 0.85} = 45.26 \text{ Amp}$$

- b) Kadaran arus perlindungan $I_n = 50 \text{ A}$

$$\text{Arus mula } I_{st} = 45.26 \times 2 = 90.52 \text{ A (lihat graf Rajah 3B BS 88)}$$

$$\text{Fius yang sesuai ialah } I_n < I_t = 63 \text{ A TPN}$$

- c) Saiz minima kabel yang boleh digunakan untuk mengendalikan motor tersebut.

Saiz kabel berperisai pelbagai teras ialah = **16mm² - kapasiti arus 83A**
(rujukan jadual 4D4A)

Susutan kabel =**2.4.mV/ A/m** (rujukan jadual IEE ke 16 4D4B)

- d) Susutan Voltan kabel dipasang pada jarak 30 meter

$$= \text{mV/A/m} \times 10^{-3} \times I_b \times L = \text{Volt}$$

$$= 2.4 \times 10^{-3} \times 45.26 \times 30 = 3.25\text{V}$$

HELAIAN PENERANGAN	SAIZ DAN SUSUT VOLTAN KABEL		MUKA: 10 DARI: 10
NAMA		NO. K/P	
<p>Contoh 3:</p> <p>Satu motor 3 fasa 415V, 1500rpm, 10 k.k, faktor kuasa 0.8 dengan kecekapan peratus 85 % digunakan untuk sebuah mesin dalam kendalian mara-songsang. Pemasangan kabel motor tersebut dipasang pada dulang kabel pada jarak 30m daripada papan suis utama menggunakan kabel berperisai pelbagai teras penebat pvc (pvc/swa/pvc).</p> <p>a) Kirakan nilai arus beban penuh motor tersebut.</p> $I_b = \frac{k.k \times 746}{\sqrt{3} \times V_L \times F.K \times \% \text{ kecekapan}} = \text{Amp}$ $I_b = \frac{10 \times 746}{\sqrt{3} \times 415 \times 0.8 \times 0.85} = 15.26 \text{ Amp}$ <p>b) Peratus kejatuhan voltan yang dibenarkan mengikut peraturan IEE edisi ke 16 diantara bekalan masuk ke motor tersebut.</p> <p>Susutan voltan mengikut IEE 16 ialah tidak lebih dari 4% dari voltan terkadar</p> $\text{Susutan voltan} = 0.04 \times 415 \text{ V} = 16.6 \text{ Volt.}$ <p>c) Saiz minima kabel yang boleh digunakan dan jenis pemula untuk mengendalikan motor tersebut.</p> <p>Saiz kabel berperisai pelbagai teras ialah = 6mm².... (rujukan jadual 4D4A) Susutan kabel = 6.4 mV/ A/m (rujukan jadual 4D4B)</p> <p>Susutan Voltan kabel dipasang pada jarak 30 meter</p> $= \text{mV/A/m} \times 10^{-3} \times I_b \times L = \text{Volt}$ $= 6.4 \times 10^{-3} \times 15.26 \times 30 = 2.92 \text{ V}$			

HELAIAN PENERANGAN	<i>TROUBLESHOOT LOW VOLTAGE UNDERGROUND CABLE</i>		MUKA: 1 DARI: 6
NAMA		NO. K/P	
<p>TAJUK: KEROSAKAN KABEL BAWAH TANAH VOLTAN RENDAH</p> <p>TUJUAN:</p> <p>Helaian Penerangan ini bertujuan untuk menerangkan kepada pelajar-pelajar berkaitan jenis-jenis kerosakan, kaedah mengesan dan membaiki kerosakan kabel bawah tanah voltan rendah.</p> <p>PENERANGAN</p> <p>1. Kerosakan Kabel Bawah Tanah</p> <p>1.1 Jenis-jenis kerosakan yang biasa terjadi keatas kabel bawah tanah adalah seperti berikut.</p> <ul style="list-style-type: none"> i. Kerosakan antara fasa – fasa kebumi . (Phase to earth fault) ii. Kerosakan antara fasa – fasa ke fasa . (Phase to phase fault) iii. Tiada keterusan pada sambungan (No continuity). iv. Kerosakan pada penebat. (Insulation failure). v. Kerosakan rintangan rendah (Low resistance fault). vi. Kerosakan rintangan tinggi (High resistance fault) <p>1.2 Punca-punca kerosakan biasanya disebabkan oleh salah satu daripada perkara berikut :</p> <ul style="list-style-type: none"> i. Bebanan keatas kabel. ii. Kecuaian semasa merentang iii. Hakisan salut menyebabkan kelembapan dalam kabel iv. Tanah runtuh , gegaran atau kerja- kerja mengorek v. Penyambungan yang tidak baik vi. Akar kayu yang menjalar vii. Punca mekanikal seperti kerja dikawasan larian kabel <p>1.3 Atur cara mengesan kerosakan</p> <p>Cara mengesan kabel kerosakan kabel bawah tanah boleh dikategorikan kepada lima peringkat.</p> <ul style="list-style-type: none"> i. Menganalisa kerosakan ii. Ujian kerosakan pada punca kabel iii. Ujian kepastian pada tempat kerosakan iv. Ujian setelah kerosakan dikesan v. Ujian setelah kerosakan dibaiki <p>1.4 Prosedur kerja-kerja pembaikan kabel yang rosak.</p> <p>1.4.1 Pengasingan</p> <p>Bila berlaku kerosakan, fuis akan putus atau alat geganti perlindungan terpelatik dan ini menyebabkan bekalan elaktrik terputus. Punca utama bekalan elektrik perlu diketahui dan kerja-kerja pengasingan bekalan perlu dilakukan selepas surat arahan kerja diberikan.</p> <p>1.4.2 Pengujian</p> <p>Sebagai langkah pertama pengujian kerosakan boleh dilakukan dengan menggunakan alat penguji rintangan penebatan untuk memastikan jenis kerosakan kabel.</p>			

HELAIAN PENERANGAN	TROUBLESHOOT LOW VOLTAGE UNDERGROUND CABLE		MUKA: 2 DARI: 6
NAMA		NO. K/P	
<p>1.4.3 Kerja-kerja mencari dan memastikan tempat kerosakan.(Locate Fault)</p> <p>Terdapat banyak jenis peralatan mencari kerosakan yang boleh dilakukan bagi mengesan tempat kerosakan seperti :</p> <ul style="list-style-type: none"> i. Cambridge ii. HT Bridge iii. Universal Bridge iv. Pulse Echo v. ICE vi. ARM <p>1.4.4 Pengujian pada kabel.</p> <p>Setelah kabel yang rosak dipotong, kabel yang baik direntang bagi penyambungan semula hendaklah diuji penebatanya, keterusan dan kelembapan penebat (sebelum memotong kabel yang rosak kerja-kerja pemakuan kabel dijalankan (spike cable) bertujuan untuk membuang cas yang tersimpan didalam kabel semasa ujian.</p> <p>1.4.5 Kerja – kerja penyambungan</p> <p>Kerja penyambungan boleh dilakukan setelah ujian dibuat keatas kabel dan didapati memuaskan. Sambungan perlu dibuat oleh penyambung kabel yang kompetan dimana sijil dikeluarkan oleh Suruhanjaya Tenaga.</p> <p>1.4.6 Ujian Pengenalan fasa.</p> <p>Ujian pengenalan fasa perlu dilakukan oleh orang yang berkompentan bagi memastikan turutan fasa bekalan elektrik dalam keadaan betul . Kerja ujian pengenalan fasa dilakukan pada penyambungan terakhir .</p> <p>1.4.7 Pengujian akhir</p> <p>Perlu dibuat untuk memastikan kabel dalam keadaan baik sebelum bekalan disalurkan. Ujian yang dilakukan ialah seperti berikut:</p> <ul style="list-style-type: none"> i. Ujian rintangan penebatan. ii. Ujian keterusan. iii. Ujian pengenalan fasa. iv. Ujian tekanan. <p>1.4.8 Memberi bekalan semula</p> <p>Setelah kerja-kerja pembaikan memuaskan, orang yang berkompentan boleh memasukkan bekalan semula. Sebelum memasukkan bekalan, pastikan tiada punca-punca utama dibumikan dan keadaan sekitaran pencawang, peti susi utama tiada pekerja lain. Bilik pencawang hendaklah dikunci setelah bekalan diberikan.</p>			
<p>2. Menguji Dan Memeriksa Kabel Bawah Tanah</p>			
<p>2.1 Pengujian .</p>			
<p>Sebagai langkah pertama pengujian kerosakan boleh dilakukan dengan menggunakan alat penguji rintangan penebatan untuk memastikan jenis kerosakan kabel.</p>			

NAMA

NO. K/P

2.2 Jenis-jenis ujian untuk mengenalpasti kerosakan kabel bawah tanah ialah;

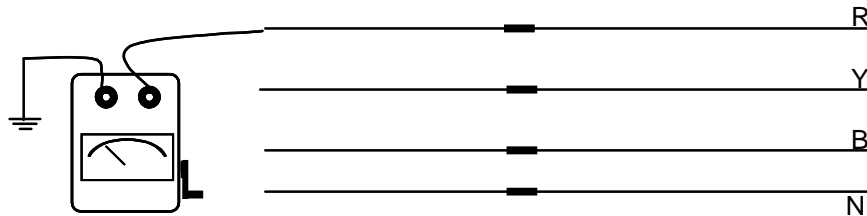
- i. Ujian rintangan penebatan.
- ii. Ujian keterusan.

2.3 Ujian Rintangan Penebatan

2.3.1 Fasa Ke Bumi (pengalir dengan bumi)

Penguji rintangan penebatan (megger) diuji sebelum ia digunakan. Menetapkan suis pemilih kepada sekil $500V M\Omega \times 1$ atau $1000V M\Omega \times 2$.

Sambungkan dua hujung kawat (leads) ke punca-punca (terminal) yang bertanda 'E' dan 'L'. Menggunakan hujung kawat 'E' dan sambung ke bumi. Hujung kawat 'L' sambung ke salah satu fasa dari kabel itu.



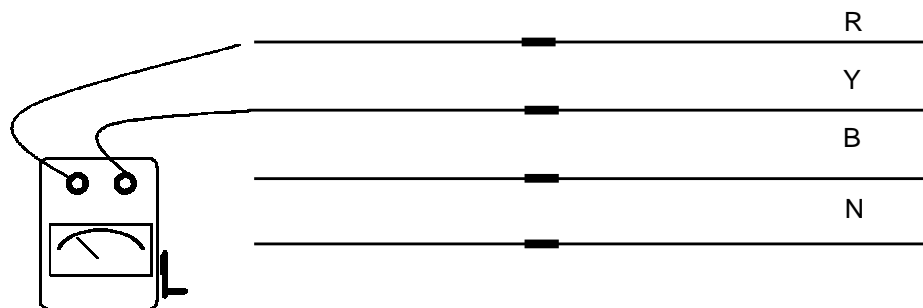
Rajah 1

Memutarkan (crank) pemegang satu minit dengan lajunya 180 p.s.m, baca skala dan catitkan.

- i. Fasa Merah (R) ke Bumi (E)
- ii. Fasa Kuning (Y) ke Bumi (E)
- iii. Fasa Biru (B) ke Bumi (E)
- iv. Neutral ke Bumi (E)

2.3.2. Fasa ke Fasa (pengalir dengan pengalir)

Sambung dua hujung kawat di mana-mana dua daripada tiga fasa. Memutar pemegang, baca sekil dan catitkan. Ulang proses untuk fasa lain.



Rajah 2

NAMA

NO. K/P

Data bacaan ujian yang perlu diambil:

- i. Fasa Merah (R) ke Fasa Kuning (Y)
- ii. Fasa Kuning (Y) ke Fasa Biru (B)
- iii. Fasa Biru (B) ke Fasa Merah (R)
- iv. Tiap-tiap Fasa (RYB) ke Neutral

Catatan Untuk Kabel Yang Baru Untuk Kabel $V > R/V.S$ & $V.T$

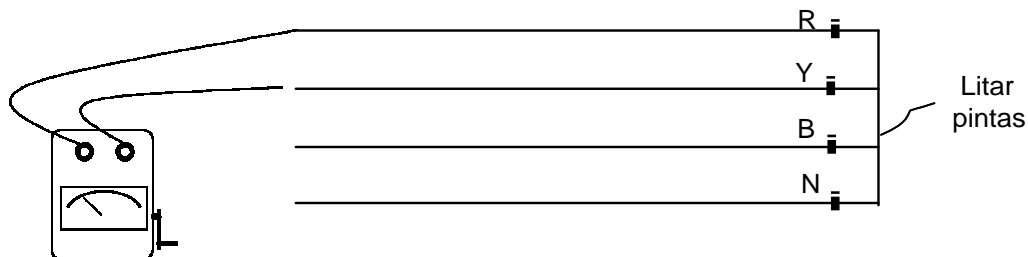
Fasa ke bumi (\emptyset ke E) = 100 M Ω ke atas

Fasa ke Fasa (\emptyset ke \emptyset) = 100 M Ω ke atas

2.4 Ujian Keterusan

- (a) Sebelum ujian keterusan untuk kabel bawah tanah di jalankan tiga fasa dan neutral di satu hujung kabel mestilah dilitar pintas (short-circuited) bersama-sama.
- (b) Alat penguji (megger) hendaklah diuji sebelum ia digunakan menetapkan suis pemilih kepada skala Ω .
- (c) Dua hujung kawat (leads) disambung ke punca-punca (terminal) yang pertama 'E' & 'L', sambung ke salah dua fasa dari kabel itu.
- (d) Memutarkan (crank) pemegang satu minit dengan lajunya 180 P.S.M, baca sekil dan catitan.
- (e) Megger menunjukkan 0 Ω . Jika ia menunjukkan $\infty\Omega$ salah satu fasa yang diuji adalah terputus dawainya.

Ulang proses itu pada fasa lain.



Rajah 3

Data bacaan ujian yang perlu diambil:

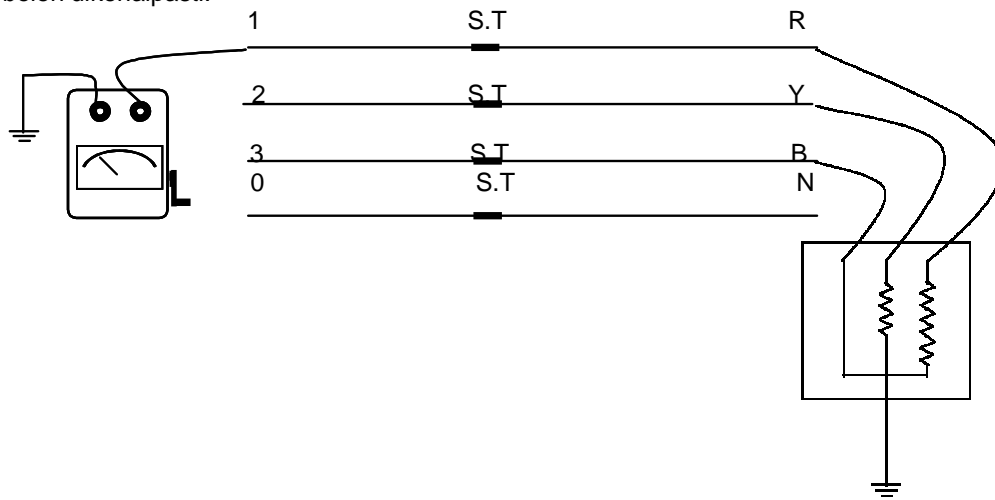
- i. Fasa Merah (R) ke Fasa Kuning (Y)
- ii. Fasa Kuning (Y) ke Fasa Biru (B)
- iii. Fasa Merah (R) ke Neutral
- iv. Fasa Biru (B) ke Neutral

2.5 Ujian Pengenalan fasa.

Ujian pengenalan fasa perlu dilakukan oleh orang yang berkompentan bagi memastikan turutan fasa bekalan elektrik dalam keadaan betul. Kerja ujian pengenalan fasa dilakukan pada penyambungan terakhir. Terdapat dua cara membuat ujian pengenalan fasa. Cara menguji ujian pengenalan fasa dengan Rintangan Fasa.

- (a) Alat-alat yang digunakan seperti penguji rintangan penebatan (meger) dan papan rintangan (Resistors Board).
- (b) Punca sambungan kabel hendaklah dibuka diperkakas A dan B.
- (c) Dengan berpandukan gambarajah 4 satu punca rintangan yang diketahui di tiap-tiap fasa pada kabel tersebut disambung kebumi ditempat (A).
- (d) Bacaan nilai rintangan mengikut nombor kabel atau warna.
- (e) Ditempat (B) ujian dibuat dengan menggunakan penguji rintangan penebatan (megger).
- (f) Ujian dijalankan pada tiap-tiap fasa dan bacaan yang didapati hendaklah catitkan.
- (g) Laporan-laporan yang didapati dibandingkan (record).

Fasa-fasa boleh dikenalpasti.



Rajah 4

Punca ditempat B

- 1 = 10 MΩ
- 2 = 1 MΩ
- 3 = 0 MΩ
- N = ∞

Punca ditempat A

- R = 10 MΩ
- Y = 1 MΩ
- B = 0 MΩ
- N = ∞

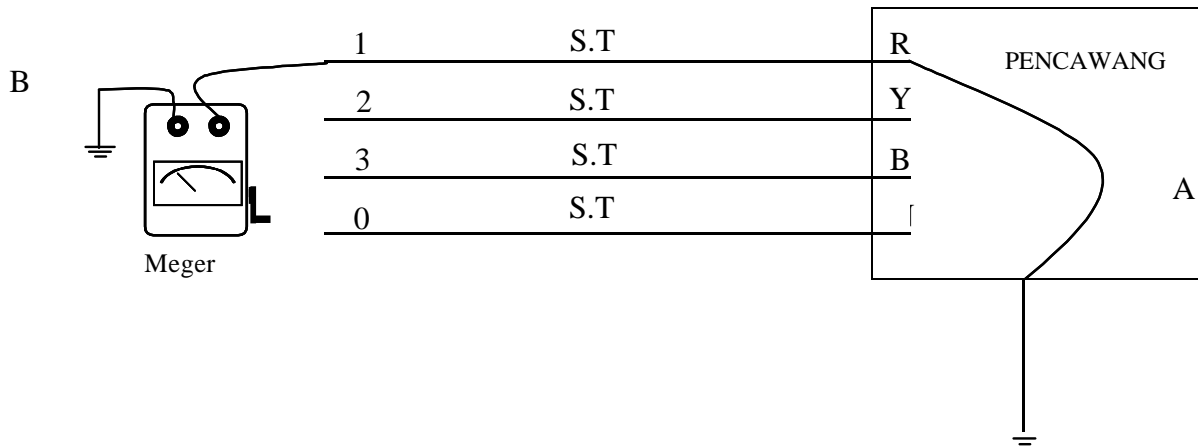
NAMA

NO. K/P

2.6 Kenalpasti cara menguji ujian pengenalan fasa dengan fasa ke bumi (Phase to Earth method).

- (a) Dipunca (A) disambungkan satu fasa kebumi kabel. Lihat contoh dalam gambarajah.
- (b) Alat penguji rintangan penebatan disambungkan ditempat (B). Skala ohm (Ω) digunakan untuk bacaan ujian seperti ujian keterusan.
- (c) Probe (L) penguji disambungkan dipunca fasa kabel dan probe (E) dipunca bumi kabel. Putarkan crank penguji dan ambil bacaan. Sekiranya jangka penguji menunjukkan bacaan 0 ohm ini menandakan punca tersebut adalah betul. Jika bacaan yang ditunjukkan adalah ∞ bermakna punca tersebut adalah salah. Anda perlu memindahkan probe penguji kepunca fasa yang lain.
- (d) Pertukarkan teras fasa pada ujian ini dibuat ini sebanyak empat kali. Setiap bacaan 0 ohm hendaklah ditandakan nombor kabel sebagai pengenalan fasa.

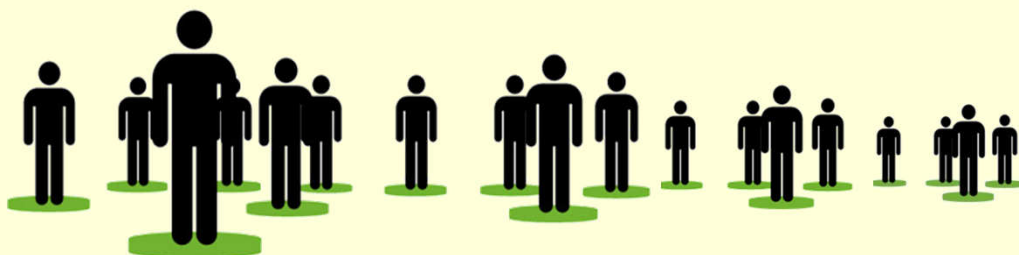
Fasa Merah (A) ke Fasa Merah (B) = Ω
 Fasa Kuning (A) ke Fasa Kuning (B) = Ω
 Fasa Biru (A) ke Fasa Biru (B) = Ω
 Talian Neutral (A) ke Neutral (B) = Ω



Rajah 5

HELAIAN PENERANGAN

LA3: PENDAWAIAN *UNDERGORUND CABLE*



HELAIAN PENERANGAN	<i>INSTALL CABLE DUCTING</i>		MUKA: 1 DARI: 4
NAMA		NO. K/P	
<p>TAJUK: PENGENALAN KEPADA PEPASANGAN SESALUR KABEL BAWAH TANAH</p> <p>TUJUAN:</p> <p>Helaian Penerangan ini bertujuan menerangkan rekabentuk pemasangan sesalur kabel bawah tanah yang terdapat pada sesuatu pemasangan industri serta dapat memantapkan lagi pengetahuan dan kemahiran dalam melakukan kerja-kerja penyelenggaraan pemasangan elektrik voltan rendah.</p> <p>PENERANGAN</p> <p>Kabel adalah perantaraan atau bahantara untuk membawa tenaga elektrik dari punca penjanaan ke tempat pengguna. Oleh kerana kadaran arus, kadaran voltan, keadaan alat dan tempat pemasangan, yang berbeza- beza, maka terdapat kabel-kabel dalam berbagai jenis dan saiz bagi memenuhi keperluan tersebut.</p> <p>Kabel-kabel elektrik boleh dibahagikan kepada beberapa jenis mengikut bekalan arus ulanglik atau arus terus seperti berikut:</p> <ul style="list-style-type: none"> - kabel voltan tinggi - kabel voltan rendah - kabel kawalan - kabel telehubungan - kabel data/isyarat <p>Definasi pemilihan pemasangan kabel.</p> <p>Pemasangan yang baik bergantung kepada pemilihan kabel dan pendawaian yang sesuai. Oleh kerana itu pemilihan yang teliti hendaklah dibuat agar kabel tersebut tidak membahayakan pengguna tetapi cekap dan berharga murah. Untuk memenuhi kehendak peraturan MS IEC 60364 pada jadual yang telah disediakan kadaran arus dan susutan voltan berbagai –bagai saiz dan jenis kabel. Kadaran voltan kabel-kabel ini adalah 600/1000V atau 1000/1000V bagi kabel yang bertebatkan mineral. Kesemua voltan ini dikendalikan pada frekuensi 50 Hz . Untuk membuat pemilihan kabel , faktor – faktor berikut adalah diambil kira iaitu;</p> <ol style="list-style-type: none"> a. Jenis kabel b. Susutan voltan c. Keupayaan kabel untuk membawa arus . 			

NAMA

NO. K/P

Spesifikasi pemasangan sesalur kabel bawah tanah sistem duct

Bekalan masuk dari pihak pembekal kebanyakannya menggunakan kabel bawah tanah dan dipasang melalui peparit kabel (cable trench). Melalui sasalur ini pengalir kabel amat mudah disambungkan ke pemutus litar .

Bagi memudahkan kerja-kerja senggaraan kabel keluar dan masuk yang bersaiz kecil atau besar ia amat sesuai dipasang pada sistem sesalur dimana ianya bergantung kepada kemana kabel itu pergi, sama ada kedalam bangunan atau keluar bangunan .

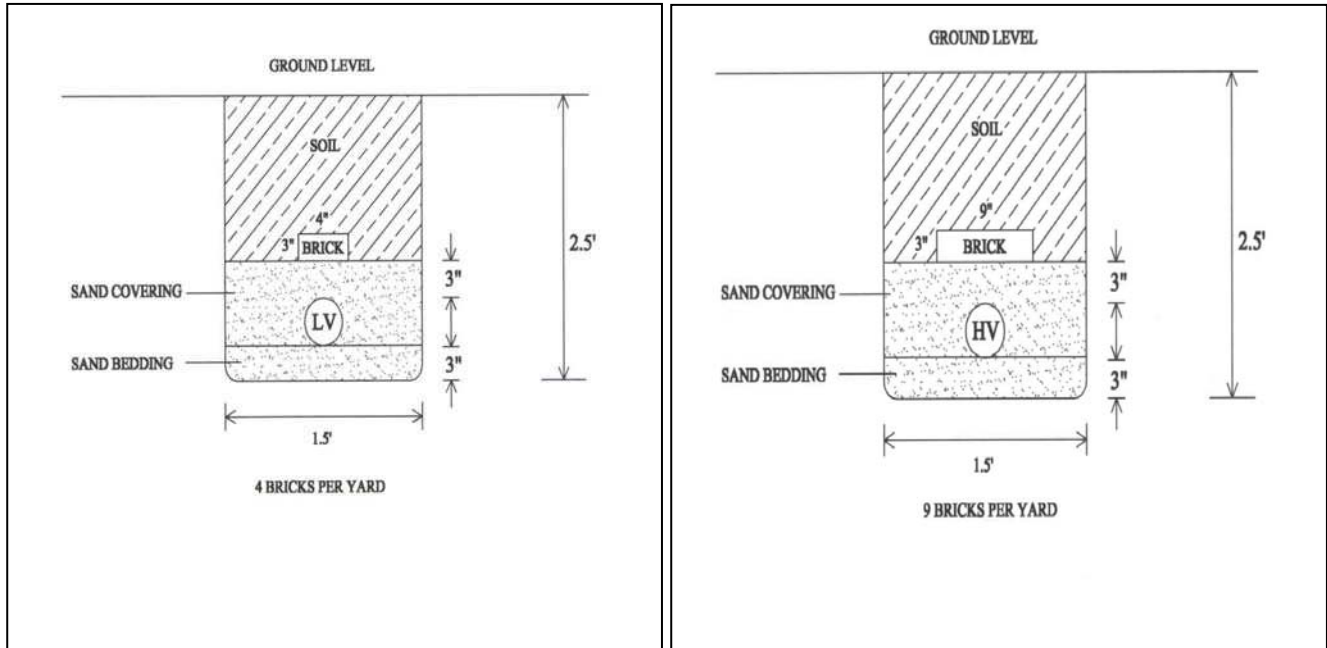
Berikut adalah dinyatakan spesifikasi jadual pemasangan sesalur kabel bawah tanah.

JENIS KABEL	KAWASAN / TEMPAT	KETINGGIAN TANAM (MINIMA)	KELUASAN UNTUK LALUAN		
			1 KABEL	2 KABEL	3 KABEL
Kabel Voltan Rendah	Atas tanah biasa	30 "	18 "	18 "	18 "
	Jalan raya biasa	36 " atau 42 "	18 "	18 "	18 "
	Melintasi jalan raya	36 " atau 42 "	24 "	24 "	27 "
Kabel Voltan Tinggi	Atas tanah biasa	30 "	18 "	24 "	33 "
	Jalan raya biasa	36 " atau 42 "	18 "	24 "	33 "
	Melintasi jalan raya	36 " atau 42 "	24 "	24 "	27 "
Kabel Voltan Rendah & Kabel Pilot	Atas tanah biasa	30 "	18 "	33 "	48 "
	Jalan raya biasa	36 " atau 42 "	18 "	33 "	48 "
	Melintasi jalan raya	36 " atau 42 "	24 "	24 "	27 "

Rajah 1: Jadual spesifikasi pemasangan sesalur kabel bawah tanah

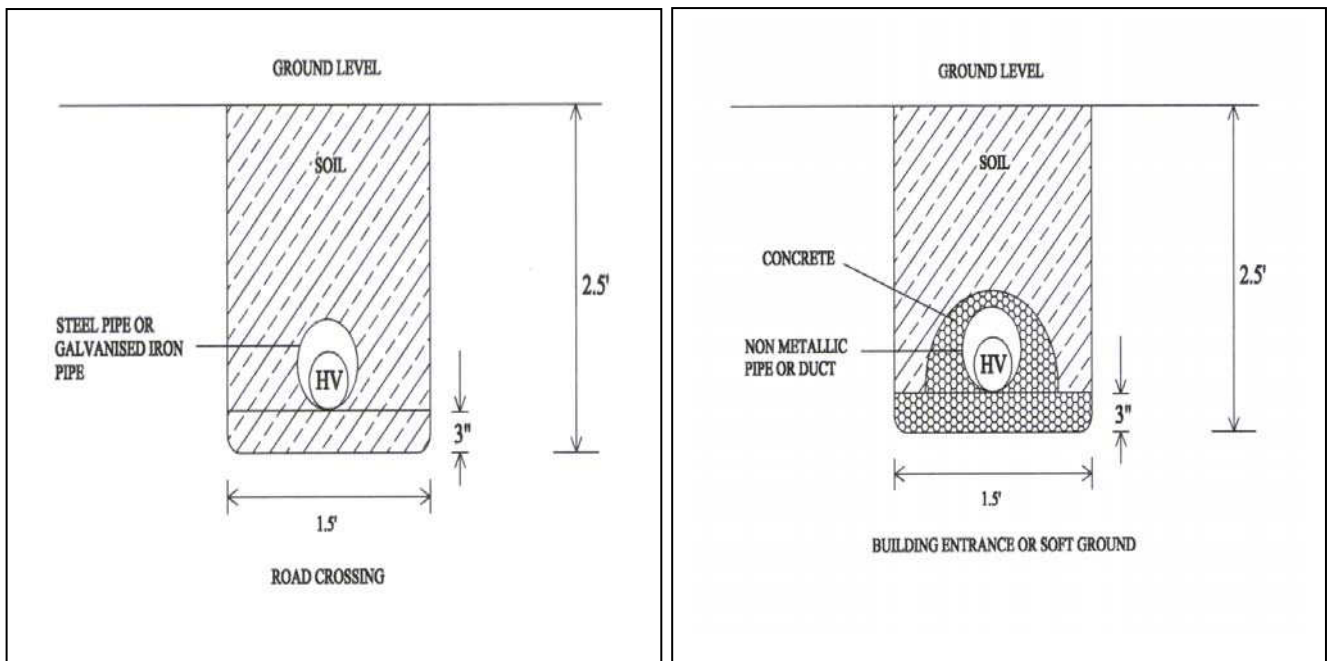
Terdapat dua kaedah pemasangan merentangi kabel pada sesalur kabel bawah tanah itu:

a. Merentangi kabel terus di dalam tanah.



Rajah 2: Gambarajah pemasangan kabel secara terus pada sesalur bawah tanah.

b. Merentangi kabel dengan menggunakan paip & 'duct'.



Rajah 3: Gambarajah pemasangan kabel menggunakan paip atau duct pada sesalur bawah tanah.

NAMA

NO. K/P

Dalam jadual dibawah dinyatakan spesifikasi penggunaan kabel pelbagai teras pengalir kuprum dan aluminium pada pemasangan sesalur bawah tanah dan sistem duct.

Nominal area of conductor		Laid direct in the ground		In single-way ducts		In air	
Metric	Imperial	Aluminium conductor	Copper conductor	Aluminium conductor	Copper conductor	Aluminium conductor	Copper conductor
mm	in mm	amp	amp	amp	amp	amp	amp
10		-	88	-	73	-	74
	0.225 14.5	85	110	68	87	71	92
16		88	115	73	96	73	97
25		115	150	94	125	197	130
	.04 25.8	120	155	94	120	100	130
35		140	185	115	150	120	160
	.06 38.7	150	190	120	155	130	170
50		165	215	135	180	140	190
	.10 64.5	205	260	165	210	180	230
70		200	270	165	220	175	235
95		235	320	195	265	210	290
	.15 96.8	250	320	205	260	230	290
120		-	365	-	300	-	335
	.20 129.0	295	380	240	305	275	350
150		-	410	-	340	-	380
	.25 161.3	335	430	270	345	315	400
185		-	465	-	385	-	440
	.30 193.5	380	480	300	380	355	450
240		-	540	-	445	-	520
	.40 258.0	440	560	350	445	426	540
300		-	600	-	495	-	590
	.50 322.5	490	620	390	495	475	600
400		-	670	-	560	-	670

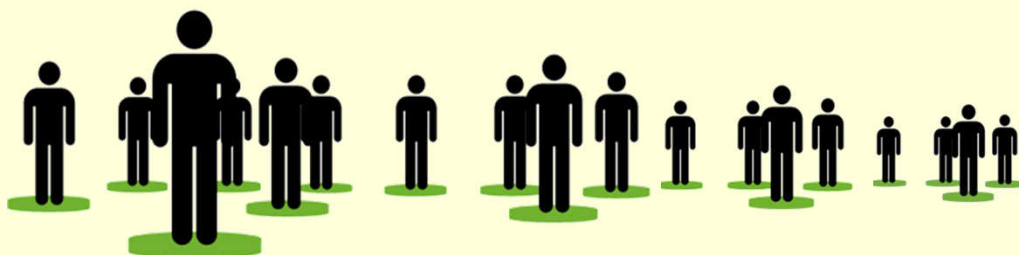
Rajah 4: Jadual spesifikasi penggunaan kabel pelbagai teras pengalir kuprum dan aluminium pada pemasangan sesalur bawah tanah dan sistem duct

Jenis-jenis kabel bawah tanah yang digunakan untuk pemasangan sesalur bawah tanah dan sistem duct adalah seperti berikut:

- Kabel PVC/PVC
- Kabel PVC/SWA/PVC
- Kabel XLPE/PE
- Kabel XLPE/SWA/PE
- Kabel penebat kertas (Belted paper / PILCDSTA)

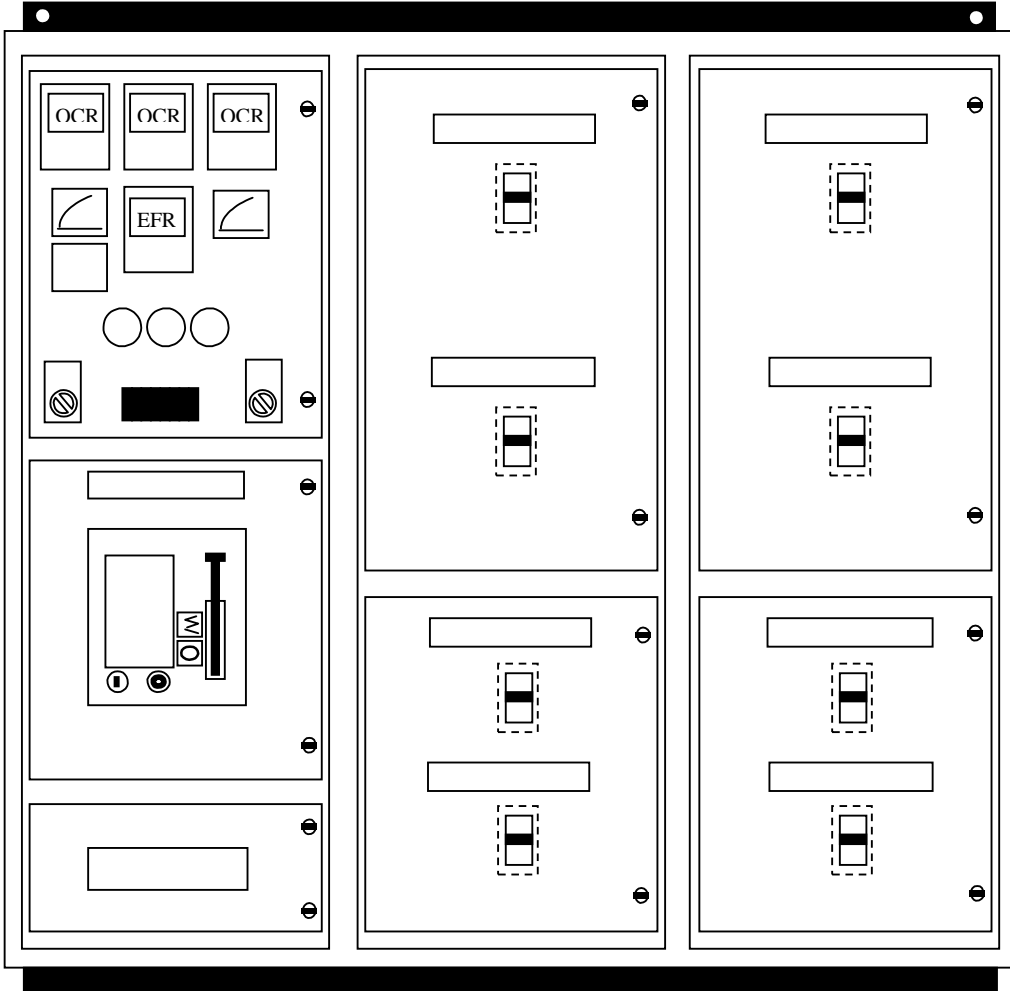
HELAIAN PENERANGAN

LA4: PENDAWAIAN MAIN SWITCH BOARD DAN SUB SWITCH BOARD



HELAIAN PENERANGAN	PENGENALAN KEPADA PAPAN SUIS UTAMA		MUKA: 1 DARI: 2
NAMA		NO. K/P	
<p>TAJUK: PENGENALAN KEPADA PAPAN SUIS UTAMA VOLTAN RENDAH</p> <p>TUJUAN:</p> <p>Helaian Penerangan ini bertujuan menerangkan rekabentuk dan fungsi aksesori peralatan yang terdapat pada papan suis utama voltan rendah bekalan tiga fasa untuk sesuatu pemasangan industri serta dapat memantapkan lagi pengetahuan dan kemahiran dalam melakukan kerja-kerja penyelenggaraan pemasangan elektrik.</p> <p>PENERANGAN</p> <p>Pada umumnya penggunaan papan suis utama dalam pemasangan elektrik adalah bertujuan untuk mengawal kemasukan bekalan dan pengagihan bekalan ke beban – beban pengguna. Papan suis utama (PSU) adalah satu komponen atau perkakas pemasangan elektrik yang mula-mula sekali menerima bekalan elektrik sebelum ianya diagih-agihkan ke bahagian-bahagian beban lain atau bangunan. Ia juga merupakan pusat kawalan kepada keseluruhan pemasangan voltan rendah.</p> <p>1. Spesifikasi penggunaan papan suis utama.</p> <ol style="list-style-type: none"> a. Di dalam PSU inilah terdapatnya perkakas suis untuk tujuan kawalan dan perlindungan. Bekalan masuk utama boleh dikawal iaitu ON atau OFF di PSU. Alat dan komponen perlindungan utama yang mengawal dan melindungi keseluruhan pemasangan ditempatkan di sini. b. Peranan, saiz fizikal dan fungsi PSU adalah bergantung kepada keupayaan membawa arus. Ada sesetengah PSU hanya mengawal beban elektrik yang tertentu sahaja misalnya motor-motor elektrik. <p>2. Jenis-jenis rekabentuk papan suis utama.</p> <p>Rekabentuk papan suis utama adalah sama dengan jenis dengan sub papan suis yang biasa digunakan iaitu:-</p> <ol style="list-style-type: none"> a. Jenis melekat di dinding (wall mounted). b. Jenis Cubicle. <p>Jenis melekat didinding biasanya untuk pemasangan kecil iaitu kurang daripada 150 ampiar manakala jenis cubicle untuk pemasangan sederhana dan pemasangan besar.</p>			

PANEL PAPAN SUIS UTAMA (MSB) DAN KELUARAN MCCB



HELAIAN PENERANGAN	PENGENALAN KEPADA SUB PAPAN SUIS VOLTAN RENDAH		MUKA: 1 DARI: 7
NAMA		NO. K/P	
<p>TAJUK: PENGENALAN KEPADA SUB PAPAN SUIS VOLTAN RENDAH</p> <p>TUJUAN:</p> <p>Helaian Penerangan ini bertujuan menerangkan rekabentuk dan fungsi aksesori peralatan yang terdapat pada sub papan suis voltan rendah bekalan tiga fasa untuk sesuatu pemasangan industri serta dapat memantapkan lagi pengetahuan dan kemahiran dalam melakukan kerja-kerja penyelenggaraan pemasangan elektrik tiga fasa.</p> <p>PENERANGAN</p> <p>Sub papan suis adalah sebuah peti kawalan pemasangan tiga fasa voltan rendah di mana sumber bekalan yang disalurkan daripada papan suis utama voltan rendah dapat diagihkan ke dalam pemasangan di bahagian papan agihan atau terus ke panel kawalan motor.</p> <p>1. Spesifikasi penggunaan sub papan suis.</p> <ol style="list-style-type: none"> a. Peti sub papan suis biasanya akan diletakkan di tiap-tiap tingkat bagi bangunan bertingkat atau tiap-tiap bahagian didalam sesuatu kilang. Cabang-cabang litar seperti litar kuasa, litar lampu, kawalan motor, litar-litar pencegah kebakaran akan mengambil bekalan daripada sub papan suis utama. b. Sekiranya papan suis utama terletak jauh daripada sesuatu beban, sub papan suis hendaklah dipasang bagi memudahkan kerja-kerja penyelenggaraan dan mengadakan sistem kawalan ke beban tersebut. c. Sub papan suis direka bagi mengelakkan gangguan bekalan sekiranya terdapat mana-mana bahagian pemasangan dalam bangunan mengalami gangguan bekalan atau terdapat aktiviti penyelenggaraan pemasangan. d. Ia juga dapat menjimatkan kos pemasangan kabel dan mengurangkan susutan voltan sekiranya terdapat beban baban besar dalam pemasangan elektrik. e. Sub papan suis adalah papan suis yang mendapat bekalan utamanya dari PSU. Perkataan sub adalah relatif sebab ada papan suis yang saiznya lebih besar dari PSU di tempat lain. Sub di sini bermakna lebih kecil dari Papan Suis Utama. f. Sub papan suis digunakan untuk bangunan atau beban yang berada agak jauh dan terasing dari papan suis utama. Ini adalah untuk menjimatkan kabel dan memudahkan kerja-kerja kawalan senggaraan. g. Di dalam sub papan suis (sub-switch board) terdapatnya perkakas suis untuk tujuan kawalan dan perlindungan. Bekalan masuk utama boleh dikawal iaitu ON atau OFF di Sub-SB. Alat dan komponen perlindungan utama yang mengawal dan melindungi keseluruhan pemasangan ditempatkan di sini. h. Peranan, saiz fizikal dan fungsi sub papan suis adalah bergantung kepada keupayaan membawa arus, kegunaan Sub-SB itu sendiri serta apakah yang hendak dikawalnya. Ada sesetengah Sub-SB hanya mengawal beban elektrik yang tertentu sahaja misalnya motor-motor elektrik. 			

HELAIAN PENERANGAN	PENGENALAN KEPADA SUB PAPAN SUIS VOLTAN RENDAH		MUKA: 2 DARI: 7
NAMA		NO. K/P	
<p>2. Jenis-jenis rekabentuk sub papan suis. Umumnya ada terdapat dua jenis sub papan suis yang biasa digunakan iaitu</p> <ol style="list-style-type: none"> a. Jenis melekat di dinding (<i>wall mounted</i>). b. Jenis Cubicle. <p>Jenis melekat di dinding biasanya untuk pemasangan kecil iaitu kurang daripada 150 ampiar, manakala jenis cubicle untuk pemasangan sederhana dan pemasangan besar.</p> <p>3. Binaan sub papan suis</p> <p>Bagi jenis cubicle binaan sub papan suis menggunakan rangka utama yang akan menyokong berat segala peralatan yang terdapat di dalam papan suis. Kekuatan rangka hendaklah minima 10G berbentuk U –section channel. Rangka yang baik adalah dari jenis berlubang-lubang dengan saiz yang sesuai dan dengan jarak 25mm supaya tidak mengurangkan kekuatan mekanikalnya. Jenis ini dipanggil jenis modular di mana ia boleh ditambah dan dibesarkan dengan mudah iaitu dengan menyambung sahaja rangka tambahan.</p> <p>Di sekeliling bahagian luar ditutup dengan kepingan logam dengan tebal tertentu (tebal minima 14G di bahagian belakang dan tepi papan suis). Palang bas pbumian dengan keratan rentas yang mencukupi dipasang di bahagian bawah sebelah dalam papan suis meliputi keseluruhan sistem pbumian.</p> <p>Terdapat tiga bentuk binaan sub papan suis</p> <ol style="list-style-type: none"> a. Tiada kompartmen iaitu tiada dinding pemisah di antara bahagian-bahagian dalam sub papan suis. b. Sebahagian berkompartmen iaitu sebahagian sahaja dipisahkan daripada yang lain. c. Sepenuhnya berkompartmen iaitu semua bahagian diasingkan. <p>4. Perkakas suis dan komponen sub papan suis.</p> <p>Terdapat berbagai alat dan perkakasuis dalam sub papan suis bagi membuat kawalan perlindungan dan pengagihan bekalan ke beban.</p> <p>4.1. Bus-bar kuprum</p> <p>Bus-bar merupakan kepingan pengalir yang selalunya diperbuat dari campuran kuprum dan bersalut. Ia mengalirkan dan mengagihkan bekalan elektrik daripada pemutus litar utama ke pemutus-pemutus litar yang lain. Ianya digunakan menggantikan kabel disebabkan mudah membuat sambungan dan kemas serta mudah melaksanakan kerja pemasangan. Kedudukan bus - bar dipasang mendatar atau menegak dalam sub papan suis.</p>			

Jadual 1 : Saiz Bus-Bar Kuprum bagi Kadaran Arus Pemutus Litar

Saiz Bus-Bar Kuprum Voltan Rendah	Kadaran Arus Pemutus Litar	Saiz Bus-Bar Kuprum Voltan Rendah	Kadaran Arus Pemutus Litar
6.3 mm x 25 mm	250 Amp	6.3 mm x 125 mm	1250 Amp
6.3 mm x 31.5 mm	300 Amp	2 x 6.3 mm x 50 mm	1000 Amp
6.3 mm x 40 mm	400 Amp	2 x 6.3 mm x 80 mm	1600 Amp
6.3 mm x 50 mm	500 Amp	2 x 6.3 mm x 100 mm	2000 Amp
6.3 mm x 60 mm	600 Amp		
6.3 mm x 80 mm	800 Amp		
6.3 mm x 100 mm	1000 Amp		

Nota: $6.3\text{mm} \times 25\text{mm} \times 1.6 = 252\text{A} = 250\text{Amp} @ 1\text{mm}^2 = 1.6\text{A}$

4.2. Pemutus Litar Udara – PLU (Air Circuit Breaker)

Pemutus litar udara digunakan pada sub papan suis untuk pemasangan sederhana atau besar seperti jenis cubicle. Ia adalah sebuah alat bagi memutus atau menyambungkan bekalan seperti pengasing. Pemutus litar udara dipasang daripada jenis yang boleh ditarik keluar kerana lebih mudah untuk kerja-kerja penyelenggaraan.

4.3. Pemutus Litar Bekas Beracuan (Moulded Case Circuit Breaker - MCCB)

Pemutus litar bekas beracuan digunakan pada sub papan suis bagi tujuan mengawal arus kemasukan utama dan kawalan ke beban. Ia adalah sebuah alat perkakasuis voltan rendah yang padu digunakan untuk menyambung dan memutuskan litar secara manual dan apabila terdapat beban lebih ia boleh terpelantik secara automatik. Jenis-jenis pemutus litar yang biasa digunakan adalah

- i. Jenis hidrolik magnetik - (Type B)
- ii. Jenis haba dan magnetik - (Type C)
- iii. Jenis hidrolik - (Type 1)
- iv. Jenis magnetic - (Type 2)
- v. Jenis haba - (Type 3)

4.4. Alatubah arus (Current transformer)

Alatubah arus adalah komponen penting dalam pemasangan sub papan suis. Ia adalah alat untuk menurunkan arus utama di bus bar bagi mendapatkan arus yang kecil dan sesuai untuk operasi komponen – komponen seperti alat jangka dan perlindungan.

Jenis-jenis alatubah arus dan spesifikasi.

- i. Jenis pengukuran - klas 1 atau 3 atau 5 dan kuasa tanggungan 5VA atau 15VA
- ii. Jenis perlindungan – klas 10P10 dan kuasa tanggungan 15VA.

Nisbah alatubah arus adalah 100/5A, 200/5A, 300/5A, 400/5A, 600/5A, 800/5A, 1000/5A

Untuk kegunaan alat geganti perlindungan arus bocor kebumi (Earth Leakage Relay) menggunakan alatubah arus galangan (Z ct). Alat ubah arus jenis ini akan mengesan arus tidak seimbang dalam pemasangan tiga fasa. Semua pengalir fasa dan pengalir neutral akan melalui hanya pada satu alatubah arus galangan.

4.5. Gganti perlindungan

Gganti perlindungan adalah satu komponen perlindungan litar berfungsi menentukan pada tahap kerosakan dan berupaya menyalurkan bekalan ke gegelung pelantik bagi memutuskan litar secara automatik.

- i. Jenis gganti beban lebih – IDMT aruhan piring atau elektronik
- ii. Jenis gganti bocor kebumi – Elektronik
- iii. Jenis gganti rosak kebumi – IDMT aruhan piring atau elektronik

4.6. Alat pengukur

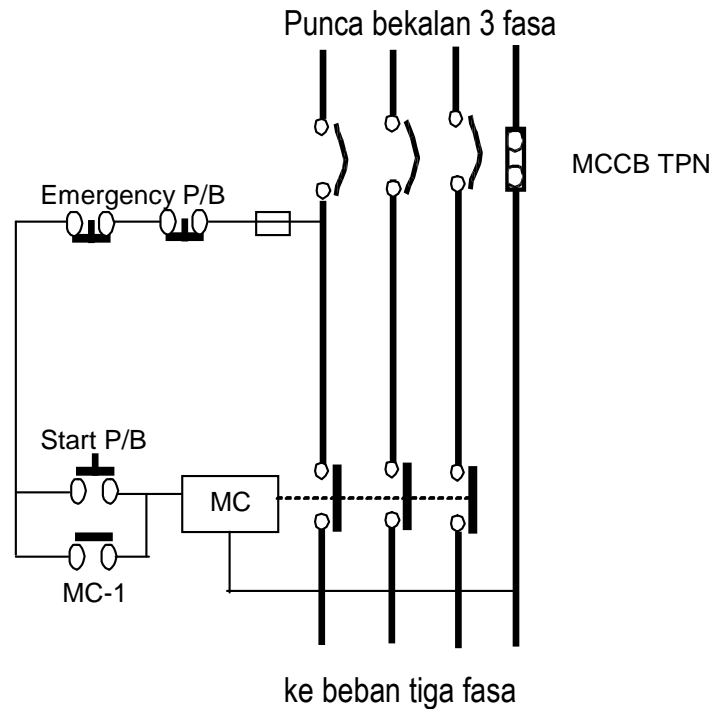
Setiap sub papan suis dipasang alat pengukur bertujuan rujukan pemasangan dan penyelenggaraan. Alat-alat jangka yang dipasang seperti jangka volt, jangka amp, jangka faktor kuasa (Cos Phi) dan jangka kehendak maksima (kW atau A).

4.7. Lampu Penunjuk

Setiap sub papan suis dimestikan memasang lampu pandu atau penunjuk bekalan bertujuan panduan keselamatan kepada pengguna semasa berada dibilik suis. Sekiranya lampu menyala ini menandakan peti suis sedang beroperasi. Terdapat tiga jenis warna lampu yang dipasang untuk membezakan antara talian tiga fasa seperti warna merah, kuning dan biru. Jenis lampu yang dipasang adalah daripada jenis neon atau jenis LED menggunakan bekalan litar satu fasa (240 V).

4.8. Sesentuh magnet (Magnetic contactor)

Sesentuh magnet digunakan pada sub papan suis untuk memutuskan bekalan apabila terdapat voltan kurang atau memutuskan bekalan semasa kecemasan. Kebiasaannya alat ini dipasang dalam bengkel kerja yang terdapat banyak mesin. Suis kecemasan didawaikan secara kawalan jauh.

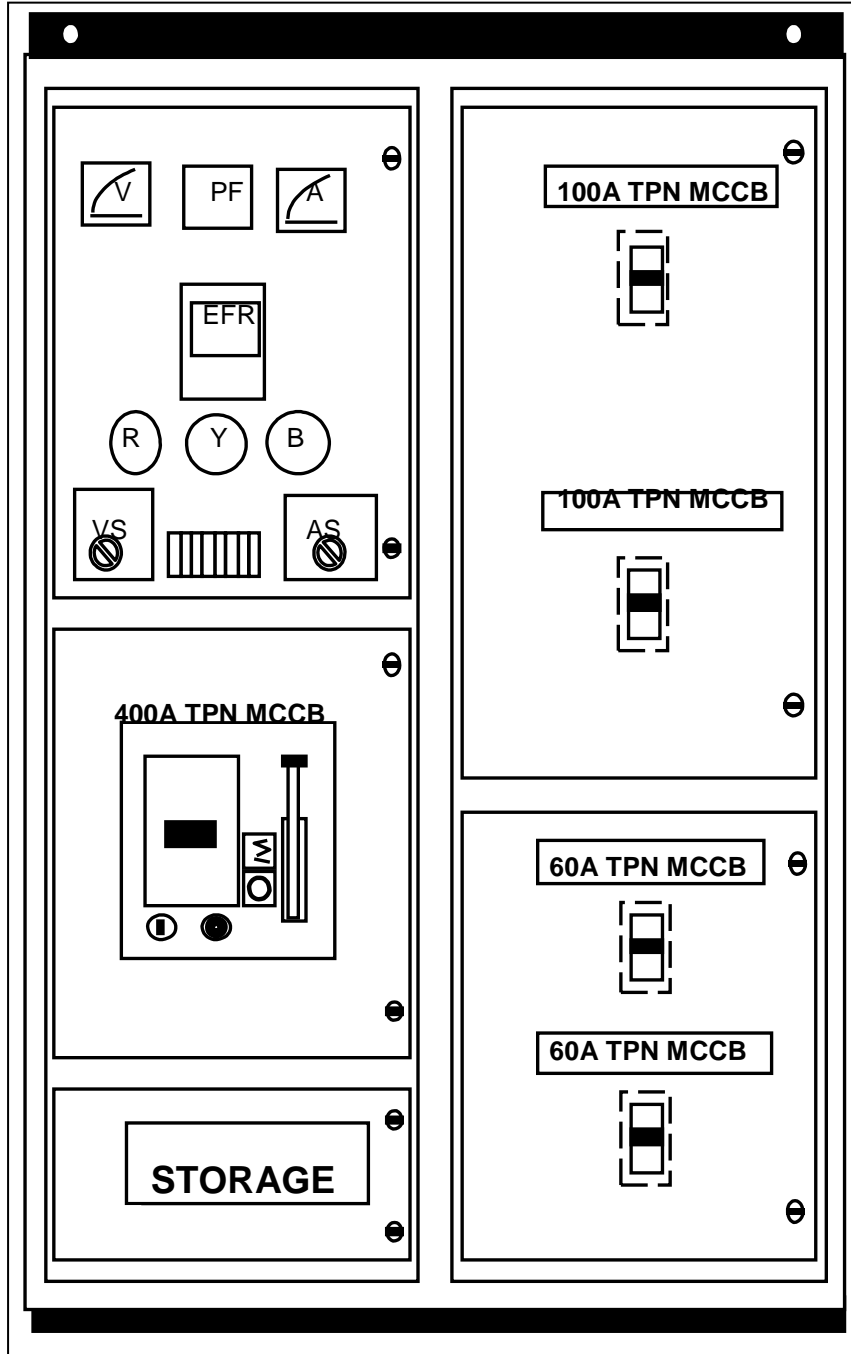


Rajah 1: Gambarajah pendawaian sesentuh dan suis kecemasan.

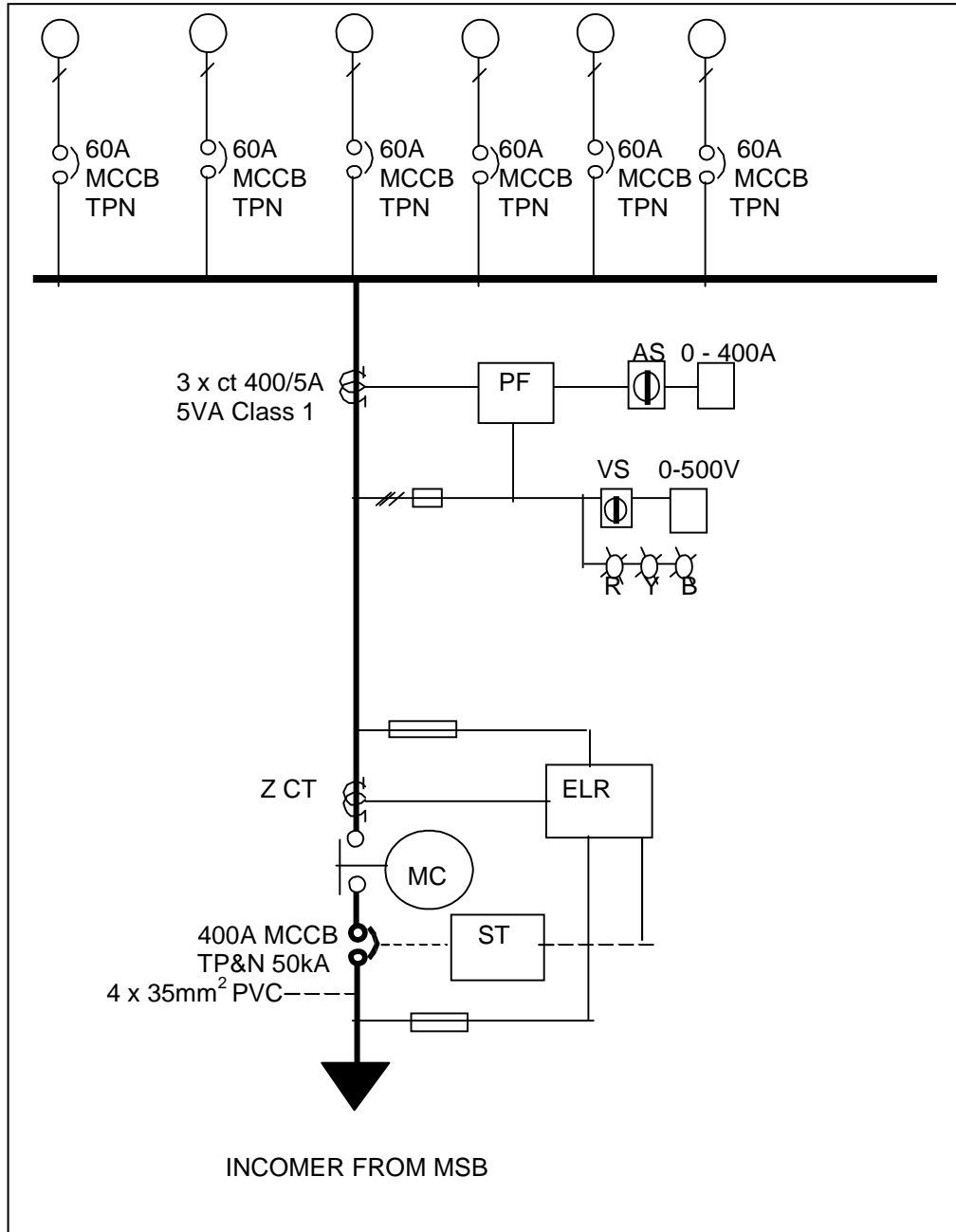
5. Litar sub papan suis.

Terdapat beberapa litar pendawaian sub papan suis seperti:-

- i. Litar kemasukan utama
- ii. Litar Keluaran ke beban
- iii. Litar sekunder
- iv. Litar kawalan perlindungan
- v. Litar lampu penunjuk satu fasa



Rajah 2: Gambarajah sub papan suis jenis cubicle



Rajah 3: Gambarajah skematik sub papan suis 3 fasa

HELAIAN PENERANGAN	PENGENALAN KEPADA SUB PAPAN SUIS VOLTAN RENDAH	MUKA: 7 DARI: 7
NAMA		NO. K/P

6. Pembumian sub papan suis

Pembumian merupakan sambungan yang dibuat antara logam sub papan suis dan bumi. Ia bertujuan untuk memberi keselamatan kepada pengguna daripada bahaya renjatan elektrik di mana arus rosak dapat mengalir terus kebumi dan memudahkan pelantikan serta merta alat geganti rosak kebumi semasa berlaku kerosakan arus kebumi. Sistem pembumian yang dijalankan adalah jenis sistem TN-S dimana pengalir bumi dari papan suis disambungkan terus ke bahagian rangka sub papan suis.

7. Ujian penyelenggaraan sub papan suis.

Mengikut Peraturan-Peraturan Elektrik 1994 beberapa ujian perlu dijalankan pada papan suis untuk memastikan pemasangan itu betul-betul selamat semasa digunakan. Ujian semasa penyelenggaraan yang dijalankan seperti ujian semasa tanpa bekalan dan ujian semasa ada bekalan.

Ujian –ujian tersebut adalah:-

- a. Ujian keterusan alat-alat
- b. Ujian keterusan pengalir
- c. Ujian keterusan pengalir bumi
- d. Ujian keterusan litar kawalan dan litar sekunder.
- e. Ujian rintangan penebatan
- f. Ujian suntikan utama
- g. Ujian suntikan sekunder
- h. Ujian tekanan
- i. Ujian bekalan 3 fasa
- j. Ujian turutan fasa

8. Kabel kemasukan utama dan keluaran

Terdapat beberapa kaedah pemasangan kabel pada sub papan suis seperti penyediaan sesalur kabel bawah tanah dan dulang kabel atau trunking. Sekiranya rekabentuk pemasangan sub papan suis jenis cubicle terdapat banyak kabel keluaran, penggunaan kabel berperisai dan pelbagai teras adalah amat sesuai dipilih dengan menggunakan sesalur kabel bawah tanah. Saiz dan keupayaan kabel boleh dirujuk pada kertas penerangan kabel atau jadual pemasangan kabel elektrik (MS IEC 60364) atau buku manual pengilang kabel.




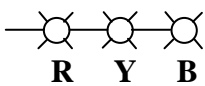
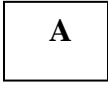

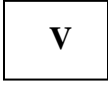



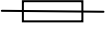
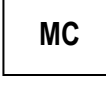
HELAIAN PENERANGAN	REKABENTUK DAN GAMBARAJAH SKEMATIK LV SSB		MUKA: 1 DARI: 6
NAMA		NO. K/P	
<p>TAJUK: REKABENTUK DAN GAMBARAJAH SKEMATIK SUB PAPAN SUIS VOLTAN RENDAH</p> <p>TUJUAN:</p> <p>Helaian Penerangan ini menerangkan rekabentuk dan gambarajah skematik satu garisan dan empat garisan bertujuan menunjukkan peralatan yang terdapat pada sub papan suis voltan rendah bekalan tiga fasa untuk sesuatu pemasangan industri serta dapat memantapkan lagi pengetahuan dan kemahiran dalam melakukan kerja-kerja penyelenggaraan pemasangan elektrik tiga fasa.</p> <p>PENERANGAN</p> <p>Dalam bahagian sub papan suis terdapat pelbagai peralatan, alat kawalan dan pengukuran. Setiap bahagian peralatan mempunyai fungsi dan tugas yang berlainan di antara satu sama lain. Untuk memastikan pengenalan alatan supaya tidak mengelirukan pengguna, dengan itu setiap satu bahagian ditunjukkan secara lukisan simbol pada pelan skematik.</p> <p>Setiap gambarajah skematik mestilah mematuhi peraturan-peraturan yang telah ditetapkan oleh pihak yang bertanggungjawab dalam penggunaan elektrik seperti Jabatan Kerja Raya, Peraturan-Peraturan Elektrik 1994 dan Pemasangan Pendawaian Dalam Bangunan (MS/ IEC 60364).</p> <p>1. Jenis plan gambarajah skematik.</p> <p>Sub papan suis ialah sebuah panel menempatkan pemasangan alat kawalan pengukuran dan peralatan suis. Bahagian litar dan peralatan dapat ditunjukkan melalui gambarajah skematik seperti gambarajah skematik satu garisan dan empat garisan.</p> <ol style="list-style-type: none"> a. Gambarajah litar skematik satu garisan dilukis bagi kegunaan menunjukkan simbol peralatan dan bahagian-bahagian litar yang terdapat dalam sub papan suis. Ia juga dapat memberi kefahaman mengenal pasti setiap bahagian keluaran. b. Gambarajah litar skematik empat garisan dilukis bagi kegunaan menunjukkan simbol peralatan yang digunakan beserta bentuk pendawaian di setiap bahagian sub papan suis. Kegunaan gambarajah ini dapat membantu dalam kerja-kerja pemasangan alat, pembaikan litar, penyelenggaraan dan mengesan kerosakan. <p>2. Spesifikasi bahagian gambarajah skematik sub papan suis.</p> <ol style="list-style-type: none"> a. Bahagian kemasukan utama adalah bahagian yang menunjukkan satu pemasangan mendatang dari punca papan suis utama dan spesifikasi kabel. b. Bahagian pembumian adalah bahagian yang menunjukkan kaedah sistem pembumian dan spesifikasi pengalir kuprum yang digunakan sebagai pengalir pelindung. c. Bahagian kawalan bekalan atau pemutus litar adalah bahagian yang menunjukkan spesifikasi pemutus litar kawalan utama sub papan suis. d. Bahagian geganti perlindungan adalah bahagian yang menunjukkan litar utama, litar sekunder dan litar kawalan geganti perlindungan dan spesifikasi peralatan geganti. e. Bahagian pengukuran adalah bahagian yang menunjukkan sambungan peralatan pengukur seperti ammeter, voltmeter dan power factor meter dalam sub papan suis. f. Bahagian keluaran adalah bahagian yang menunjukkan bilangan keluaran sambungan beban serta spesifikasi pemutus litar dan kabel. 			

NAMA

NO. K/P

3. Simbol litar skema.

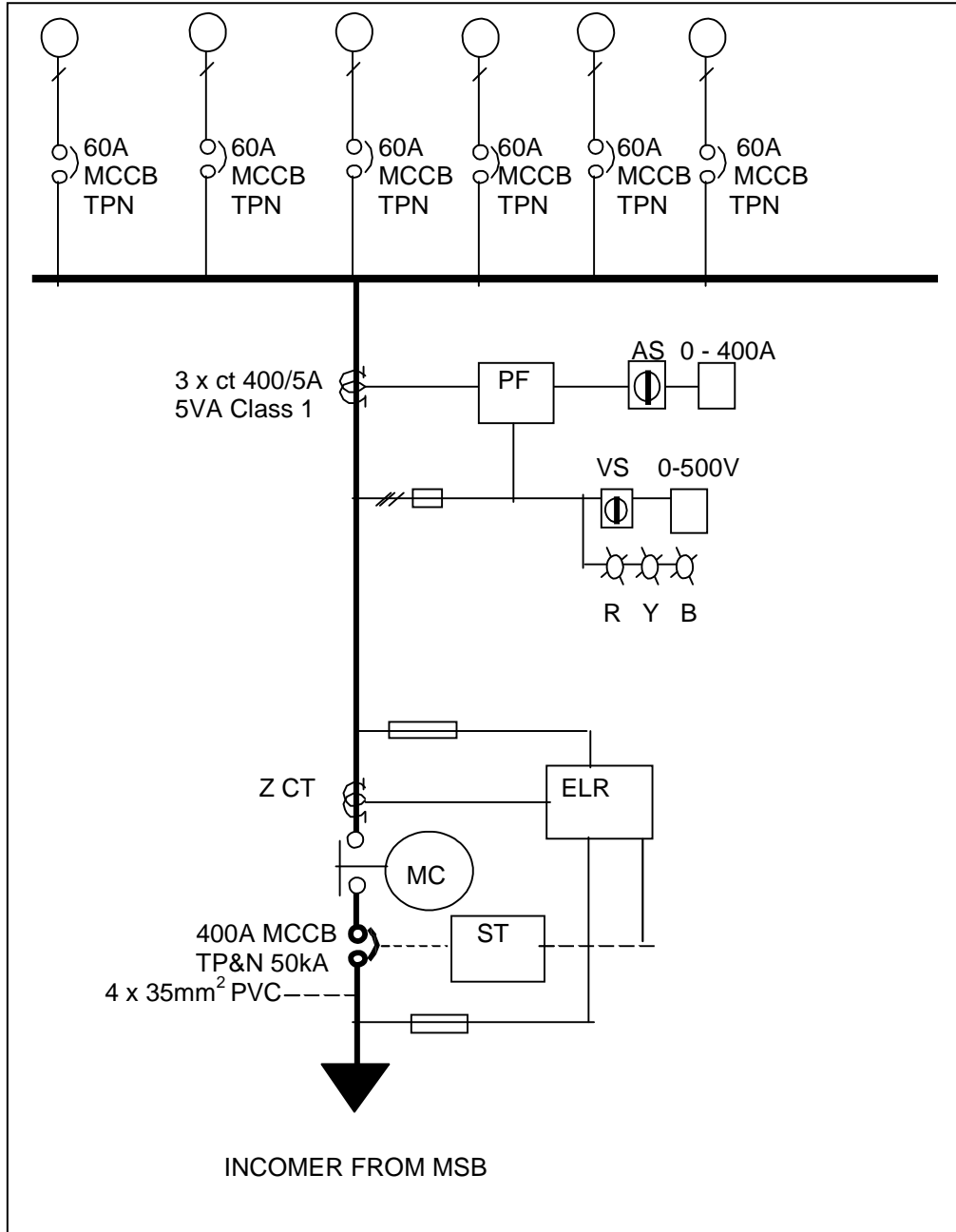
Jadual 1: Simbol litar skema

Simbol	Keterangan	Simbol	Keterangan
	MCCB		Pemutus Litar Udara (ACB)
	Alatubah arus (CT)		Lampu Penunjuk
	Meter Ampiar		Suis pemilih
	Meter Volt		Jangka Cos (PF)
	Geganti Perlindungan		Gegelung Pelantik Pirau (Shunt Trip Coil)
	Fius		Magnetic contactor

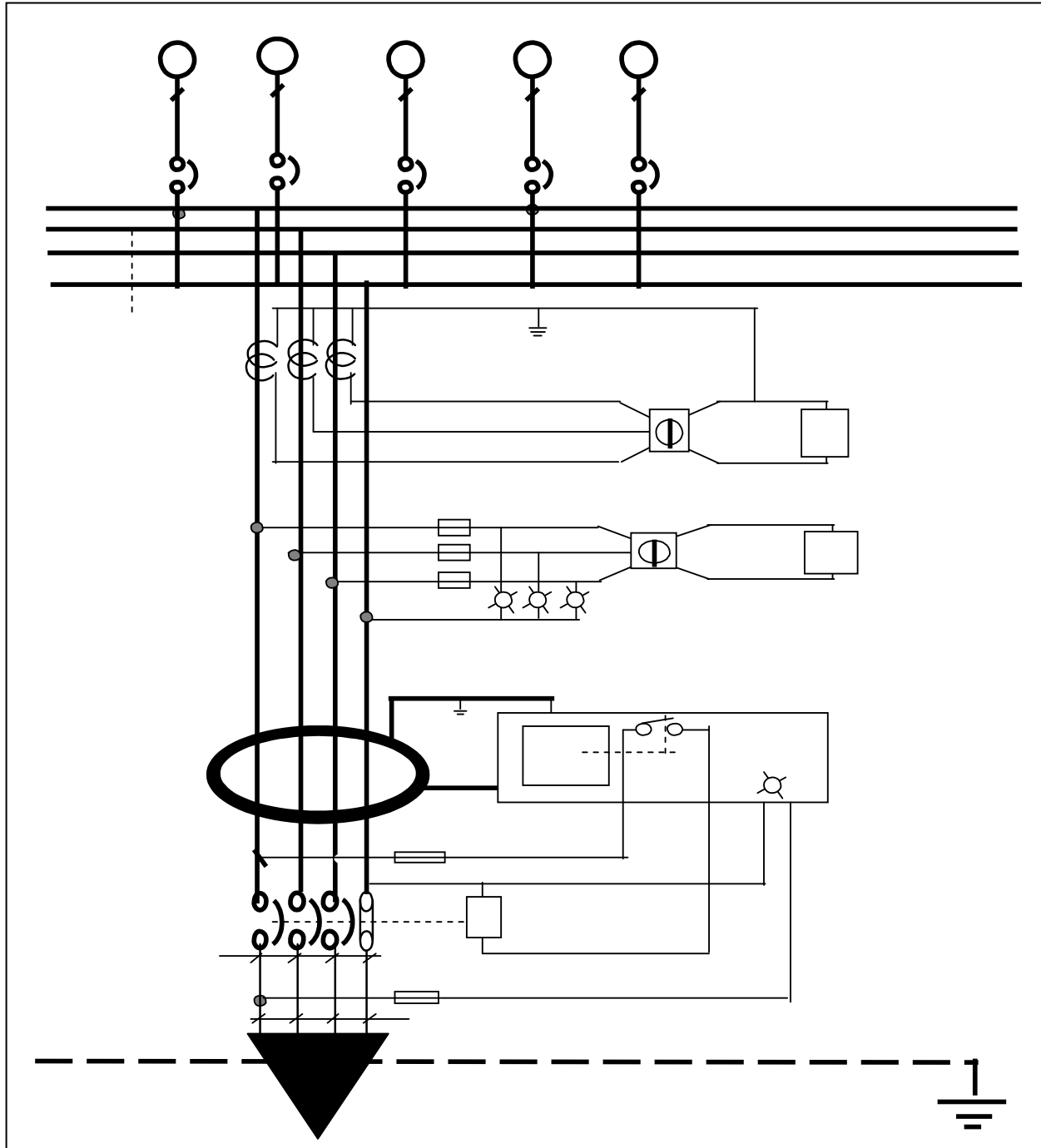


Rajah 1: Plan pandangan hadapan sub papan suis jenis *cubicle*

5 Berikut adalah contoh gambarajah skematik satu garisan dan empat garisan sub papan suis



Rajah 2: Gambarajah skematik satu garisan sub papan suis



Rajah 3: Gambarajah skematik empat garisan sub papan suis

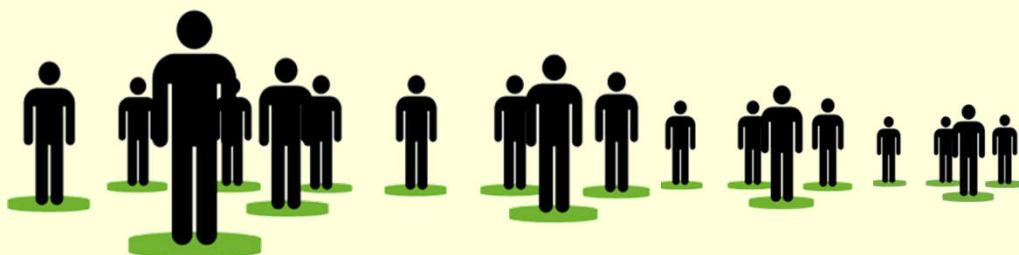
HELAIAN PENERANGAN	REKABENTUK DAN GAMBARAJAH SKEMATIK LV SSB		MUKA: 6 DARI: 6
NAMA		NO. K/P	
<p>5. Pemeriksaan sub papan suis.</p> <ul style="list-style-type: none"> a. Periksa semua lampu penunjuk, suis pemilih, meter voltan, meter ampere dan meter faktor kuasa. b. Periksa dan ketatkan semula semua skru, sesentuh, pangkalan utama dan tamatan. c. Periksa keadaan kabel daripada kesan kebakaran atau kepanasan, sebatian jika ada yang meleleh keluar dan lain-lain keadaan yang luar biasa. d. Rekod bacaan maksimum voltan, arus, faktor kuasa dan sebagainya dan catatkan di dalam buku log. e. Uji penebatan kabel dan semua sambungan yang berkaitan. f. Uji keterusan sistem pbumian dan semua pangkalan tamatan dan sambungan g. Uji dan set semula geganti rosak kebumi termasuk pengubah dan lain-lain yang berkaitan. h. Periksa keadaan pemasangan bus bar dan pastikan ianya baik dan selamat. 			

HELAIAN PENERANGAN	PENGENALAN KEPADA PANEL KAPASITOR BANK		MUKA: 1 DARI: 2
NAMA		NO. K/P	
<p>TAJUK: PENGENALAN KEPADA PANEL KAPASITOR BANK</p> <p>TUJUAN:</p> <p>Helaian Penerangan ini bertujuan menerangkan rekabentuk dan fungsi aksesori peralatan yang terdapat pada panel kapasitor bank di papan suis utama voltan rendah bekalan tiga fasa untuk sesuatu pemasangan industri. Pada umumnya penggunaan litar arus ulangalik yang mengalami masalah faktor kuasa mestilah diperbaiki bagi mengelakkan berlaku kehilangan kecekapan pada penggunaan alat. Kertas penerangan ini juga akan menerangkan cara menaikkan dan cara pembedahan faktor kuasa dengan menggunakan panel kapasitor bank serta dapat memantapkan lagi pengetahuan dan kemahiran dalam melakukan kerja-kerja penyelenggaraan pemasangan elektrik.</p> <p>PENERANGAN</p> <p>1. Spesifikasi pembedahan faktor kuasa.</p> <ol style="list-style-type: none"> a. Pembedahan atau pembaikan faktor kuasa memerlukan pemasangan peralatan yang mempunyai ciri-ciri berlawanan dengan kuasa reaktif yang menjadi punca faktor kuasa rendah. b. Cara yang paling mudah, murah dan praktikal ialah dengan pemasangan Kapasitor Bank. Kapasitor mempunyai ciri-ciri yang berlawanan dengan gelung. Gelung mempunyai ciri-ciri mengekori (<i>lagging</i>) manakala kapasitor mempunyai ciri-ciri mendahului (<i>leading</i>). c. Cara lain ialah dengan menggunakan motor segerak (<i>Synchronous Motor</i>), tetapi cara ini melibatkan kos yang tinggi dan senggaraan yang tinggi juga sebab banyak bahagian mekanikal yang berputar. Motor segerak hanya sesuai jika ia digunakan sebagai proses penggerak dan sebagainya dan dalam masa yang sama ia berfugsi untuk memperbaiki faktor kuasa. d. Harga kapasitor bank tidaklah begitu tinggi berbanding dengan motor segerak dan ia adalah suatu alat statik dan tiada bahagian mekanikal yang berputar. Kos senggaraannya tersangat rendah dan mempunyai kecekapan yang tinggi. 			

HELAIAN PENERANGAN	PENGENALAN KEPADA PANEL KAPASITOR BANK		MUKA: 2 DARI: 2
NAMA		NO. K/P	
<p>2. Pembaikan cara sepusat menggunakan panel kapasitor bank Pembaikan cara pusat digunakan apabila jumlah beban regangan berubah-ubah sepanjang hari tetapi peralatan yang dipasang adalah terlalu terhad. Sistem ini dipasang pada keluaran bahagian utama papan suis bagi memperbaiki faktor kuasa secara automatik.</p> <p>Disamping itu adalah juga sukar untuk memasang terlalu banyak kapasitor di beberapa tempat kerana mungkin ruang tidak mencukupi, suhu ambient yang tinggi atau terdapat bahan kimia dan gas yang mungkin menyebabkan kapasitor cepat rosak..</p> <p>3. Kebaikan pembaikan sepusat.</p> <p>Cara ini adalah cara terbaik kerana faktor penggunaannya sangat ekonomi dan ia boleh disesuaikan dengan faktor kuasa yang berubah-ubah serta kos pemasangan dan senggaraan lebih murah. Operasinya juga mudah kerana boleh dikendalikan secara automatik menggunakan alatatur factor kuasa (<i>Power Factor Regulator</i>),</p> <p>Kapasitor Bank selalunya terdiri daripada beberapa langkah. Setiap langkah selalunya mempunyai kadaran yang sama dan dikawal pula oleh satu penyetuh dan fius atau MCB/MCCB.</p> <p>Operasi penyetuh pula dikawal oleh sebuah <i>Power Factor Regulator</i>.</p> <p>Jumlah langkah yang akan dipasang selalunya bergantung kepada keperluan teknikal dan kos yang terlibat dan tertakluk kepada langkah yang terdapat pada regulator yang ada dipasaran. Matlamat utama ialah untuk menentukan tiap-tiap pensuisan penyetuh pada kadar kekuatan yang maksimum, dan pada waktu yang sama membahagi kapasitor bank mengikut cara yang paling ekonomikal dan faktor kuasa dapat diperbaiki walaupun ada perubahan pada beban.</p> <p>4. Keburukan pembaikan sepusat.</p> <p>Keburukan pembaikan pusat adalah apabila beban pemasangan bertambah kapasitor bank menjadi tidak mencukupi dan perlu ditambah juga. Jika jangkaan dan persediaan telah dibuat untuk tujuan penambahan kapasitor bank, kerja akan menjadi mudah tetapi jika tidak mungkin kapasitor bank yang lama tidak dapat digunakan dan kapasitor bank yang baru perlu di pasang pula. Akibatnya adalah pembaziran dan kos tambahan yang lebih.</p> <p>5. Definasi Pembetulan faktor kuasa</p> <p>Ia adalah untuk meningkat nilai faktor kuasa yang rendah iaitu lebih daripada 0.85 menyusul atau hingga uniti. Ia juga boleh dikaitkan iaitu untuk mengecilkan sudut fasa arus supaya ia lebih hampir dengan sudut voltan seperti yang ditunjukkan dalam graf vektor arus dibawah. Jangka yang digunakan untuk membaca faktor kuasa adalah jangka kos. Oleh itu bacaan faktor kuasa boleh juga di lihat melalui gambarajah vektor arus.</p>			

HELAIAN PENERANGAN

LA5: PENYELENGGARAAN *FIRE ALARM SYSTEM*



HELAIAN PENERANGAN	<i>INSTALL FIRE ALARM ELECTRICAL SYSTEM</i>		MUKA: 1 DARI: 6
NAMA		NO. K/P	
<p>TAJUK: <i>INSTALL FIRE ALARM ELECTRICAL SYSTEM</i></p> <p>TUJUAN:</p> <p>Helaian Penerangan ini bertujuan untuk menerangkan komponen asas dalam sistem "Fire Alarm Board Trainer" dan fungsi bagi setiap komponen tersebut.</p> <p>PENERANGAN</p> <p>Tujuan utama pemasangan alat kebakaran ialah untuk mengesan kebakaran di peringkat awal. Biasanya alat pengesan ini diletakkan di bahagian atas tempat yang dilindungi. Sebagaimana yang telah diketahui bahawa sesuatu kebakaran akan menghasilkan haba, asap dan api.</p> <p>Fire Alarm Electrical System mempunyai beberapa bahagian komponen penting, komponen tersebut ialah:-</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Pengesan "Detector" 2. Panel Kawalan "Control Panel" 3. Loceng Kecemasan <p>1. Pengesan "Detector"</p> <p>Terdapat berbagai jenis Alat Pengesan kebakaran dan yang paling terkenal adalah seperti berikut:-</p> <ol style="list-style-type: none"> a. Pengesan Asap (Smoke detector) <ol style="list-style-type: none"> i) "Ionization Detector" ii) "Optical Detector" b. Pengesan bahangan (Radiation Detector) c. Pengesan Haba(Heat Detector) <p>Berbagai-bagai cara digunakan untuk menyesuaikan kegunaan alat pengesan ini. Satu cara yang biasa digunakan ialah dimana alat pengesan ini disambungkan terus ke sistem "Fire Alarm" di sesuatu bangunan dan kemudiannya disambungkan ke Balai Bomba yang paling hampir. Salah satu cara lagi ialah dengan menyambungkan kepada Sistem Pemasangan Tetap, di mana apabila alat pengesan ini dapat mengesan kebakaran ianya akan menghantar isyarat ke "Fire Alarm Panel" dan seterusnya akan membenarkan agen pemadam dilepaskan bagi memadam kebakaran.</p>			

a. Alat Pengesan Asap (Smoke Detector)

Alat ini merupakan satu alat yang sama berbentuk bulat dan di bahagian tepinya terdapat lubang-lubang halus untuk membenarkan asap dan udara masuk ke dalamnya. Alat ini biasanya diletakkan atau dipasangkan di atas bangunan dan jauh dari lubang angin dan sebagainya kerana jika alat ini dipasangkan berhampiran dengan lubang angin atau tempat dimana terdapat arus angin, keberkesanan alat ini akan berkurangan.

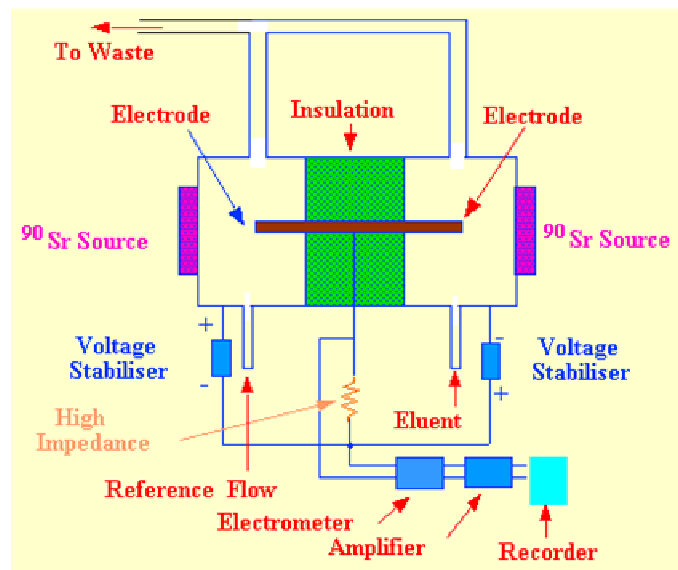
i. "Ionization Detector"

Binaan badan alat ini adalah merupakan satu tabung bulat yang memanjang dan terdapat jejaring dawai halus dibahagian tepi sebelah bawah. Ini bertujuan membenarkan udara dan asap masuk ke dalam "Chamber". Didalam "Chamber" dilengkapi dengan dua "Electrodes" yang disambungkan kepada dua wayar melalui "Amplifier" yang disambung dengan "Radio Active Source".

Dalam keadaan biasa, pergerakan "Ions" diantara dua menyebabkan hanya sedikit arus elektrik yang mengalir keluar ke litar. Oleh kerana arus letrik ini rendah maka "Amplifier akan mengawasi. Bila berlaku kebakaran, asap akan masuk ke dalam "Chamber" dan "Ions" kerana tarikan kuasa letrik akan melambatkan pergerakan ion dimana ia akan menyebabkan arus letrik berkurangan. Bila ini terjadi dan jumlahnya di bawah takat yang dihadkan, "Amplifier" akan menyembunyikan amaran.



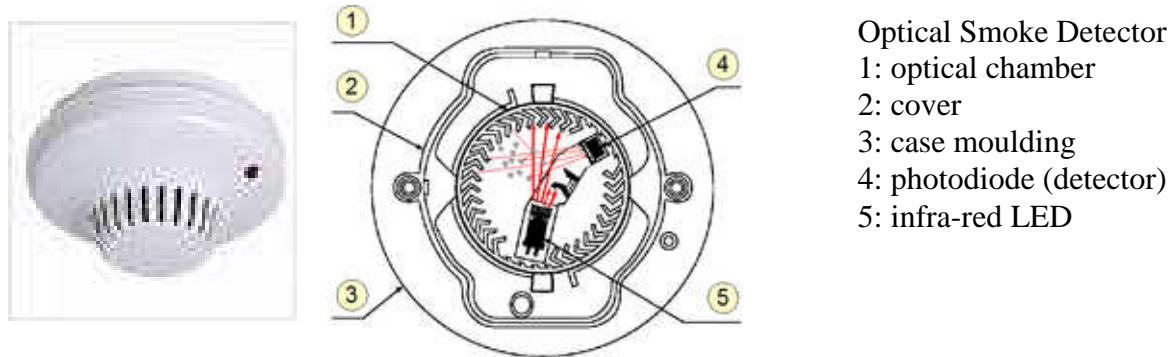
"Ionization Detector"



Rajah 1

ii. "Optical Detector"

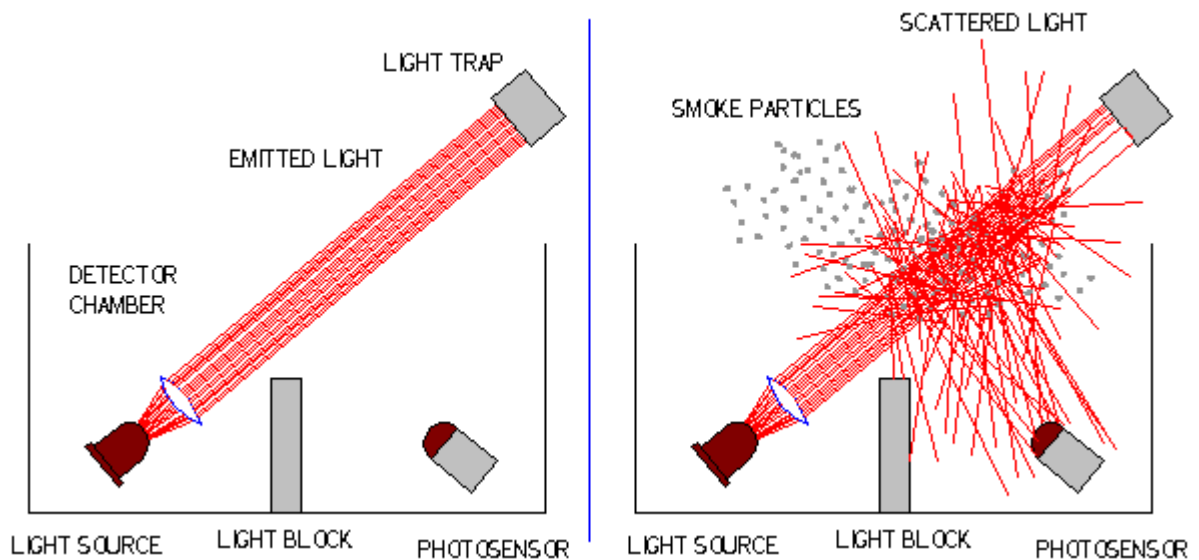
Alat ini direka dengan menggunakan dua komponen penting yang mengawal pergerakannya untuk berfungsi. Komponen tersebut ialah "Light Source" dan "Photo Electric Cell". Terdapat dua jenis "Optical Detector" iaitu "The Light-scatter Type" dan "Obstruction Type"



Rajah 2

i) "The Light -Scatter type"

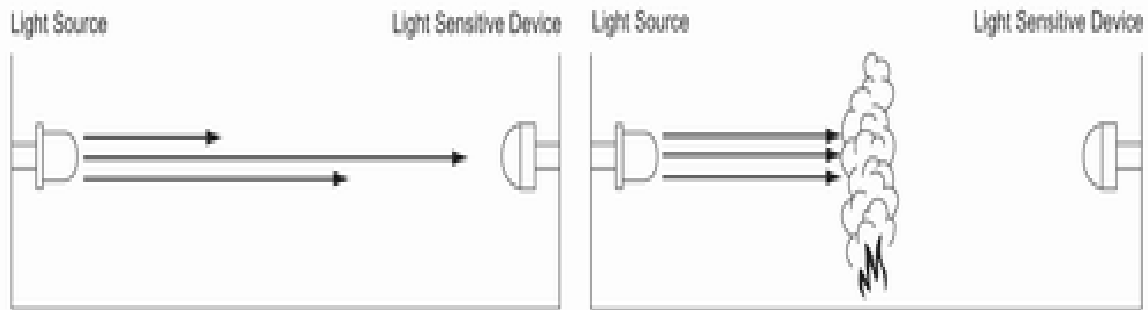
Alat ini merupakan seperti satu tabung bulat pendek dan dibuat dari bahan yang tidak tembus udara. Di dalamnya dipasangkan dengan punca cahaya dan "Photo-electric cell" di bahagian atas. Pada bahagian bawah terdapat lubang-lubang halus untuk membenarkan asap masuk sekiranya berlaku kebakaran. Dalam keadaan biasa (Non-Fire) Punca Cahaya yang dipancarkan akan terus memancarkan cahayanya secara melintang. Tetapi bila berlaku kebakaran, asap yang masuk akan menyebabkan pancaran terhalang dan ini akan menyebabkan cahaya itu akan terpesong ke "Photo-electric cell"



Rajah 3

ii) "Obstruction type"

Dalam keadaan biasa, cahaya yang dipancarkan akan melalui satu kanta bagi menumpukan cahaya ke "Photo-electric cell". Bila berlaku kebakaran, asap akan masuk ke dalam "Chamber" dan dengan ini cahaya akan terhalang dari terkena "Photoelectric cell" dan akan menyebabkan loceng berbunyi.



Rajah 4

b. Pengesan Haba "Heat Detector"

Alat pengesan haba ini direka bagi mengesan api atau kebakaran di peringkat awal. Ini adalah baik kerana ia dapat mengesan semasa haba mula terhasil. Alat ini adalah alat pengesan yang mula-mula sekali dicipta bagi tujuan mengesan kebakaran

Pengesan haba ini bekerja dengan tiga (3) cara:

- i. *"Melting of fusion in metal"*
- ii. *Pengembangan pepejal, cecair atau gas*
- iii. *Menggunakan kesan elektrik*

i. *Melting of fusion in metal*

Alat pengesan haba ini terbahagi kepada beberapa jenis kendalian, diantaranya ialah :-

- Alat Pengesan DIMAC
- Alat Pengesan Haba "Break -link Cable"

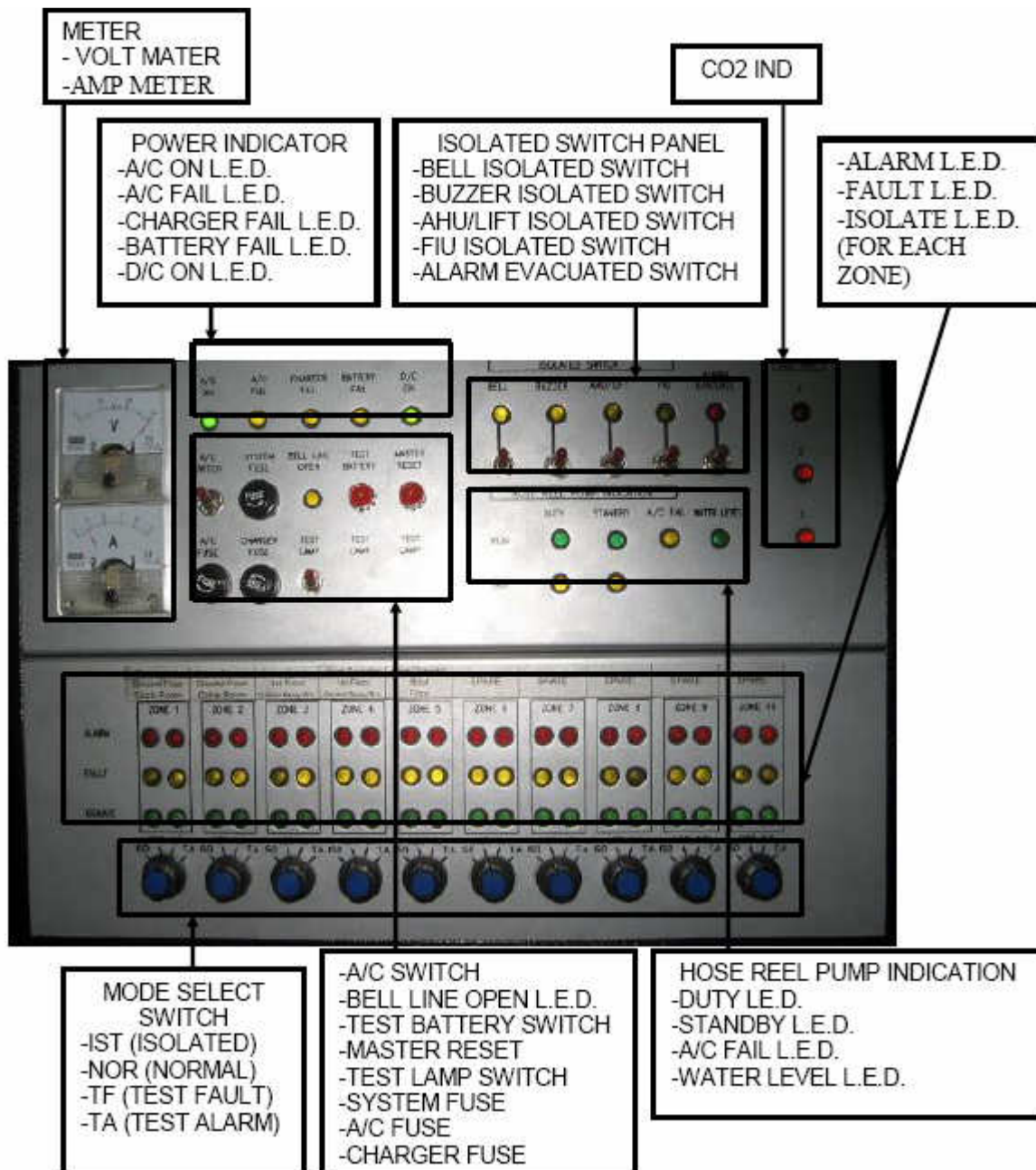
ii. *Pengembangan pepejal, cecair atau gas*

Alat pengesan haba ini terbahagi kepada beberapa jenis kendalian, diantaranya ialah :-

- Alat Pengesan Haba "FIDELA"
- Alat Pengesan Haba Menggunakan Prinsip Pengembangan "BI-METAL STRIP"
- Alat Pengesan Haba "Rate of Rise"

1. Panel Kawalan "Control Panel"

Panel kawalan ialah pusat kepada sistem kawalan secara automatik. Pada sistem tersebut semua penggera dan pengesan akan di sambung. Selain daripada itu Pusat Kawalan memudahkan untuk memantau zon-zon yang mengalami kebakaran berpandukan kepada isyarat yang diterima pada papan pemuka panel. Gambarajah menunjukkan binaan asas bagi Panel kawalan "Control Panel"



Rajah 5

2. Loceng Kecemasan

Loceng kecemasan ialah peranti yang akan mengeluarkan isyarat bunyi apabila pengesanan kebakaran mengesan sebarang unsur kebakaran.



Rajah 6

HELAIAN PENERANGAN	<i>MAINTAIN FIRE ALARM ELECTRICAL SYSTEM</i>		MUKA: 1 DARI: 3
NAMA		NO. K/P	
<p>TAJUK: <i>MAINTAIN FIRE ALARM ELECTRICAL SYSTEM</i></p> <p>TUJUAN:</p> <p>Helaian Penerangan ini bertujuan untuk menerangkan langkah-langkah untuk membuat pengujian dan kerja selenggaraan bagi “Fire Alarm Trainer”.</p> <p>PENERANGAN</p> <p>“Fire Alarm trainer” adalah satu alat yang telah dilengkapi dengan pengecas automatik untuk mengecas bateri 24V nickel kadmium selama 8 jam (cas penuh) dengan kadaran voltan 240V,50Hz. “Fire Alarm Tainer” di lengkapi dengan beberapa jenis peranti pengesan yang mana ianya akan di tempatkan di zon yang berlainan. Peranti pengesan akan mengaktifkan loceng penggera jika salah satu daripada peranti pengesan diaktifkan.</p> <p>1. Zon Zon ialah kawasan yang mana ditempatkan peranti-peranti pengesan. Panel Zon adalah terdiri daripada LED alarm fault, suis pengasing dan 3 “pole” 4 “ways” suis putar. Suis ini terdiri daripada 4 penunjuk iaitu “Isolate”, “Normal”, “Test Fault “ dan “Test Alarm”.</p> <p>2. Testing Faciliteis</p> <p>Untuk memastikan panel “Fire Alarm Trainer” berfungsi dengan baik, beberapa “test facilities” disediakan seperti berikut:-</p> <p>1. Test Alarm Condition ¾ Keadaan penggera dapat diuji dengan menggunakan suis putar”rotary switch”. Dengan menukarkan “rotary switch” ke “Test Alarm”(T.A), zone penggera LED akan berkelip dan mengaktifkan loceng penggera.</p> <p>2. Test Fault Condition ¾ “Fault condition” pada papan kawalan (control panel) dapat diuji dengan mengubah “rotary switch” pada kedudukan “Test Fault” (T.F). LED “Fault” akan berkelip dan buzzer akan diaktifkan. Fungsi “Test Fault Condition” ialah untuk menguji kawasan “call point” berfungsi dengan baik. “End of line” atau hujung sambungan pada “manual call point” hendaklah dipasang perintang 8.2 KΩ.</p>			

HELAIAN PENERANGAN	MAINTAIN FIRE ALARM ELECTRICAL SYSTEM		MUKA: 2 DARI: 3
NAMA		NO. K/P	
	<p>3. Isolate Condition $\frac{3}{4}$ Fungsi "Isolate Condition" ialah untuk membezakan diantara keadaan "false alarm" dan "true alarm". "Rotary switch" diubah pada kedudukan "ISOLATE", "LED" isolate akan berkelip dan buzzer akan diaktifkan. Pada keadaan ini penggera akan diaktifkan tetapi LED penggera akan masih berkelip. ini akan membolehkan pekerja yang bertugas untuk memeriksa kawasan "zon" tersebut.</p> <p>4. Test lamp $\frac{3}{4}$ LED pada papan kawalan dapat di uji dengan menekan suis punat tekan pada papan kawalan. Jika terdapat sebarang LED yang tidak berfungsi, ia hendaklah ditukarkan dengan serta merta untuk mengelakkan sebarang kemungkinan kebakaran yang tidak dapat dikesan.</p> <p>5. Test battery $\frac{3}{4}$ Bateri pada papan kawalan dapat diuji dengan menekan suis punat tekan. Voltmeter akan mengukur voltan pada bateri, jika voltmeter mengukur bacaan 0 volt, bateri hendaklah ditukarkan.</p> <p>6. Bell Supervision $\frac{3}{4}$ Litar "Bell supervision" ialah satu litar yang menguji "bell line feeding" berfungsi dengan baik. Jika terdapat kerosakkan litar atau litar pintas bunyi buzzer dan lampu "supervision" akan berkelip di papan panel utama. Juruteknik hendaklah memeriksa keadaan loceng dengan segera.</p> <p>7. Bell Silence Switch $\frac{3}{4}$ Fungsi suis ini adalah untuk menghindari gangguan kepada penghuni jika terdapat kemungkinan kebakaran. Loceng kecemasan boleh dimatikan dengan menekan "bell silence switch". Pada keadaan ini buzzer akan berbunyi dan lampu akan berkelip pada papan panel utama.</p> <p>8. Evacuate Switch $\frac{3}{4}$ Jika berlaku kebakaran juruteknik yang bertugas hendaklah mengaktifkan "Evacuate Switch".</p> <p>9. Reset Switch $\frac{3}{4}$ Untuk mematikan bunyi penggera, suis reset "Reset Switch" diaktifkan. kawasan zone yang terlibat boleh dipantau dengan melihat lampu yang berkelip pada papan panel utama.</p>		

NAMA

NO. K/P

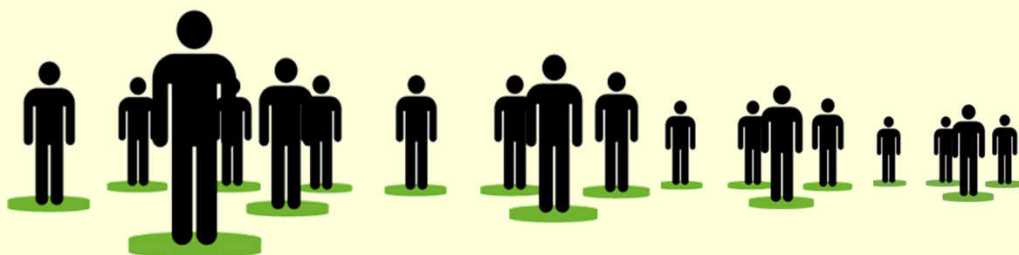
Fire Alarm Panel Check Instruction

Jadual 1

Masalah	Punca
Main "ON" Lighted	Power supply (A.C 240 volts)
D.C "ON " Lighted	Battery source (D.C 24 volts)
<i>f</i> A.C. Fail Lighted <i>f</i> Charger Fail Lighted <i>f</i> Buzzer Sound	Disconnect A.C. fuse or throw A.C. toggle switch to downward position
<i>f</i> Buzzer Sound <i>f</i> Charger Fail Lighted	Disconnect charger fuse
<i>f</i> Buzzer Sound <i>f</i> Battery Fail Lighted	Disconnect battery terminal
<i>f</i> Buzzer Sound <i>f</i> Battery Fail Lighted	Battery not charge or well
<i>f</i> All lamps Lighted	Test Lamp
<i>f</i> Buzzer Sound <i>f</i> Voltmeter reads 24 volts <i>f</i> Ammeter reads 2.5 amps	Test Battery
<i>f</i> Master Alarm Lighted <i>f</i> External bells ring	Evacuate Switch
<i>f</i> Buzzer Sound <i>f</i> Bell Silence Lighted	Bell Silence Switch
<i>f</i> Buzzer Sound <i>f</i> Bell Line Fault Lighted	Bell Line Fault (Disconnect Bell terminal)
<i>f</i> Buzzer Sound <i>f</i> Fault Lighted	Test Fault
<i>f</i> Alarm Lighted <i>f</i> Master Alarm Lighted <i>f</i> Bell Ring	Test Alarm
<i>f</i> Buzzer Sound <i>f</i> Isolate Lighted <i>f</i> Alarm Light Holding	Isolate
<i>f</i> Cancel all zone light	Reset Switch
<i>f</i> Buzzer Silence lighted <i>f</i> Buzzer cancelled	Buzzer Silence Switch

HELAIAN PENERANGAN

LA6: PENYELENGGARAAN AIRCOND DOMESTIK



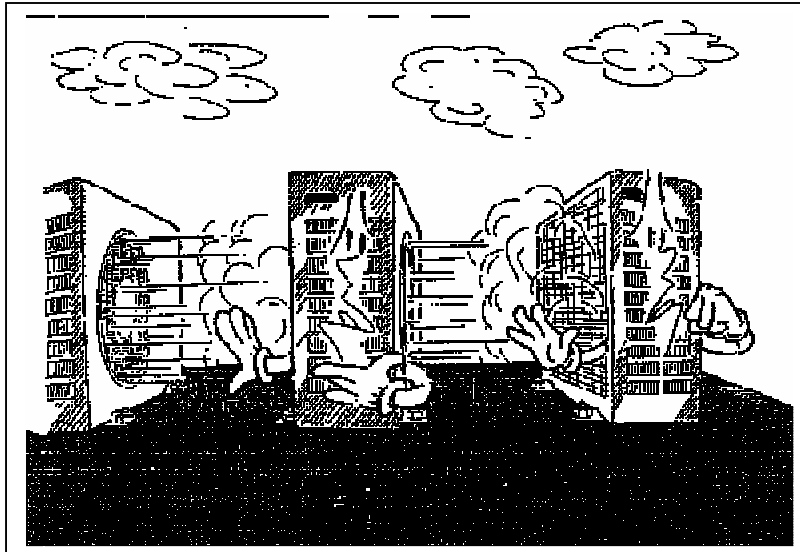
HELAIAN PENERANGAN	INSTALL SPLIT UNIT AIR CONDITIONING		MUKA: 1 DARI: 15
NAMA		NO. K/P	
<p>TAJUK: <i>INSTALL SPLIT UNIT AIR CONDITIONING</i></p> <p>TUJUAN:</p> <p>Helaian Penerangan ini bertujuan untuk menerangkan mengenai pemasangan Split Unit Air-Conditioning</p> <p>PENERANGAN</p> <p>MENINJAU LOKASI BANGUNAN DAN PENEMPATAN UNIT</p> <p>Ciri-ciri dan fizikal sesebuah bangunan adalah sangat penting untuk di pelajari. Jika ciri-ciri dan fizikal pada sesebuah bangunan diabaikan, boleh menyebabkan kos operasi yang sangat tinggi dan keselamatan pada sesebuah bangunan itu sendiri. Kos operasi ini di sebabkan oleh kekurangan kapasiti penyejukan atau berlebihan kapasiti penyejukan.</p> <p>Ciri-ciri bangunan dan penempatan unit :</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Pastikan kedudukan bangunan tidak terkena bahangan matahari dan kesan kekuatan angin. 2. Pastikan kawasan yang lapang dan mempunyai pengaliran udara yang baik. 3. Jenis bahan pembinaan yang di gunakan. 4. Ketebalan bahan pembinaan atau dinding bangunan. 5. Saiz bangunan – panjang , tinggi dan lebar bangunan. 6. Ketinggian siling – lantai dengan siling. 7. Penggunaan bangunan tersebut – untuk pejabat, hospital, bengkel jurumesin, kilang, pusat membeli-belah dan lain-lain. 8. Pastikan kedudukan tingkap – jenis dan saiznya. 9. Kedudukan pintu – lokasi, jenis, saiz dan kekerapan penggunaannya. 10. Berapa jumlah bilangan manusia yang berada di dalam bangunan. 11. Jumlah lampu dan peralatan elektrik pada sesebuah bangunan. 12. Pastikan bekalan voltan mencukupi, sama ada satu fasa atau tiga fasa. 13. Tentukan saiz keupayaan penyejukan dengan membuat pengiraan beban haba. <p>Keselamatan pada bangunan yang perlu dipatuhi semasa memasang unit.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Jangan memasang unit pada dinding jenis gibson. 2. Voltan mestilah 230V untuk satu fasa dan 400V untuk tiga fasa.(Voltan tidak boleh kurang atau lebih). 3. Jangan menebuk lubang pada beam sesebuah bangunan , terutamanya pada tiang. 4. Jangan memasang unit pada cermin bangunan. 			

LOKASI PENEMPATAN CONDENSING UNIT (OUTDOOR UNIT)

Adalah penting untuk mengetahui kedudukan yang sesuai ketika hendak memasang outdoor unit. Ini kerana kedudukan menempatkan outdoor unit pada tempat yang salah boleh mempengaruhi kapasiti penyejukan penyaman udara yang telah di pasang.

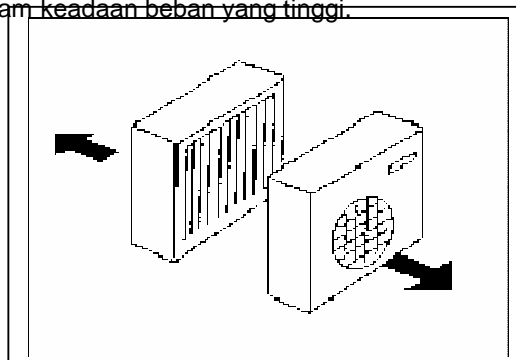
Lokasi pemasangan yang sesuai bagi outdoor unit

1. Pembebasan haba dari outdoor unit tidak terhalang. (Heat radiation of condensor not restricted)
2. Di pasang pada tempat yang kukuh. (Firm foundation, solid wall)
3. Panjang tiup mestilah mengikut spesifikasi. (Withing specified tubing length)
4. Hindarkan dari terkena percikan air. (Avoid water splashing)
5. Elakkan dari mudah di sentuh / gapai oleh kanak-kanak atau haiwan. (Avoid unit reached by children / Animals)
6. Mudah untuk melakukan pembaikan ataupun penservisan. (Easy for inspection and maintenance)

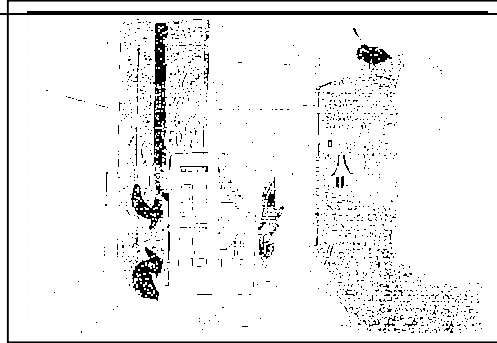
Pemasangan outdoor unit yang salah :

Rajah 1 : Pemasangan Outdoor Unit yang salah

Permasalahan yang sering dihadapi oleh mekanik atau juruteknik hawa dingin ialah kedudukan outdoor terbabit jika melibatkan lebih dari 1 unit. Kedudukan penyusunan outdoor unit yang salah seperti gambarajah di atas boleh menyebabkan unit tidak dapat berfungsi dengan sempurna ini kerana pembebasan haba yang dikeluarkan oleh outdoor unit tidak dapat bergerak dengan baik. Ini boleh menyebabkan kapasiti penyejukan berkurangan dan boleh menyebabkan jangka hayat pemampat berkurangan kerana bekerja dalam keadaan beban yang tinggi.



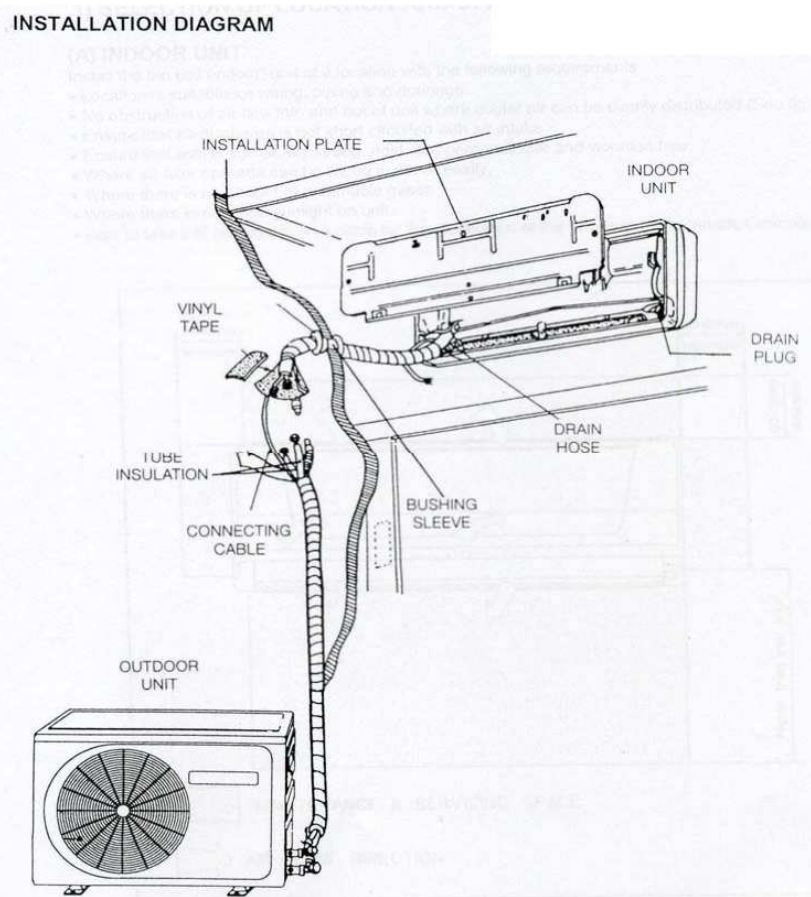
Rajah 2 : Menunjukkan kedudukan yang betul ketika menyusun outdoor unit yang lebih daripada 1 unit.



Rajah 3 : Pemasangan Outdoor Unit yang salah

Peredaran udara yang terhalang, juga boleh menyebabkan kapasiti penyejukan sistem tersebut berkurangan. Ini kerana udara panas yang disingkirkan oleh pemeluwap tidak terlepas keluar dan udara panas tersebut akan kembali semula ke pemeluwap dan suhu udara panas yang disingkirkan akan bertambah dari masa ke semasa. Jangka hayat pemampat juga akan pendek disebabkan sentiasa bekerja dalam keadaan beban yang tinggi.

Pemasangan



Rajah 4 : Manual Pemasangan Split Unit Air-Conditioning

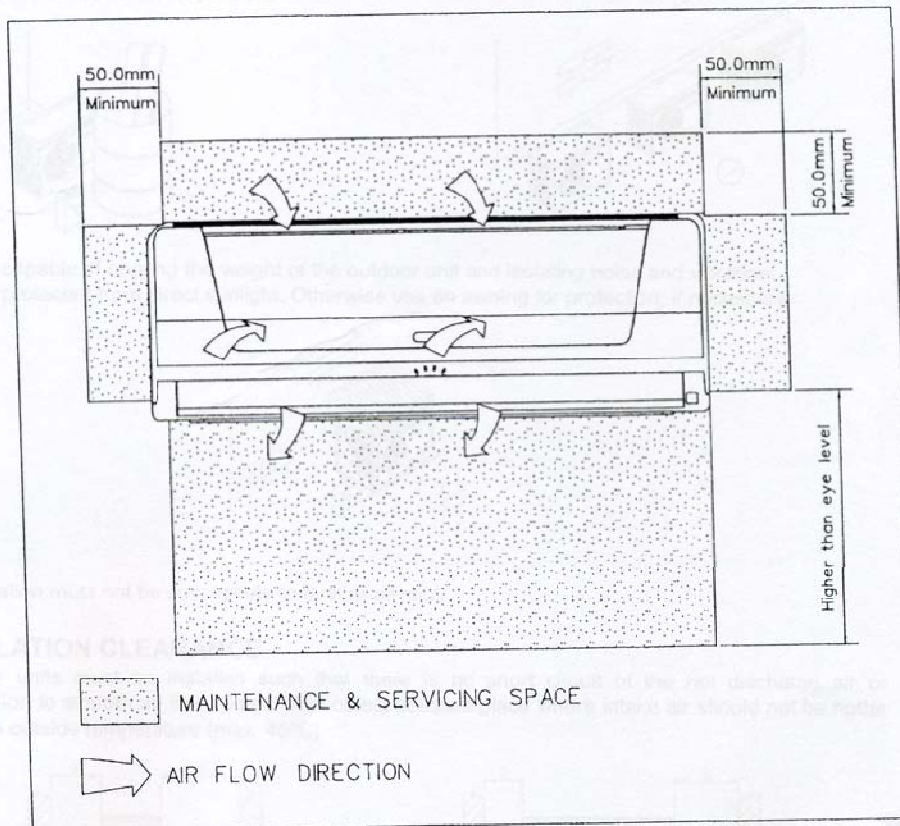
CAUTION: Before installing the unit, ensure that the power supply matches the power requirement of the air conditioner.

1) SELECTION OF LOCATION AND SPACE

(A) INDOOR UNIT

Install the fan coil (indoor) unit at a location with the following requirements

- Location is suitable for wiring, piping and drainage.
- No obstruction of air flow into and out of unit where cooler air can be evenly distributed. (See fig. 1)
- Ensure that air discharge is not short circuited with air intake.
- Ensure that wall is sufficiently strong, rigid, flat, perpendicular and vibration free.
- Where air filter cassette can be slid in or out easily.
- Where there is no danger of flammable gases.
- Where there is no direct sunlight on unit.
- Also to take into consideration a place for the installation of the Wireless LCD Remote Controller.



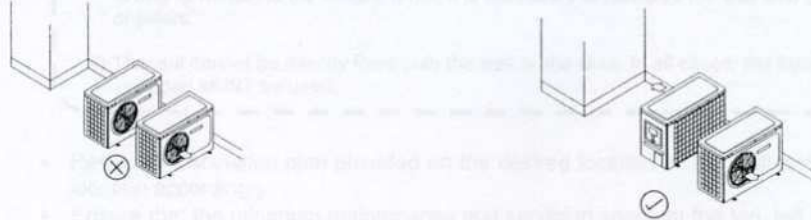
CAUTION : Do not install unit near the door way because excessive fresh air may cause panel condensation on the unit.

Fig. 1

(B) OUTDOOR UNIT

As condensing temperature rises, evaporating temperature rises and cooling capacity drops. In order to achieve maximum cooling capacity, the location selected for outdoor unit should fulfill the following requirements :

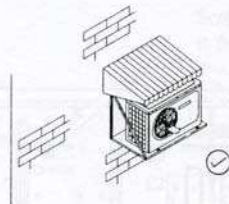
- Install the condensing (outdoor) unit in away such that hot air distributed by the outdoor condensing unit cannot be drawn in again (as in the case of short circuit of hot discharge air). Allow sufficient space for maintenance around the unit.



- Ensure that there is no obstruction of air flow into or out of the unit. Remove obstacles which block air intake or discharge.
- The location must be well ventilated, so that the unit can draw in and distribute plenty of air thus lowering the condensing temperature.



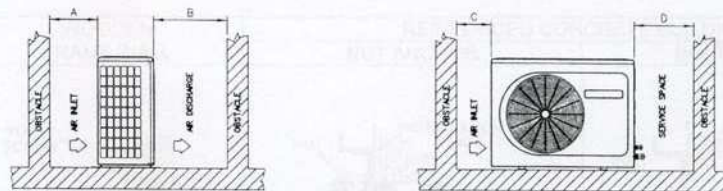
- A place capable of bearing the weight of the outdoor unit and isolating noise and vibration.
- A place protected from direct sunlight. Otherwise use an awning for protection, if necessary.



- The location must not be susceptible to dust or oil mist.

INSTALLATION CLEARANCE

- Outdoor units must be installed such that there is no short circuit of the hot discharge air or obstruction to smooth air flow. Select the coolest possible place where intake air should not be hotter than the outside temperature (max. 45°C)



ALL MODELS	A	B	C	D
Minimum Distance	300mm	1000mm	300mm	500mm

CAUTION : If the condensing unit is operated in an atmosphere containing oils(including machine oils), salt(coastal area), sulphide gas(near hot spring, oil refinery plant), such substances may lead to failure of the unit.

NAMA

NO. K/P

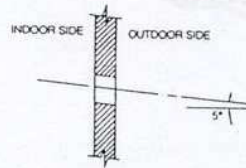
2) DRILLING HOLES AND MOUNTING INSTALLATION PLATE

CAUTION:

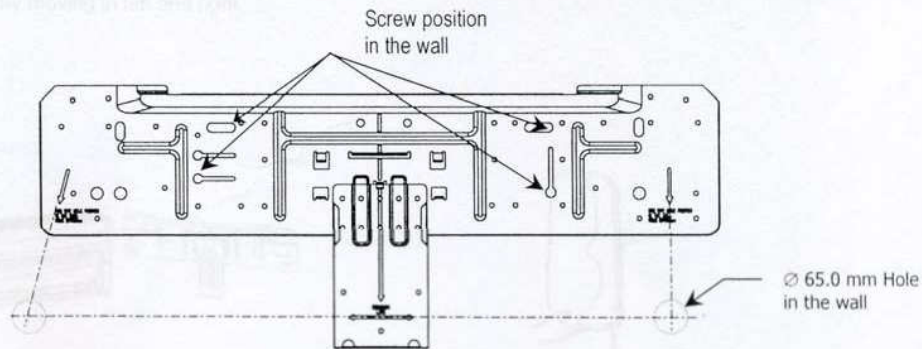
- i) Please check the unit weight for each model. Always ensure that the wall is sufficiently strong to withstand the weight. If not, it is necessary to reinforce the wall with plate, beams or pillars.
- ii) The unit cannot be directly fixed onto the wall or the likes. In all cases, the installation plate provided **MUST** be used.

- Paste the installation plan provided on the desired location on the wall and mark the holes location accordingly.
- Ensure that the minimum maintenance and servicing space at the top, left and right side of the unit is reserved.
- Ensure also the levelness of the installation plate.
- Drill the screw mounting holes (minimum 4 screws are required).
- Drill the pipe hole at the location as per plan. (This is only applicable for rear piping outlet installation).

Note: The hole should be drilled slightly lower at outdoor side as per figure below:-



- Fix the installation plate firmly to wall, without tilting to left or right. Use a plumb line, if available.



- Fixing method:-

WOODEN FRAME WALL	REINFORCED CONCRETE BUILDING	
	NUT ANCHOR	BOLT ANCHOR
<p>WOOD SCREW INSTALLATION PLATE</p>	<p>NUT INSTALLATION PLATE</p>	<p>BOLT INSTALLATION PLATE</p>

Rajah 6 : Kaedah Pemasangan Plate Outdoor Unit

3) INDOOR UNIT PREPARATION

- The refrigerant piping can be routed to the unit in 5 direction, by using the cut outs in the unit casing. (See fig. 1)

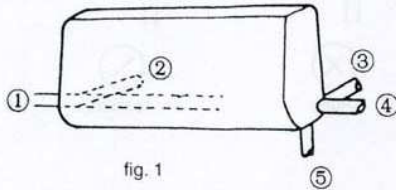


fig. 1

- Carefully bend the pipes to the required position to align with the hole. For right hand and rear side draw out, hold the bottom of the piping and fix direction before shaping it to the desired position (See fig. 2). The condensation drain hose should be taped to the pipes with vinyl tape. The electrical cable can also be taped to the pipes.

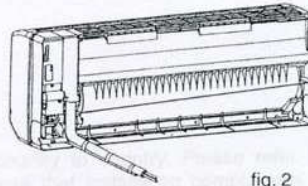


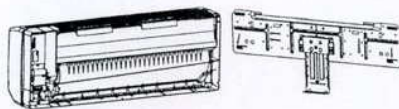
fig. 2

4) WIRING

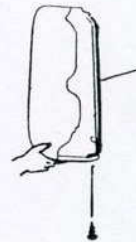
ELECTRICAL CONNECTION

4) MOUNTING INDOOR UNIT

Hook the indoor unit onto the upper portion of installation plate. (Engage the 2 hooks of rear top of the indoor unit with the upper edge of the installation plate). Ensure the hooks are properly seated on the installation plate by moving in left and right.



- Hook the unit into the installation plate.



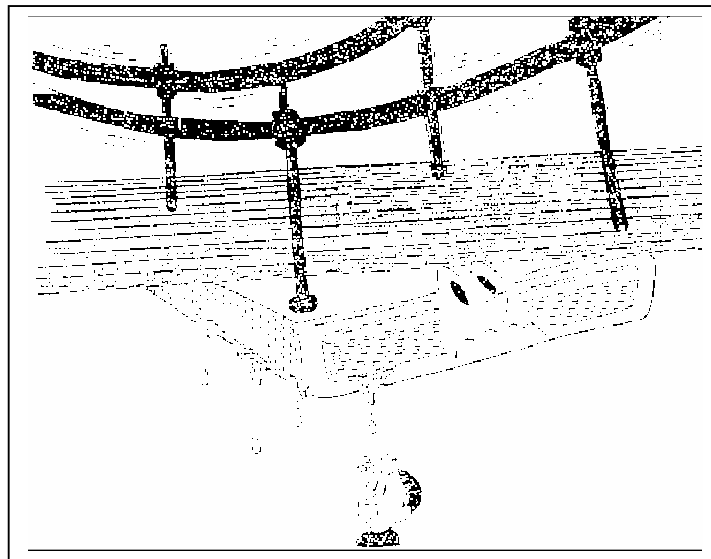
- Fix the rivet underneath after completion of installation.

LOKASI PENEMPATAN EVAPORATING UNIT (INDOOR UNIT)

Adalah penting untuk mengetahui kedudukan yang sesuai ketika hendak memasang indoor unit. Ini kerana kedudukan menempatkan indoor unit pada tempat yang salah boleh mempengaruhi kapasiti penyejukan penyaman udara yang telah di pasang.

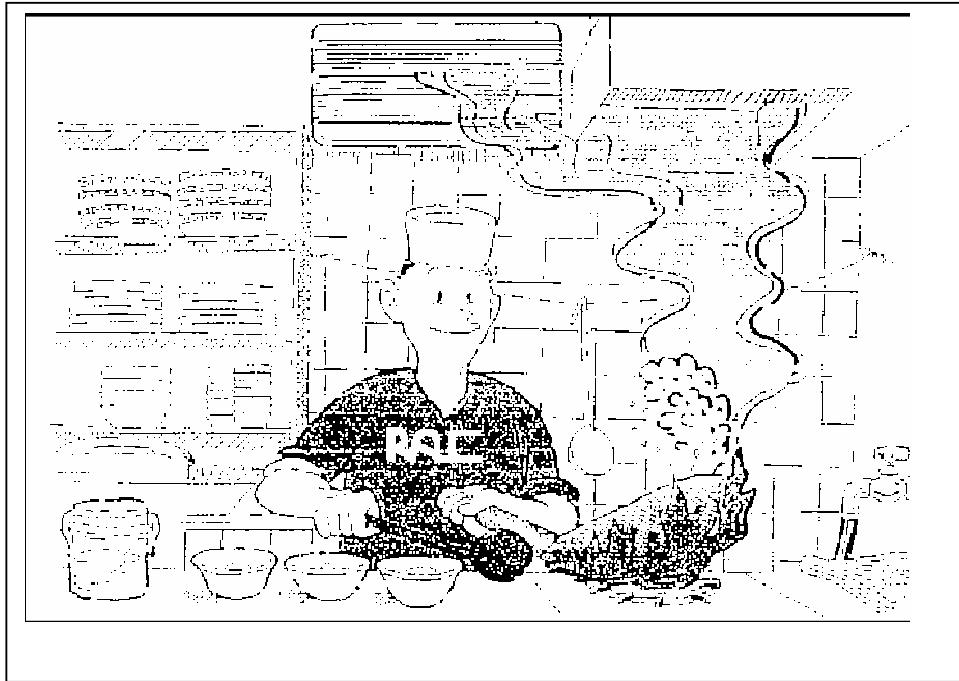
Lokasi pemasangan yang sesuai bagi indoor unit

1. Jauhkan dari punca-punca haba / cahaya. (Away from heat source) Contoh : Dapur
2. Mempunyai peredaran udara yang baik. (Good air circulation)
3. Salur paip alir keluar mudah dipasang. (Drainage can be easily obtained)
4. Salur paip alir keluar mudah dipasang. (Drainage can be easily obtained)
5. Mengambil kira kesan bunyi atau gegaran yang dihasilkan oleh indoor unit. (Consideration on noise prevention)

Pemasangan indoor unit yang salah :

Rajah 7 : Pemasangan Indoor unit yang salah.

Pemasangan hendaklah di tempat yang kukuh : Pemasangan yang tidak kukuh seperti gambar di atas boleh menyebabkan unit bergetar / bergegar apabila di hidupkan. Keselamatan unit tidak terjamin dan bahaya pada manusia / pelanggan jika unit terbabit jatuh. Lebih buruk lagi jika paip alir keluar tidak dapat mengalirkan air dengan sempurna dan ini boleh menyebabkan air tersebut jatuh pada peralatan / manusia di bawahnya. Perkara sebegini hendaklah dielakkan kerana jika tempat tersebut mempunyai peralatan elektronik (komputer) ia melibatkan kerugian kos kerosakan peralatan pelanggan atau bangunan terbabit.



Rajah 8 : Pemasangan Indoor unit yang salah.

Pemasangan di tempat-tempat seperti dapur atau mesin-mesin yang mengeluarkan haba yang panas boleh menyebabkan kapasiti penyejukan sistem terbabit kurang. Ini kerana evaporator bekerja dalam keadaan beban yang lebih. Jika di dapur, evaporator coil akan mudah tersumbat dengan minyak-minyak dan habuk yang dikeluarkan ketika memasak.

Rajah 9 : Pemasangan Indoor unit yang betul.

Kedudukan Penghidup (stater) untuk unit terbabit juga hendaklah di ambil kira, ini kerana kedudukan yang terlalu jauh dari indoor unit terbabit akan menyebabkan kos pemasangan akan bertambah dan ia juga akan menyulitkan pelanggan-pelanggan untuk menghidupkan unit penghawa dingin terbabit dan mematikan jika ada berlakunya sesuatu kemalangan atau kerosakan yang menghendaki unit penghawa dingin terbabit di matikan serta-merta.

SAMBUNG PEMAIPAN PADA UNIT

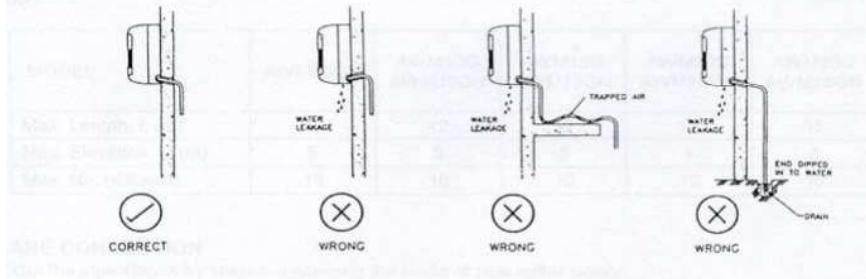
Pemaipan ialah proses memasang paip penyejukan dan paip air pada sistem. Pemasangan paip yang tidak sempurna akan menimbulkan masalah pada operasi sistem. Proses pemaipan tersebut ialah memasang paip air buangan dari 'evaporator' dan pemasangan bahan penebatan pada paip penyejukan antara bahagian indoor unit dengan outdoor unit.

NAMA

NO. K/P

5) WATER DRAINAGE PIPING

The indoor drain pipe must be downward gradient for smooth drainage. Avoid situation as shown in figure below.

**6) WIRING****ELECTRICAL CONNECTION**

- Wiring regulation on wire diameters differ from country to country. Please refer to your LOCAL ELECTRICAL CODES for field wiring rules. Be sure that installation comply with such rules and regulations.

GENERAL PRECAUTIONS

- Ensure that the rated voltage of the unit corresponds to the name plate before carrying out proper wiring according to the wiring diagram.
- Provide a power outlet to be used exclusively for each unit. A power supply disconnect and a circuit breaker for over-current protection should be provided in the exclusive line.
- The unit must be GROUNDED to prevent possible hazards due to insulation failures.
- All wiring must be firmly connected.
- All wiring must not touch the hot refrigerant piping, compressor or any moving parts of fan motors.
- The field wires from the indoor unit must be clamped on the wire clamp as per shown in the figure.

7) REFRIGERANT PIPING CHARGING

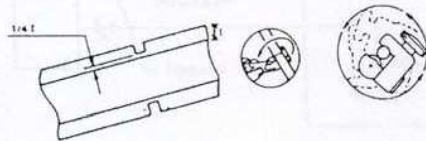
MAXIMUM PIPE LENGTH AND MAXIMUM NUMBER OF BENDS

Always choose the shortest path for refrigerant piping and follow the recommendations as tabulated below:

MODEL	AWM09GN	AWM10G AWM10GN	AWM15G AWM15GN	AWM20G AWM20GN	AWM25G AWM25GN
Max. Length, L (m)	12	12	12	15	15
Max. Elevation, H (m)	5	5	5	8	8
Max. No. of Bends	10	10	10	10	10

FLARE CONNECTION

- Cut the pipe stages by stages, advancing the blade of pipe cutter slowly.

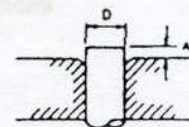


- Remove burr with the burr remover. Hold the flaring end down to prevent burrs from dropping inside pipe.



- The exact length of pipe protruding from the face of the flare die is determined by the flaring tool. The table shows the use of an imperial die and rigid die.

PIPE Ø, D (mm)	A(mm)	
	IMPERIAL DIE	RIGED DIE
6.35 (1/4")	1.3	0.7
9.52 (3/8")	1.6	1.0
12.70 (1/2")	1.9	1.3
15.88 (5/8")	2.2	1.7



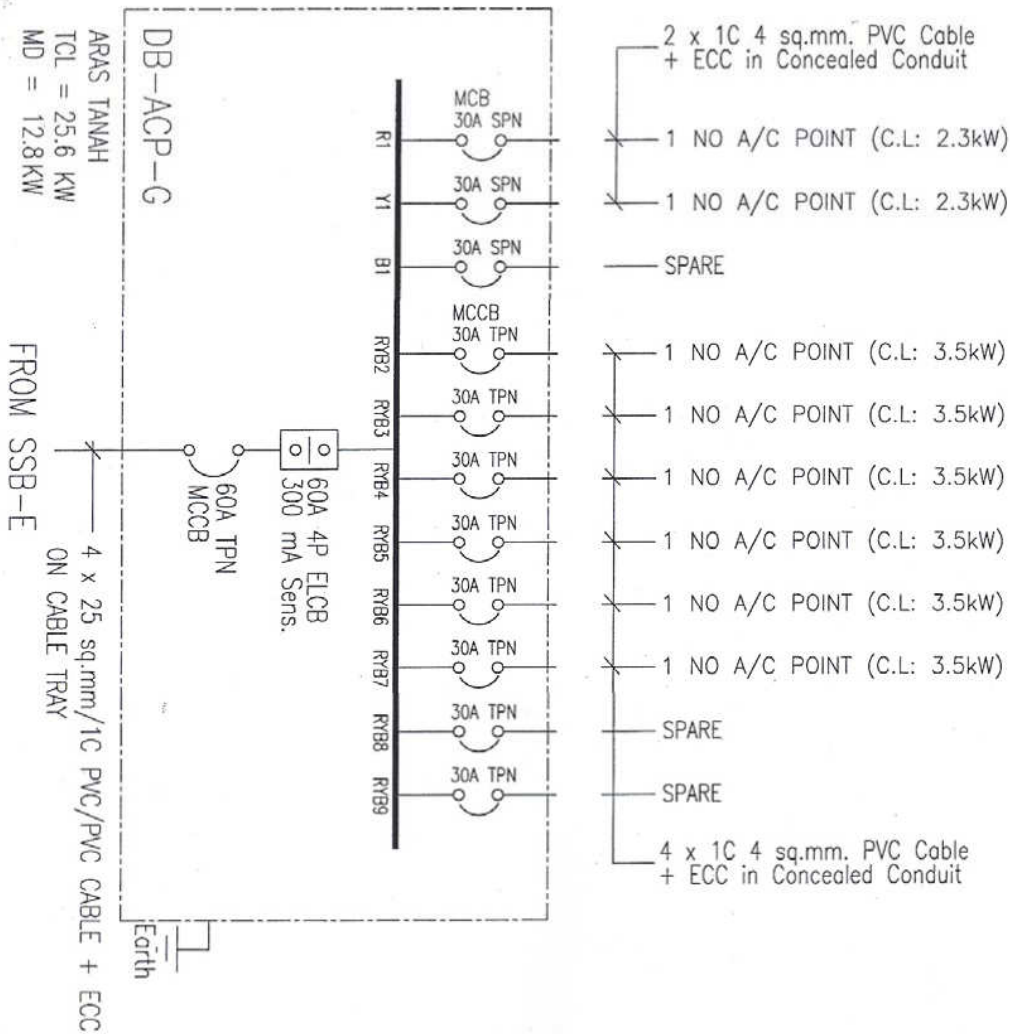
Fix the pipe firmly on the flare die. Match the centers of both the flare die and the flaring punch, and tighten flaring punch fully.

STANDARD CONDITION

HEAVY LOAD CONDITION

BEKALAN KUASA AIR-COND

Pemasangan sistem pendawaian elektrik yang betul bagi sesuatu pemasangan *Air-Cond* adalah amat penting. Untuk *Air-Cond* yang kuasa bawah tiga kuasa kuda (3 Horse Power – 3 H.P) kebiasaannya bekalan kuasa adalah satu fasa dan untuk *Air-Cond* yang melebihi 3 H.P bekalan kuasanya adalah tiga fasa. Berikut adalah contoh litar skematik bagi pendawaian sistem air-cond satu fasa dan tiga fasa.



Rajah 10 : Litar skematik bagi pendawaian sistem air-cond satu fasa dan tiga fasa.

Bagi bekalan satu fasa, pendawaian daripada MCB 30A akan disambungkan kepada satu D.O.L (Direct On Line) starter seperti rajah di bawah. (Rajah 11)



Rajah 11 : D.O.L (Direct On Line)

Bagi bekalan tiga fasa, pendawaian daripada MCCB 30A TPN akan disambungkan kepada satu litar kawalan auto-trans seperti rajah di bawah. (Rajah 12)



Rajah 12 : Litar Kawalan Auto-Trans

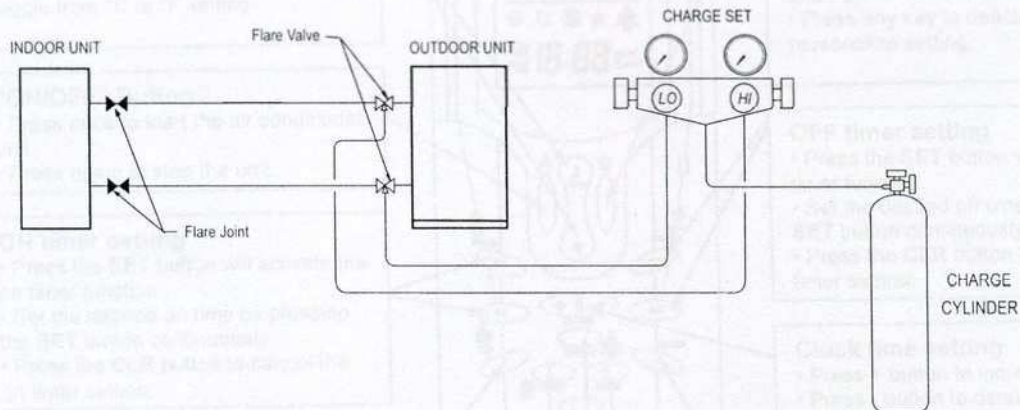
ADDITIONAL CHARGE

- The refrigerant gas is charged in the outdoor unit and, if the piping length is 7.6m, additional charge of the refrigerant after vacuuming is not necessary.
- When the piping length is more than 7.6m, please use the table below :

Additional charge in gram.

MODEL	10m	12m	15m
AWM 09 / 10 / 15 G/GN	35	65	-
AWM 20 G/GN	35	65	110
AWM 25 G/GN	90	165	280

Diagram shows typical charging method.



9) FINAL CHECKING

- Ensure that steps 1 to 8 are closely followed.
- Ensure the following, in particular :
 - 1) The unit is mounted solidly and rigidly in position.
 - 2) Piping and connections are leak proof after charging.
 - 3) Proper wiring has been done.
- Trial run
 - 1) Conduct a trial run after water drainage test and gas leakage test.
 - 2) Watch out for the following :
 - a) Is the electric plug firmly inserted into the socket?
 - b) Is there any abnormal sound from unit?
 - c) Is there any abnormal vibrations with regard to unit itself or pipings?
 - d) Is there smooth drainage of water?
- Check that :
 - 1) Condenser fan is running, with warm air blowing off the condensing unit.
 - 2) Evaporator blower is running and discharging cool air.
 - 3) Suction (Low side) pressure as per recommended.
 - 4) The remote controller incorporate a 3-minute delay in their circuit. Thus, it requires about 3 minutes upon cut off before the outdoor condensing unit can start up.

HELAIAN PENERANGAN	<i>INSTALL SPLIT UNIT AIR CONDITIONING</i>		MUKA: 15 DARI: 15
NAMA		NO. K/P	

HELAIAN PENERANGAN	MAINTENANCE OF SPLIT UNIT AIR CONDITIONING	MUKA: 1 DARI: 11
--------------------	---	------------------

NAMA		NO. K/P
------	--	---------

TAJUK: MAINTENANCE OF SPLIT UNIT AIR CONDITIONING

TUJUAN:

Helaian Penerangan ini bertujuan untuk menerangkan mengenai penyelenggaraan Split Unit Air- conditioning.

PENERANGAN

JENIS-JENIS PENYELENGGARAAN

Penyelenggaraan dilaksanakan bermatlamat untuk memastikan bahawa sumber-sumber fizikal seperti mesin-mesin, peralatan latihan dan komputer sentiasa dalam keadaan produktif, boleh dipercayai dan selamat digunakan. Terdapat 2 jenis penyelenggaraan, iaitu :

1. Penyelenggaraan Pencegahan (Preventive Maintenance)
2. Penyelenggaraan Pemulihan (Corrective Maintenance)

PENYELEGGARAAN PENCEGAHAN

Penyelenggaraan pencegahan ialah kerja-kerja yang dilakukan untuk memeriksa, servis, menggantikan komponen atau sumber fizikal secara teratur mengikut jadual yang ditetapkan. Jadual berikut menunjukkan komponen, prosedur dan kekerapan penyelenggaraan *Air-Cond* jenis *split unit* bekalan satu fasa yang disyorkan (**Acson International**).

Jadual 1 : Jadual Kaedah Penyelenggaraan Pencegahan

KOMPONEN	PROSEDUR	KEKERAPAN
Penapis udara	<ol style="list-style-type: none"> 1. Bersihkan dengan menggunakan vacuum cleaner atau ketuk dengan perlahan untuk mengeluarkan habuk kemudian basuh dengan sabun. 2. Bilas dengan air dan keringkan sebelum dipasang semula. <p>Nota: Dilarang menggunakan petrol, thinner dan bahan kimia lain.</p>	Setiap 2 minggu
Indoor Unit (Unit	<ol style="list-style-type: none"> 1. Bersihkan cover daripada debu dan habuk dengan menggunakan kain lembut yang dilembabkan dengan air. <p>Nota: Dilarang menggunakan petrol, thinner dan bahan kimia lain.</p>	Setiap 2 minggu
Paip dan Drain Pan	<ol style="list-style-type: none"> 1. Periksa dan bersihkan 	Setiap 3 bulan
Indoor Fan (Kipas Unit Dalaman)	<ol style="list-style-type: none"> 1. Periksa sekiranya terdapat bunyi bising (pelik) 	Bila perlu
Indoor/Outdoor Coil	<ol style="list-style-type: none"> 1. Periksa dan bersihkan habuk atau bendasing. 	Setiap bulan
Elektrik	<ol style="list-style-type: none"> 1. Periksa voltan dan arus menggunakan clamp on meter dan periksa juga pendawaian. 2. Periksa sambungan antara kabel dan contact point sama ada longgar atau tidak. 	Setiap 2 Bulan
Compressor (Pemampat)	<ol style="list-style-type: none"> 1. Periksa samada berlaku kebocoran gas penyejuk di tempat <i>jointing</i> dan <i>fitting</i> 	Setiap 6 bulan

NAMA

NO. K/P

PENYELENGGARAAN PEMULIHAN

Penyelenggaraan pemuliharaan ialah tindakan yang diambil untuk membaiki atau mengganti komponen yang rosak supaya peralatan tersebut dapat berfungsi mengikut standard yang ditetapkan. Jadual berikut menerangkan masalah, kemungkinan punca dan tindakan penyelesaian bagi sesuatu **Outdoor Unit**.

Jadual 2 : Jadual Kaedah Penyelenggaraan Pemuliharaan Outdoor Unit

BIL	MASALAH	KEMUNGKINAN PUNCA	TINDAKAN
1.	Kipas Condenser tidak berfungsi	<ul style="list-style-type: none"> a) Belitan motor kipas terbakar b) Kapasitor kipas rosak c) Pendawaian longgar / ranggal d) Masalah suis 	<ul style="list-style-type: none"> a) Ganti motor kipas b) Tukar kapasitor c) Ketatkan punca pendawaian d) Periksa wiring contact / tukar suis
2.	Kipas berfungsi tetapi compressor tidak berfungsi	<ul style="list-style-type: none"> a) Termostat rosak b) Pendawaian longgar / tanggal c) Kapasitor motor compressor rosak d) Pelindung beban lampau rosak 	<ul style="list-style-type: none"> a) Tukar termostat b) Ketatkan punca pendawaian c) Ganti kapasitor d) Ganti pelindung beban lampau
3.	Compressor tidak berfungsi	<ul style="list-style-type: none"> a) Belitan motor compressor terbakar b) Pelindung beban lampau rosak c) Kapasitor motor compressor rosak d) Termostat rosak e) Pendawaian / tanggal 	<ul style="list-style-type: none"> a) Tukar compressor b) Ganti pelindung beban lampau c) Ganti kapasitor d) Ganti termostat e) Ketatkan punca pendawaian
4.	Tekanan nyahcas (discharge) dan tekanan sedutan (suck) terlalu rendah	<ul style="list-style-type: none"> a) Unit kurang bahan pendingin b) Penuras pengering sumbat c) Penuras udara kotor 	<ul style="list-style-type: none"> a) Tabah bahan pendingin b) Ganti penuras pengering c) Bersihkan penuras udara

NAMA

NO. K/P

Jadual 2 : Jadual Kaedah Penyelenggaraan Pemulihan Outdoor Unit

5.	Tekanan nyahcas (discharge) dan tekanan sedutan (suck) terlalu tinggi	<ul style="list-style-type: none"> a) Gegeleung pemeluwap (Condensor) kotor b) Kipas condensor tidak berfungsi c) Unit terlebih bahan pendingin d) Kurang peredaran udara di gegeleung condensor 	<ul style="list-style-type: none"> a) Bersihkan gegeleung condensor b) Tukar motor kipas c) Singkirkan bahan pendingin yang berlebihan d) Pastikan peredaran udara di sekitar condensor adalah baik
6.	Condensing Unit berbunyi bising.	<ul style="list-style-type: none"> a) Compressor Vibration Mounting pecah b) Bilah kipas menyentuh penutupnya 	<ul style="list-style-type: none"> a) Tukar Compressor Vibration Mounting b) Periksa alignment dan balancing kipas, periksa motor bearing. - Tukar bilah kipas dan bearing motor sekiranya perlu.
7.	Penyambungan elektrik longgar / terbakar	<ul style="list-style-type: none"> a) Terminal penyambungan longgar b) Gegaran dari Condenser Unit c) Saiz kabel kecil / tidak sesuai 	<ul style="list-style-type: none"> a) Ketatkan penyambungan b) Pastikan bolt dan nut wiring bracket diikat kuat c) Periksa saiz kabel yang bersesuaian dengan <i>air-cond horse power (hp)</i>

Jadual 3 : Jadual Penyelenggaraan Pemulihan (Corrective Maintenance) untuk Indoor Unit

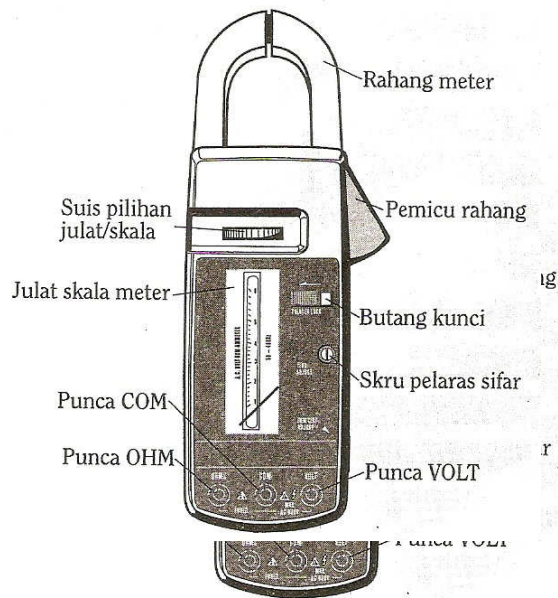
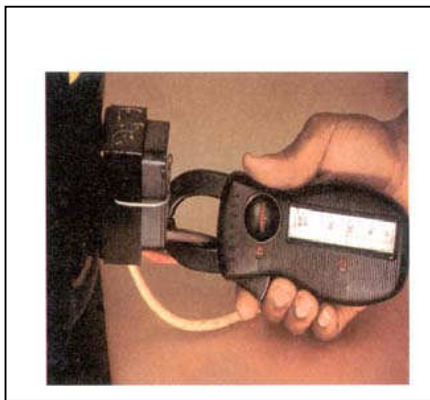
BIL	MASALAH	KEMUNGKINAN PUNCA	TINDAKAN
1.	Tidak sejuk	<ul style="list-style-type: none"> a) Setting thermostat terlalu tinggi b) Pintu atau tingkap tidak tutup c) Condenser coil kotor d) Ada objek menghalang aliran udara e) Penapis udara sumbat 	<ul style="list-style-type: none"> a) Reset thermostat b) Tutup pintu dan tingkap c) Bersihkan cooling coil d) Buang sebarang bendasing e) Basuh penapis udara
2.	Kipas tidak berfungsi	<ul style="list-style-type: none"> a) Tiada bekalan kuasa b) Masalah kapasitor kipas c) Masalah motor kipas d) Sambungan pendawaian longgar 	<ul style="list-style-type: none"> a) Periksa bekalan kuasa b) Periksa kapasitor c) Periksa bearing motor, kesan panas/terbakar d) Periksa penyambungan pendawaian

Jadual 3 : Jadual Penyelenggaraan Pemulihan (Corrective Maintenance) untuk *Indoor Unit*

3.	LED tidak menyala	a) Tiada bekalan kuasa b) Penyambungan litar longgar c) LED terbakar	a) Periksa bekalan kuasa b) Periksa penyambungan litar c) Tukar lampu LED
4.	Remote control tidak berfungsi	a) Bateri lemah b) Litar elektronik rosak	a) Tukar bateri b) Tukar remote control
5.	Indoor unit bergetar/bergegar	a) Alignment kipas lari b) Bearing rosak c) Bilah kipas rosak d) Mounting tidak betul	a) Buat alignment b) Tukar bearing c) Tukar kipas d) Periksa mounting

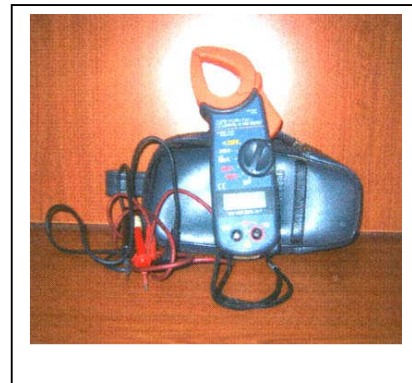
ALAT PENGUKUR ELEKTRIK

Clamp On Meter



Clip-on meter adalah salah satu daripada pelbagai jenis alat ukur yang biasa digunakan untuk mengukur arus permulaan (starting current) dan running current tanpa perlu memberhentikan operasi unit penyamanan udara. Ia juga dikenali sebagai clamp meter atau tong meter. Ia boleh digunakan untuk mengukur Voltan(V) dan Rintangan(Ω). Namun kebiasaannya ia digunakan untuk mengukur Arus(A). Clip-on meter terbahagi kepada 2 jenis iaitu:

- I. Analog
- II. Digital

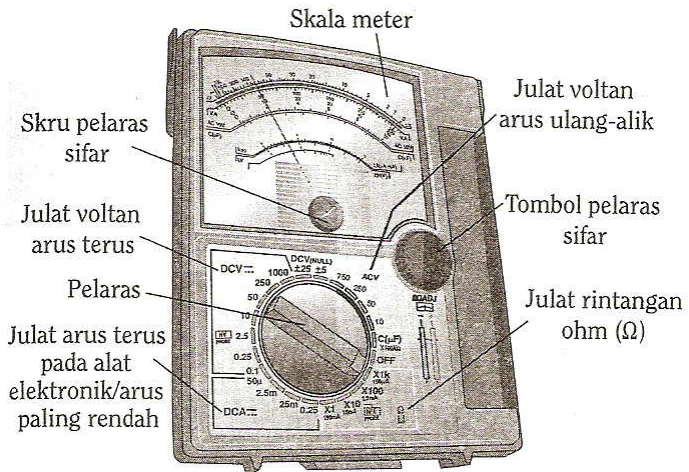


Rajah 2 : Digital Clamp on meter

NAMA

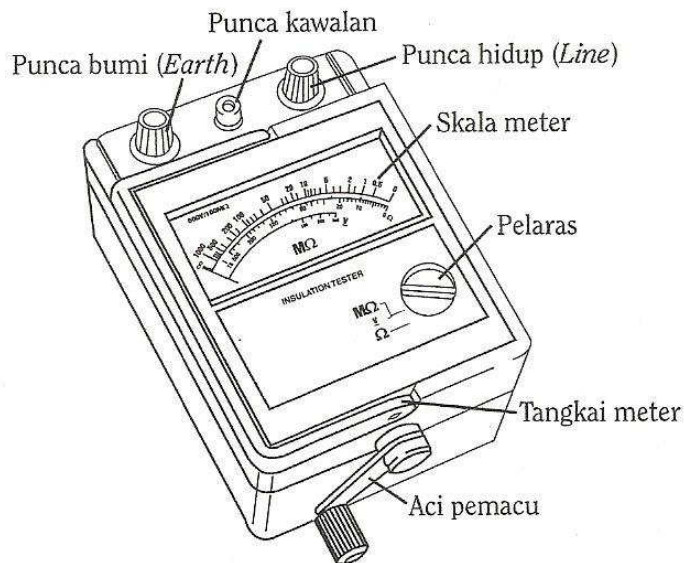
NO. K/P

Multimeter



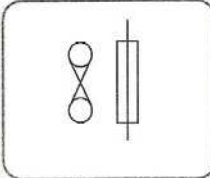

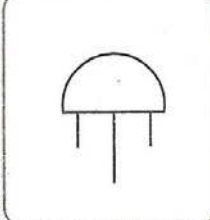

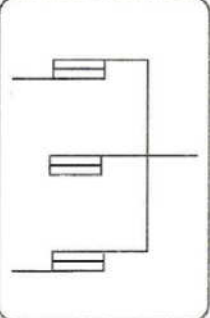

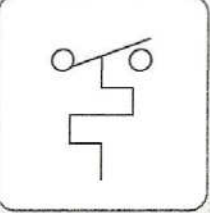



Multimeter digunakan untuk menguji keterusan litar, kekutuban litar dan pengukuran voltan A.C dan D.C, arus serta rintangan semasa penyelenggaraan bekalan kuasa *Air-Cond*. Terdapat dua jenis multimeter iaitu jenis analog dan jenis digital.

Megger Meter



Megger meter digunakan untuk menguji penebatan motor elektrik dan juga motor compressor. Megger meter ini mempunyai dua punca iaitu punca hidup (Line) dan punca bumi (Earth). Pengukuran meter adalah unit ohm (Ω).

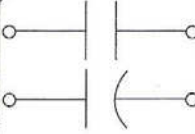

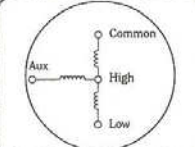
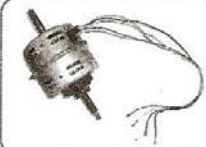
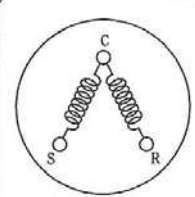



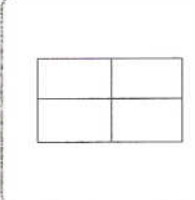

KOMPONEN ASAS ELEKTRIK BAGI SISTEM AIR-COND

Komponen	Simbol	Gambar	Kegunaan						
1. Fius			<ul style="list-style-type: none"> Memutuskan litar elektrik apabila berlaku lebihan arus. 						
2. Palam tiga pin			<ul style="list-style-type: none"> Penyambung atau perantara antara bekalan elektrik dan unit penyaman udara (beban). Sambungan palam tiga pin: Huruf L – dawai hidup (coklat/merah) Huruf N – dawai neutral (biru) Huruf E – dawai bumi (hijau) 						
3. Suis pilihan			<ul style="list-style-type: none"> Memilih kelajuan motor kipas. Terdapat empat kelajuan iaitu <i>Low Fan</i>, <i>High Fan</i>, <i>Low Cool</i> dan <i>High Cool</i>. <table border="1" data-bbox="1024 919 1362 1079"> <thead> <tr> <th>Bilangan Dawai</th> <th>Kelajuan Motor Kipas</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>4</td> <td>2</td> </tr> <tr> <td>5</td> <td>3</td> </tr> </tbody> </table>	Bilangan Dawai	Kelajuan Motor Kipas	4	2	5	3
Bilangan Dawai	Kelajuan Motor Kipas								
4	2								
5	3								
4. Termostat			<ul style="list-style-type: none"> Mengawal perubahan suhu dengan cara memutuskan dan menyambungkan semula litar mengikut suhu yang dilaras. 						
5. Pelindung beban lampau			<ul style="list-style-type: none"> Memutuskan litar apabila berlaku lebihan arus. 						

Rajah 5 : Komponen Asas Elektrik Bagi Sistem Air-Cond

NAMA

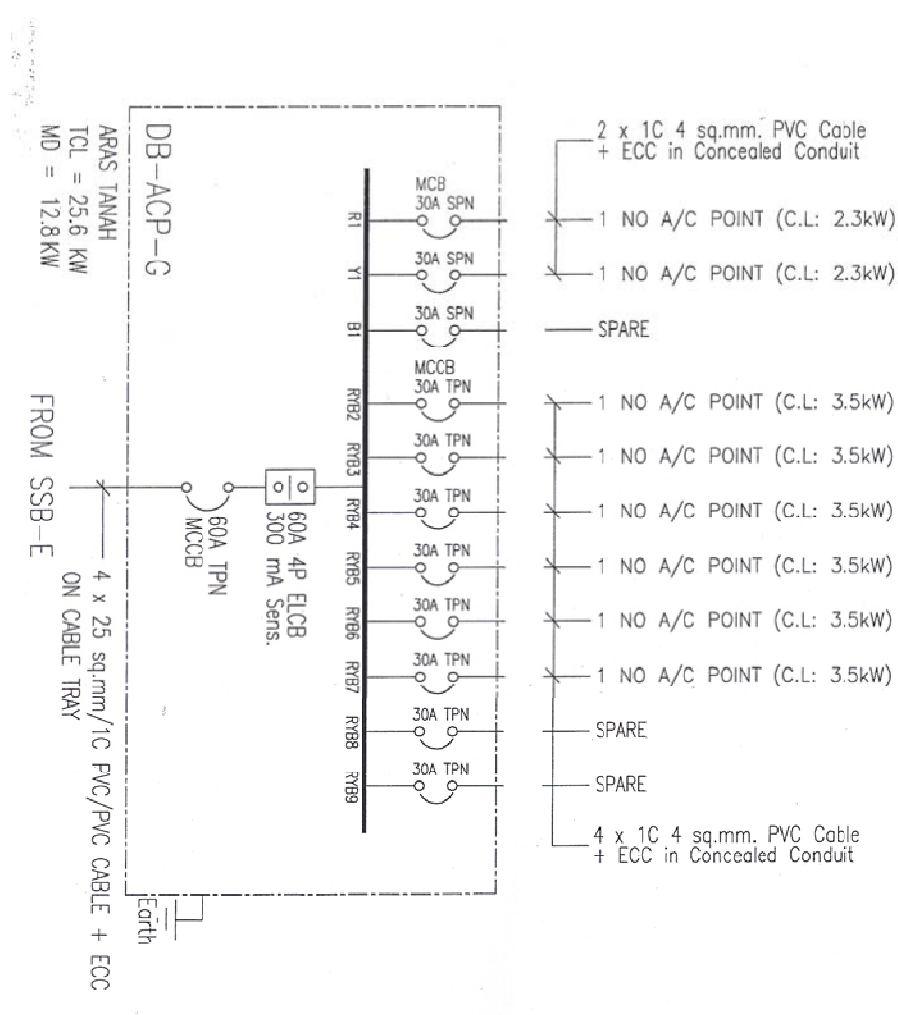
NO. K/P

<p>6. Pemuat</p>			<ul style="list-style-type: none"> • Menyimpan cas elektrik.
<p>7. Motor kipas</p>			<ul style="list-style-type: none"> • Memutarakan bilah kipas mengikut kelajuan.
<p>8. Motor pemampat</p>			<ul style="list-style-type: none"> • Menukarkan tenaga elektrik ke tenaga kinetik untuk memacu pemampat.
<p>9. Alat kawalan jauh</p>			<ul style="list-style-type: none"> • Menghidupkan dan mematikan unit penyaman udara. • Melaraskan kelajuan kipas. • Melaraskan suhu. • Melaraskan masa. • Melaraskan arah aliran udara. • Melaras dingin atau kering.
<p>10. Penghidup talian terus (DOL)</p>			<ul style="list-style-type: none"> • Menyambungkan dan memutuskan bekalan kuasa.

Rajah 5 : Komponen Asas Elektrik Bagi Sistem Air-Cond

LITAR SKEMATIK PENDAWAIAN AIR-COND SPLIT UNIT

Sebelum kerja-kerja penyelenggaraan sistem elektrik *air-cond* dilakukan seseorang mestilah terlebih dahulu mengetahui sistem pendawaian elektrik bagi sesuatu pemasangan *Air-Cond*. Untuk *Air-Cond* yang kuasa bawah tiga kuasa kuda (3 Horse Power – 3 H.P) kebiasaannya bekalan kuasa adalah satu fasa dan untuk *Air-Cond* yang melebihi 3 H.P bekalan kuasanya adalah tiga fasa. Berikut adalah contoh litar skematik bagi pendawaian sistem air-cond satu fasa dan tiga fasa.



Rajah 6 : Litar Skematik Pendawaian Air-Cond Split Unit

Apabila berlaku kerosakan yang berkaitan dengan bekalan kuasa, setiap komponen bermula dari penyambungan terminal indoor/outdoor, D.O.L atau Kawalan Auto-trans dan kotak agihan haruslah diperiksa dengan menggunakan peralatan yang sesuai seperti test pen, multimeter, clamp on meter atau megger. Lakukan ujian penebatan, kekutuban dan keterusan terhadap litar yang bermasalah.

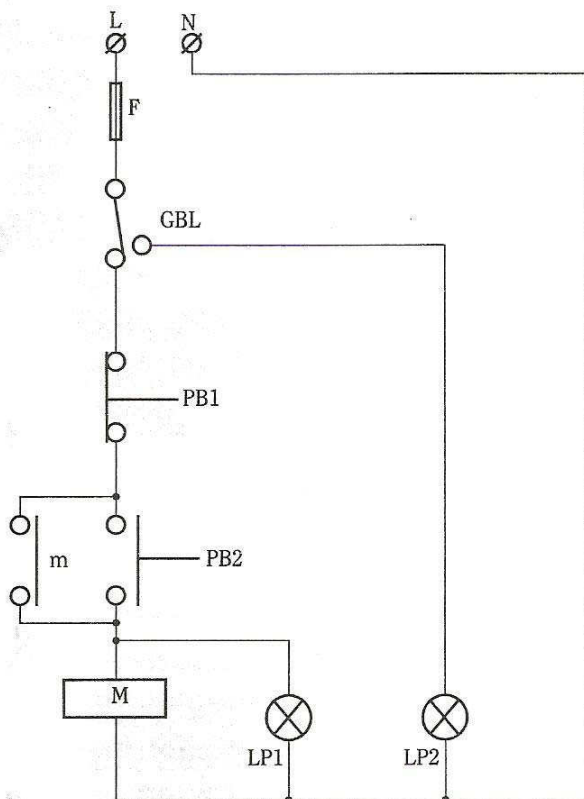
NAMA

NO. K/P

PENGHIDUP TALIAN TERUS (D.O.L)

Penghidup talian terus atau Direct On line (D.O.L) starter berfungsi melindungi unit penyaman udara daripada menerima bekalan arus yang melebihi had yang sepatutnya. Sekiranya arus yang melalui penghidup talian terus berlebihan, geganti beban lebih (Overload Relay) akan memutuskan bekalan ke unit penyaman udara. Komponen D.O.L ialah fuis, punat tekan (push button) hidup, punat tekan henti, penyentuh (contactor) magnetik, geganti beban lebih (Overload Relay) dan lampu penunjuk.

Pada masa kini, kebanyakan *air-cond split unit* mempunyai built-in D.O.L dan tidak perlu lagi memasang D.O.L yang konvensional. Bagi *air-cond* yang masih lagi menggunakan D.O.L dan penutupnya metal clad, harus dipastikan dawai bumi dipasang.

**Petunjuk:**

- L - Punca Hidup
- N - Punca Neutral
- LPI - Lampu Pandu 1
- LP2 - Lampu Pandu 2
- GBL - Geganti Beban Lebih
- PB1 - Punat Tekan Henti
- PB2 - Punat Tekan Hidup
- F - Fuis
- M - Gegeleung Penyentuh Magnetik
- m - Sesentuh Penyentuh Magnetik

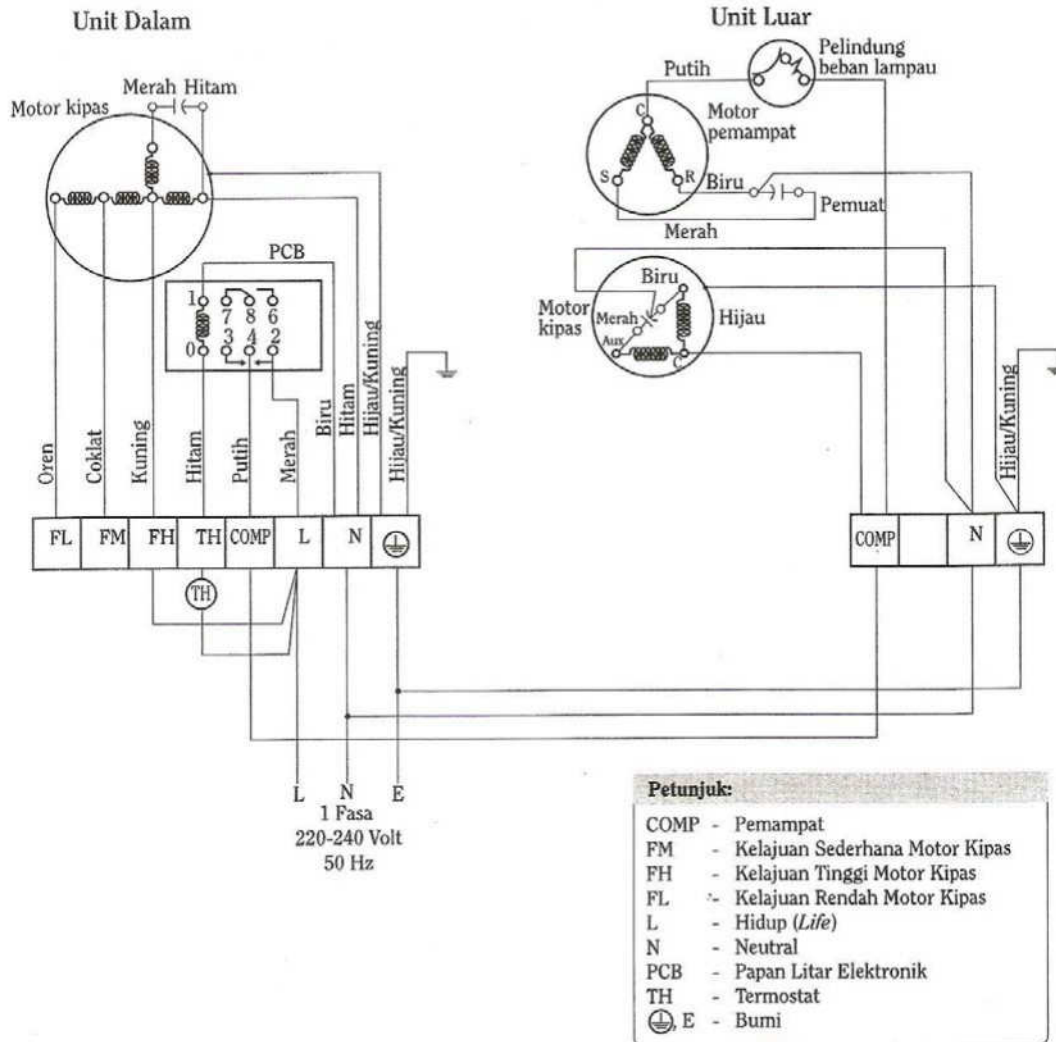
Rajah 7: Litar Skematik D.O.L Starter

Prinsip Kerja D.O.L

1. Apabila punat tekan hidup (PB2) ditekan, sesentuh punat tekan hidup akan tertutup dan arus akan mengalir terus ke gegelung M.
2. Gegeleung M akan bertenaga dan *normally open contactor* (m) akan tertutup dan lampu penunjuk (LP1) akan menyala.
3. Apabila punat tekan henti (PB1) ditekan, sesentuh punat tekan henti akan terbuka dan memutuskan bekalan arus ke gegelung M.
4. Sekiranya berlaku kelebihan arus di dalam litar, geganti beban lebih (GBL) akan terpelantik dan menyebabkan gegelung M tidak bertenaga. Lampu penunjuk (LP2) akan menyala, ini menunjukkan berlaku kelebihan arus di dalam litar.

NAMA

NO. K/P



Rajah 8: Litar Skematik Air Cond Split Unit

Jadual 4 : Kaedah Ujian Litar Pendawaian Unit Penyaman Udara Jenis Pisah. (Unit Dalam)

Menguji litar pendawaian unit penyaman udara jenis pisah

Unit dalam

Langkah Pengujian	Hasil Pengujian
1. Sentuhkan probe merah (+) pada punca hidup dan probe hitam (-) pada punca termostat.	Jarum meter bergerak dan ada keterusan.
2. Sentuhkan probe merah (+) pada punca hidup dan probe hitam (-) pada punca motor kipas.	Jarum meter bergerak dan ada keterusan.
3. Sentuhkan probe merah (+) pada punca hidup dan probe hitam (-) pada punca <i>Neutral</i> .	Jarum meter bergerak dan ada keterusan.
4. Sentuhkan probe merah (+) dan probe hitam (-) pada semua punca motor kipas.	Jarum meter bergerak dan ada keterusan.

Jadual 4 : Kaedah Ujian Litar Pendawaian Unit Penyaman Udara Jenis Pisah. (Unit Dalam)

Langkah Pengujian	Hasil Pengujian
5. Sentuhkan probe merah (+) dan probe hitam (-) pada punca pemuat motor kipas.	Jarum meter bergerak ke arah 0 dan bergerak semula ke arah infniti. Ini menunjukkan pemuat motor kipas dalam keadaan baik. Jika berlaku keadaan sebaliknya, pemuat motor kipas rosak.
6. Gunakan meter Megger untuk menguji rintangan penebatan. Sambungkan punca <i>Line</i> ke punca hidup palam tiga pin, dan punca <i>Earth</i> ke punca bumi palam tiga pin.	Jika jarum meter bergerak ke arah 0, ini menunjukkan berlaku litar pintas. Sebaliknya, jika jarum meter bergerak atau bergerak ke arah bacaan nilai rintangan yang tinggi (500 – 1000M Ω), ini menunjukkan penebat dalam keadaan baik.

Jadual 5 : Kaedah Ujian Litar Pendawaian Unit Penyaman Udara Jenis Pisah. (Unit Luar)**Unit luar**

Langkah Pengujian	Hasil Pengujian
1. Sentuhkan probe merah (+) pada punca comp dan probe hitam (-) pada punca masuk motor kipas.	Jarum meter bergerak dan ada keterusan.
2. Sentuhkan probe merah (+) pada punca hidup dan probe hitam (-) pada semua punca motor kipas.	Jarum meter bergerak dan ada keterusan.
3. Sentuhkan probe merah (+) dan probe hitam (-) pada punca pemuat motor kipas.	Jarum meter bergerak ke arah 0 dan bergerak semula ke arah infniti. Ini menunjukkan pemuat motor kipas dalam keadaan baik. Jika berlaku keadaan sebaliknya, pemuat motor kipas rosak.
4. Sentuhkan probe merah (+) pada punca comp dan probe hitam (-) pada punca masuk pelindung beban lampau.	Jarum meter bergerak dan ada keterusan.
5. Sentuhkan probe merah (+) pada punca keluar pelindung beban lampau dan probe hitam (-) pada punca sepunya motor pemampat.	Jarum meter bergerak dan ada keterusan.
6. Sentuhkan probe merah (+) dan probe hitam (-) pada semua punca motor pemampat.	Jarum meter bergerak dan ada keterusan.
7. Sentuhkan probe merah (+) dan probe hitam (-) pada punca pemuat motor pemampat.	Jarum meter bergerak ke arah 0 dan bergerak semula ke arah infniti. Ini menunjukkan pemuat motor pemampat dalam keadaan baik. Jika berlaku keadaan sebaliknya, pemuat motor pemampat rosak.
8. Gunakan meter Megger untuk menguji rintangan penebatan. Sambungkan punca <i>Line</i> ke punca hidup (Comp) dan punca <i>Earth</i> ke punca bumi.	Jika jarum meter bergerak ke arah 0, ini menunjukkan berlaku litar pintas. Sebaliknya, jika jarum meter bergerak atau bergerak ke arah bacaan nilai rintangan yang tinggi (500 – 1000 M Ω), ini menunjukkan penebat dalam keadaan baik.