

## **BAB 3 : PENDAWAIAN DAN PENGAGIHAN SISTEM ELEKTRIKAL**

### **3.0 PENGENALAN**

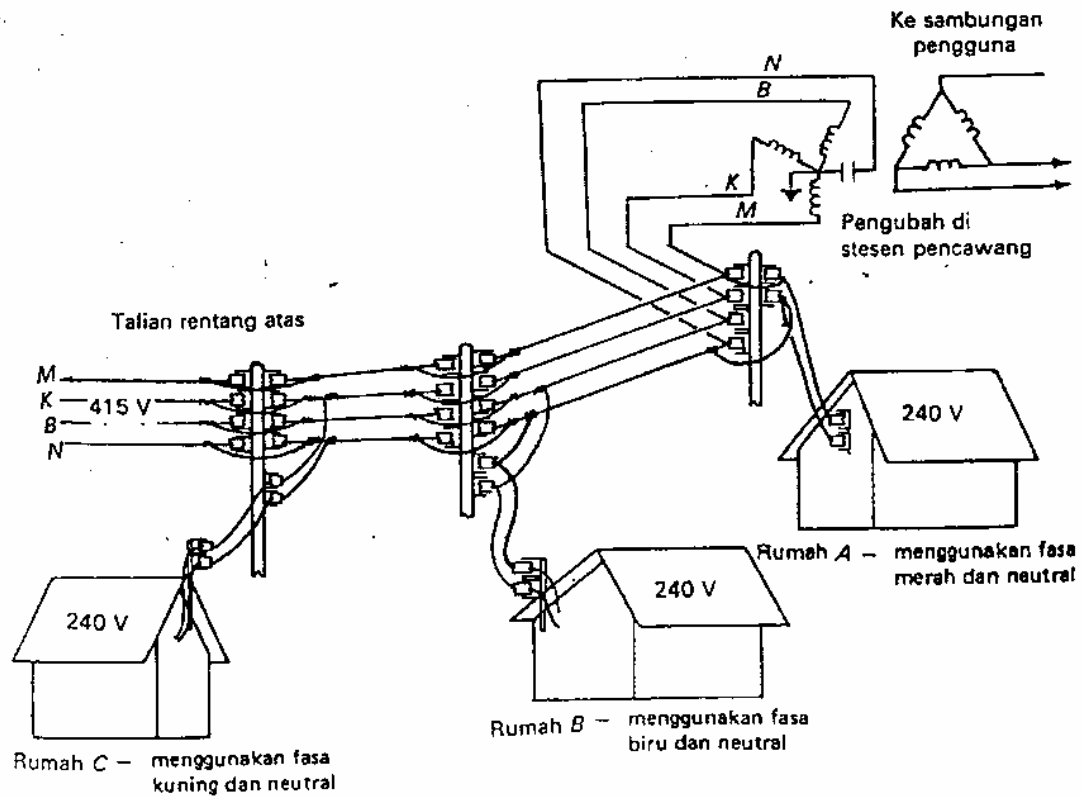
- Sistem pendawaian elektrik terbahagi kepada 2 bahagian iaitu:
  - Sistem pendawaian 1 fasa – biasa di kawasan kediaman (residential area) kecil dan sederhana.
  - Sistem pendawaian 3 fasa – kawasan industri dan komersial (industrial dan commercial area).

### **3.1 SISTEM PENDAWAIAN, JENIS DAN SAIZ KABEL**

#### **3.1.1 Sistem Pendawaian**

##### **a) Bekalan ke Rumah**

- Bekalan elektrik yang diterima di rumah kediaman (kecil/sederhana) biasanya ialah AC 1-fasa 240 V, 50 Hz.
- Bekalan ini diperolehi daripada sambungan antara talian (sama ada R, Y atau B) dan neutral dari sistem 3 fasa 4 dawai (sambungan Y).
- Sumber 3 fasa adalah dari pencawang (substation) yang berhampiran.



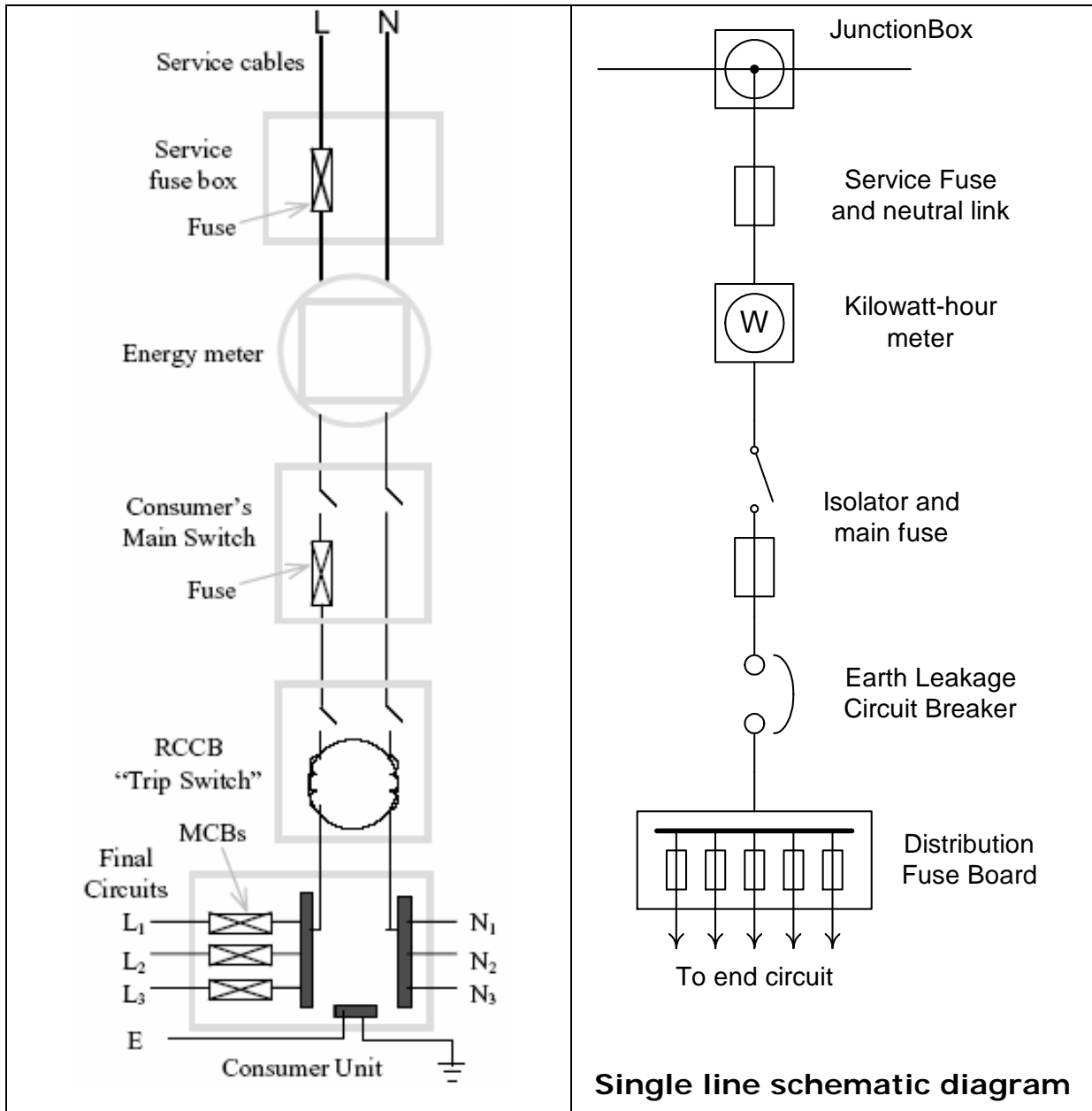
Rajah 1 – Sistem bekalan pengguna kecil arus ulang-alik (1fasa)

## b) Litar Pengguna

- Kabel atau talian yang masuk ke bangunan terus disambung ke satu papan penyambung (pangkalan perkhidmatan).
- Di papan ini terdapat fius perkhidmatan dan talian neutral. Dua alat ini milik TNB dan menjadi tanggungjawabnya.
- Selepas pangkalan perkhidmatan, bekalan elektrik akan disambung ke meter kilowatt jam (Watt hour meter).
- Litar pengguna bermula dengan papan suis utama (main switch board (msb)) atau pengasing berkadar 60, 80 dan 100A.
- Seterusnya ialah pemutus litar ke bumi (ELCB – earth leakage circuit breaker atau RCCB - residual current circuit breaker).
- Diikuti dengan papan fius agihan atau papan agihan.
- Di papan fius agihan ini terdapat 3 busbar penyambungan iaitu wayar hidup (live), neutral dan bumi (earth).
- Fius – fius (pemutus litar miniatur @ miniature circuit breaker (MCB)) yang berkadaran sama ada 5, 15, 30, 45 A atau 6, 16 dan 32 A ini akan disambung daripada busbar live ke litar akhir yang bersesuaian.

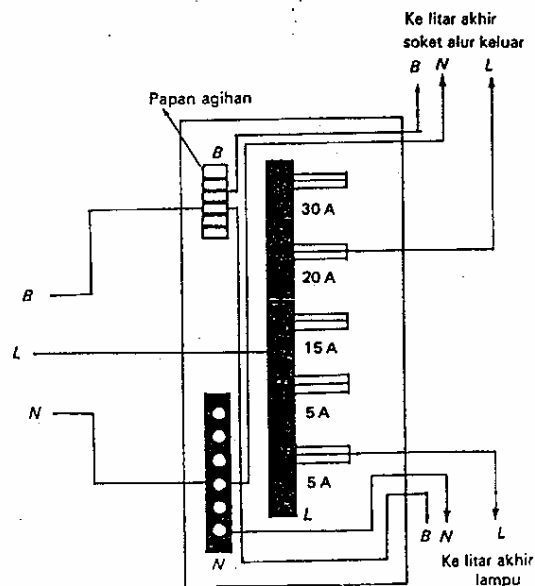
- Bar neutral dan busbar bumi akan disambung terus pada litar akhir – tidak perlu melalui MCB lagi.
- Litar akhir akan mempunyai 3 dawai iaitu live, neutral dan bumi.

### Sistem Bekalan Elektrik Di Rumah (240 V, 1- Fasa, 50 Hz)



### c) Litar Akhir

- Litar yang keluar daripada papan fius agihan bagi membekalkan satu atau lebih titik-titik kelengkapan atau soket alir keluar tanpa perantaraan papan agihan lain atau dengan kata lain litar yang bersedia membekalkan tenaga elektrik kepada peralatan, kelengkapan atau soket alir keluar seperti lampu, kipas atau melalui soket alir keluar seperti sterika, TV, peti sejuk dll.



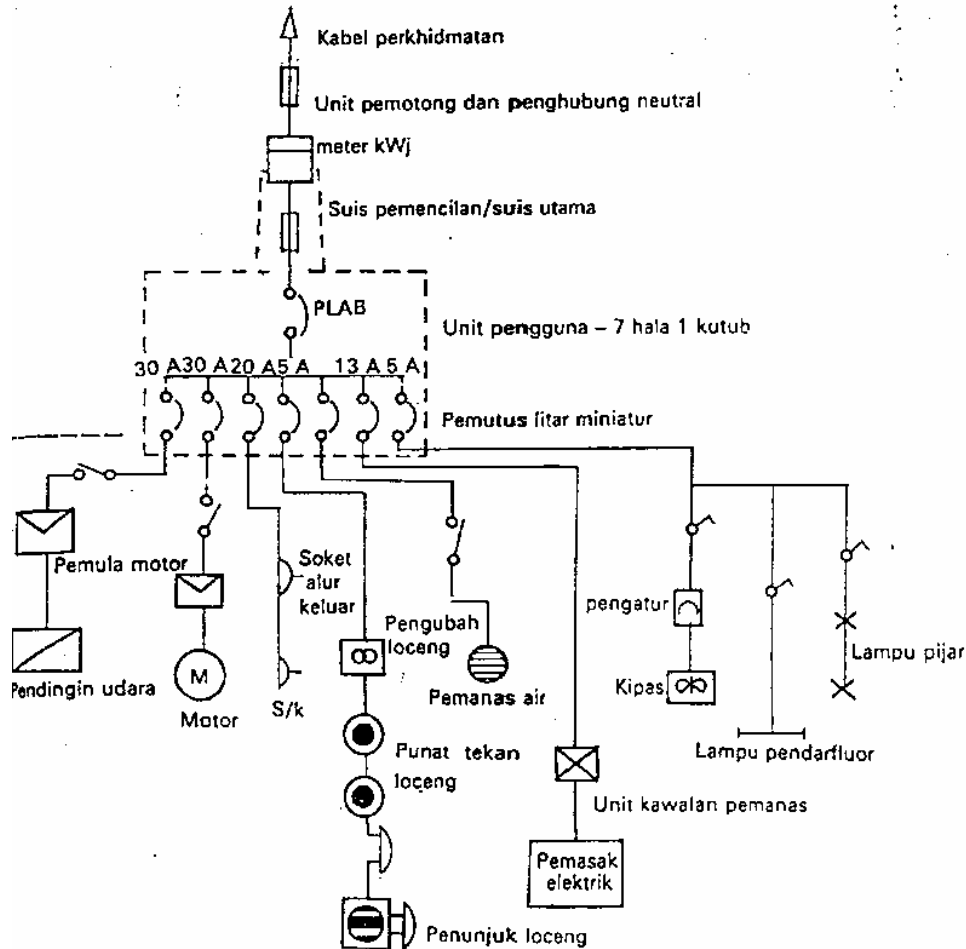
Rajah 2 – Pemencilan secara elektrik

- Umumnya, litar akhir untuk kediaman boleh dibahagikan kepada kumpulan berikut:
  - Litar akhir pada kadar arus kurang daripada 15 A.
  - Litar akhir pada kadar arus lebih daripada 15 A.
  - Litar akhir pada kadar arus lebih daripada 15 A tetapi tertumpu pada soket alir keluar 13 A sahaja.

#### Peraturan Litar Akhir

- ❖ Litar akhir hendaklah diasingkan untuk peralatan yang berbeza (berlainan fius dan kawalannya) bagi mencegah gangguan bekalan jika litar akhir lain mengalami kerosakan.

- ❖ Sebagai contoh, antara lampu dan soket alir keluar hendaklah diasingkan fuisnya.
- ❖ Pendawaian setiap litar akhir hendaklah diasingkan secara elektrik (neutral dan live berlainan) kecuali ke bumi.

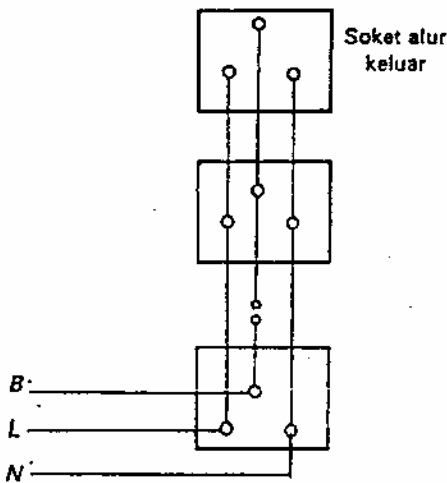


Rajah 3 – Contoh gambar rajah skematik bagi pelbagai litar akhir

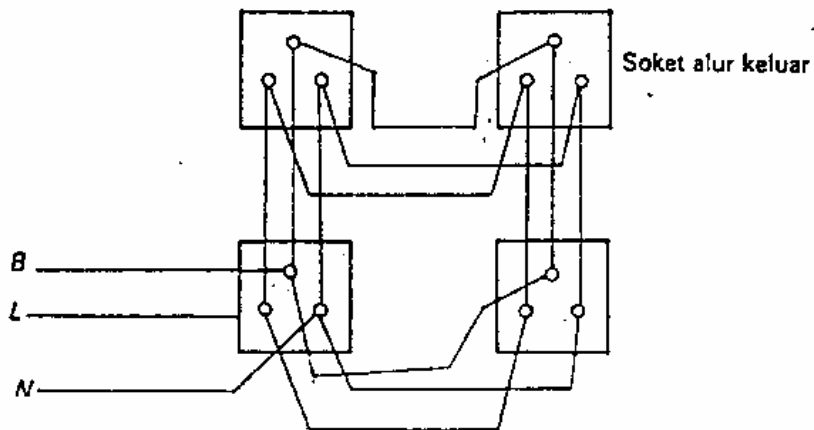
#### d) Litar Akhir untuk Soket Alir Keluar

- Terdapat 2 cara pendawaian soket alir keluar (2, 5, 13, 15 dan 30 A) iaitu Litar Gelang (*ring circuit*) dan Litar Jejari (*radial circuit*).
- Sambungan litar gelang – sambungan soket alir keluar yang bersambung antara satu sama lain dalam bentuk gelang.
- Sambungan bermula dan berakhir pada tempat yang sama iaitu di papan fuis agihan.
- Sambungan litar jejari – soket alir keluar disambung secara jejari atau selari.

- Saiz kabel yang biasa digunakan untuk litar gelang ialah 2.5 mm<sup>2</sup> dan 4 mm<sup>2</sup> bagi litar jejari.



Rajah 4– Litar jejari (radial circuit)



Rajah 5 – Litar gelang (ring circuit)

#### e) Penentuan Saiz Kabel dan Peranti Perlindungan

- Kadar fuis atau pemutus litar miniatur yang mengawal sesuatu litar akhir hendaklah tidak melebihi kadar kemampuan membawa arus mana – mana kabel dalam litar tersebut.
- Besar kecilnya kabel dan fuis sesuatu litar adalah bergantung pada jenis beban yang hendak digunakan.
- Umumnya, bagi rumah kediaman, saiz kabel yang digunakan ialah 1.5, 2.5 dan 4 mm<sup>2</sup>.

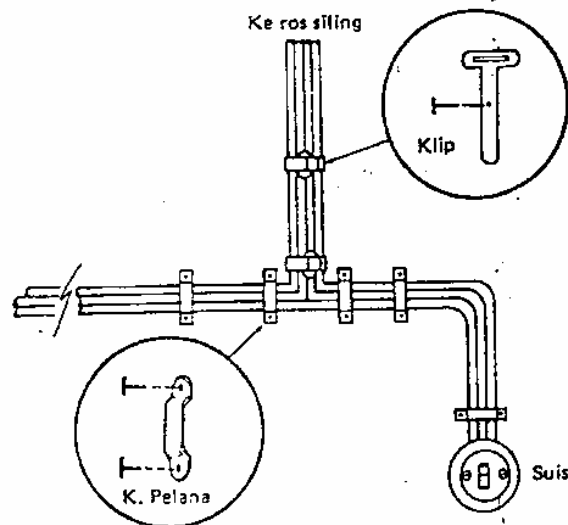
- Saiz fius yang biasa digunakan pula ialah 5 A, 15 A dan 30 A.

### 3.1.2 Jenis – jenis Pendawaian

- Terdapat 3 jenis pendawaian elektrik iaitu:
  - Pendawaian Permukaan.
  - Pendawaian Terbenam.
  - Pendawaian Pembuluh (conduit).
    - Pembuluh keluli, bukan keluli dan boleh lentur
    - Sesalur
    - Salur
- Faktor yang perlu diambil kira dalam pemilihan jenis pendawaian adalah:
  - Jenis beban yang hendak dipasang
  - Keadaan tempat pemasangan
  - Kos perbelanjaan
  - Tempoh ketahanan pemasangan
  - Kekemasan dan kecantikan
  - Keadaan sekeliling
  - Tempoh masa menyiapkan
  - Perubahan atau penambahan litar di masa akan datang
  - Jenis voltan bekalan
  - Keselamatan dan kelulusan JBE/TNB/JKR

#### a) Pendawaian Permukaan (Surface Wiring)

- Satu sistem di mana kabel – kabel yang digunakan dalam sesuatu pemasangan dipasang pada permukaan dinding atau siling tanpa sebarang perlindungan tambahan.
- Kabel yang digunakan mestilah daripada jenis bersalut kerana terdedah kepada keadaan persekitaran dan kerosakan mekanikal.



Rajah 6 – Pendawaian yang bertebat di permukaan

- Bagi pendawaian permukaan yang dibuat di bangunan batu satu simen, kabel akan diklipkan atas satu bilah papan (wooden batten) yang sebelum ini dipakukan ke dinding atau siling.
- Jenis klip yang biasa digunakan ialah klip aluminium atau plumbum.
- Kebaikan sistem ini ialah ia mudah disediakan dengan perbelanjaan yang murah, pemasangan tambahan juga mudah dilakukan.
- Biasanya diaplikasikan di rumah kediaman (lama dan sudah tidak digunakan di kawasan perumahan baru untuk tujuan keselamatan).
- Kelemahan sistem ini ialah ia tidak tahan dengan suhu yang panas dan lembap, tidak cantik dan sistem perlindungan mekanik yang kurang memuaskan.

#### **b) Pendawaian Terbenam (Embedded Wiring)**

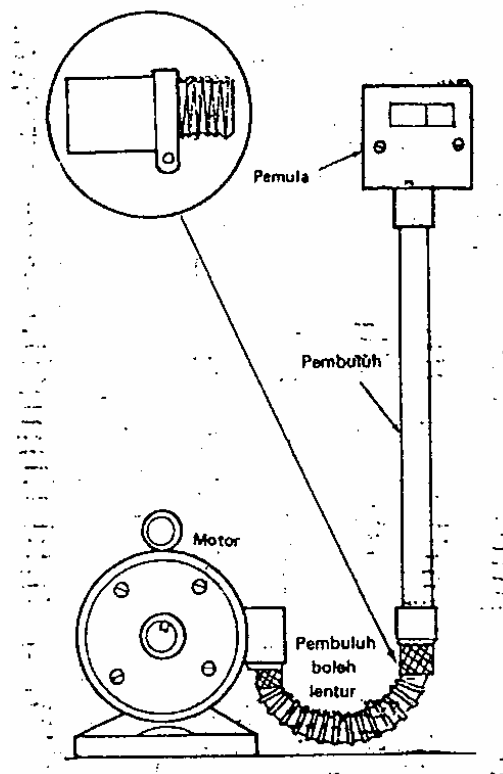
- Kabel litar dipasang di dalam dinding atau siling dan tidak kelihatan langsung kecuali penghujung kabel yang digunakan untuk sambungan ke terminal aksesori atau beban.
- Kaedah ini dilakukan dengan membenamkan kabel ke lurah alur di dinding atau siling yang telah disediakan.



- Pada kebiasaannya ia dibuat semasa peringkat pembinaan bangunan iaitu sebelum kerja penurapan simen (plaster) dijalankan.
- Kabel tersebut mestilah disusun dengan rapi agar tidak berlaku sebarang kerosakan mekanikal ke atasnya.
- Kaedah ini cantik dan kemas. Ia tidak menghadapi bahaya mekanikal dan tahan pada perubahan cuaca, tahan lama dan kosnya juga rendah.
- Tetapi sistem ini sukar untuk dibaiki apabila berlaku kerosakan dan boleh mendatangkan bahaya semasa memaku dinding yang tersimpan kabel yang tersembunyi.

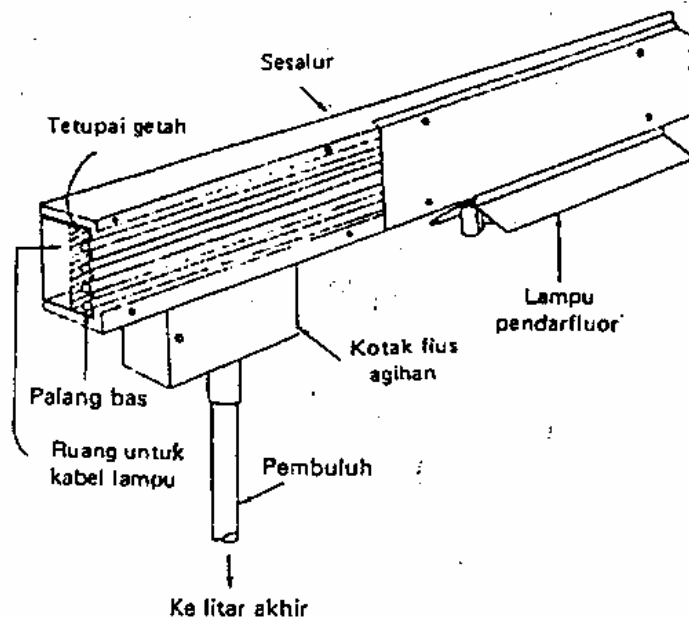
### c) Pendawaian Pembuluh (conduit)

- Dalam sistem ini, conduit digunakan untuk menyalurkan kabel – kabel.
- Sistem ini digunakan di tempat yang terdapat bahaya kerosakan mekanik atau kimia, contohnya di kilang – kilang perusahaan, makmal, bengkel dll.

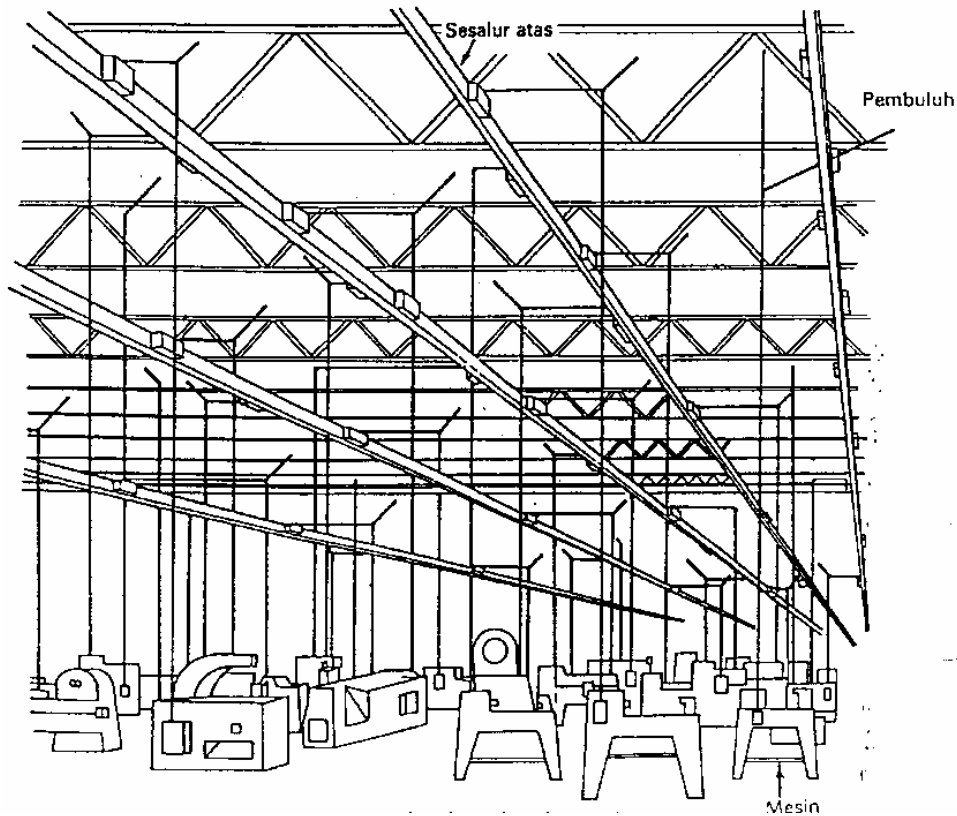


Rajah 7 – Penyesuai dan pembuluh boleh lentur

- Sistem ini boleh dipasang dipermukaan atau tersembunyi.
- Beberapa keistimewaan pendawaian sistem ini ialah konduit ini boleh dijadikan pengalir perlindungan litar (grounding), mudah diubahsuai untuk tambahan, tahan lama, dapat mengelakkan kebakaran dan kabelnya tidak mudah tercacat.
- Sistem ini melibatkan perbelanjaan yang tinggi serta mengambil masa yang lama untuk disiapkan.
- Bentuknya tidak kemas jika dipasang pada permukaan.
- Untuk pembuluh boleh lentur (logam) yang boleh dibentuk mengikut kehendak pemasangan amat berguna terutamanya untuk sambungan bagi penghujung beban yang bergerak atau di tempat – tempat yang bebannya selalu diubahsuai.
- **Sesalur** – Sistem pendawaian ini menggunakan sesalur logam atau bahan penebat yang pada kebiasaannya bersegi empat dan dipasang secara menegak atau mendatar di permukaan dinding atau besi rangka bangunan.
- Kabel dimuatkan dalam sesalur dan biasanya bersaiz besar serta bilangan yang banyak.

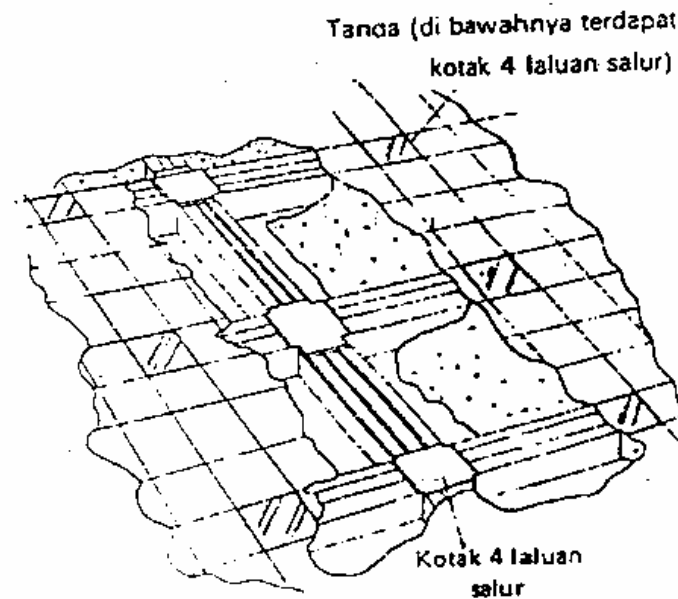


Rajah 8 – Palang bas sesalur atas



Rajah 9 – Sistem pendawaian palang bus sesalur atas

- **Salur** – dibuat daripada logam yang berbentuk segi empat bujur memanjang tanpa penutup.
- Lazimnya, salur ini tersembunyi di bawah lantai yang biasa di sebut salur bawah lantai.
- Jika dilihat dari atas, sistem ini dipasang seperti sistem grid dalam sesebuah bangunan.
- Kesemua kotak simpang berada pada selekoh bengkokan 90°.
- Sistem ini amat sesuai digunakan di pejabat kerana alatan dan perkakas sering diubah – ubah kedudukannya.



Rajah 10 – Sistem pendawaian salur bawah tanah

### 3.1.3 Kabel

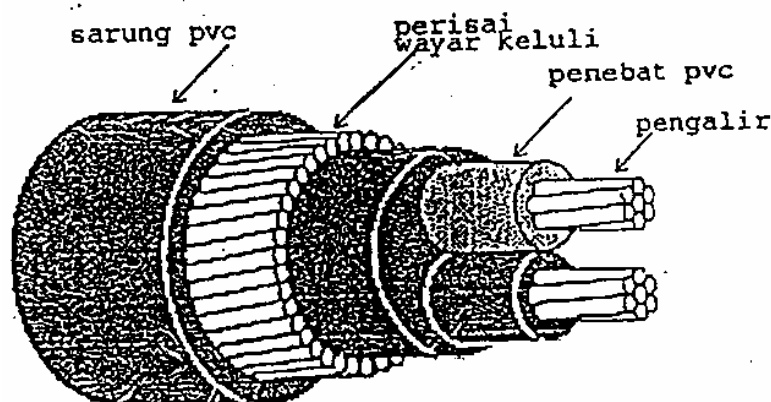
- Kabel ialah bahan pengalir yang membenarkan arus mengalir.
- Ia merupakan media yang amat penting dalam pemasangan elektrik.
- Ia menjadi perantaraan sambungan bagi membekalkan tenaga elektrik kepada peralatan elektrik.
- Oleh sebab kadaran arus, voltan, keadaan alat dan tempat yang berbeza – beza, kabel juga dibuat berbeza – beza bagi menyesuaikan dengan keperluan aplikasi tersebut.

#### a) Faktor Pemilihan Kabel

- i. Saiz kabel mampu membawa arus yang diperlukan oleh sesuatu beban tanpa memanaskan kabel.
- ii. Susut voltan tidak melebihi 2.5 % voltan bekalan.
- iii. Penebat kabel sesuai dengan keadaan (kabel PVK sesuai untuk suhu 0 - 65° C).

## b) Bahagian – bahagian kabel dan Istilah Kabel

- i. Sekurang – kurangnya kabel mempunyai bahagian yang dikenali sebagai Pengalir, Penebat dan Perlindungan Mekanik.
- Teras (core) – pengalir bertebat, cth 1, 2, 3, 4 dll.
  - Lembar (strand) – bilangan pengalir pada sesuatu teras, biasanya 3, 7, 19, 24, 37, 91 dll. Contoh kabel 7/1.04 mm (7 lembar dan garis pusat setiap lembar ialah 1.04 mm).
  - Sarung kabel (jacket).
  - Luas keratan rentas pengalir – jumlah luas keratan rentas setiap lembar pengalir. Contoh kabel 7/0.85 mm ialah kabel saiz  $4\text{mm}^2$ .
  - Penebat – bahan penebat yang mengelilingi pengalir untuk mencegah arus daripada ter bocor. Contoh penebat getah, polivinil klorida (PVK), kertas dll.
  - Pengalir – bahan yang selalu digunakan ialah kuprum, aluminium, perak dll.
  - Kadaran voltan – kadar ketahanan kabel dari segi penebatnya apabila sesuatu voltan dikenakan. Contoh 600/1000 V bermakna 600 V adalah ketahanan voltan antara pengalir dengan bumi manakala 1000 V adalah ketahanan voltan antara pengalir dengan pengalir.
  - Kadaran arus – kadaran arus maksimum yang mampu dibawa oleh kabel tanpa memanaskan pengalir atau merosakkan penebatnya.



Rajah 11 - Keratan rentas satu kabel yang menunjukkan pengalir, penebat dan perlindungan mekanik pada kabel bertebat pvc berperisai wayar keluli

**c) Warna Teras Kabel (tidak boleh lentur) – Penebat PVC dan Getah**

<b>Fungsi Kabel</b>	<b>Pengenalan Warna</b>
Bumi / Pengalir perlindungan	Hijau dan kuning @ hijau
Pengalir 1 fasa	Merah @ kuning @ biru
Fasa R bagi litar 3 fasa	Merah
Fasa Y bagi litar 3 fasa	Kuning
Fasa B bagi litar 3 fasa	Biru
Neutral bagi litar AC 1 fasa dan 3 fasa	Hitam

**d) Warna Teras Kabel (boleh lentur) – Penebat PVC dan Getah**

<b>Bilangan Teras</b>	<b>Fungsi Teras Kabel</b>	<b>Pengenalan Warna</b>
1, 2 atau 3	Pengalir fasa	Coklat
	Pengalir Neutral	Biru
	Pengalir Perlindungan	Hijau kuning
4 atau 5	Pengalir fasa	Coklat @ hitam
	Pengalir Neutral	Biru
	Pengalir Perlindungan	Hijau dan kuning

**e) Keupayaan kabel Membawa Arus (PVC satu Teras, Pengalir Kuprum)**

Luas keratan rentas mm <sup>2</sup>	Kaedah Pemasangan (Tidak bersarung dalam dinding)		Kaedah Pemasangan (Terdedah dan diklip terus)	
	2 kabel satu fasa	3 @ 4 kabel fasa	2 kabel satu fasa	3 @ 4 kabel 3 fasa
1	11	10.5	15.5	14
1.5	14.5	13.5	20	18
2.5	19.5	18	27	25
4	26	24	37	33
6	34	31	47	43
10	46	42	65	59
16	61	56	87	79
25	80	73	114	104
35	99	89	141	129
50	119	108	182	167
70	151	136	234	214
95	182	164	284	261
120	210	188	330	303
150	240	216	381	349
185	273	245	436	400
240	320	286	515	472
300	367	328	594	545

- f) **Standard cross-section of round conductors copper (mm<sup>2</sup>), rubber/PVC insulated and current carrying capacity (A), ambient temperature 30°C and conductor operating temperature 70°C, for 3 core cable, 3 phase AC.**

mm <sup>2</sup>	(A)
1	10
1.5	13
2.5	17.5
4	23
6	29
10	39
16	52
25	68
35	83
50	99
70	125
95	150
120	172
150	196
185	223
240	261
300	298

## 3.2 PERLINDUNGAN DAN PEMBUMIHAN

### 3.2.1 PERLINDUNGAN

- Perlindungan bermakna memberi jagaan kepada alat – alat pemasangan daripada sebarang bahaya yang disebabkan oleh arus



elektrik seperti arus lebih, kebocoran arus ke bumi, litar pintas, kilat dan sebagainya.

- Di samping perlindungan daripada bahaya kilat, 3 jenis perlindungan yang perlu diadakan:
  - Perlindungan untuk mengawal pemasangan atau Pemencil.
  - Perlindungan arus lebih (Fius, Pemutus Litar, Geganti).
  - Perlindungan daripada renjatan elektrik.

### **I) Pemencil (Isolator)**

- Alat yang boleh memutuskan bekalan pengagihan kepada pengguna dengan membukakan sambungan kabel hidup dan neutral secara serentak.
- Untuk bekalan 1 fasa – ia menggunakan suis 2 kutub berangkai.
- Untuk bekalan 3 fasa – ia menggunakan suis 3 kutub berangkai.
- Tujuan mengadakan pemencil – mengasingkan litar dan seterusnya dapat melindungi pengguna daripada renjatan elektrik yang berterusan jika berlaku kebocoran dan sentuhan renjatan.
- Biasanya pemencil dipasang pada permulaan litar.
- Selain itu, pemencil boleh digunakan untuk memutuskan bekalan sebelum kerja – kerja membaiki kerosakan atau membuat pendawaian tambahan.
- Kadaran pemencil hendaklah dipadankan dengan kadaran arus bekalan dan beban.
- Yang penting, pemencil mestilah mampu membawa arus beban penuh dan berkeupayaan memutuskan dan menyambung bekalan seperti yang diperlukan.

### **II) Perlindungan Arus Lebih (Over Current Protection)**

- Alat ini boleh memutuskan litar bekalan dengan sendiri (automatik) apabila berlaku arus lebih (litar pintas dll) daripada yang dihadkan.
- Alat ini dipasang pada dawai hidup di awal litar iaitu secara bersiri dengan litar bekalan.
- Tujuan memasang pelindung arus lebih pada sesuatu pemasangan ialah untuk mengelakkan berlakunya kerosakan

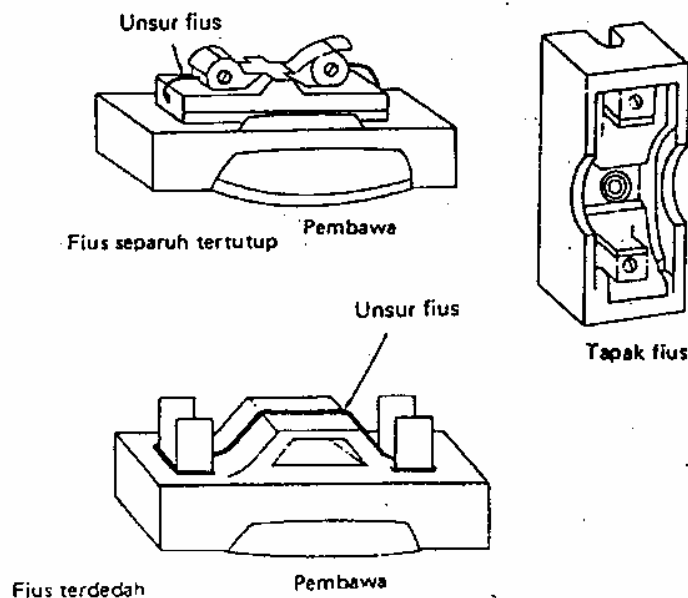
pada sesuatu alat apabila arus yang melebihi kadaran keupayaan maksimum alat itu mengalir di dalam litar.

- Di samping itu, ia juga melindungi kabel daripada rosak.
- Umumnya, pelindung arus lebih terbahagi kepada 3 iaitu:
  - Fius
  - Pemutus litar (circuit breaker)
  - Geganti (relay)

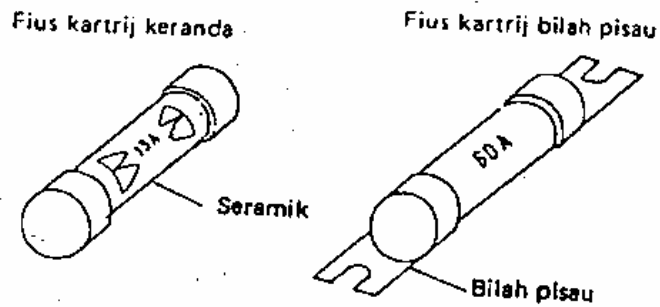
### Jenis Pelindung Arus Lebih

#### a) Fius

- i. Asasnya ialah dawai pengalir yang akan lebur apabila arus yang mengalir melebihi had keupayaannya.
- ii. Terdapat 4 jenis fius:
  - a. Fius yang boleh didawai semula
  - b. Fius katrij
  - c. Fius keupayaan pemutus tinggi
  - d. Fius palam



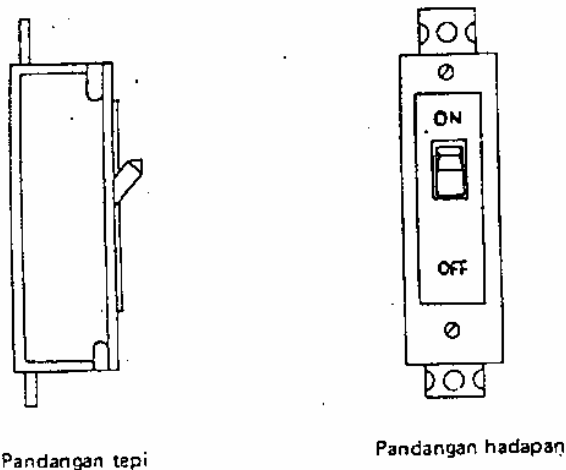
Rajah 12 – Fius separuh tertutup dan fius terdedah



Rajah 13 – Fius katrij bentuk keranda dan bentuk bilah pisau

**b) Pemutus litar (Circuit Breaker)**

- i. Dapat dikendali secara automatik dan boleh dilaraskan pada nilai (arus dan masa) yang dikehendaki.
- ii. Tidak perlu ditukar ganti, boleh dihidupkan semula.



Rajah 14 – Pemutus litar jenis miniatur

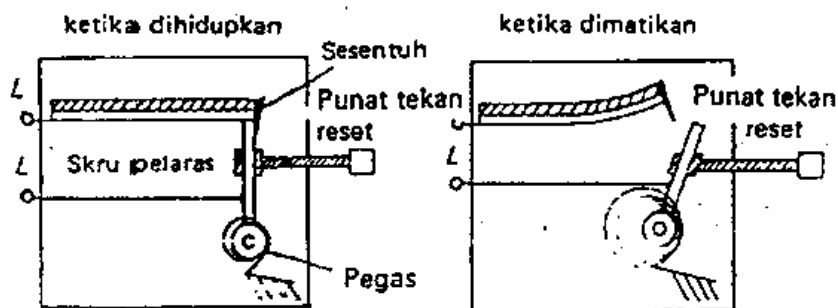
- iii. Terdapat beberapa cara kendalian:
  - a. Cara terma
  - b. Cara magneto hidraulik
  - c. Cara elektromagnet

### c) Geganti (Relay)

- i. Memutuskan litar secara tidak langsung.
- ii. Litar geganti biasanya dibuat secara kendalian terma atau magnet untuk disalingkuncikan dengan bekalan utama melalui sesentuh.
- iii. Banyak digunakan di litar pemula motor.
- iv. Tidak perlu ditukar ganti, boleh direset semula.
- v. Geganti boleh dilaraskan ke beberapa kadaran arus yang diperlukan dan boleh dilaraskan (reset) semula apabila sambungan telah terputus.

#### Pemutus Litar Cara Terma

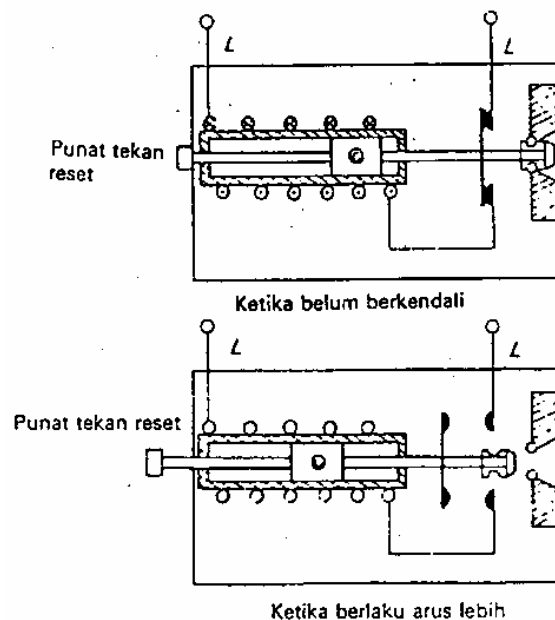
- Komponen yang terlibat dalam kendalian ini terdiri daripada lapisan dwilogam yang dicantumkan kepada satu sesentuh sebagai satu tempat sambungan suis.
- Jika arus yang masuk ke litar itu tidak melebihi jumlah yang dihadkan, dwilogam itu tidak akan memberi apa – apa kesan (sesentuh masih membuat sambungan seperti biasa).
- Tetapi apabila arus itu melebihi arus yang dihadkan masuk ke dalam litar, dwilogam akan menjadi panas dan seterusnya meleding (kerana kadar pengembangannya berbeza).
- Apabila keadaan ini terjadi, litar akan terbuka kerana tarikan spring.
- Kadaran arus pemutus litar ini boleh dilaraskan dengan skru pelaras, jadi ia akan membukasambungan dengan cepat atau sebaliknya mengikut pelarasan skru itu.



Rajah 15 – Pemutus litar jenis miniatur dengan kendalian cara terma

### Pemutus Litar Cara Magneto Hidraulik

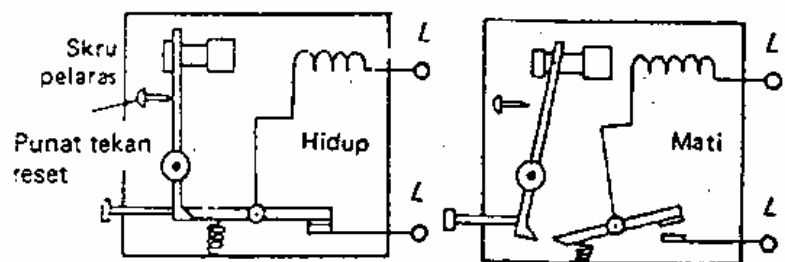
- Komponen yang terlibat ialah gegelung magnet yang digulung pada satu despot dan di tengah – tengahnya dipasang ombok secara terus atau rangkaian ke suis sesentuh.
- Kendaliannya bergantung pada kekuatan medan magnet dan kekuatan magnet itu pula bergantung pada kadaran arus yang mengalir padanya.
- Gegelung ini dibuat dalam beberapa kadaran arus yang diperlukan dan gegelung ini menjadi penentu kadaran pelindung arus lebih yang dikehendaki.
- Gegelung magneto-hidraulik akan menolak ombok apabila kadaran arus yang mengalir dalam litar itu melebihi hadnya dan seterusnya akan membuka sesentuh.



Rajah 16 – Pemutus litar jenis miniatur dengan kendalian cara magneto-hidraulik

### Pemutus Litar Cara Elektromagnet

- Satu atau lebih sesentuh mungkin dikendalikan oleh gegelung elektromagnet.
- Kadar pelarasan kawalan pelindung arus lebih dibuat dengan skru pelaras atau dengan menambah bilangan belitan gegelung untuk perubahan besar.
- Setelah pemutus litar berkendali, ia boleh dikembalikan ke kedudukan asal dengan menggunakan punat tekan set semula.
- Apabila arus yang masuk ke litar itu tidak melebihi kadaran yang dihadkan oleh pemutus litar, gegelung elektromagnet tidak akan mempunyai tenaga yang cukup untuk menarik sesentuh dan seterusnya memutuskan litar kerana kekuatan sesentuh lebih besar daripada kekuatan gegelung elektromagnet.
- Tetapi sebaliknya, sebaik sahaja arus yang memasuki gegelung elektromagnet itu melebihi hadnya, gegelung magnet itu akan menarik sesentuh dan seterusnya litar itu akan terputus (buka @ off).

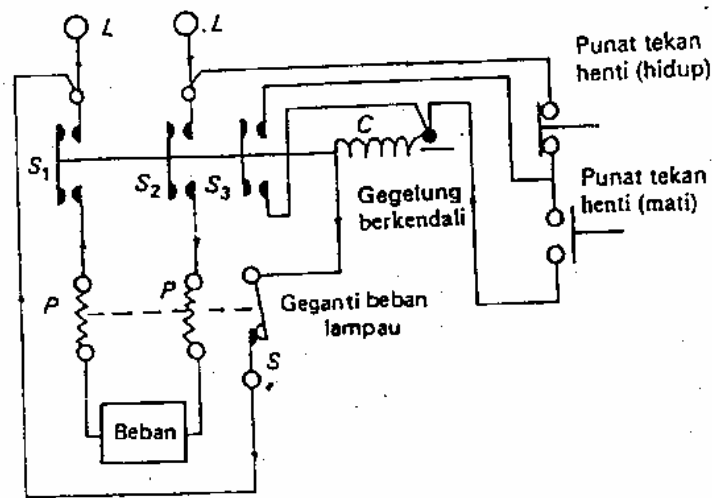


Rajah 17 – Pemutus litar jenis miniatur dengan kendalian cara elektromagnet

### Pemutus Litar Cara Geganti

- Apabila punat tekan hidup ditekan, arus akan masuk mengikut arah anak panah dan seterusnya melengkapkan litar gegelung C.
- Gegelung C akan memegang semua sesentuh S1, S2 dan S3 ke kedudukan bersentuh (on).
- Ini membolehkan arus mengalir ke motor (beban), arah anak panah (→).
- Jika motor ini dipasang pada beban yang tidak melebihi beban penuhnya, arus akan mengalir dengan tidak memberi apa – apa kesan kepada pemanas P.

- Tetapi jika arus yang masuk itu lebih besar daripada yang dihadkanoleh geganti akibat penambahan beban motor, maka arus yang lebih besar akan mengalir dan akan memanaskan P.
- Seterusnya suis beban (suis beban lampau) akan ditolak dan terbuka (off).
- Apabila ini terjadi, motor akan berhenti sebab tiada arus yang mengalir.
- Oleh itu suis S1, S2 dan S3 akan terbuka (off).



Rajah 18 – Geganti atau sesentuh sebagai pelindung arus lebih

### III) Perlindungan dari Renjatan Elektrik

- Peralatan, kelengkapan dan pemasangan elektrik mestilah dilindungi dari arus bocor atau disentuh oleh manusia dan haiwan.
- Sentuhan ini mengakibatkan renjatan elektrik.
- Kecil atau besarnya sesuatu renjatan bergantung pada rintangan badan, voltan dan arus bekalan.
- Oleh itu, pengalir mestilah ditebat dan tiada mana – mana bahagian litar terdedah kepada sentuhan.
- Perkara ini akan dibincangkan lebih lanjut di bahagian pbumian.

### 3.2.2 PEMBUMIAN

- Merupakan salah satu kaedah perlindungan.
- Ia juga merupakan sambungan yang dibuat antara logam dan bumi.
- Bumi merupakan pengalir yang terbesar dari segi saiz dan jumlah kawasan liputan menyediakan laluan bergalangan rendah bagi arus rosak atau arus bocor.
- Sebarang benda yang disambung akan mempunyai keupayaan sifar.
- Bumi yang berada pada beza-upaya sifar (Beza-upaya rujukan) dapat menyahkan beza-upaya yang besar dengan cepat.
- Inilah tujuan asas pembumian sesuatu alat atau benda iaitu sebagai laluan balik arus atau untuk keselamatan.
- Oleh itu, pembumian memberi keselamatan daripada bahaya renjatan elektrik dan kebakaran.

#### Apa Yang Perlu Dibumikan (Disambung ke Bumi)

- a. Semua struktur logam dalam sistem pendawaian (yang bukan membawa arus) seperti saluran logam, perisai pembuluh, salur, sesalur, dawai katenari dan sebagainya.
- b. Struktur logam terdedah bagi suatu peralatan elektrik termasuk yang bukan berkaitan dengan elektrik seperti paip air, rangka rumah dan sbgnya.

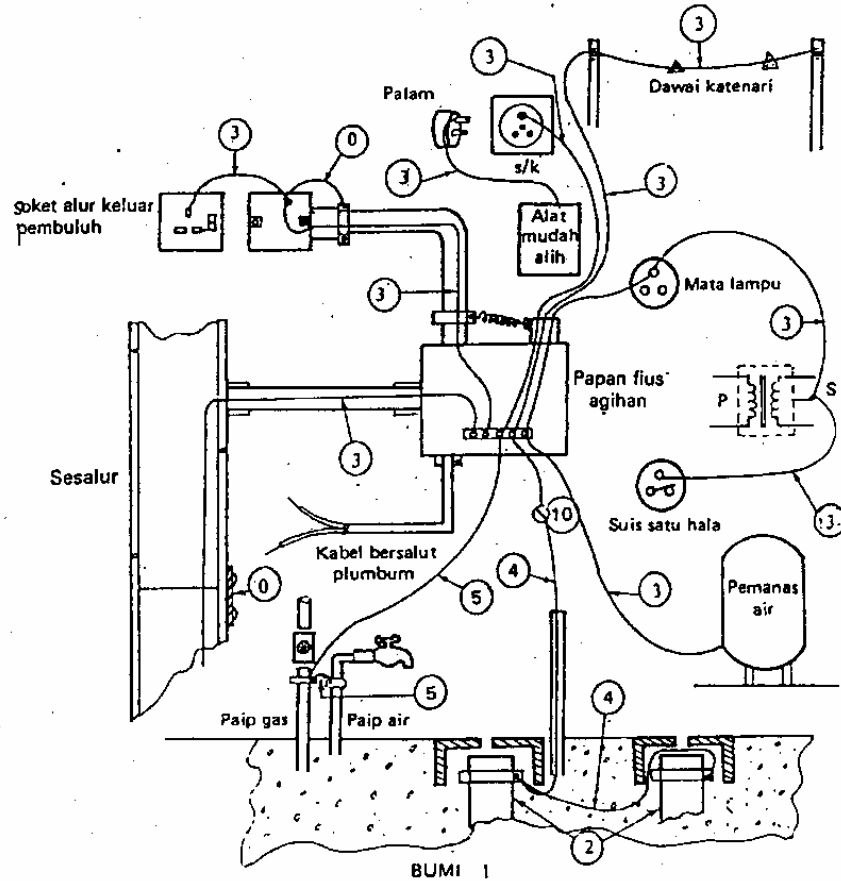
#### Cara dan Istilah Pembumian (Rajah Berkaitan)

Pembumian dilakukan dengan menyambungkan apa yang perlu dibumikan ke dawai atau punca bumi pengguna;

- 0 – Dawai pengikat sama upaya.
- 1 – Bumi, sambungan yang berkesan ke bumi.
- 2 – Elektrod Bumi. Batang (rod) logam, plat logam dan sistem paip logam dalam tanah atau sebarang benda berpengalir bagi memperoleh sambungan bumi yang berkesan.
- 3 – Pengalir perlindungan litar.



- 4 – Dawai pembumi.
- 5 – Dawai pengikat sama upaya.
- 10 – Punca bumi pengguna.

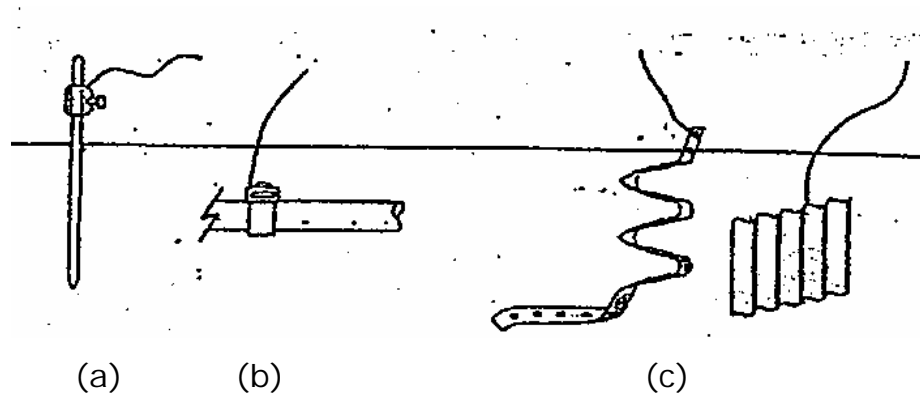


Rajah 19 – Istilah – istilah pembumian

### Elektrod – elektrod Bumi

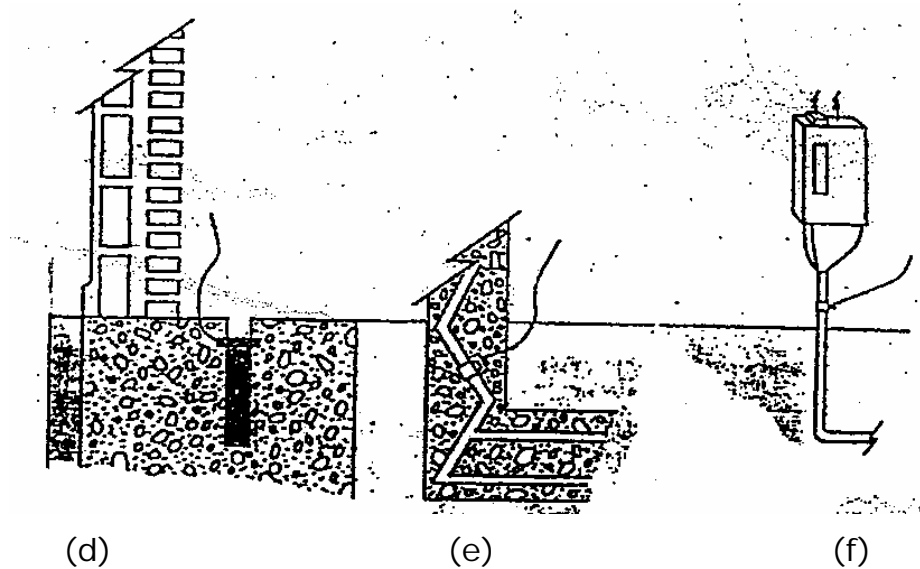
- Berikut adalah jenis elektrod yang diperakui dan memenuhi kehendak peraturan pendawaian.
  - Rod – rod dan paip – paip bumi
  - Pita – pita atau dawai – dawai bumi
  - Plat – plat bumi
  - Elektrod – elektrod bumi yang terbenam di dalam tanah
  - Konkrit yang bertetulang logam
  - Sistem – sistem paip logam

- o Sarung plumbum dan sarung daripada logam yang digunakan untuk menyarung kabel dalam tanah
- o Struktur – struktur bawah tanah lain yang bersesuaian



Rajah 20 – Jenis – jenis elektrod bumi

- (a) Earth rods 4 pipes
- (b) Tapes or wires
- (c) Plates



Rajah 21 – Jenis-jenis elektrod bumi

- (d) Underground structural metalwork embedded in foundation

(e) Welded metal reinforcement of concrete (not prestressed)

(f) Lead or metallic covering of cables

### Pemutus Litar Bocor ke Bumi (ELCB)

- Pemutus litar bocor ke bumi digunakan apabila pembumian yang baik tidak diperolehi kerana galangan bagi gelung litar rosak ke bumi terlalu tinggi sehingga tidak mampu untuk memutuskan pelindung arus lebih.
- Pemutus litar ini boleh bekerja pada voltan yang rendah (50 V).



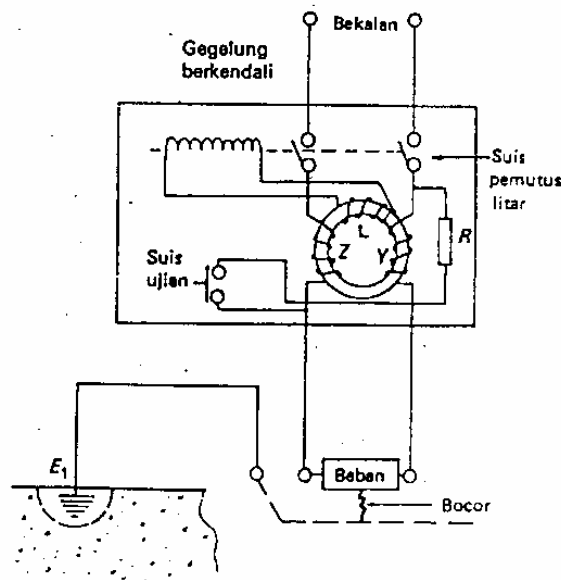
Rajah 22 – Pemutus litar bocor ke bumi

- Umumnya setiap rumah atau mana – mana pemasangan elektrik akan dipasang dengan alat ini.
- Terdapat beberapa jenis ELCB, antaranya yang kini digunakan:
  - Pemutus litar bocor ke bumi kendalian arus baki.
  - Pemutus litar bocor ke bumi jenis arusimbang.
  - Pemutus litar bocor ke bumi dengan menggunakan geganti.

### Pemutus Litar Bocor ke Bumi Kendalian Arus Baki

- Alat ini digunakan untuk sistem 1 fasa.
- Ia amat sensitif, berkendalian pada nilai arus yang kurang daripada 2% daripada arus litar dan dapat mengawal pendawaian di rumah.

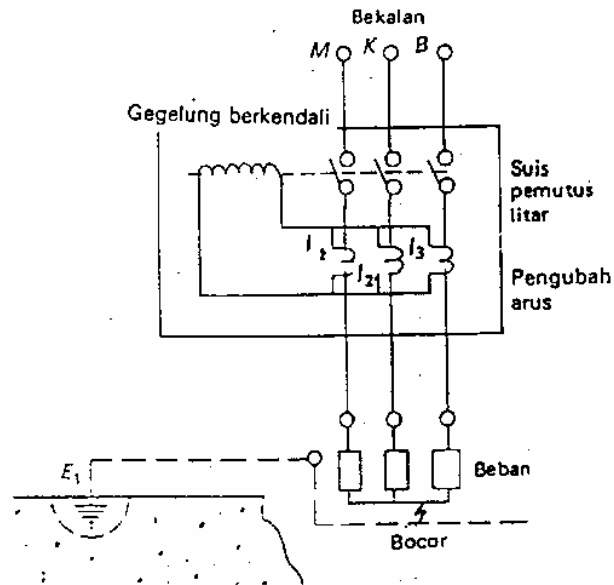
- Merujuk kepada litarnya, apabila berlaku kebocoran, arus pada gelung Z dan Y menjadi tidak seimbang, dengan itu gegelung L akan mendapat voltan aruhan.
- Keadaan ini menyebabkan gegelung berkendali (beroperasi) kerana mendapat tenaga elektrik daripada gegelung L dan seterusnya menarik suis pemutus litar ke kedudukan off.
- Arus bocor akan masuk ke bumi melalui pengalir pelindung litar bumi jika kebocoran itu berlaku antara "live" dan "bumi".



Rajah 23 – Pemutus litar ke bumi kendalian arus baki

### Pemutus Litar Bocor ke Bumi Jenis Arus Imbang

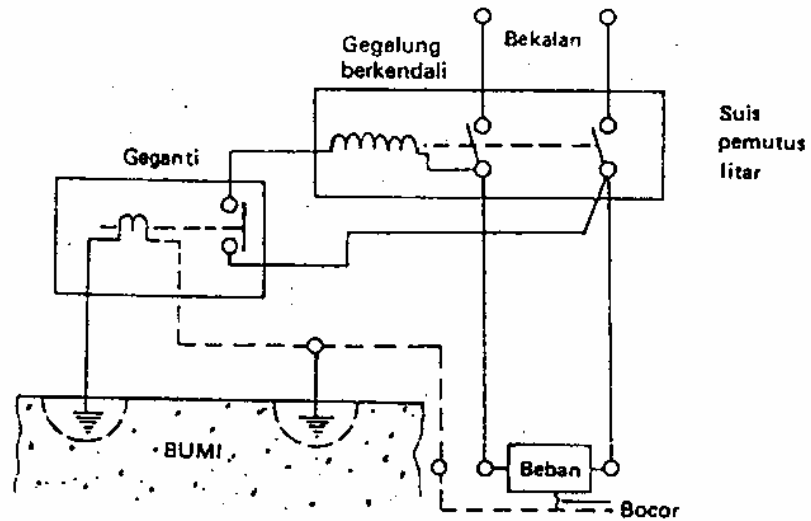
- Alat ini digunakan pada pemasangan sistem 3 fasa.
- Alat ini dapat berkendali pada arus bocor yang tidak melebihi daripada 2% arus yang mengalir.
- Apabila berlaku kebocoran, keseimbangan arus pada setiap talian 3 fasa itu tidak wujud lagi dan arus berlebihan di mana-mana bahagian talian tersebut akan menyebabkan gegelung belantik mendapat voltan aruhan dan arus akan mengalir dalam litar.
- Seterusnya suis pemutus litar akan ditarik ke kedudukan "off"



Rajah 24 – Pemutus litar bocor ke bumi jenis arus imbang

### Pemutus Litar Bocor ke Bumi dengan Menggunakan Geganti (Relay)

- Kaedah ini lebih cekap dan litar asasnya seperti rajah.
- R adalah gegelung geganti yang akan menutup sesentuh apabila voltan gegelung mencapai satu nilai yang boleh disetkan iaitu semasa berlaku arus bocor ke bumi.
- Apabila berlaku kebocoran arus ke bumi, litar gegelung akan berkendali kerana ia akan menjadi lengkap, seterusnya ia akan menarik sesentuh utama pemutus litar ke kedudukan mati (off) dan dengan itu litar bekalan akan terputus.



Rajah 25 – Pemutus litar ke bumi dengan menggunakan geganti