

**PELATIHAN
PEMBINAAN DAN SERTIFIKASI AHLI K3 LISTRIK**

**PERSYARATAN K3 PERENCANAAN INSTALASI
PERLENGKAPAN DAN PERALATAN LISTRIK DI
PEMANFATAAN TENAGA LISTRIK**

HARTOYO

085640929467

hartoyo@uny.ac.id

UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA

**CENTRA GAMA INDOVISI CONSULTANT
YOGYAKARTA, 23 APRIL 2019**



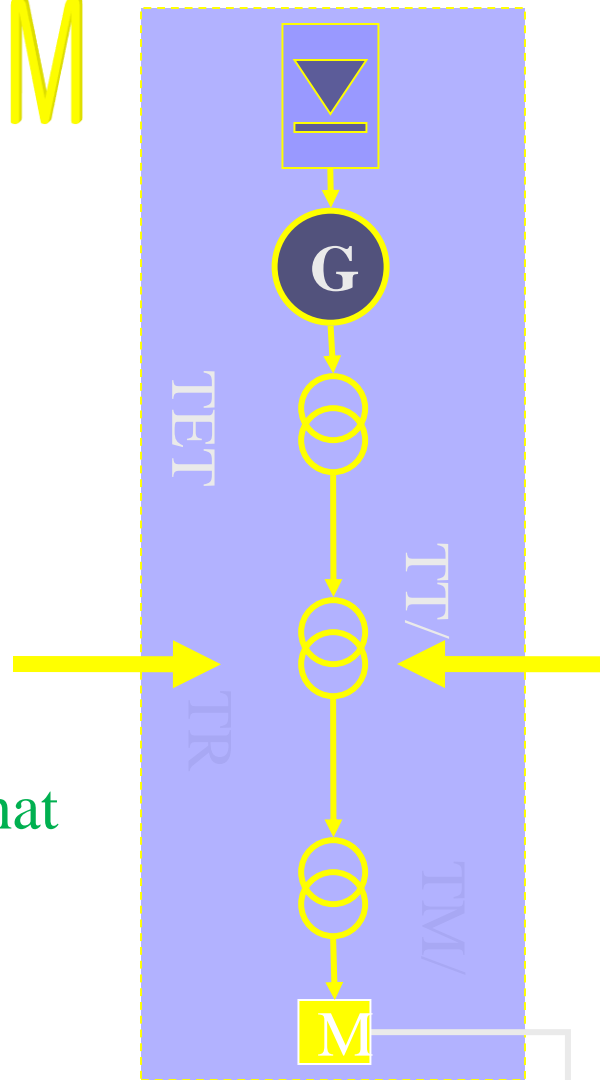
DASAR HUKUM

UU 1 / 70

Kebijakan nasional dalam hal upaya menjamin tempat kerja yang Aman dan lingkungan yang Sehat

K3

Tempat kerja



UU 15 / 85

UU 20 / 02

UU 30 / 2009

Kebijakan nasional dalam hal penyediaan tenaga listrik (pengusahaan) yang Andal, Aman dan Akrap lingkungan

A3

Bukan tempat kerja

UU K3

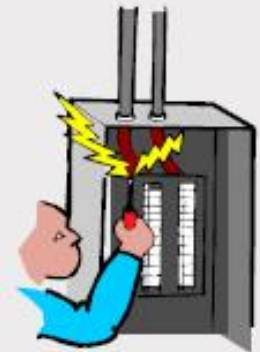


PENERAPAN KESELAMATAN KETENAGALISTRIKAN



Bahaya Listrik

- Bahaya Shock (Tersengat Listrik) baik secara langsung maupun tidak langsung
- Bahaya Arc (Percikan Api Listrik) >>> Suhu berlebih >>> Kebakaran
- Bahaya Blast (Ledakan)
- Bahaya Lainnya



Bahaya Lainnya

- Bahaya Induksi Electromagnetic ketika sedang melakukan pekerjaan listrik
- Bahaya radiasi ketika sedang melakukan pekerjaan listrik
- Bahaya terpeleset ketika sedang melakukan pekerjaan listrik
- Bahaya jatuh dari ketinggian ketika sedang melakukan pekerjaan listrik
- Bahaya tersentuh panas pada peralatan listrik ketika sedang melakukan pekerjaan listrik
- Dan lain-lain

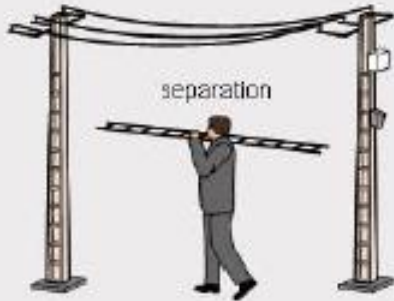


Bahaya Kejut Listrik

- Shock adalah mengalirnya arus listrik ke tubuh manusia
- Listrik yang mengalir ke tubuh manusia bisa membahayakan bahkan bisa menimbulkan kematian
- Perlu pemahaman bahaya shock oleh pekerja bidang listrik

PENGARUH ARUS LISTRIK PADA TUBUH MANUSIA	
BESARNYA ARUS	PENGARUH PADA TUBUH MANUSIA
0 0,9 mA	BELUM DIRASAKAN PENGARUHNYA
0,9 1,2 mA	BARU TERASA ADANYA ARUS LISTRIK
1,2 1,6 mA	MULAI TERASA SEAKAN-AKAN ADA YANG MERAYAP DIDALAM TANGAN
1,6 6,0 mA	TANGAN SAMPAI KESIKU MERASA KESEMUTAN
6,0 8,0 mA	TANGAN MULAI KAKU, RASA KESEMUTAN MAKIN BERTAMBAH
13 15,0 mA	RASA SAKIT TIDAK TERTAHANKAN PENGHANTAR MASIH DAPAT DILEPASKAN DENGAN GAYA YANG BESAR SEKALI
15 20,0 mA	OTOT TIDAK SANGGUP LAGI MELEPASKAN PENGHANTAR
20 50,0 mA	DAPAT MENYEBABKAN KERUSAKAN PADA TUBUH MANUSIA
50 100,0 mA	BATAS ARUS YANG DAPAT MENYEBABKAN KEMATIAN

Mengatasi Bahaya Kejut Listrik



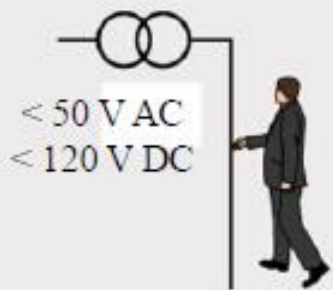
Jaga Jarak Aman



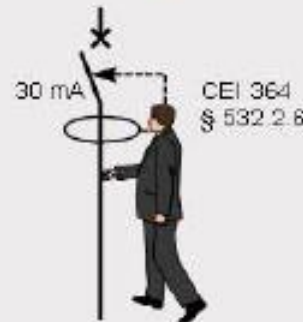
Proteksi Sumber Listrik



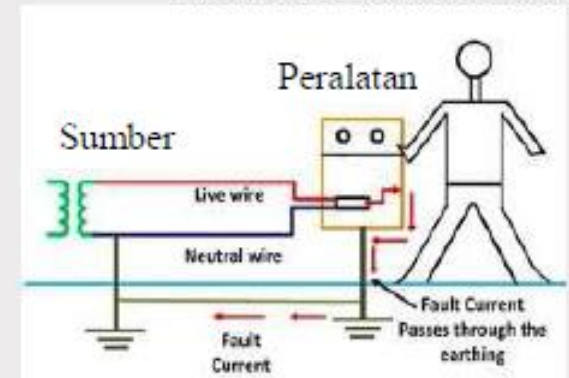
Isolasi Peralatan Listrik



Gunakan Tegangan Ekstra Rendah

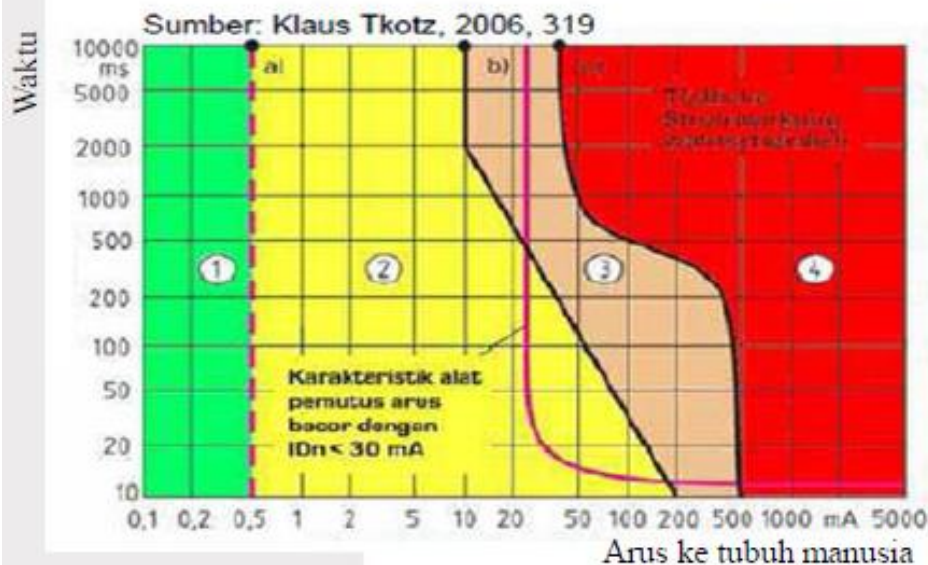


Amankan Dengan ELCB



Grounding

Batas Bahaya



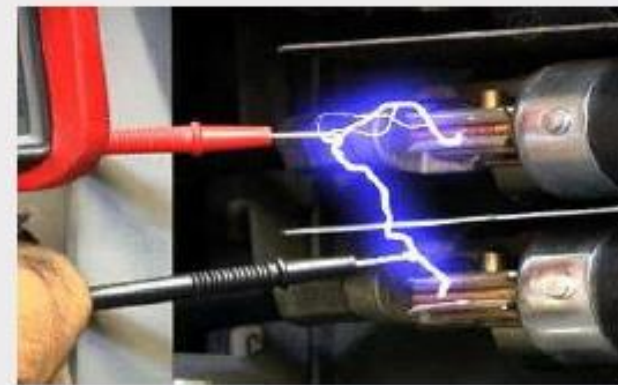
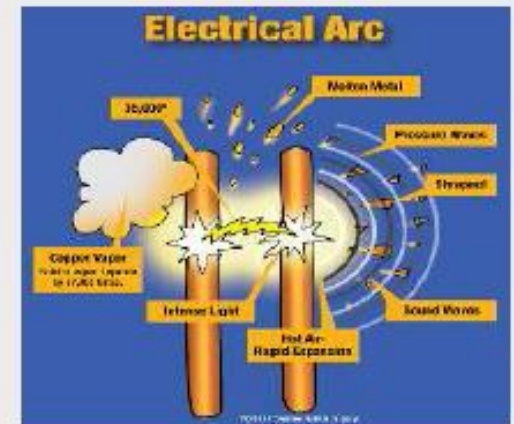
Daerah	Reaksi Tubuh
1	Tidak terasa
2	Terasa, tetapi belum menyebabkan gangguan kesehatan
3	Kejang otot, dan gangguan pernafasan
4	Kegagalan detak jantung, kematian

Pada Arus 30 mA : Manusia Tidak bisa melepaskan diri sendiri (Can not let go) atau mulai lengket → Sensitivitas ELCB dipilih = 30 mA (IEC)

Lihat Kurva: ELCB akan trip jika arus lebih dari 30 mA dalam waktu 20 mS.

Arc Flash

- Arc adalah pelepasan energi panas dan cahaya yang disebabkan oleh electrical breakdown atau peluahan muatan melalui isolator
- Arcing dapat menimbulkan panas yang dapat merusak isolasi
- Arcing menimbulkan rugi-rugi >>> efisien menurun
- Arcing bisa menimbulkan kebakaran
- Arcing dapat menimbulkan kerusakan peralatan listrik



Bahaya Arc Flash



Bahaya Arc Blast (Ledakan)

- Blast adalah efek ledakan yang disebabkan oleh ekspansi secara cepat udara dan material vaporize lainnya
- Komponen listrik yang dapat meledak diantaranya
- CB, Fuse, Trafo, Genset, Kapasitor, Baterai, Aki, UPS, Komponen Kontrol, komponen Elektronika, Panel Listrik, dll

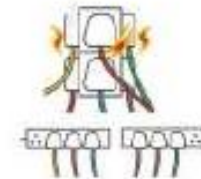
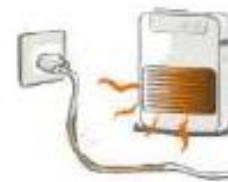


Mengatasi Arc Blast



Sumber Bahaya Listrik

- Pembebanan lebih
- Sambungan tidak sempurna (Loss Connection)
- Penggunaan peralatan dan perlengkapan tidak standar
- Pembatas arus tidak sesuai
- Kebocoran isolasi
- Harmonisa
- Listrik statik
- Sambaran petir
- Dll



Bekerja dalam Keadaan Bertegangan

Memasuki ruang kerja listrik:

- Ijin kerja dan pengawasan.
- Bekerja tidak sendirian (dua orang).
- Sehat jasmani dan rohani.
- Pakaian kering dan menggunakan APD sesuai spesifikasinya. (misalnya: tegangan ijin, daya hantar dll)
- Perhatikan rambu-rambu peringatan.
- Cuaca baik (tidak mendung/hujan)
- Berada pada jarak yang aman.



Bekerja dalam Keadaan Bebas Tegangan

- Perhatikan perlengkapan bebas tegangan.
- Tempat kerja dinyatakan aman oleh Pengawas.
- BKT yang dikerjakan harus ditanahkan.
- Bila ada sirkuit ganda
 - ✓ Pekerjaan dilakukan pada salah satu sirkuit.
 - ✓ Tiap kawat ditanahkan kedua ujungnya.
 - ✓ Tempat yang berdekatan dengan yang dikerjakan.
- Pasang LOTO pada peralatan switching
- Harus ada penanggungjawab/pengawas penuh pada sirkuit tersebut
- Pekerjaan boleh dimulai bila semua persyaratan tersebut diatas telah dipenuhi.



Bekerja di dekat Instalasi Bertegangan

- Perhatikan jarak minimum aman dari perlengkapan bertegangan.
- Perlengkapan yang digunakan bebas dari kebocoran isolasi atau imbas yang membahayakan, selain harus dibumikan.
- Tidak menggunakan peralatan yang panjang, tali dari logam, tangga yang diperkuat dengan logam.
- Jika jarak tidak aman, harus menggunakan pengaman dari bahan isolasi.



Jarak Aman

TEGANGAN (KV)	JARAK (cm)
1	50
12	60
20	75
70	100
150	125
220	160
500	300

SISTEM TEGANGAN (kV)	JARAK AMAN (CM)
20	70
30	85
70	100
150	150
500	500

**TABEL JARAK AMAN MENURUT ESA
(ELECTRICAL SAFETY ADVICES)**

Pemanfaatan Tenaga Listrik

1. Penerangan
2. Instalasi Stop Kontak
3. Instalasi Tenaga (Motor)
4. Pemanas
5. Pendingin dan Air Conditioner
6. Mesin Las
7. Mesin-mesin Produksi
8. Komputer dan peralatan office
9. Peralatan Elektronik
10. Peralatan Instrumen dan Kontrol
11. Dll



Pemanfaatan Penerangan



Pemanfaatan di Perusahaan/Pabrik



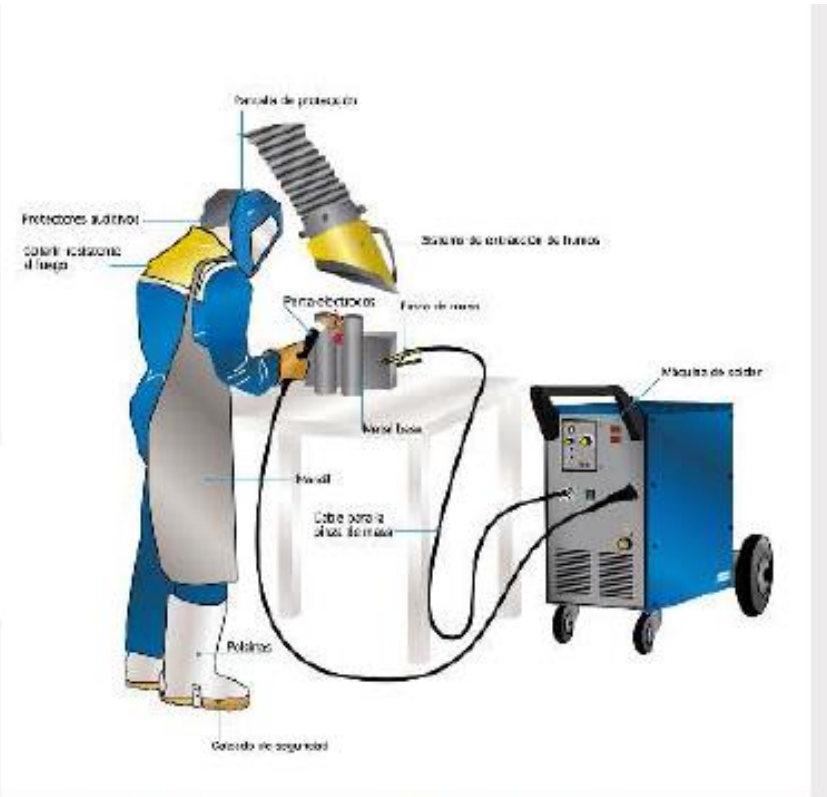
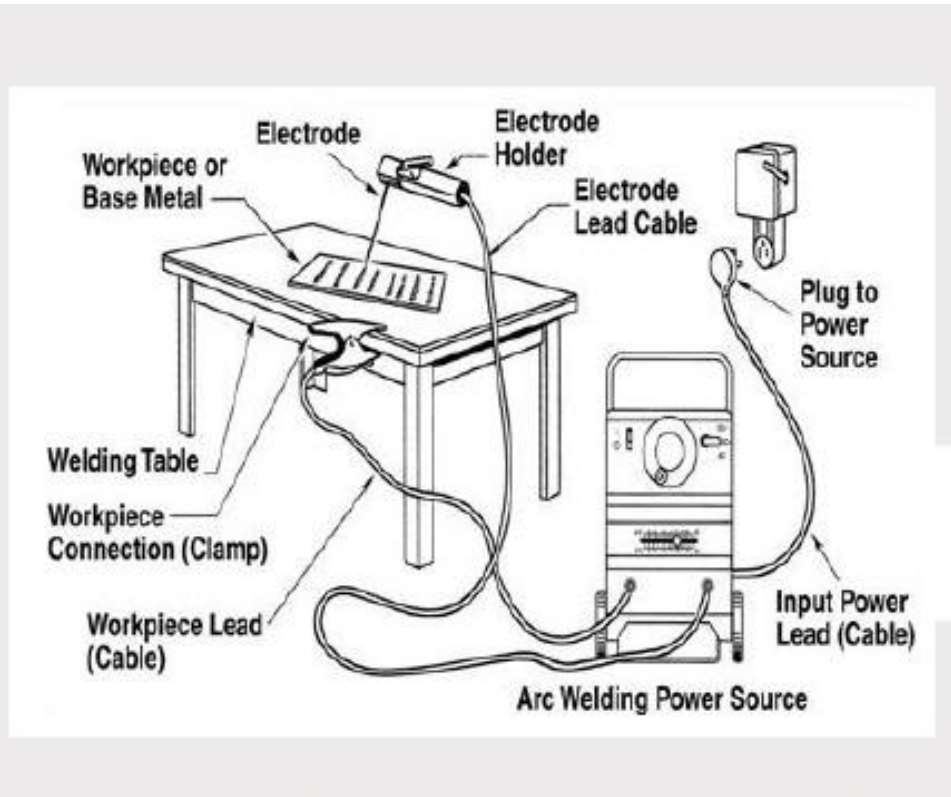
Pemanfaatan Listrik di Pabrik



Mesin-Mesin Produksi



Pemanfaatan Listrik pada Mesin Las



Motor Listrik



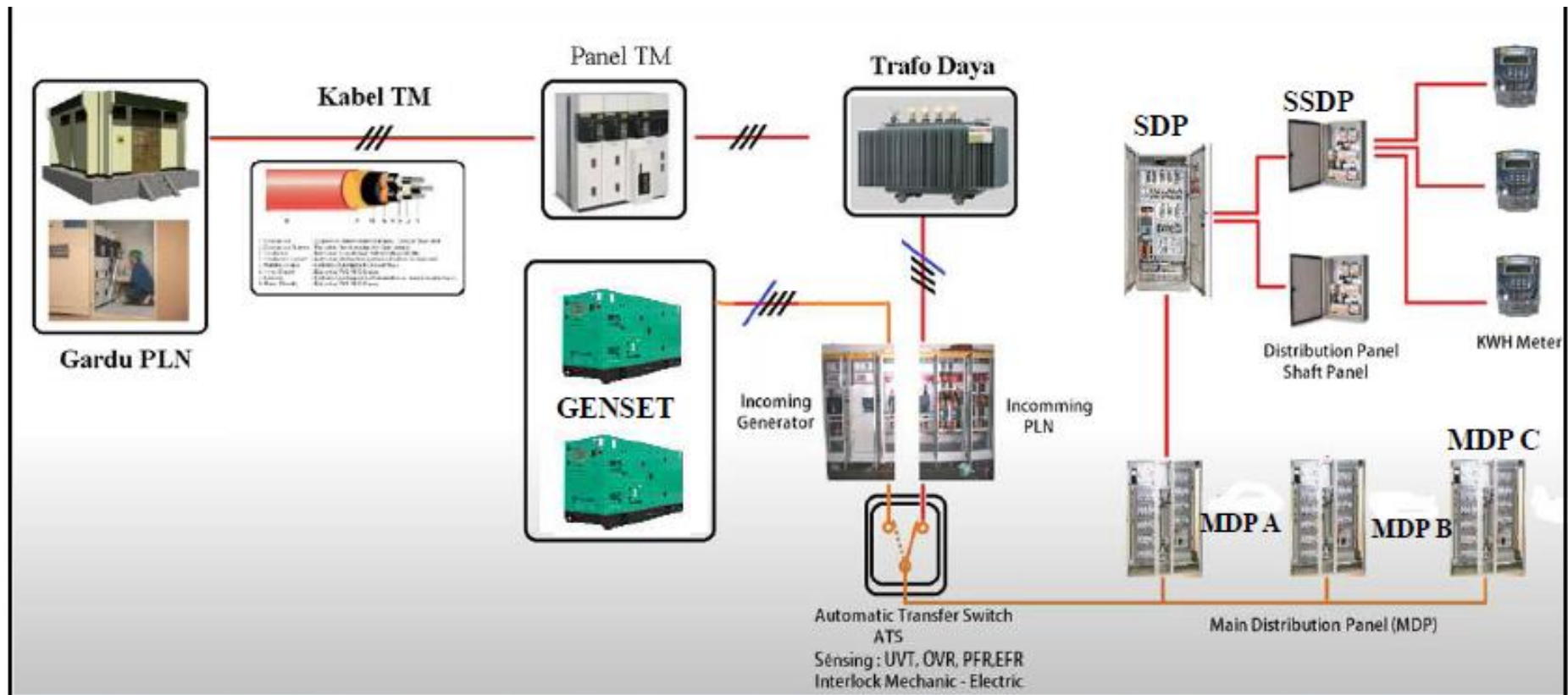
Motor Listrik



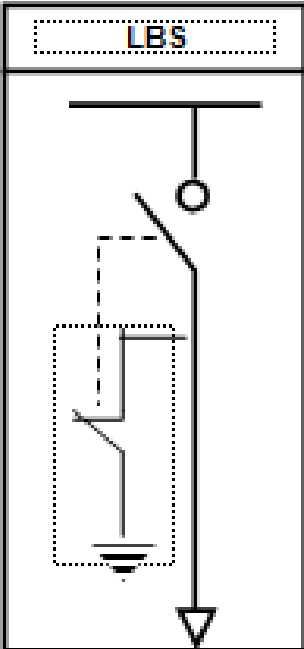
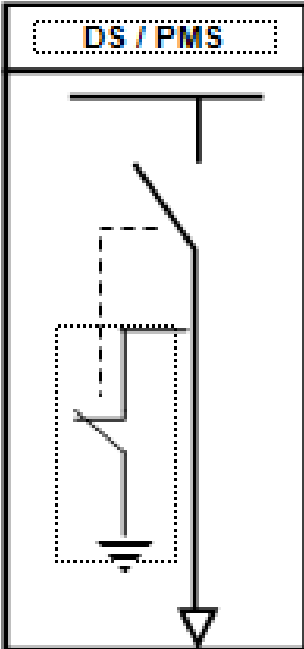
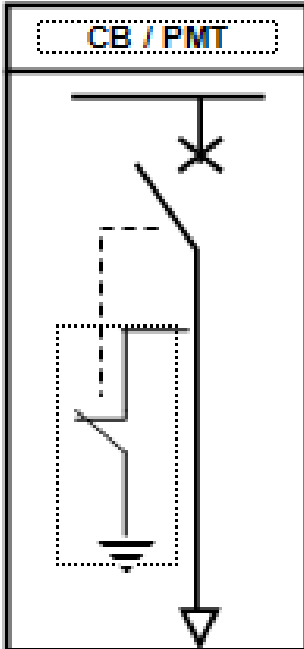
Motor Listrik



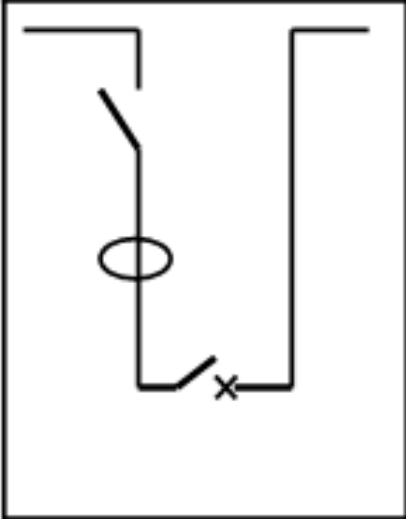
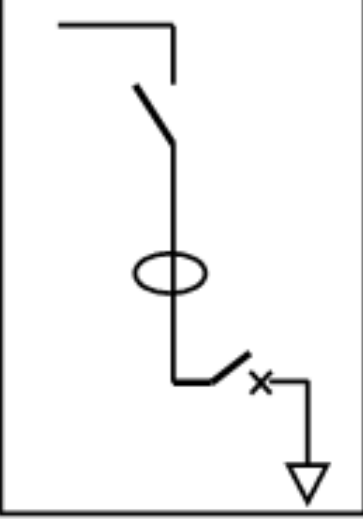
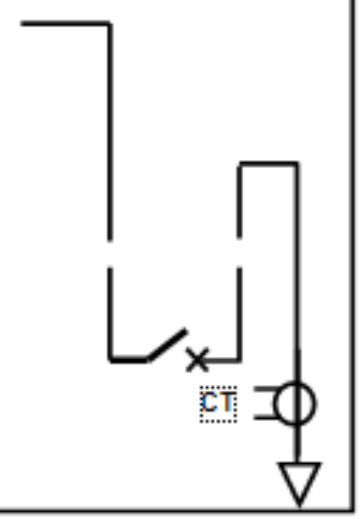
Distribusi Listrik Ke Konsumen/Beban



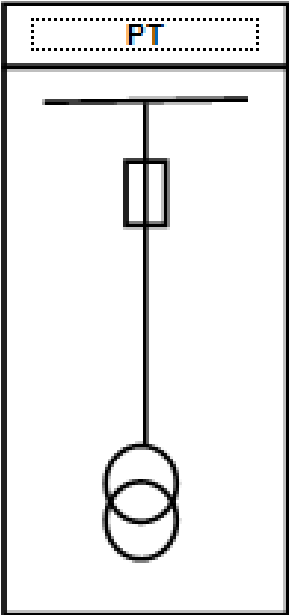
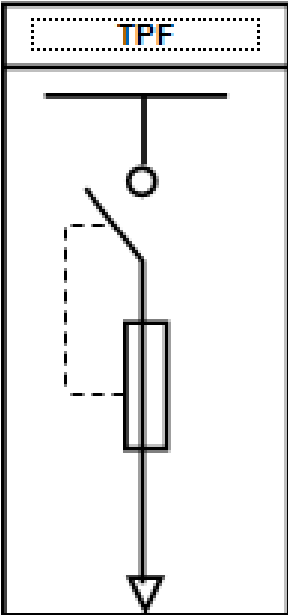
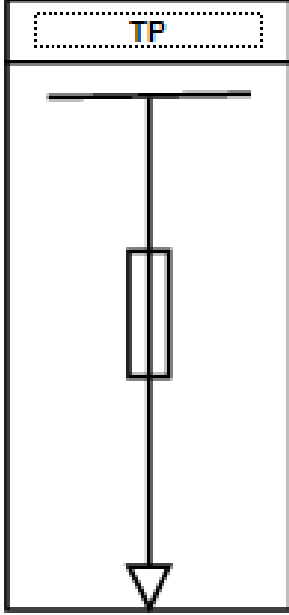
Symbol Switchgear (Cubicle)

<div style="text-align: center; border: 1px dashed black; padding: 2px; width: fit-content; margin: 0 auto;">LBS</div> 	<div style="text-align: center; border: 1px dashed black; padding: 2px; width: fit-content; margin: 0 auto;">DS / PMS</div> 	<div style="text-align: center; border: 1px dashed black; padding: 2px; width: fit-content; margin: 0 auto;">CB / PMT</div> 
<p><i>Load Break Switch (LBS)</i> <i>Pemutus Beban (PMB)</i> Kubikel dilengkapi dengan sakelar pbumian.</p>	<p><i>Disconnecting Switch (DS)</i> <i>Pemisah (PMS)</i> Kubikel dilengkapi dengan sakelar pbumian.</p>	<p><i>Circuit Breaker (CB)</i> <i>Pemutus Tenaga (PMT)</i> Kubikel dilengkapi dengan sakelar pbumian.</p>

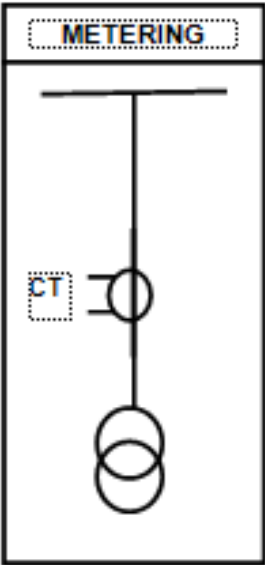

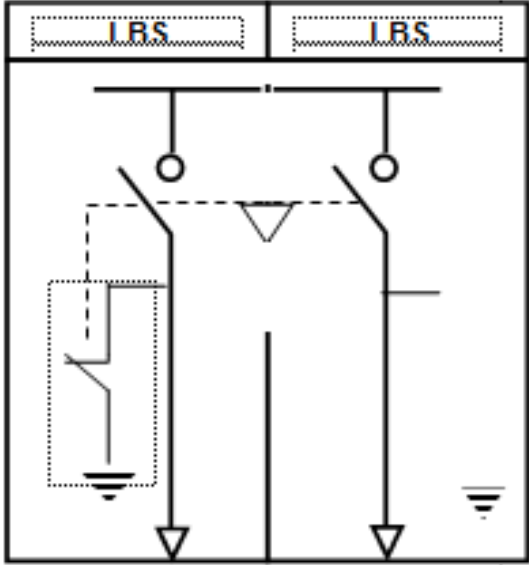
Simbol

<div data-bbox="301 344 709 434" style="border: 1px dashed black; padding: 2px; text-align: center;"> BUS SECTION GENERAL PROTECTION </div> 	<div data-bbox="784 344 1149 434" style="border: 1px dashed black; padding: 2px; text-align: center;"> CABLE FEEDER CB PROTECTION </div> 	<div data-bbox="1267 344 1632 434" style="border: 1px dashed black; padding: 2px; text-align: center;"> CABLE FEEDER CB PROTECTION </div> 
<p><i>Bus Section General Protection</i> Kubikel Pemutus Tenaga dilengkapi dengan sakelar pemisah dan CT (PMS + CT + PMT)</p>	<p><i>Cable Feeder CB Protection</i> Kubikel Pemutus Tenaga dilengkapi dengan sakelar pemisah dan CT (PMS + CT + PMT)</p>	<p><i>Cable Feeder CB Protection</i> Kubikel Pemutus Tenaga dengan sistem laci. Dilengkapi dengan CT (PMT + CT).</p>

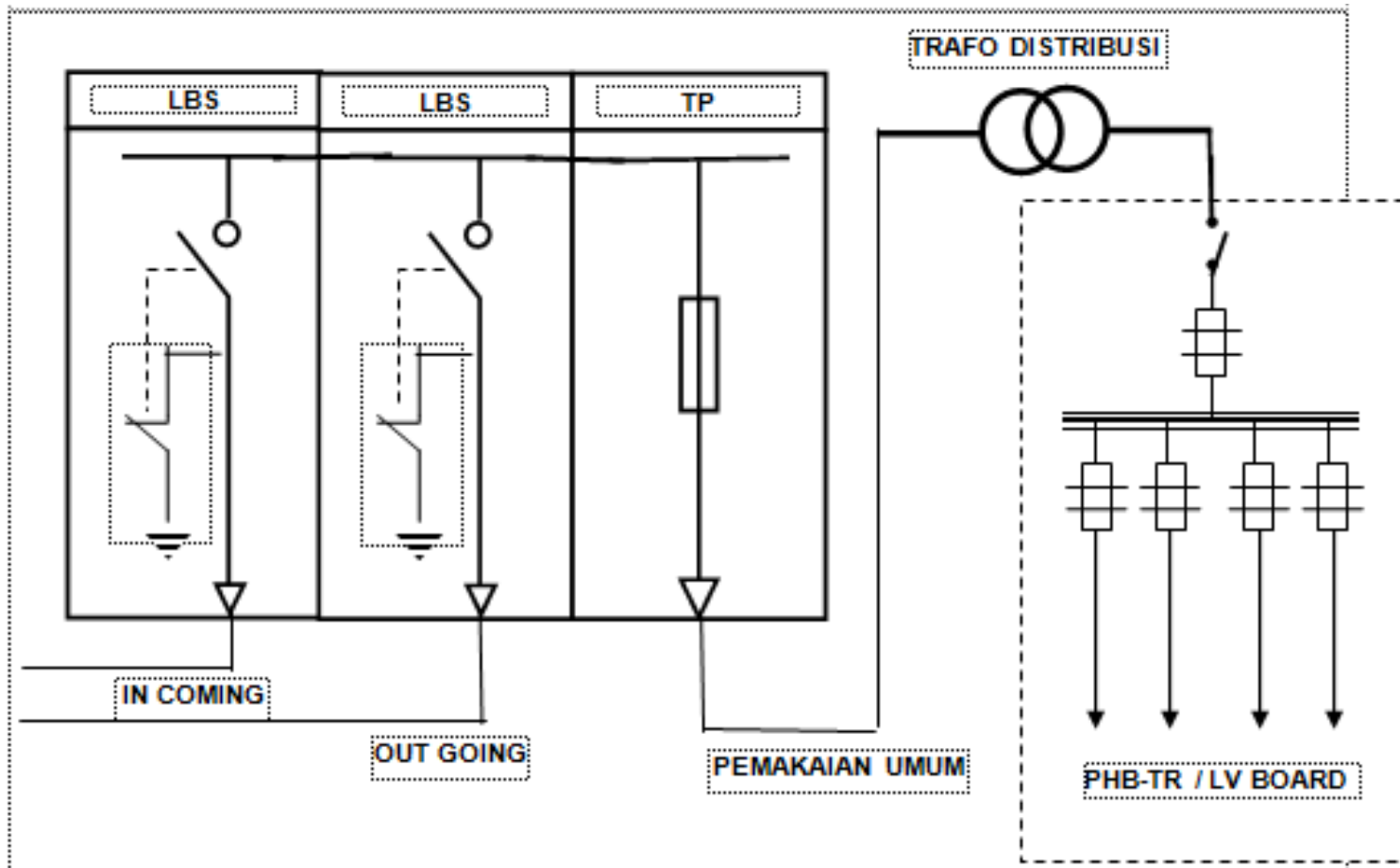
Simbol

 <p>The diagram shows a vertical line representing a busbar at the top. A horizontal line connects to a vertical line that passes through a rectangular symbol representing a fuse. Below the fuse, the vertical line continues down to a transformer symbol consisting of two overlapping circles.</p>	 <p>The diagram shows a vertical line representing a busbar at the top. A horizontal line connects to a vertical line that passes through a circular symbol representing a switch. Below the switch, the vertical line continues down to a transformer symbol consisting of two overlapping circles.</p>	 <p>The diagram shows a vertical line representing a busbar at the top. A horizontal line connects to a vertical line that passes through a rectangular symbol representing a transformer. Below the transformer, the vertical line continues down to a downward-pointing arrowhead.</p>
<p><i>Voltage Transformer (PT)</i> Kubikel dilengkapi dengan Fuse dan PT.</p>	<p><i>Transformator Protection</i> Kubikel dilengkapi dengan Tripping 3 (tiga) Fase..</p>	<p><i>Transformator Protection</i> Kubikel tidak dilengkapi dengan Tripping 3 (tiga) Fase.</p>

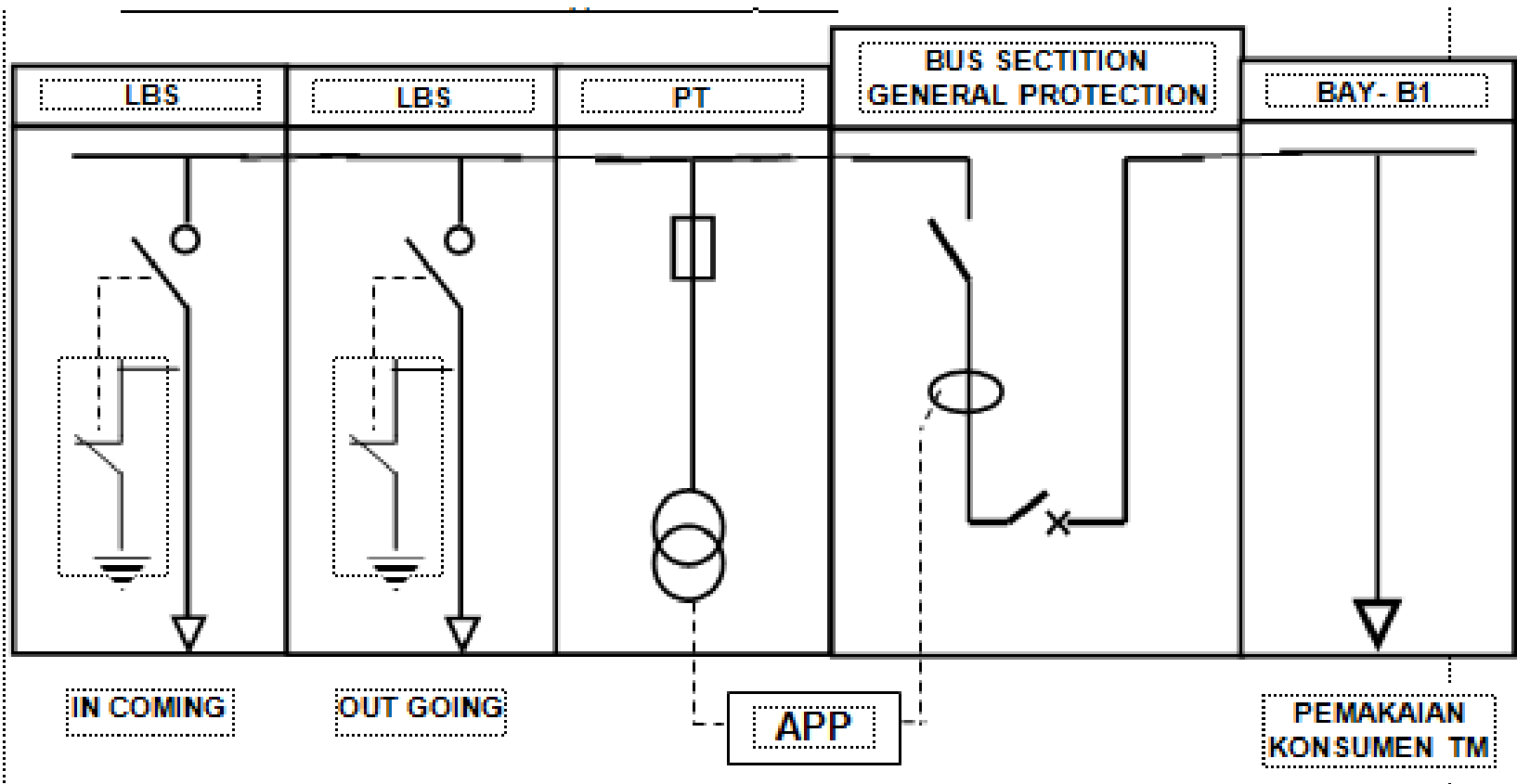
Simbol

 <p style="text-align: center;">METERING</p>	 <p style="text-align: center;">BAY- B1</p>	 <p style="text-align: center;">LBS LBS</p>
<p>Metering Kubikel Pengukuran dan Proteksi dilengkapi dengan PT dan CT.</p>	<p>Direct Incoming (By Busbar) Kubikel Penghubung Rel/ Busbar Langsung.</p>	<p>Double Feeder (DD) or Normal Emergency (NS) Kubikel Pemutus Beban dengan Semi Automatic Change Over (SACO) atau Automatic Change Over (ACO) dilengkapi dengan sistem interlock.</p>

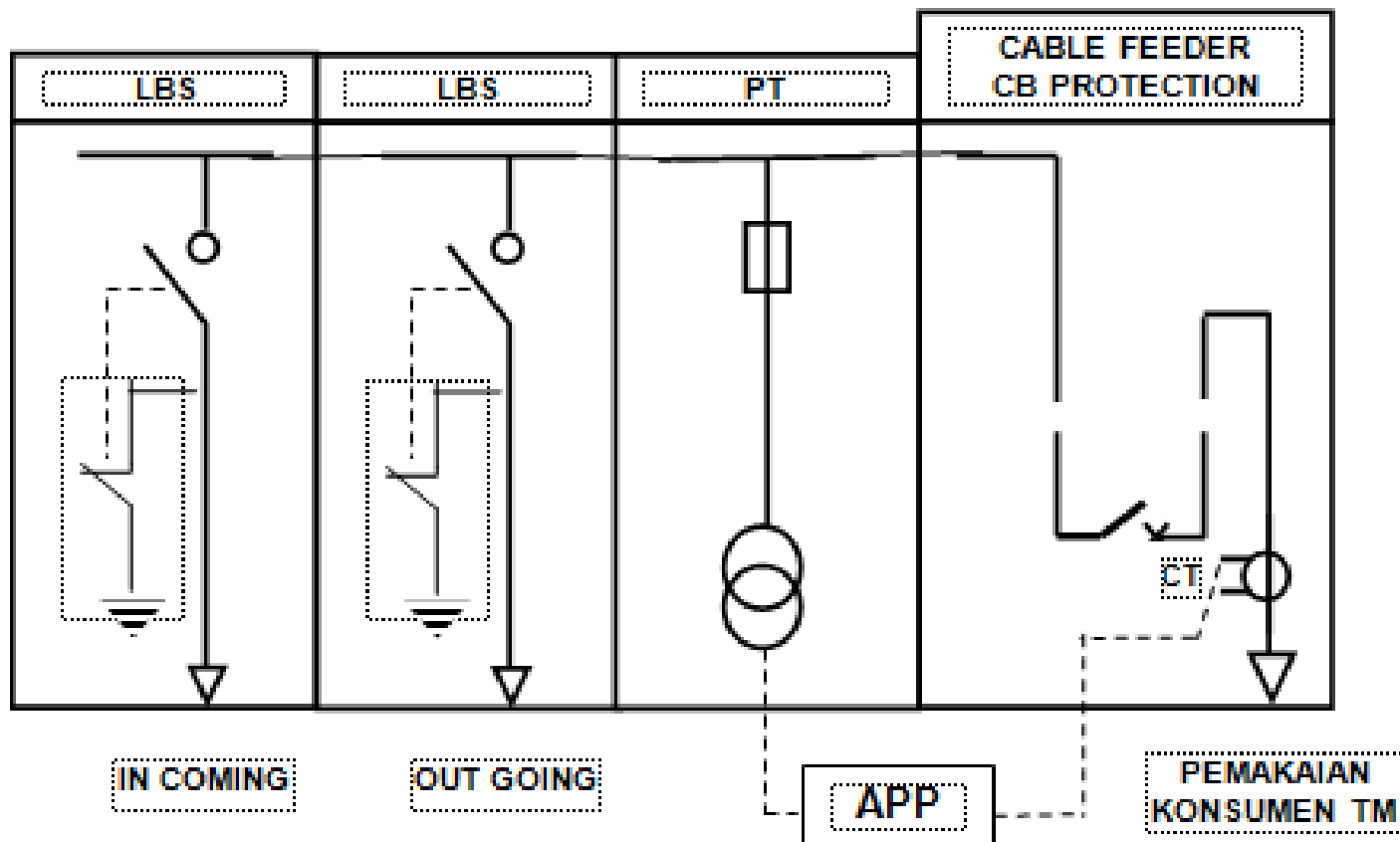
SLD Instalasi Kubikel TM



Gardu Konsumen TM dengan Bus Section



Gardu Konsumen TM dengan Cable Feeder



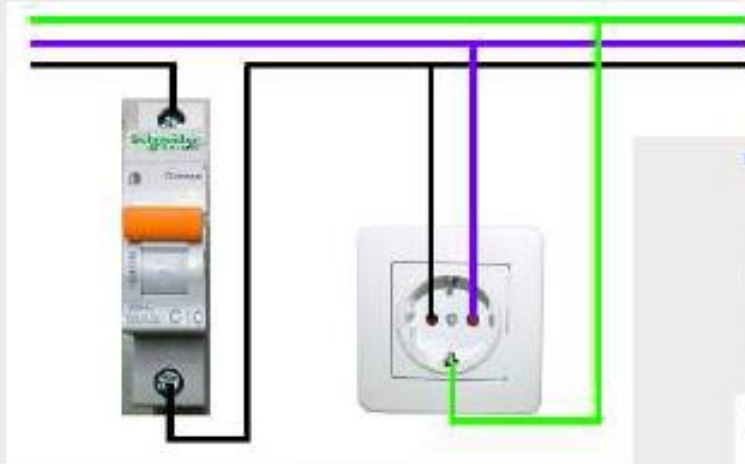
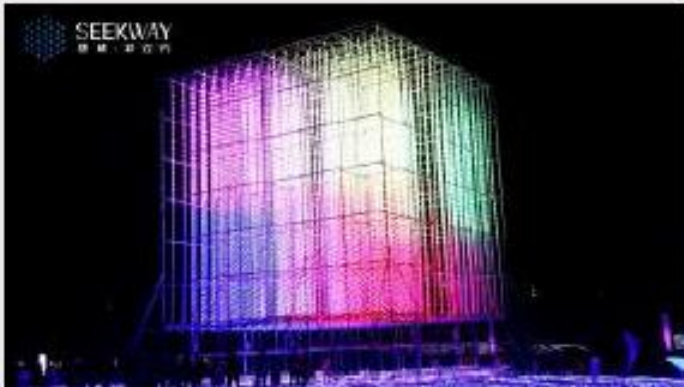
Instalasi Listrik

- Instalasi listrik adalah saluran listrik dan Pengendali maupun peralatan yang terpasang baik di dalam maupun di luar bangunan untuk menyalurkan arus listrik.
- Instalasi Listrik Tegangan Tinggi, Menengah dan Rendah
- Instalasi Penerangan, Stop kontak, Motor Listrik, Dll



Jenis Instalasi Listrik

1. Instalasi Penerangan
2. Instalasi Stop Kontak
3. Instalasi Motor Listrik
4. Instalasi Lainnya



Rencana Instalasi Listrik

- Instalasi listrik perlu direncanakan dengan baik
- Perencanaan instalasi listrik harus mengacu standar dan peraturan yang berlaku agar tidak menimbulkan bahaya
- Perlu diperhatikan spesifikasi dan syarat pekerjaan terkait, gambar kerja, material yang digunakan, waktu penyerahannya dan sebagainya.



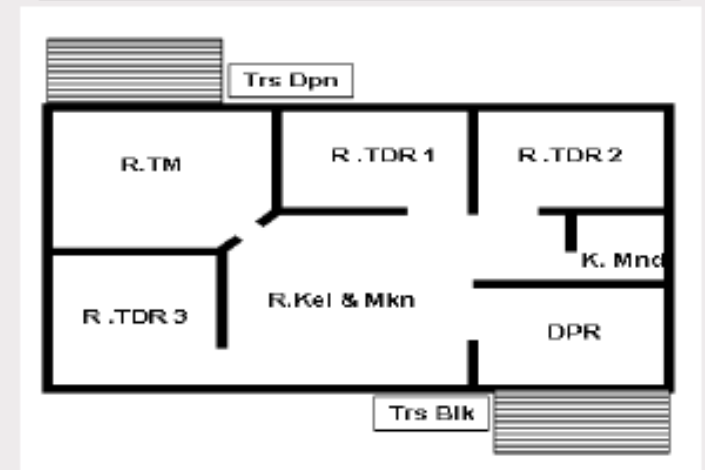
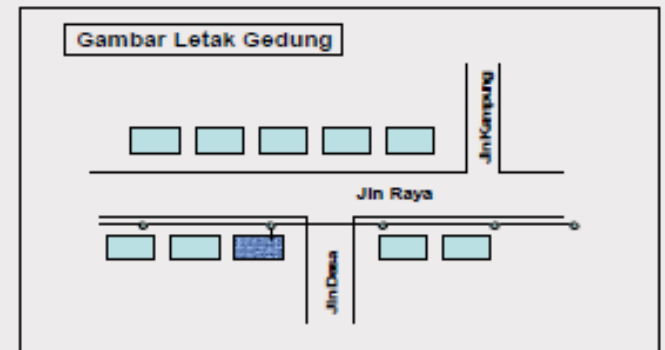
Gambar Kerja

- Gambar kerja dibuat oleh konsultan dan digunakan sebagai dasar pelaksanaan pekerjaan
- Teknisi listrik harus mampu membaca gambar Teknik listrik.
- Dokumen gambar harus disimpan dengan baik guna kepentingan operasi, pemeliharaan, pengembangan dan perbaikan.

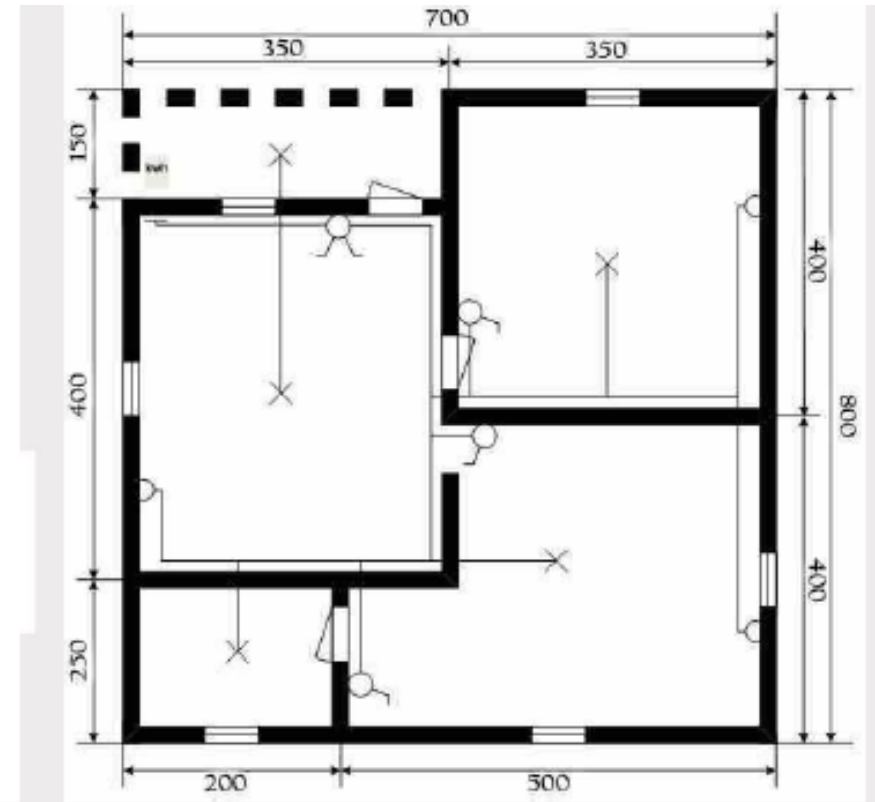
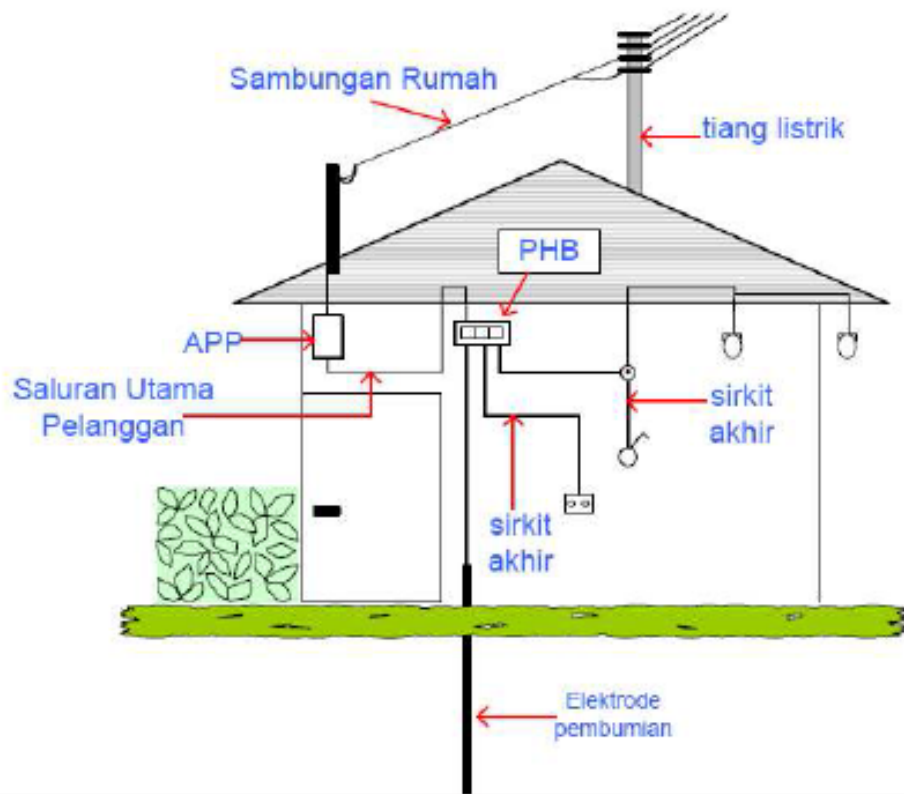


Jenis Gambar Listrik






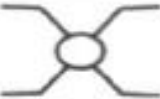


- Gambar situasi
- Gambar instalasi
- Diagram garis tunggal
- Gambar rinci
- Perhitungan teknis
- Tabel kebutuhan material instalasi.
- Dll



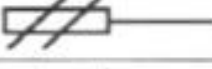








Gambar Instalasi Rumah




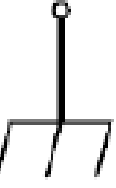






Simbol Listrik

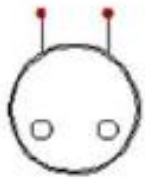
NO	SIMBOL	KETERANGAN
1		Sakelar kutub satu
2		Sakelar kutub dua
3		Sakelar kutub tiga
4		Sakelar kelompok
5		Sakelar tukar
6		Sakelar silang
7		Sakelar kedap air
8		Kotak-kontak

NO	SIMBOL	KETERANGAN
9		Kotak-kontak ganda
10		Kotak kontak dengan kontak pengaman
11		Tusuk kontak
12		Transformator
13		Motor listrik
14		Fuse / Sekering
15		Generator listrik
16		Sumber tegangan AC
17		lampu

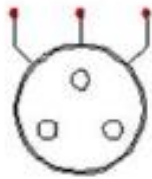
Simbol Gambar Teknik Listrik

<p>Pengawatan 3 Penghantar</p> 	<p>Pengawatan 4 Penghantar</p> 	<p>Earth Ground</p> 	<p>Chassis Ground</p> 
<p>Lampu</p> 	<p>Sumber AC</p> 	<p>Generator Listrik</p> 	<p>Motor Listrik</p> 

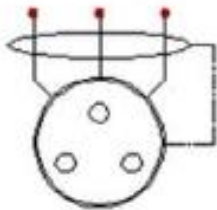
Simbol gambar Teaknik Listrik



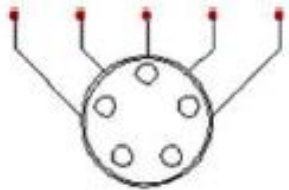
2 Phase
Plug Outlet



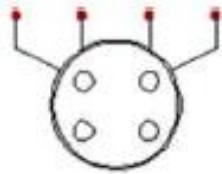
3 Phase
Plug Outlet



Residual Current
Plug Outlet














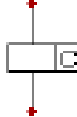

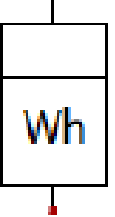


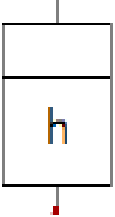

3 Phase + Ground
+ Netral Outlet



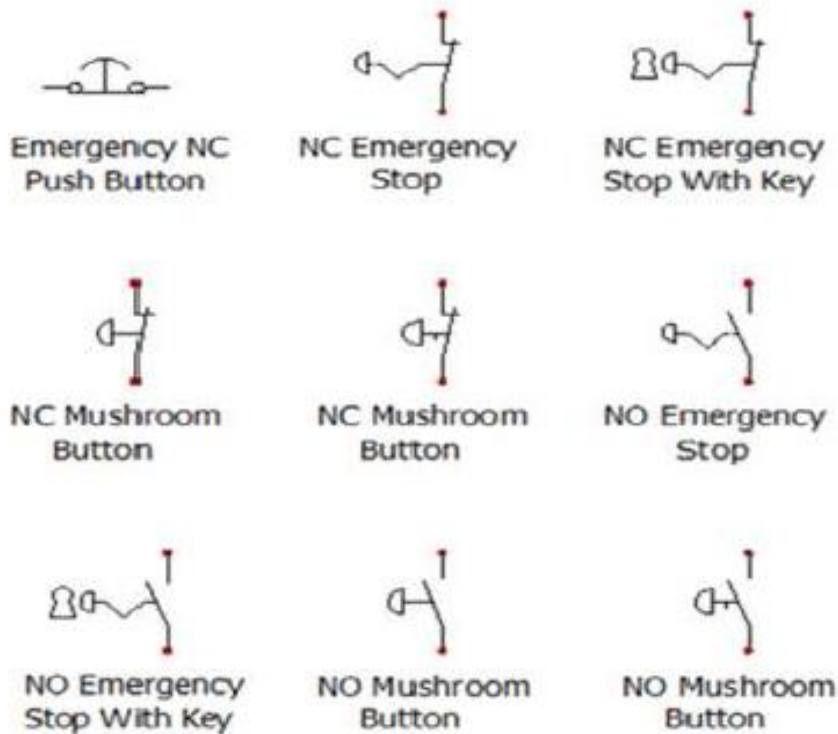
3 Phase +
Ground Outlet



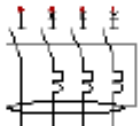
Simbol Alat Ukur listrik

					
Ammeter	Ammeter	Mili Ammeter	Mili Ammeter	Frequencymeter	Frequencymeter
					
Voltmeter	Voltmeter	Milivoltmeter	Milivoltmeter	Wattmeter	Pulsa Meter
					
Ohm Meter	Energy Meter	Mesurement	Mesurement	Time Meter	Varmeter

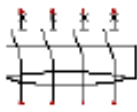
Simbol Gambar Teknik Listrik



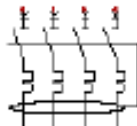
Simbol Gambar Teknik Listrik



Four poles + neutral magneto-thermal circuit-breaker disconnecter, residual current operated



Four poles disconnecter circuit-breaker, residual current operated



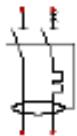
Four poles magneto-thermal circuit-breaker, residual current operated



Four poles residual current operated circuit-breaker



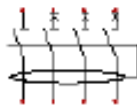
One pole + neutral circuit-breaker, residual current operated



Two poles + neutral magneto-thermal circuit-breaker disconnecter, residual current operated



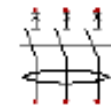
One pole + neutral residual current operated circuit-breaker



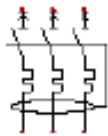
Three poles + neutral disconnecter circuit-breaker, residual current operated



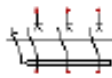
Three poles + neutral residual current operated circuit-breaker



Three poles disconnecter circuit-breaker, residual current operated



Three poles magneto-thermal circuit-breaker, residual current operated



Three poles residual current operated circuit-breaker



Two poles disconnecter circuit-breaker, residual current operated



Two poles magneto-thermal circuit-breaker disconnecter, residual current operated



Two poles residual current operated circuit-breaker

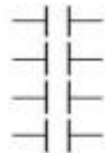
Simbol Gambar Teknik Listrik



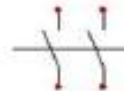
2 poles NO power contact



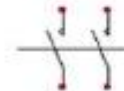
3 poles NO power contact



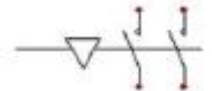
4 poles NO power contact



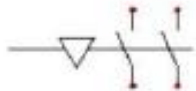
Bipolar power contact



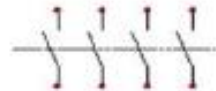
Bipolar power contact



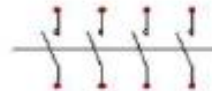
Bipolar power contact with mechanical lock



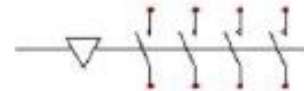
Bipolar power contact with mechanical lock



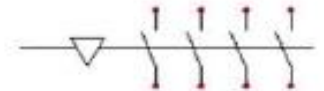
Four poles power contact



Four poles power contact



Four poles power contact with mechanical lock



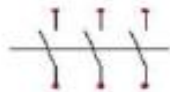
Four poles power contact with mechanical lock



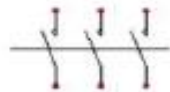
Single pole power contact



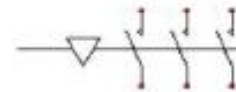
Single pole power contact



Three poles power contact



Three poles power contact



Three poles power contact with mechanical lock

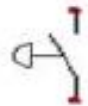


Three poles power contact with mechanical lock

Simbol Gambar Teknik Listrik



INDICATOR



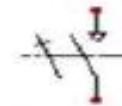
BUTTON



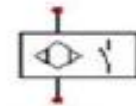
COIL



CONTACT



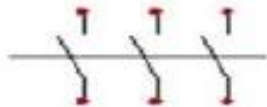
SWITCH



SENSOR



FUSE



CONTACTOR



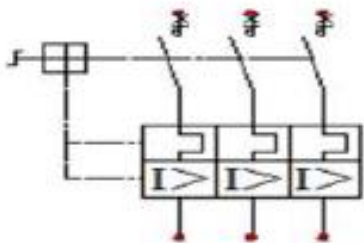
TRANSFORMER



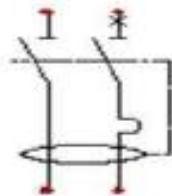
GROUNDING



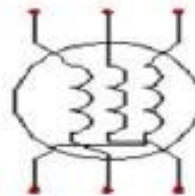
MEASUREMENT



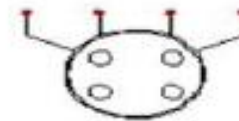
CONTACTOR
CIRCUIT
BREAKER



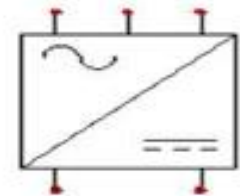
CIRCUIT
BREAKER



MOTOR

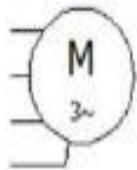


PLUG



POWER
SUPPLY

Symbol Motor Listrik



3 phase motor



Three phases + ground
alternating current motor,
delta coupling



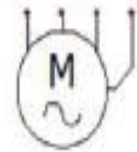
Three-phases + ground
alternating current motor,
6 terminals



Three-phases
alternating current
motor



Three-phases
alternating current motor,
3 terminals



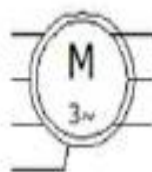
Three-phases
alternating current motor,
3 terminals + ground



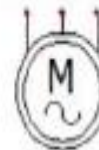
Three-phases
alternating current motor,
6 terminals



Three-phases
alternating current motor,
delta coupling



Three-phases
wound-rotor
induction motor



Three-phases
wound-rotor induction motor,
3 terminals

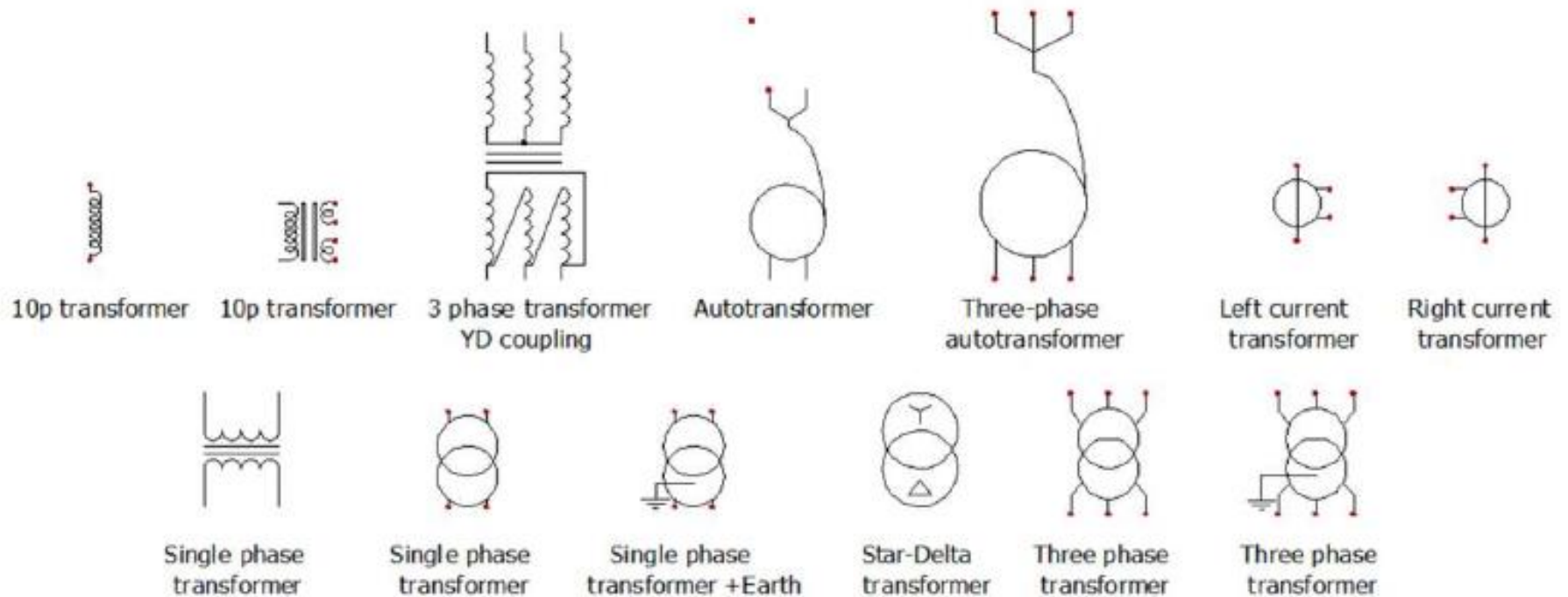


Three-phases
wound-rotor induction motor,
6 terminals



Three-phases
wound-rotor induction motor,
delta coupling

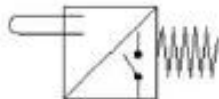
Symbol Transformer



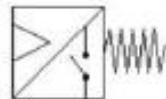
Simbol Gambar Teknik Listrik



Analogue sensor



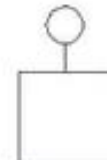
Limit contact



Pressure Contact



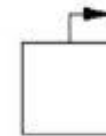
Limit switch (roller contact)



Limit switch (roller contact)



Limit switch (roller contact)



Limit switch contact (arrow)



Limit switch contact (arrow)



NC current sensor



NO current sensor



NC flow sensor



NO flow sensor



NC frequency sensor



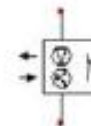
NO frequency sensor



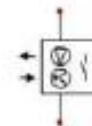
NC level sensor



NO level sensor



NC light barrier



NO light barrier



NC pressure sensor



NO pressure sensor



NC proximity sensor



NO proximity sensor



NO proximity sensor, 3 wires



NC rotation sensor



NO rotation sensor



NC speed sensor



NO speed sensor



NC thermal sensor



NO thermal sensor



Thermocouple

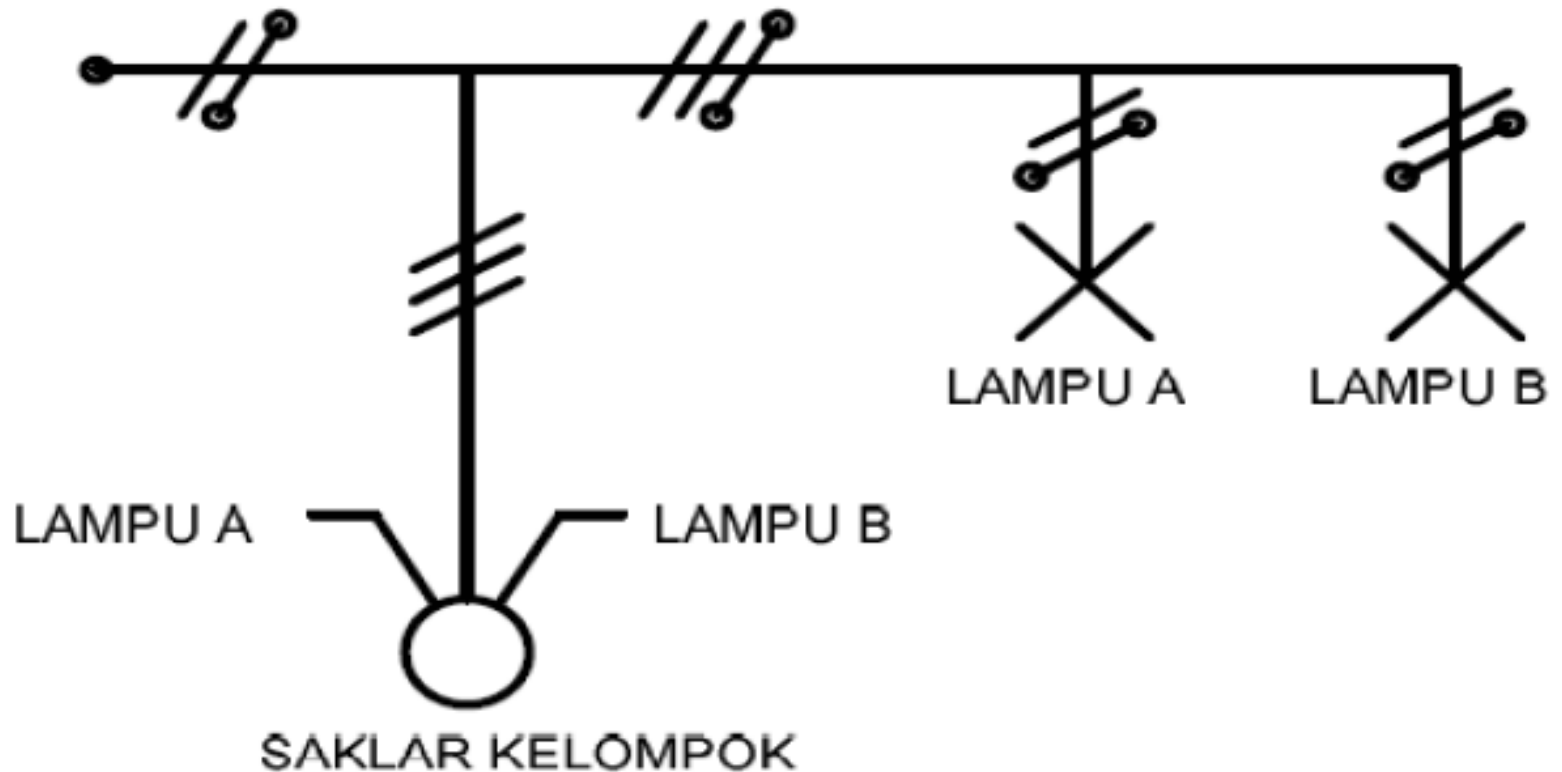


NC voltage sensor

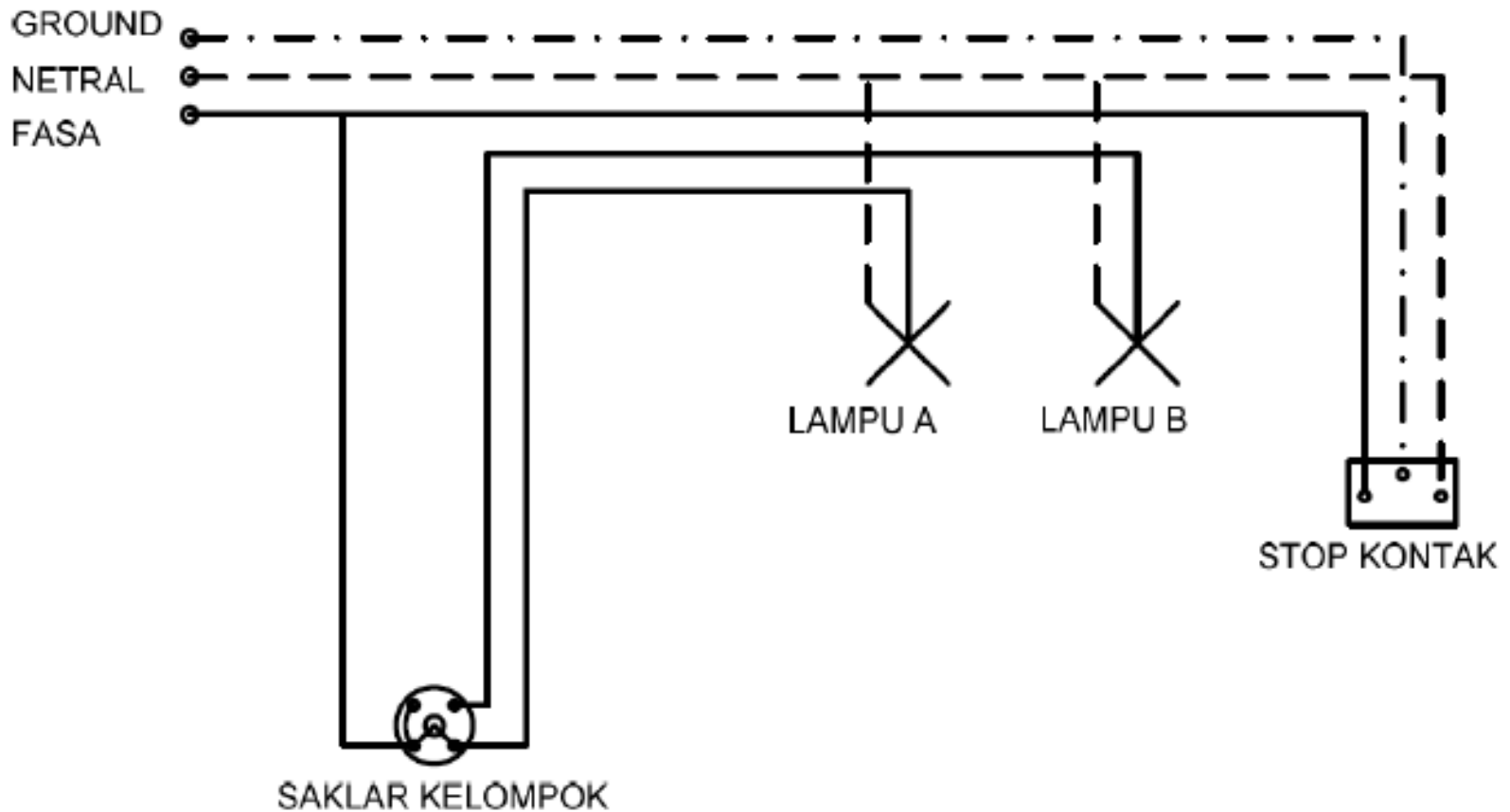


NO voltage sensor

SLD Instalasi Listrik



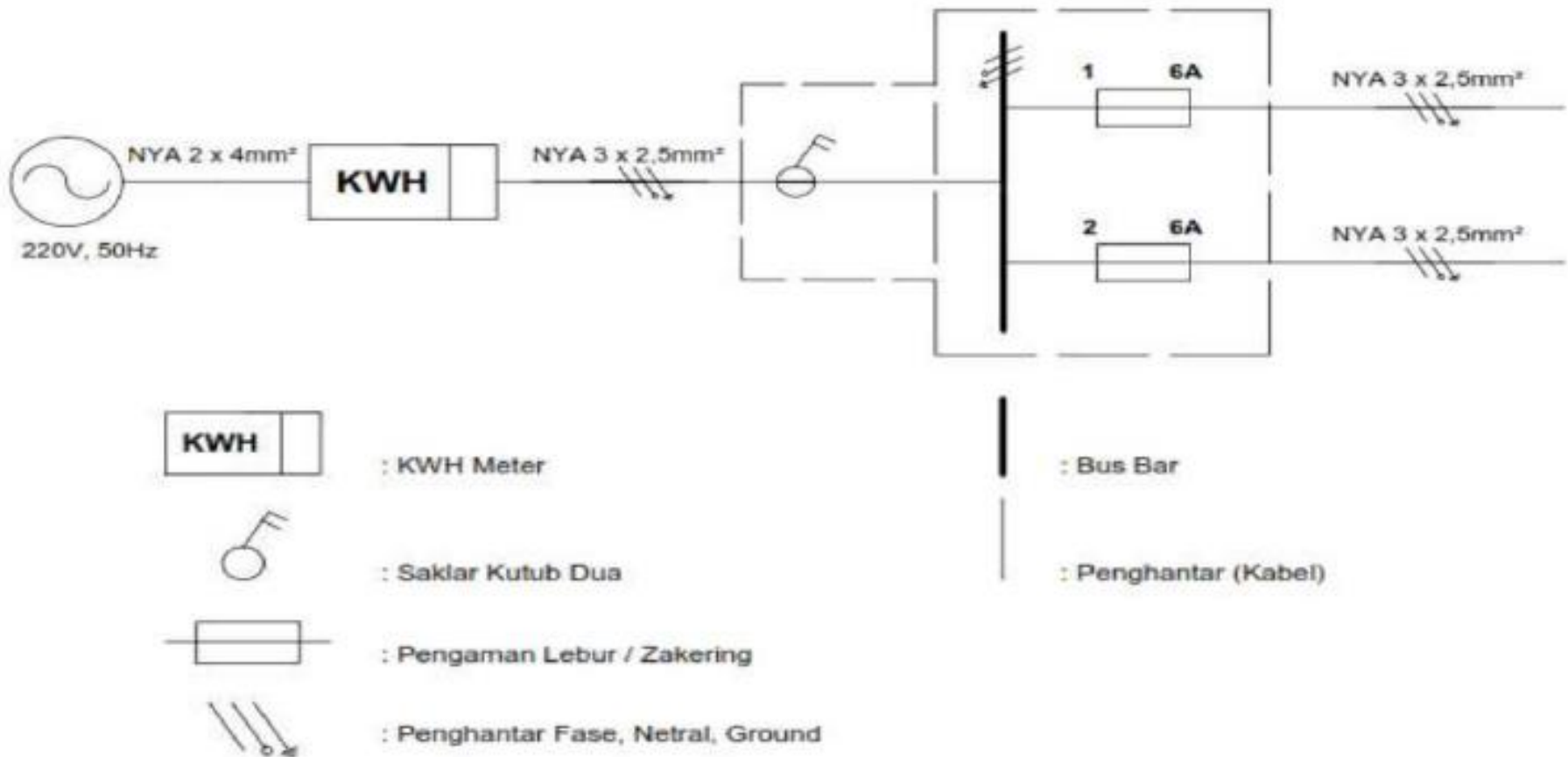
Gambar Pengawatan/Wiring Diagram



Gambar Instalasi Listrik Residensial



Panel Hubung Bagi



PHB/PSDK

Perangkat Sakelar dan Kendali

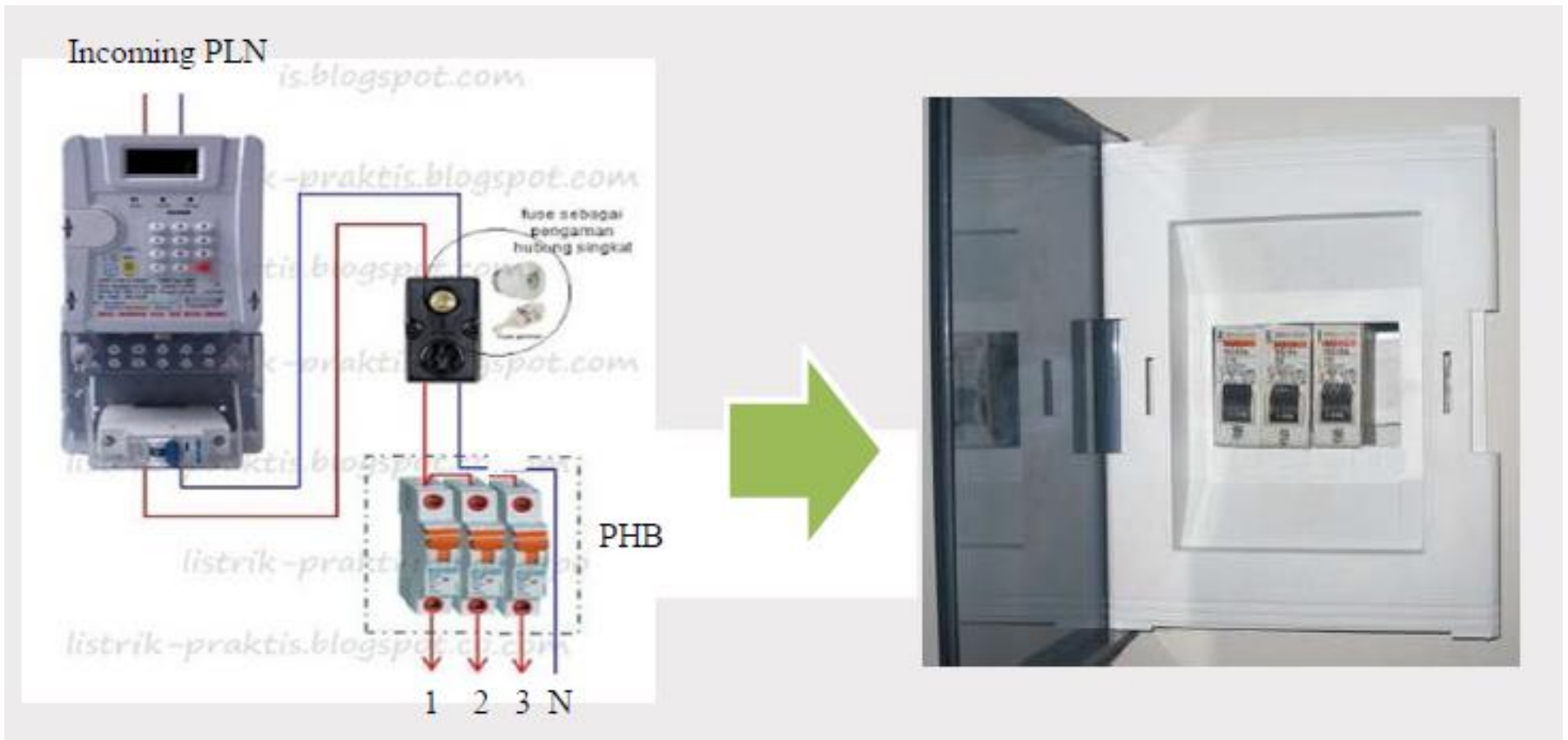
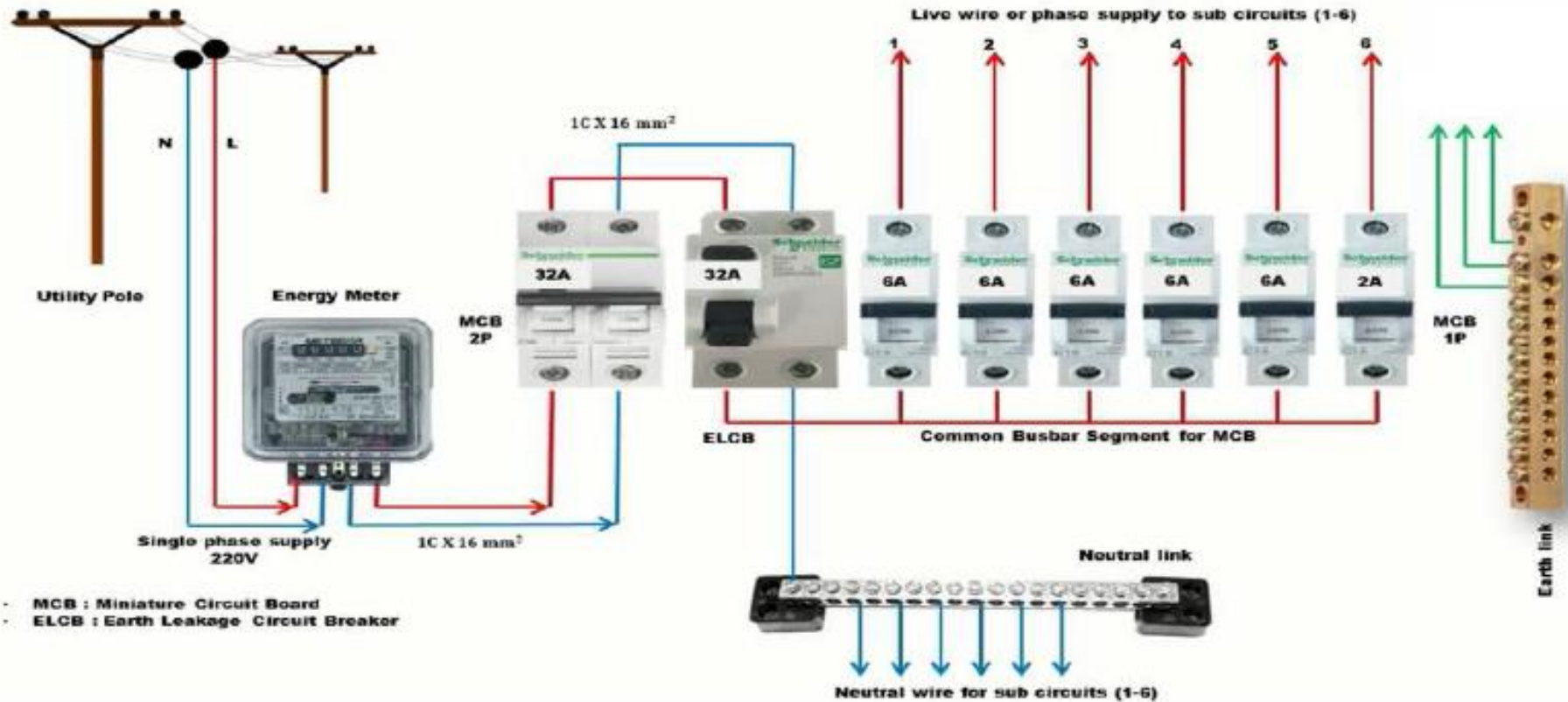
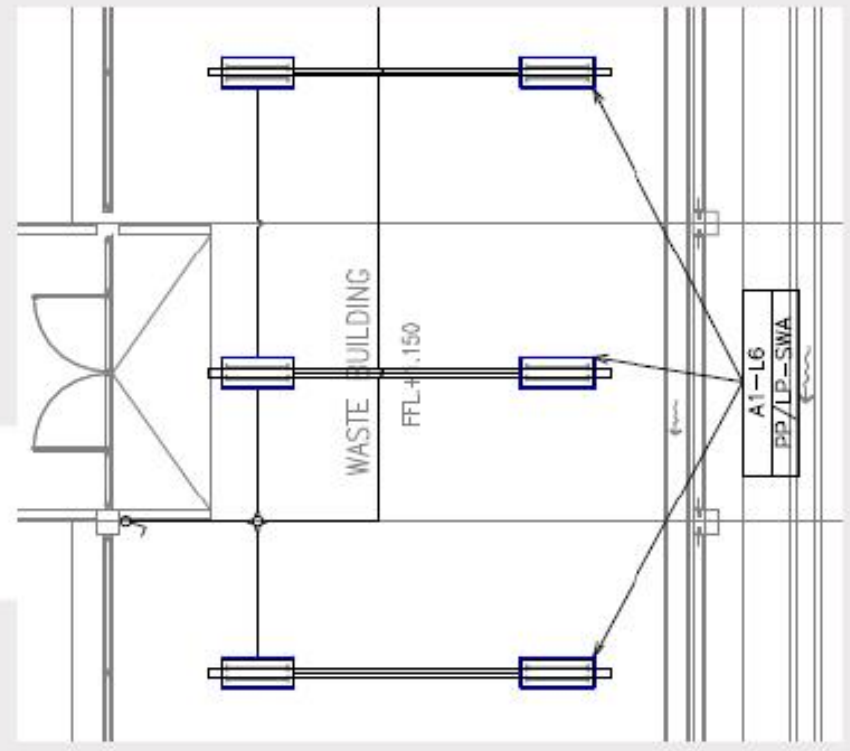


Diagram PHB dengan ELCB



Instalasi Penerangan



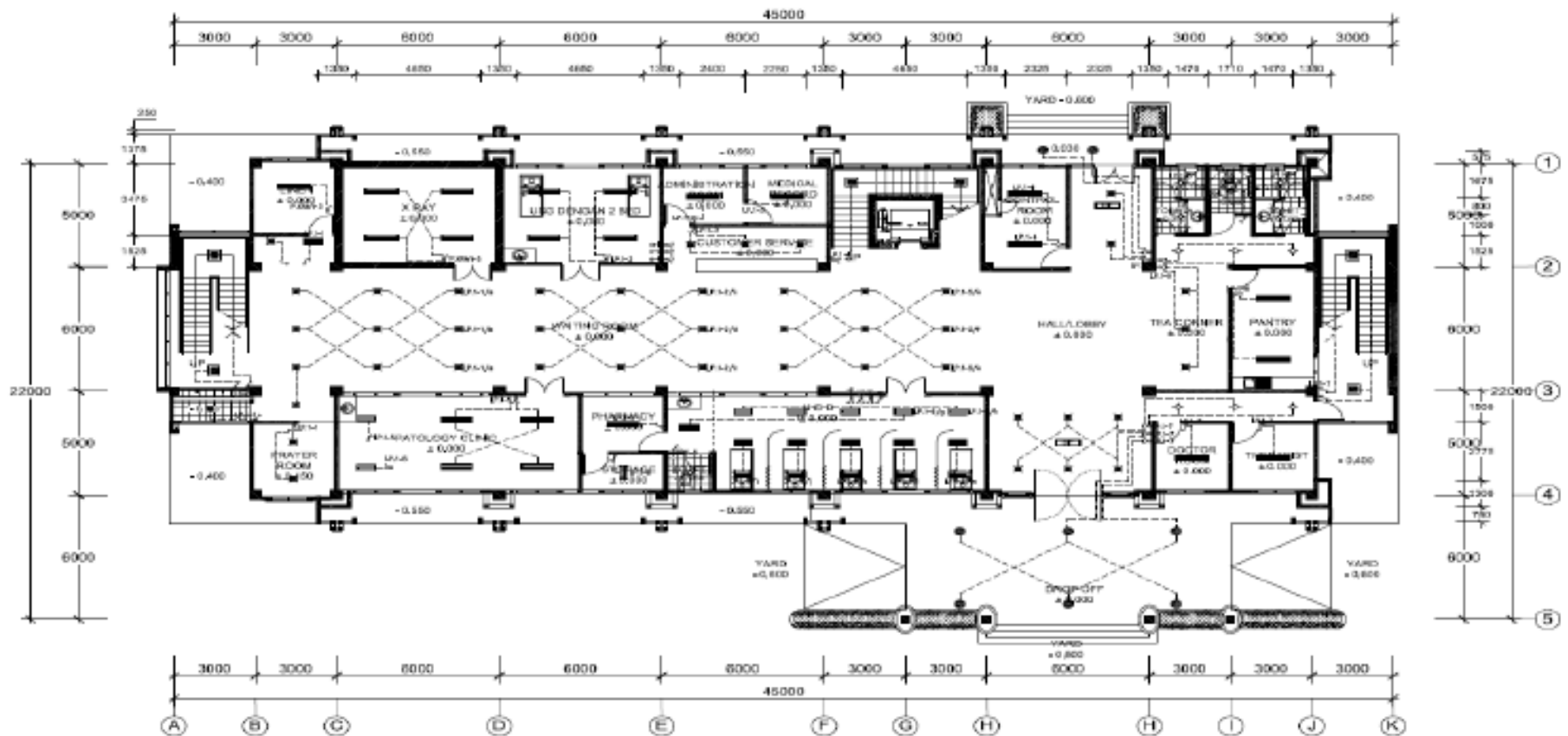
Pengukuran Intensitas Cahaya dengan Lux Meter



Standar Intensitas Cahaya

JENIS KEGIATAN	TINGKAT PENCAHAYAAN MINIMAL (LUX)	KETERANGAN
Pekerjaan kasar dan tidak terus menerus	100	Ruang penyimpanan & ruang peralatan/instalasi yang memerlukan pekerjaan yang kontinyu.
Pekerjaan kasar & terus menerus	200	Pekerjaan dengan mesin dan perakitan kasar.
Pekerjaan rutin	300	R. administrasi, ruang kontrol, pekerjaan mesin & perakitan/ penyusun.
Pekerjaan agak halus	500	Pembuatan gambar atau berkerja dengan mesin kantor pekerja pemeriksaan atau pekerjaan dengan mesin.
Pekerjaan halus	1000	Pemilihan warna, pemrosesan tekstil, pekerjaan mesin halus & perakitan halus
Pekerjaan amat halus	1500 Tidak menimbulkan bayangan	Mengukir dengan tangan, pemeriksaan pekerjaan mesin dan perakitan yang sangat halus
Pekerjaan terinci	3000 Tidak menimbulkan bayangan	Pemeriksaan pekerjaan, perakitan sangat halus

Gambar Instalasi Penerangan



Komponen Instalasi Penerangan

- Lampu
- Saklar
- Kabel
- Fiting
- Pipa pelindung
- Kabel Tray
- PHB
- Junction Box
- DII



Jenis Lampu

- Lampu Pijar
- Lampu TL
- Lampu XL
- Lampu LED
- Lampu Halogen
- Lampu SON
- Lampu Merkuri
- D11



Jenis Lampu Penerangan

	DOWNLIGHT INBOUW LED 4W	DOWNLIGHT INBOUW LED 3W		RAST SQUARE 23W			ROSTER LED 4/3 WATT																																																																								
	<p>RD 125</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Name</th> <th>Lamp</th> <th>Lamp Holder</th> <th>W</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>RD 125 E27</td> <td>LED</td> <td>E27</td> <td>4</td> </tr> <tr> <td></td> <td>LED</td> <td>E27</td> <td>3</td> </tr> </tbody> </table> <p>Light Distribution Curve (Cd/1000lm)</p> <p>C.P.C.M. 0.9/0.27</p>	Name	Lamp	Lamp Holder	W	RD 125 E27	LED	E27	4		LED	E27	3	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Name</th> <th>Lamp</th> <th>Lamp Holder</th> <th>W</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>GOE 20 AGR</td> <td>TL C</td> <td>G16</td> <td>23</td> </tr> </tbody> </table> <p>Light Distribution Curve (Cd/1000lm)</p> <p>C.P.C.M. 0.9/0.27</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="5">DIMENSION (mm)</th> </tr> <tr> <th>W</th> <th>L</th> <th>H</th> <th></th> <th></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>20</td> <td>20</td> <td>26</td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>	Name	Lamp	Lamp Holder	W	GOE 20 AGR	TL C	G16	23	DIMENSION (mm)					W	L	H			20	20	26			<table border="1"> <thead> <tr> <th>Name</th> <th>Lamp</th> <th>Lamp Holder</th> <th>W</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>ROSTER</td> <td>LED</td> <td>E27</td> <td>4</td> </tr> <tr> <td>ROSTER</td> <td>LED</td> <td>E27</td> <td>3</td> </tr> </tbody> </table> <p>CONSTRUCTION</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="3">ROSTER 4W</th> </tr> <tr> <th>W</th> <th>H</th> <th></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>3</td> <td>110</td> <td>58</td> </tr> </tbody> </table>	Name	Lamp	Lamp Holder	W	ROSTER	LED	E27	4	ROSTER	LED	E27	3	ROSTER 4W			W	H		3	110	58																				
Name	Lamp	Lamp Holder	W																																																																												
RD 125 E27	LED	E27	4																																																																												
	LED	E27	3																																																																												
Name	Lamp	Lamp Holder	W																																																																												
GOE 20 AGR	TL C	G16	23																																																																												
DIMENSION (mm)																																																																															
W	L	H																																																																													
20	20	26																																																																													
Name	Lamp	Lamp Holder	W																																																																												
ROSTER	LED	E27	4																																																																												
ROSTER	LED	E27	3																																																																												
ROSTER 4W																																																																															
W	H																																																																														
3	110	58																																																																													
	TL LOUVRE INBOUW LED 2x10W			TL TB INBOUW LED 2x2W & 2x10			TL 5 LED 2x10W OUTBOUW TL 5 LED 2x2W OUTBOUW																																																																								
<p>TL LOUVRE</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Name</th> <th>Lamp</th> <th>Lamp Holder</th> <th>W</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>TL LOUVRE LED</td> <td>G2</td> <td>2x10</td> <td></td> </tr> </tbody> </table> <p>Light Distribution Curve (Cd/1000lm)</p> <p>C.P.C.M. 0.9/0.27</p> <p>Grid Sheet Dimension</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="4">DIMENSION (mm)</th> </tr> <tr> <th>TYPE</th> <th>L</th> <th>W</th> <th>H</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>2x10</td> <td>195</td> <td>296</td> <td>50,6</td> </tr> </tbody> </table>	Name	Lamp	Lamp Holder	W	TL LOUVRE LED	G2	2x10		DIMENSION (mm)				TYPE	L	W	H	2x10	195	296	50,6		<p>TL TB</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Name</th> <th>Lamp</th> <th>Lamp Holder</th> <th>W</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>RMC 2x10</td> <td>LED</td> <td>G10</td> <td>2x10</td> </tr> <tr> <td>RMC 2x20</td> <td>LED</td> <td>G18</td> <td>2x20</td> </tr> </tbody> </table> <p>Light Distribution Curve (Cd/1000lm)</p> <p>C.P.C.M. 0.9/0.27</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="5">DIMENSION (mm)</th> </tr> <tr> <th>W</th> <th>W1</th> <th>L</th> <th>L1</th> <th>H</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>20</td> <td>21</td> <td>94</td> <td>100</td> <td>50</td> </tr> <tr> <td>18</td> <td>20</td> <td>100</td> <td>100</td> <td>50</td> </tr> </tbody> </table>	Name	Lamp	Lamp Holder	W	RMC 2x10	LED	G10	2x10	RMC 2x20	LED	G18	2x20	DIMENSION (mm)					W	W1	L	L1	H	20	21	94	100	50	18	20	100	100	50	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Name</th> <th>LENG</th> <th>W</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>V5SHAPE</td> <td>LED</td> <td>2x10</td> </tr> <tr> <td>V5SHAPE</td> <td>LED</td> <td>2x20</td> </tr> </tbody> </table> <table border="1"> <thead> <tr> <th>LENGTH</th> <th>WIDTH</th> <th>HEIGHT</th> </tr> <tr> <th>(mm)</th> <th>(mm)</th> <th>(mm)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>816</td> <td>130</td> <td>114</td> </tr> <tr> <td>1220</td> <td>130</td> <td>114</td> </tr> </tbody> </table>	Name	LENG	W	V5SHAPE	LED	2x10	V5SHAPE	LED	2x20	LENGTH	WIDTH	HEIGHT	(mm)	(mm)	(mm)	816	130	114	1220	130	114			
Name	Lamp	Lamp Holder	W																																																																												
TL LOUVRE LED	G2	2x10																																																																													
DIMENSION (mm)																																																																															
TYPE	L	W	H																																																																												
2x10	195	296	50,6																																																																												
Name	Lamp	Lamp Holder	W																																																																												
RMC 2x10	LED	G10	2x10																																																																												
RMC 2x20	LED	G18	2x20																																																																												
DIMENSION (mm)																																																																															
W	W1	L	L1	H																																																																											
20	21	94	100	50																																																																											
18	20	100	100	50																																																																											
Name	LENG	W																																																																													
V5SHAPE	LED	2x10																																																																													
V5SHAPE	LED	2x20																																																																													
LENGTH	WIDTH	HEIGHT																																																																													
(mm)	(mm)	(mm)																																																																													
816	130	114																																																																													
1220	130	114																																																																													

Jenis Armatur



Armatur Pancaran lebar



Armatur Pancaran terbatas



Armatur Palung



Armatur rok



Armatur Gantung



Pemasangan Lampu Penerangan



Fungsi Ruang	Iluminasi (Lux)
<i>Rumah tinggal</i>	
Ruang tamu	120-250
Ruang makan	120-250
Ruang Kerja	120-250
Dapur	250
Kamar mandi	250
<i>Perkantoran</i>	
Ruang direktur	350
Ruang kerja	350
Ruang rapat	350
Ruang gambar	750
Gudang arsip	150
Ruang arsip aktif	300
Ruang komputer	350
Kantin	200
<i>Hotel</i>	
Lobby, koridor	100
Ballroom	250
Ruang makan	250
Cafetaria	250
Kamar tidur	150
Dapur	300

Fungsi Ruangan	Tingkat Pencahayaan (Lux)	Kelempok Renderasi Warna	Temperatur Warna		
			<i>Warm white</i>	<i>Cool white</i>	<i>Daylight</i>
			<3300 K	3300 K - 5300 K	>5300 K
Rumah tinggal :					
Teras	60	1 atau 2	*	*	
Ruang tamu	120 - 150	1 atau 2		*	
Ruang makan	120 - 250	1 atau 2	*		
Ruang kerja	120 - 250	1		*	*
Kamar tidur	120 - 250	1 atau 2	*	*	
Kamar mandi	250	1 atau 2		*	*
Dapur	250	1 atau 2	*	*	
Garasi	60	3 atau 4		*	*
Berkantoran :					
Ruang Direktur	350	1 atau 2		*	*
Ruang kerja	350	1 atau 2		*	*
Ruang komputer	350	1 atau 2		*	*
Ruang rapat	300	1	*	*	
Ruang gambar	750	1 atau 2		*	*
Ruang arsip	150	1 atau 2		*	*
Ruang arsip aktif	300	1 atau 2		*	*

Sumber : SNI 03-6197-2000.

TINGKAT PENCAHAYAAN

No	Macam Pekerjaan	Lux	Contoh Penggunaan
1	Pencahayaannya untuk daerah yang tidak terus menerus diperlukan	20	Iluminasi minimum agar bias membedakan barang-barang
		50	Parkir dan daerah sirkulasi di dalam ruangan
2	Pencahayaannya untuk bekerja di dalam ruangan	100	Kamar tidur Hotel, memeriksa dan menghitung stok barang secara kasar, merakit barang besar.
		200	Membaca dan menulis yang tidak terus menerus

TINGKAT PENCAHAYAAN

3	Pencahayaannya setempat untuk pekerjaan yang teliti	350	Pencahayaannya untuk perkantoran, pertokoan, membaca, gudang, menulis.
		400	Ruang gambar
		750	Pembacaan untuk koreksi tulisan, merakit barang-barang kecil
		1000	Gambar yang sangat teliti
		2000	Pekerjaan secara rinci dan presisi

DAYA PENCAHAYAAN MAKSIMUM

Tabel Daya listrik maksimum untuk pencahayaan yang diijinkan

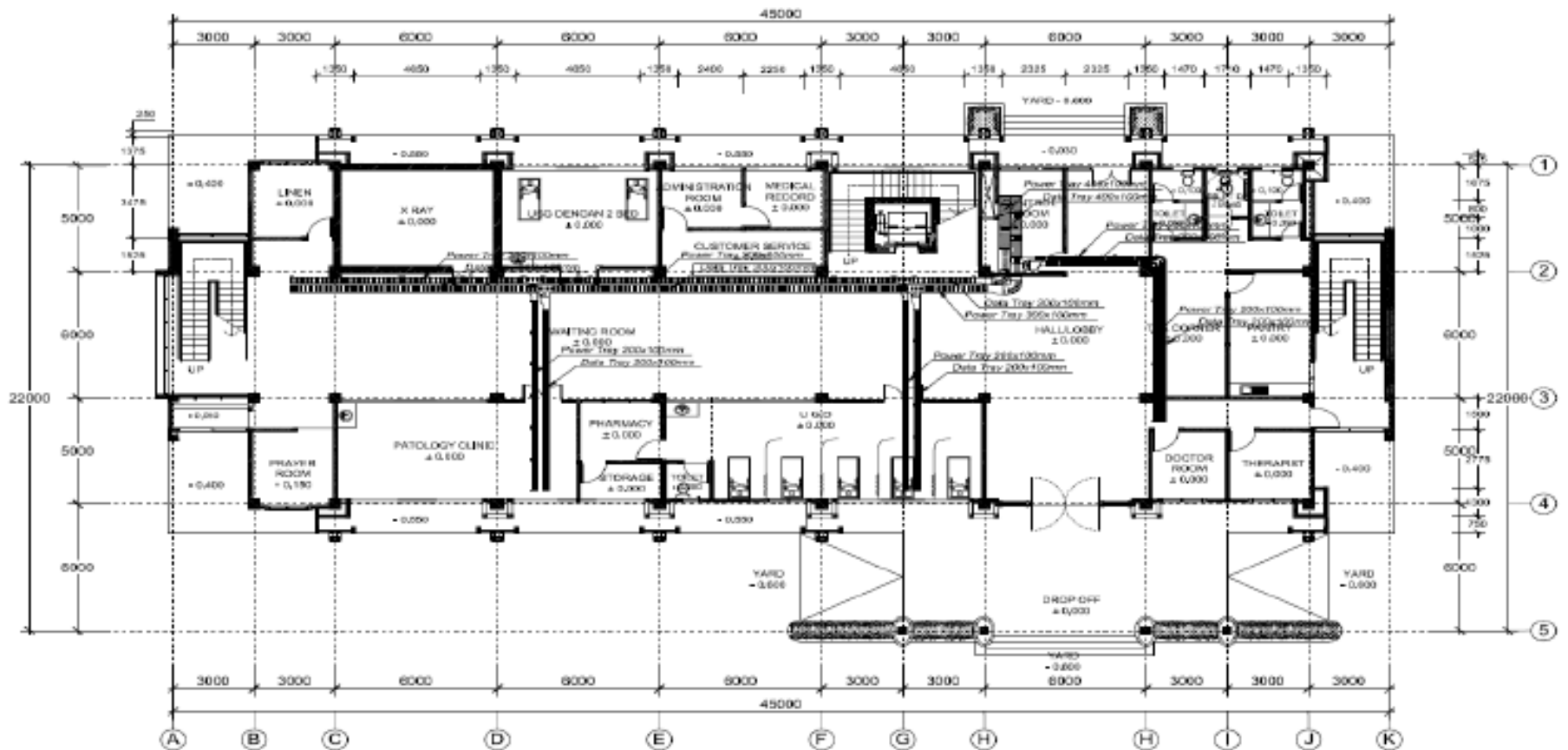
Jenis ruangan bangunan	Daya pencahayaan maksimum W/m² (termasuk rugi-rugi balast)
Ruang kantor	15
Auditorium	25
Pasar swalayan	20
Hotel :	
Kamar Tamu	17
Daerah umum	20

Sumber: *Petunjuk Teknis Konservasi Energi Bidang Audit Energi*

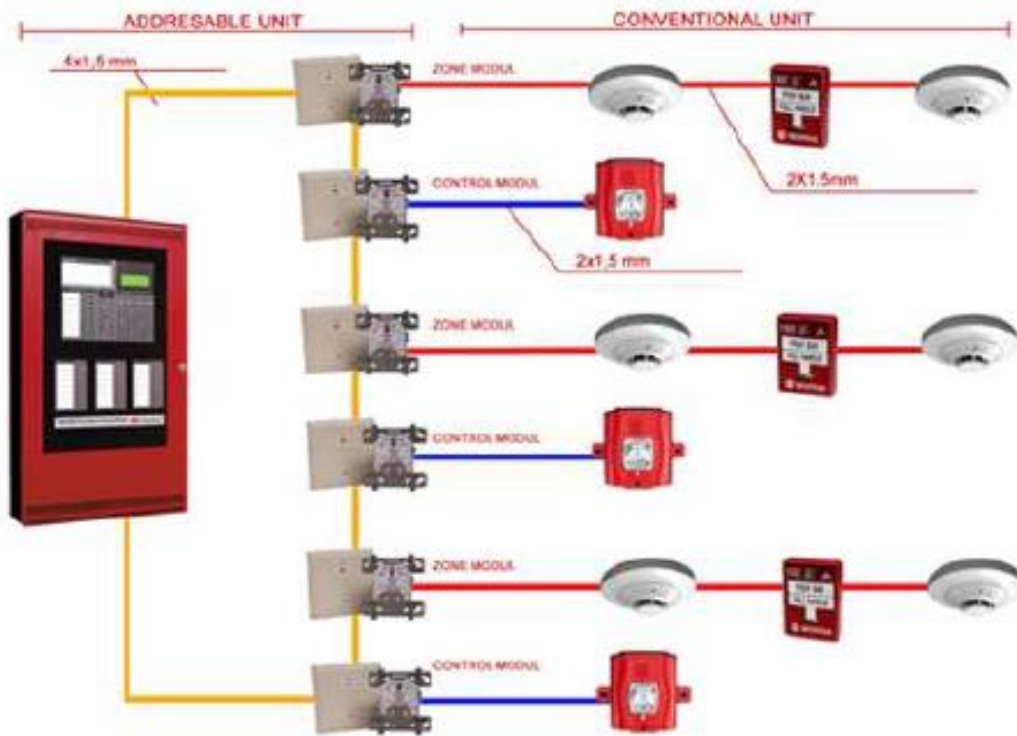
Jenis ruangan bangunan	Daya pencahayaan maksimum W/m^2 (termasuk rugi-rugi balast)
Rumah Sakit	
Ruang Pasien	15
Gudang	5
Kafetaria	10
Garasi	2
Restoran	25
Lobby	10
Tangga	10
Ruang parkir	5
Ruang Perkumpulan	20
Industri	20

Sumber: *Petunjuk Teknis Konservasi Energi Bidang Audit Energi*

Gambar Pemasangan Kabel Tray



Instalasi Fire Alarm



Instalasi Listrik Industri

- Instalasi Motor Listrik.
- Instalasi Kendali.
- Instalasi Transformato.
- Instalasi Kapasitor Bank
- Instalasi Mesin Las.
- Instalasi Mesin Perkakas
- Perlengkapan Hubung Bagi.
- Dll

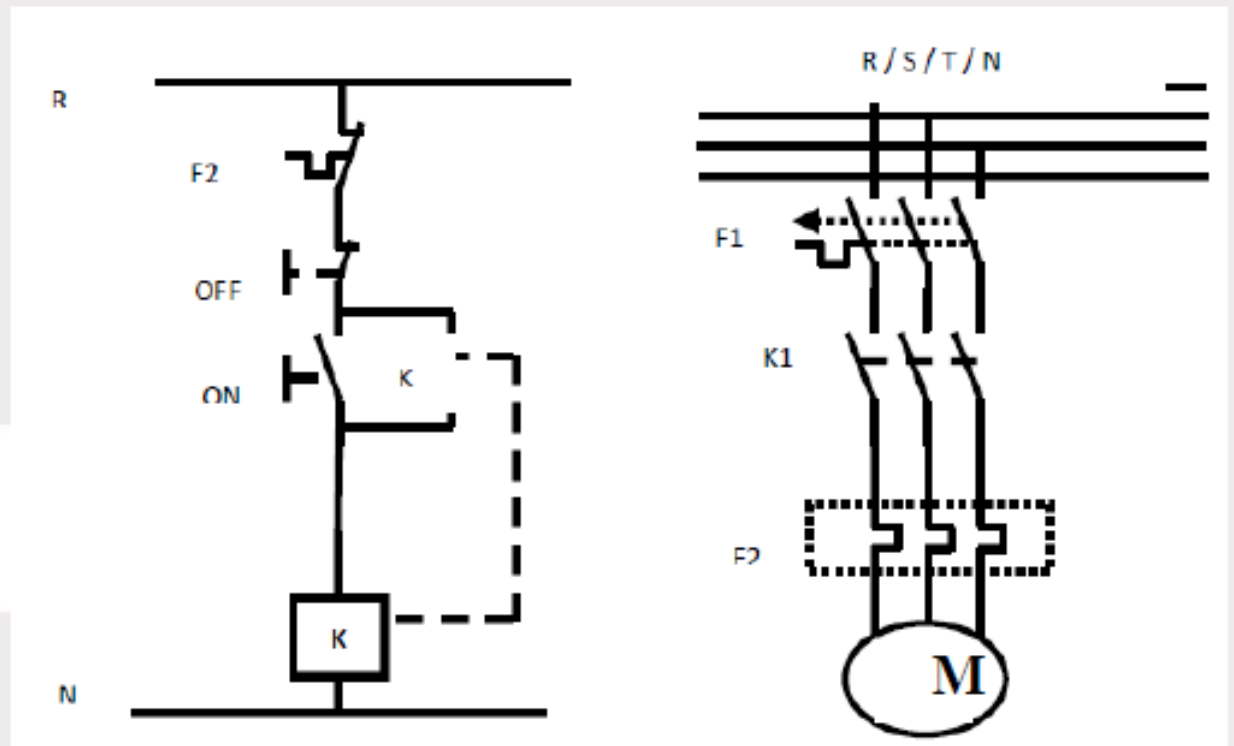


Aplikasi Motor Listrik

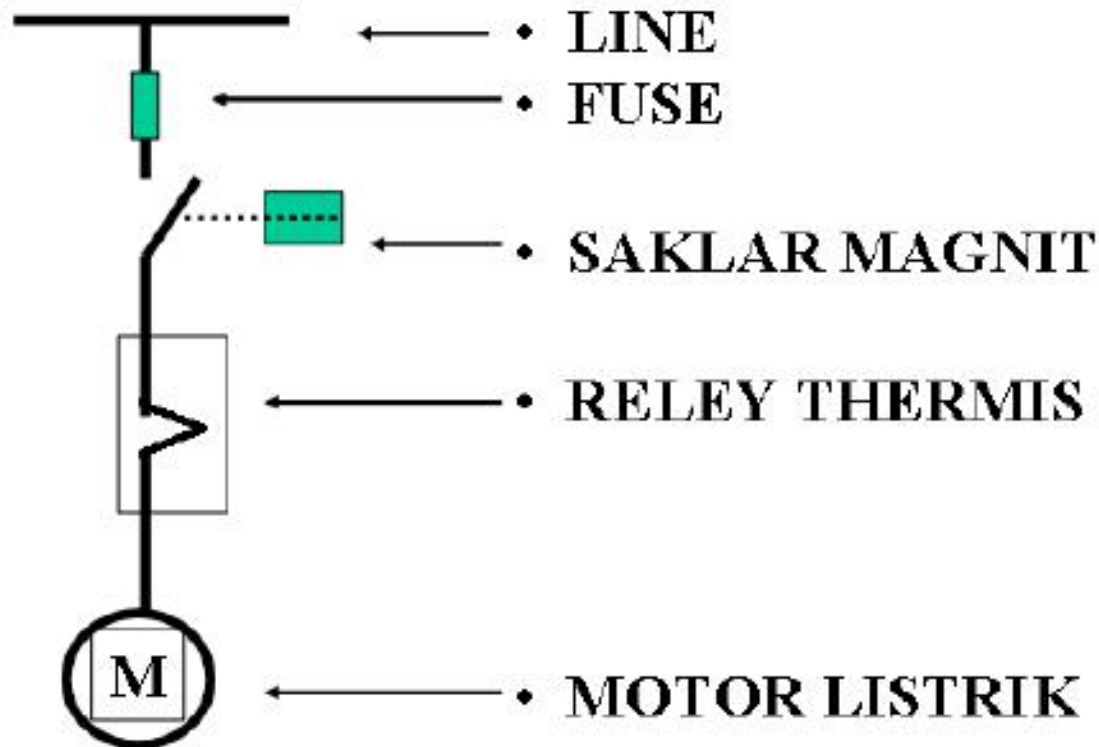
- Pompa
- Kompresor
- Fan
- Blower
- Cooling Tower
- AHU (Air Handling Unit)
- HVAC (Heating Ventilation and Air Conditioner)
- Conveyor
- Lift
- AC
- Eskalator
- Mesin Bor, Gerinda, Bubut
- Dll



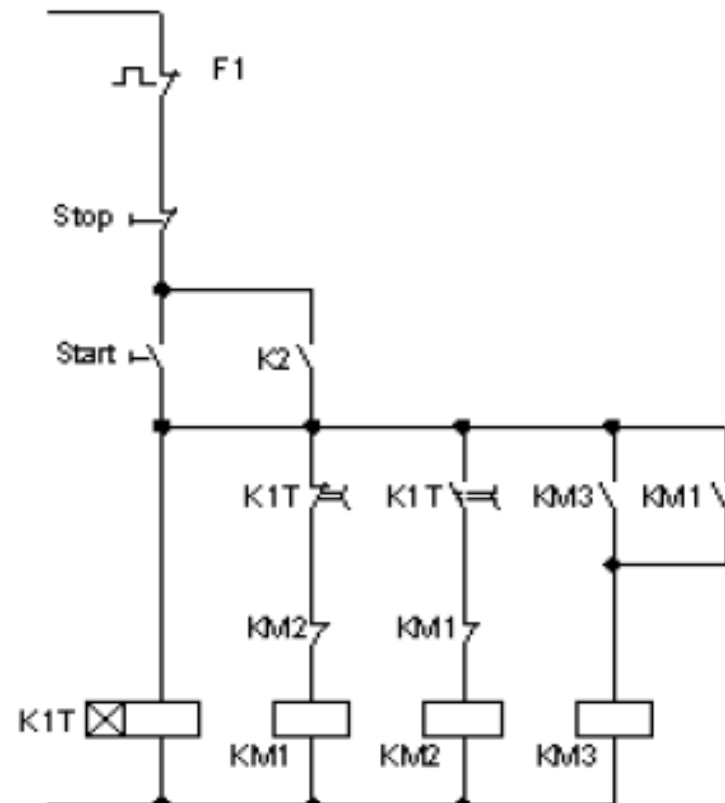
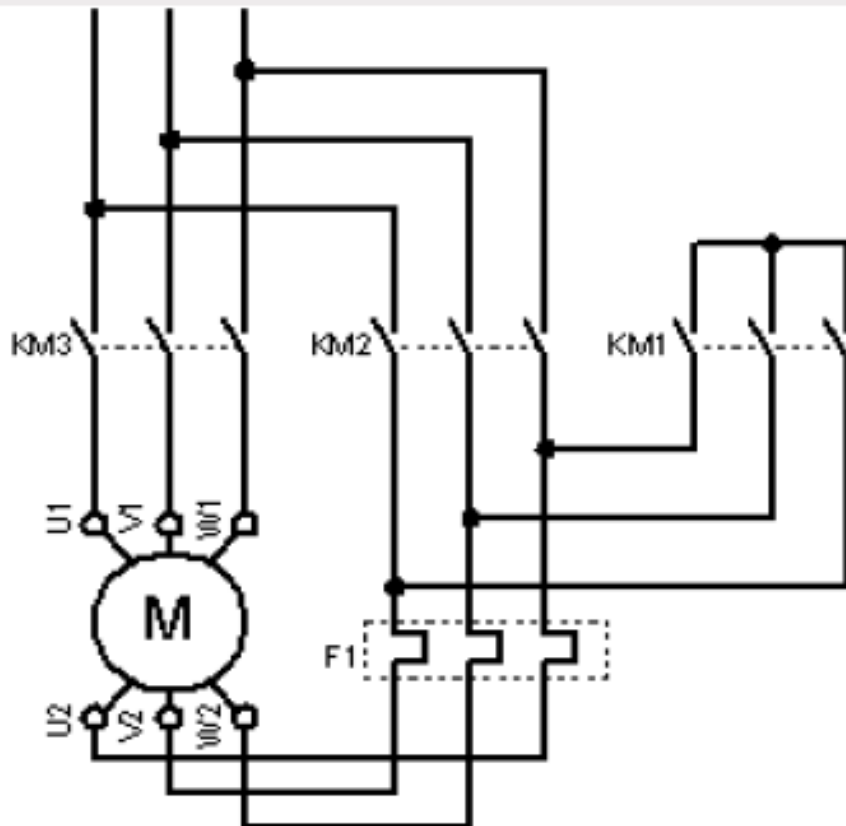
Instalasi Motor Listrik



SLD Motor Listrik



Instalasi Motor Listrik Y/D

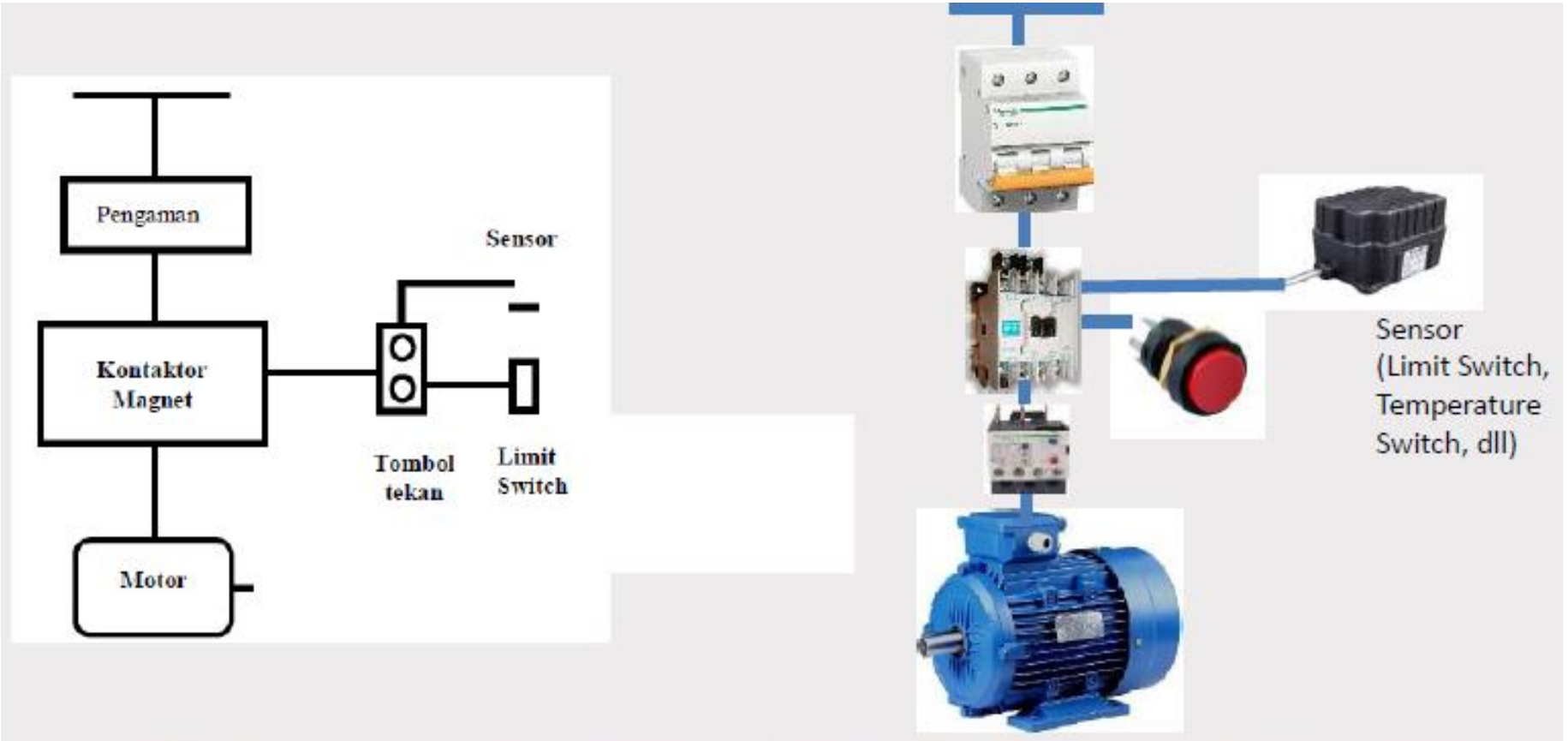


Komponen Instalasi Motor Listrik

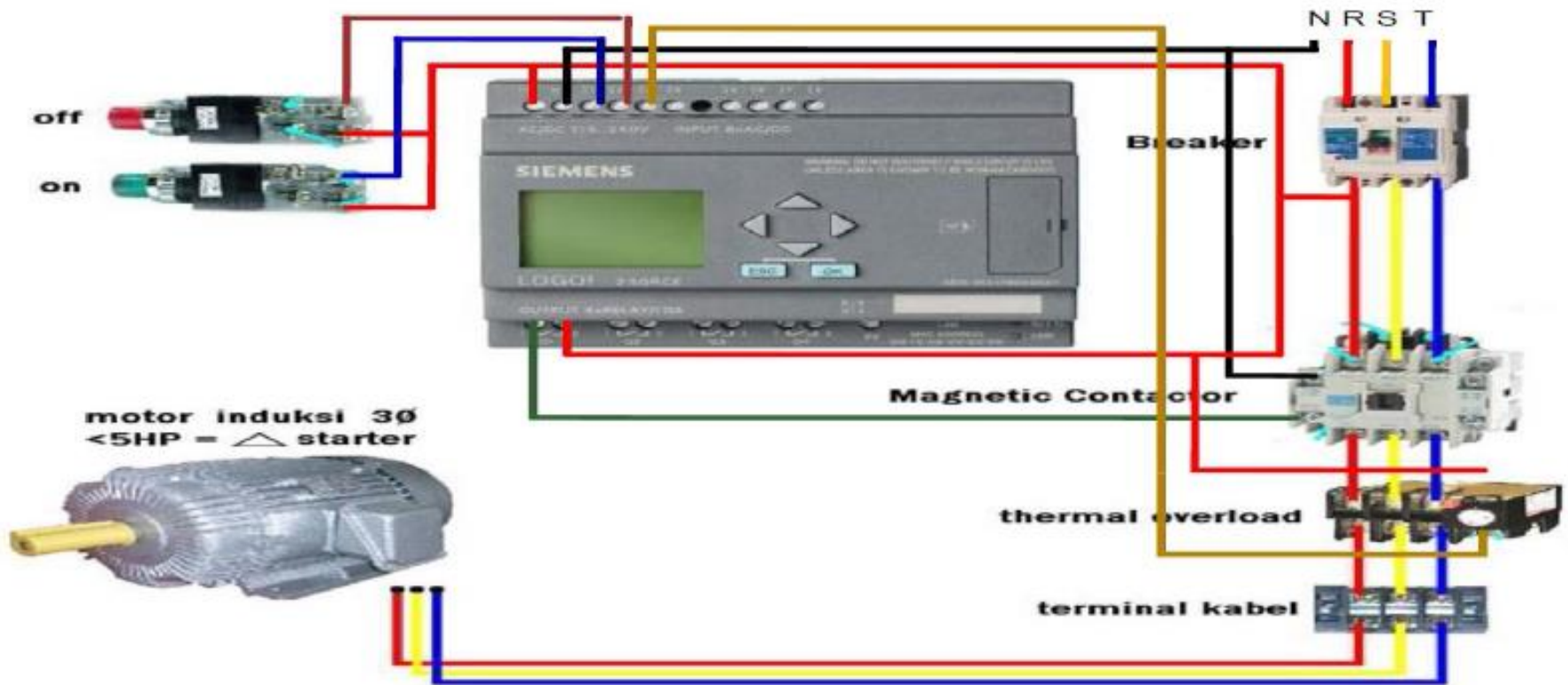
- Pengaman (MCB, MCCB, NFB)
- Pengaman Termis (TOR)
- Magnetik Kontaktor
- Push Button
- Sensor
- Kabel
- Pipa dan Junction Box
- Timer
- VSD/Softstar
- PLC



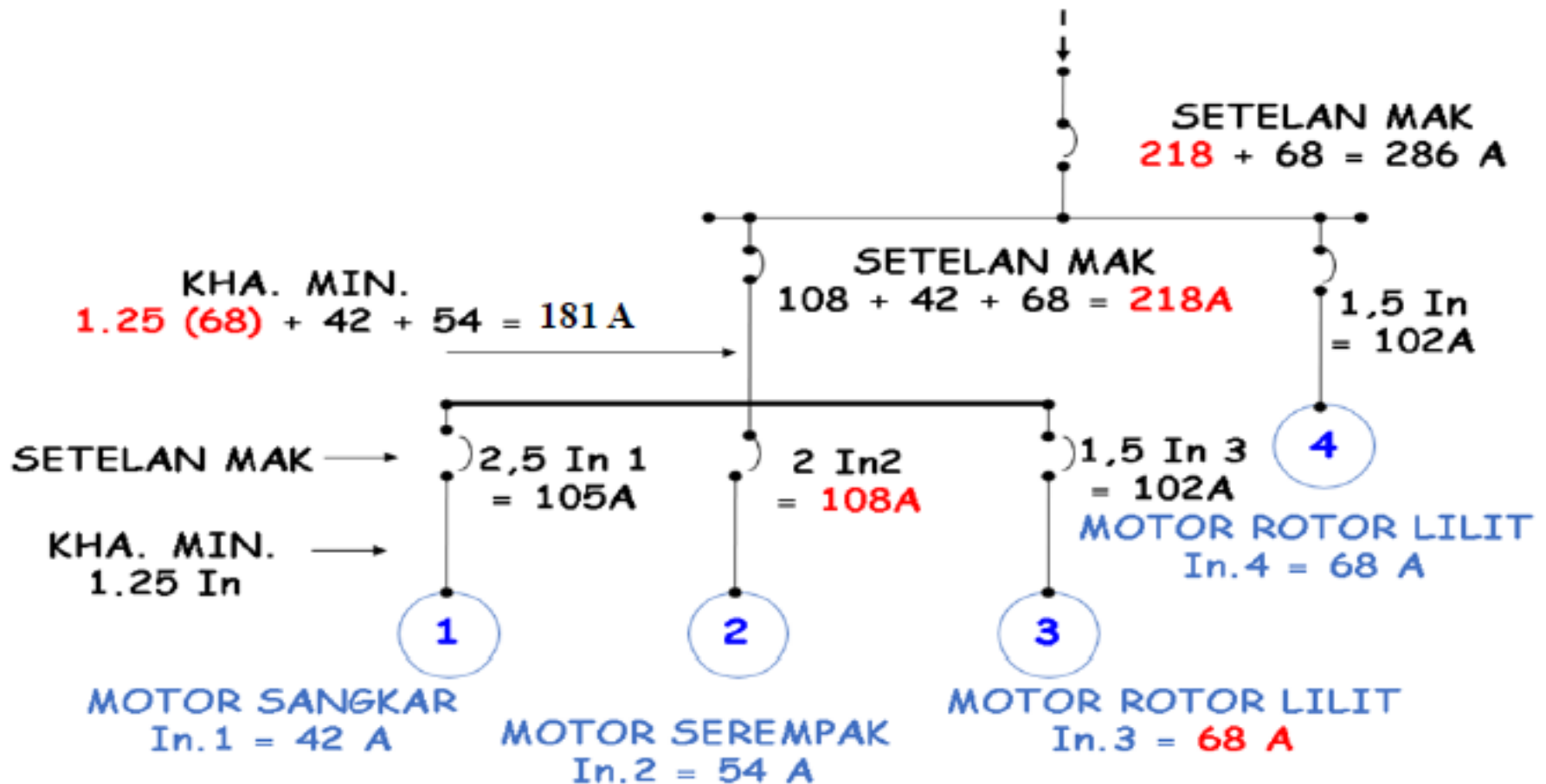
Instalasi Motor Listrik Otomatik



Instalasi Kontrol Motor dengan PLC



Perencanaan Instalasi Motor Listrik

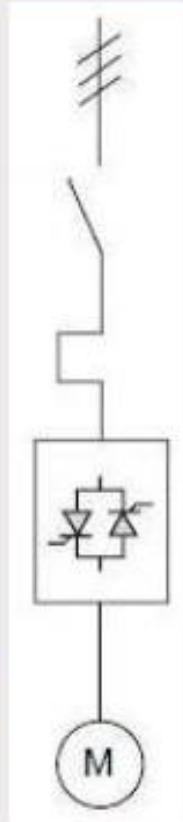


Metode Starting Motor

Starting Motor Secara Elektromagnetik



Starting Motor Secara Elektronik



Metode Starting Motor

Direct Online



Wye - Delta



Starting Motor DOL

- Menggunakan rangkaian kontrol untuk memberikan arus kepada motor listrik melalui kontaktor
- Komponen: MCB, MCCB, Push Button, Thermal Overload Relay (TOR), Kontaktor, Pilot Lamp, Emergency Stop, Kabel Kontrol.



Karakteristik Starting dengan DOL

Kelebihan

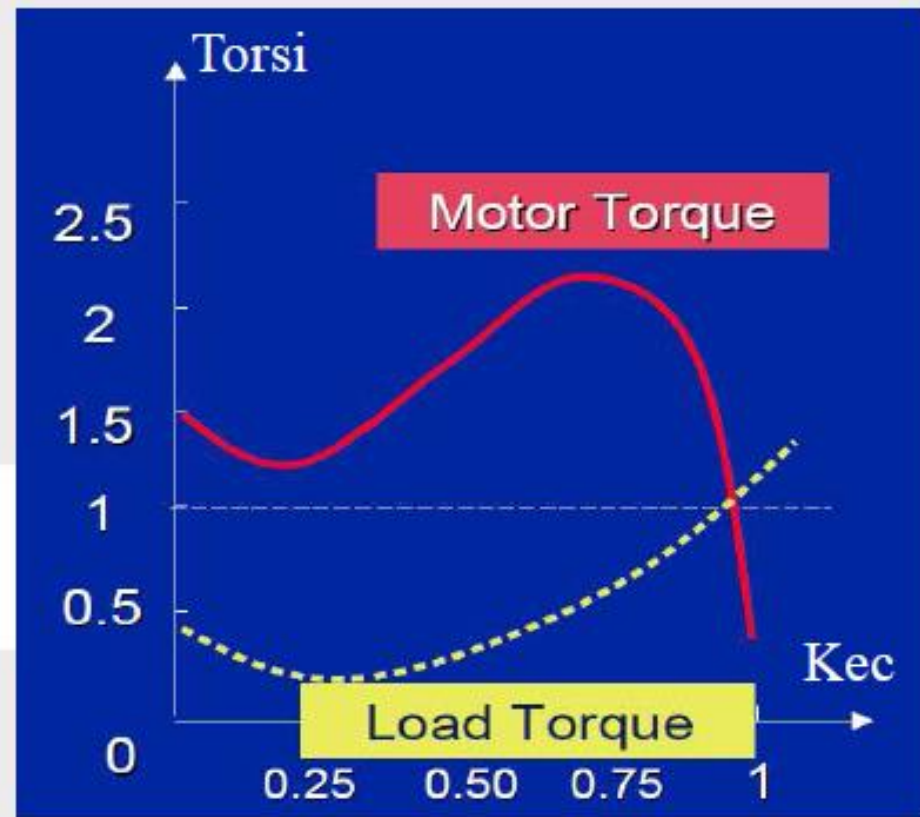
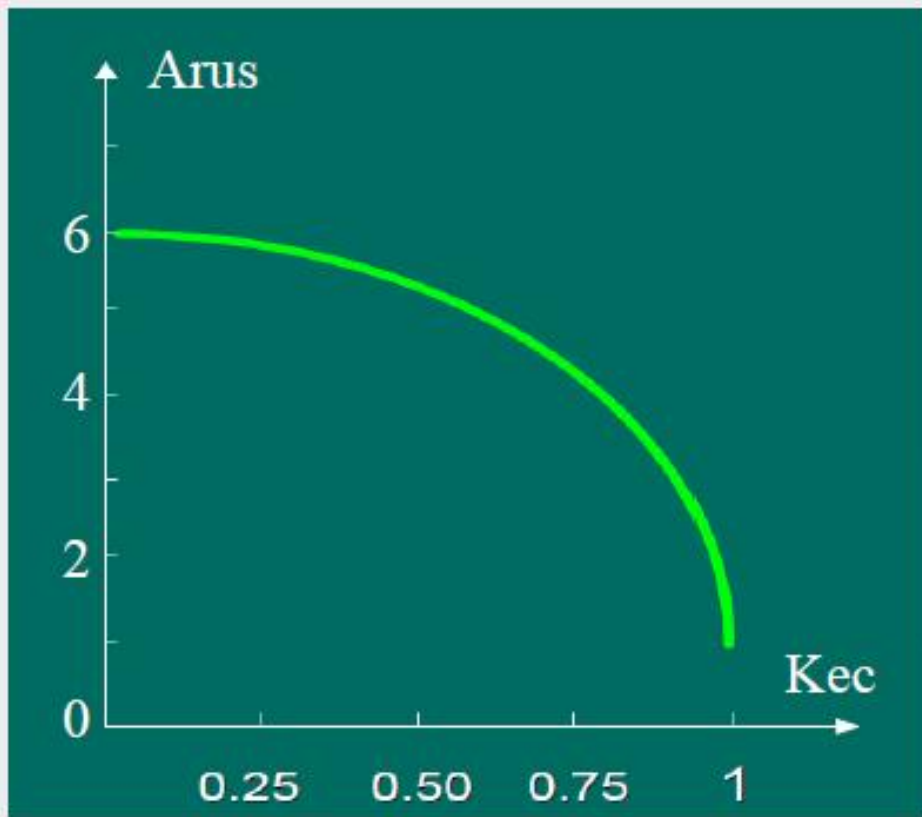
- Metode paling Sederhana
- Tidak membutuhkan pengaturan yang sulit
- Untuk Motor 3 terminal

Kelemahan

- Arus starting tinggi : 4 - 6 kali arus nominal
- Torsi starting : 0,5 sampai 1,5 kali torsi nominal
- Drop tegangan
- Aplikasi untuk motor kecil hingga menengah

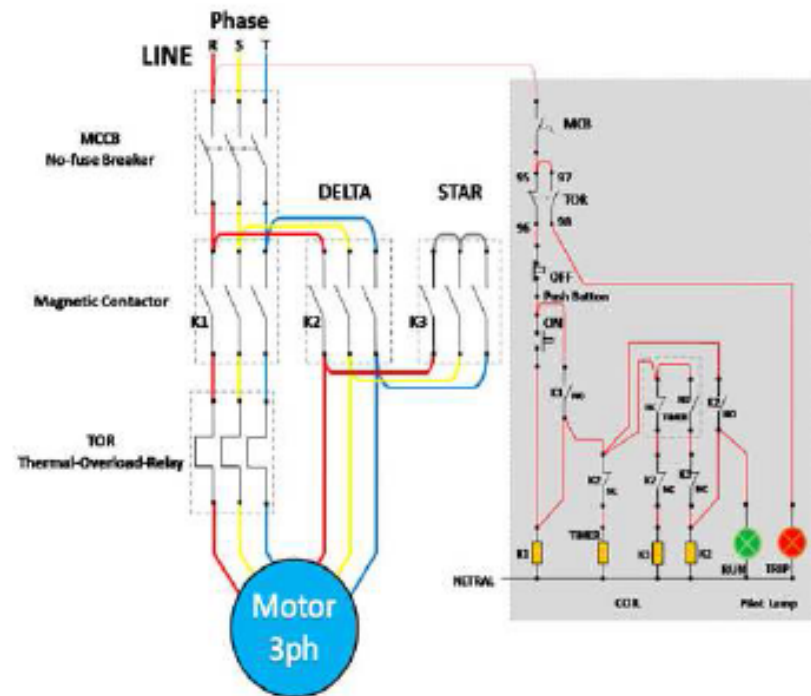


Starting Motor DOL



Starting Motor Y/D

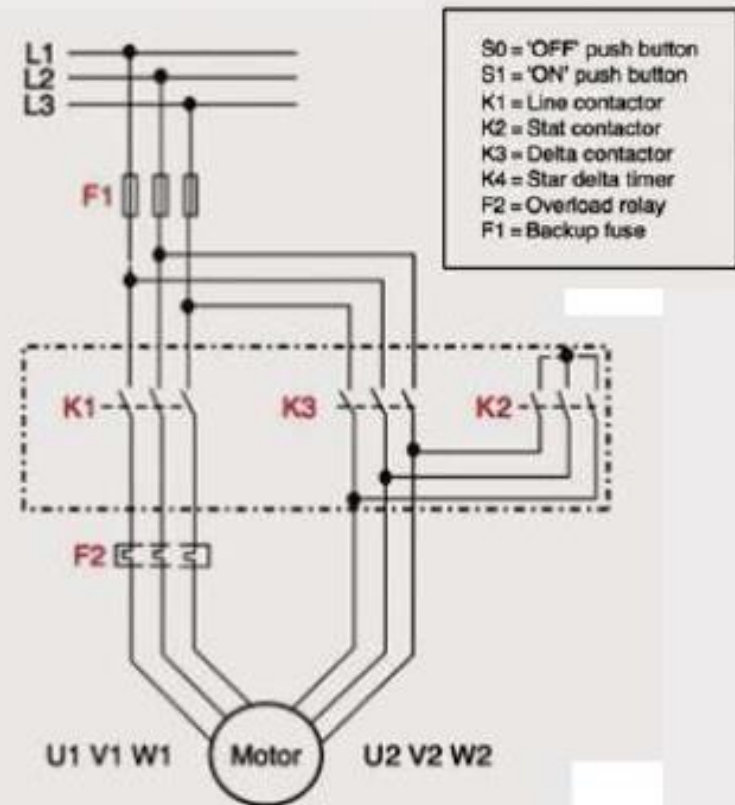
- Starting Star-Delta untuk meredam lonjakan arus (Inrush Current) motor
- Untuk motor berdaya di atas 5 Kw/ 7 HP
- Saat start, Motor terhubung Star, beberapa saat kemudian dihubung Delta.
- Arus dan torsi lebih kecil dari pada DOL.
- Komponen (MCB, MCCB, Push Button, Thermal Overload Relay (TOR), Kontaktor, Timer, Pilot Lamp, Emergency Stop dan Kabel Kontrol)



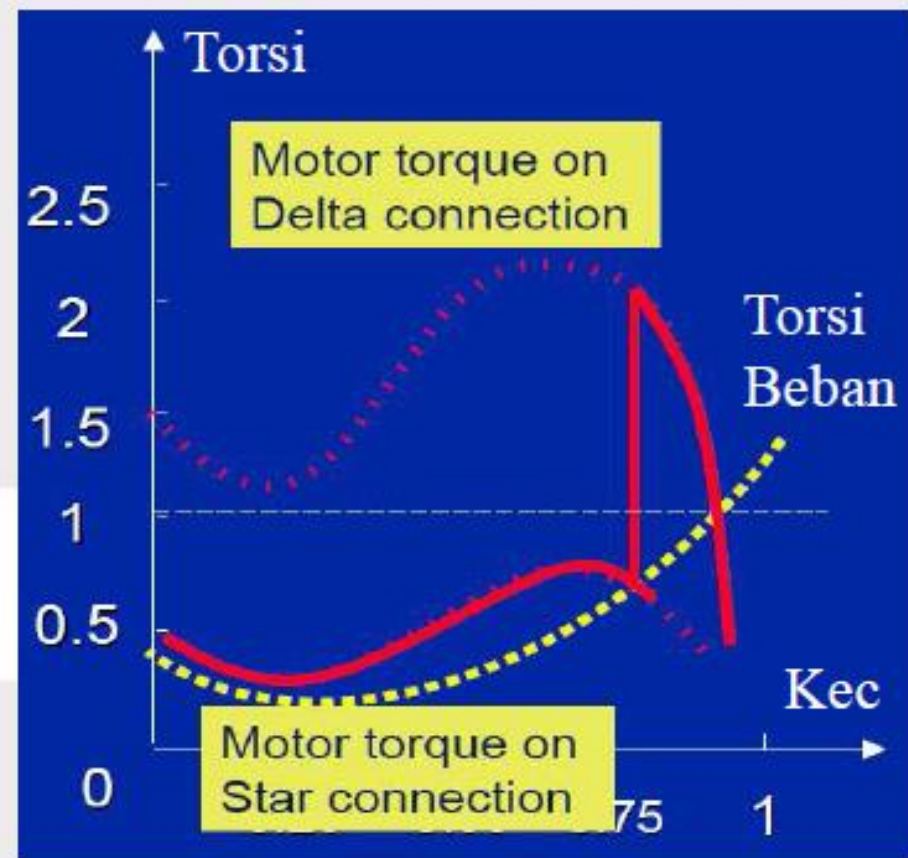
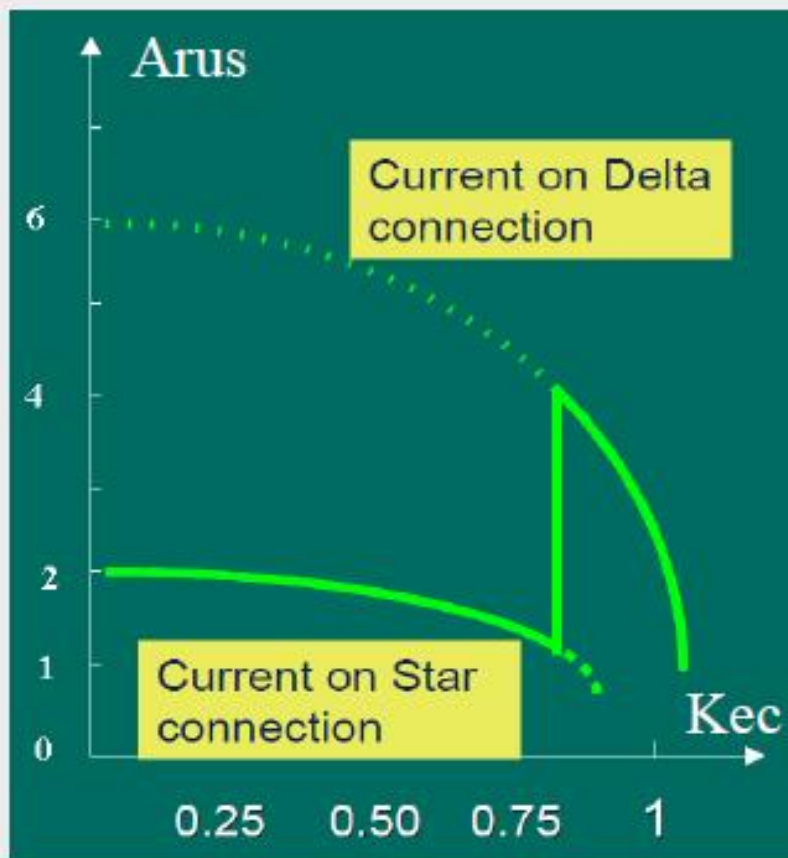
Kelebihan Starting Motor Y/D

Kelebihan

- Arus start lebih kecil (2,6 kali arus nominal)
- Torsi start 0,5 kali torsi nominal
- Khusus untuk Motor 6 Terminal
- Torsi puncak pada perubahan star ke delta
- Tidak ada setting parameter
- Perlu 3 kontaktor
- Ada lonjakan arus dan torsi saat perubahan Star ke Delta

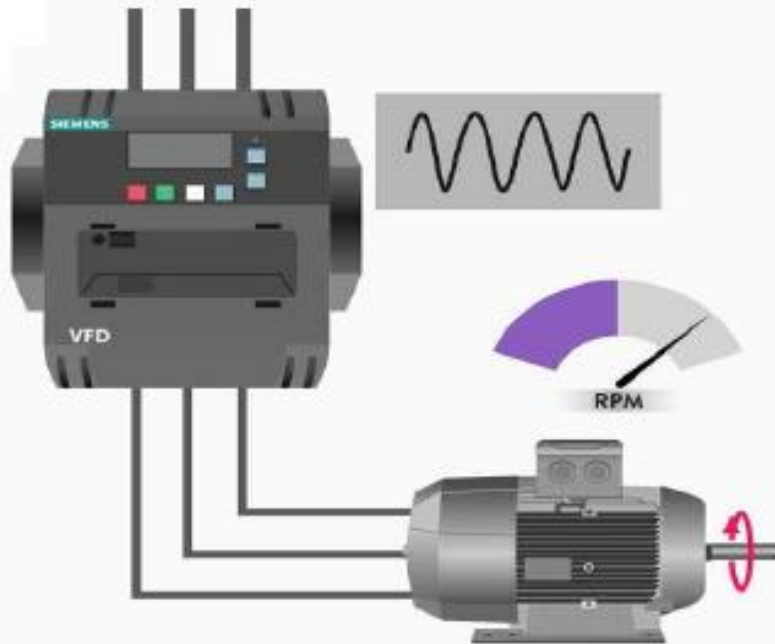


Starting Motor Y/D

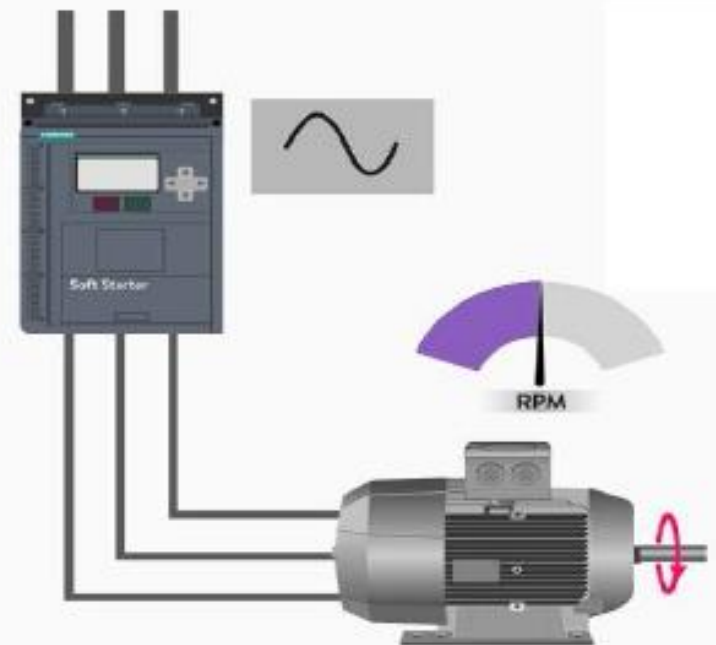


Starting Motor secara Elektronik

VFD



Soft Starter



Starting Motor dengan Soft Starter

- Metode Soft Starter menggunakan komponen Elektronika Daya (Thyristor) tiga phase
- Komponen ini berfungsi untuk mengatur tegangan output ke motor dengan sistem digital.
- Terdapat display untuk mengatur waktu akselerasi,
- Semakin besar waktu semakin kecil lonjakan arus pada motor listrik.

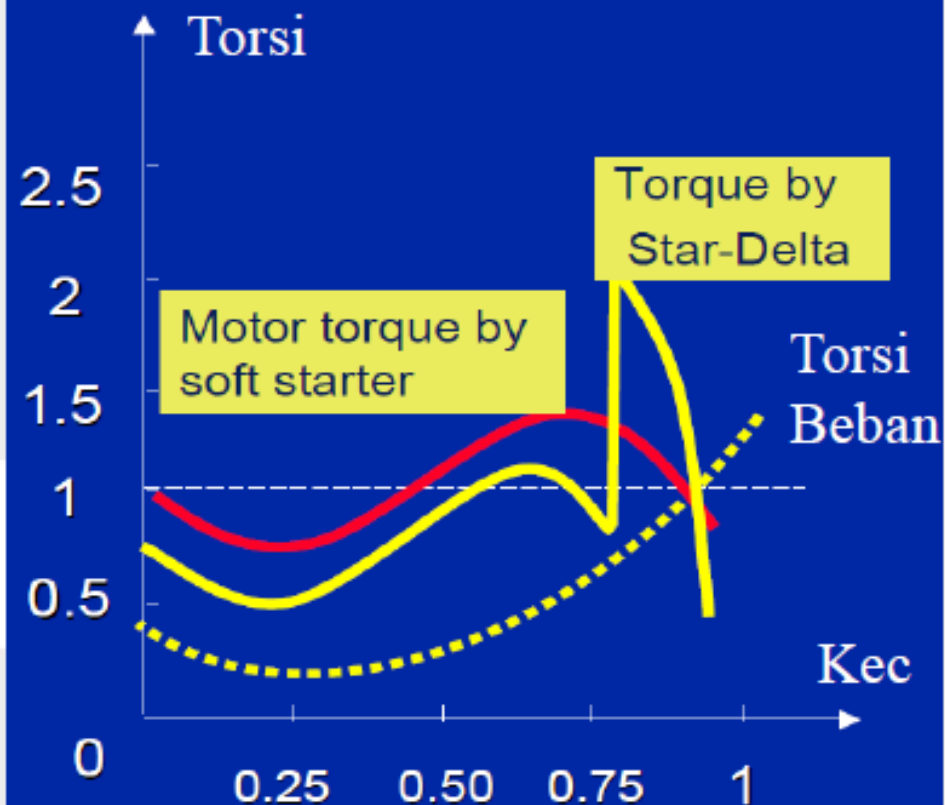
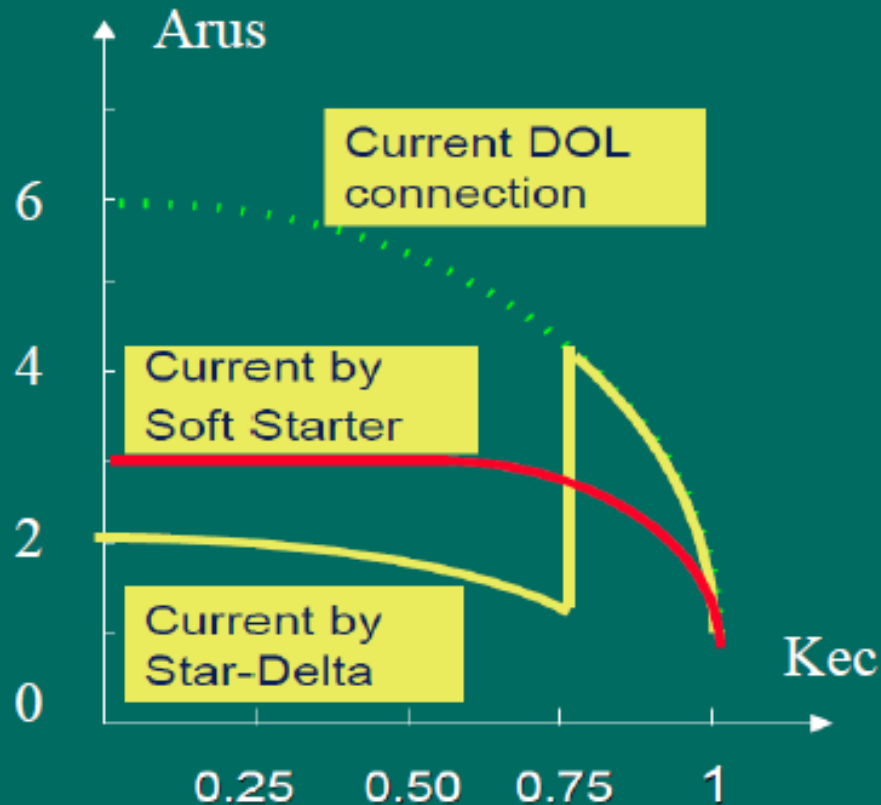


Starting Motor dengan Soft Starter

- Lebih Efisien dengan control tegangan
- Starting lebih smooth (Arus dan waktu terkontrol)
- Akselarasi dapat dikontrol
- Terdapat display monitoring (I & V)
- Arus Start 2 - 5 kali Arus rated
- Torsi start 0.15 – 1 kali Torsi rated
- 3 terminal motor
- Accel dan Deccel dapat diatur
- DC injection braking



Starting Motor dengan Soft Starter

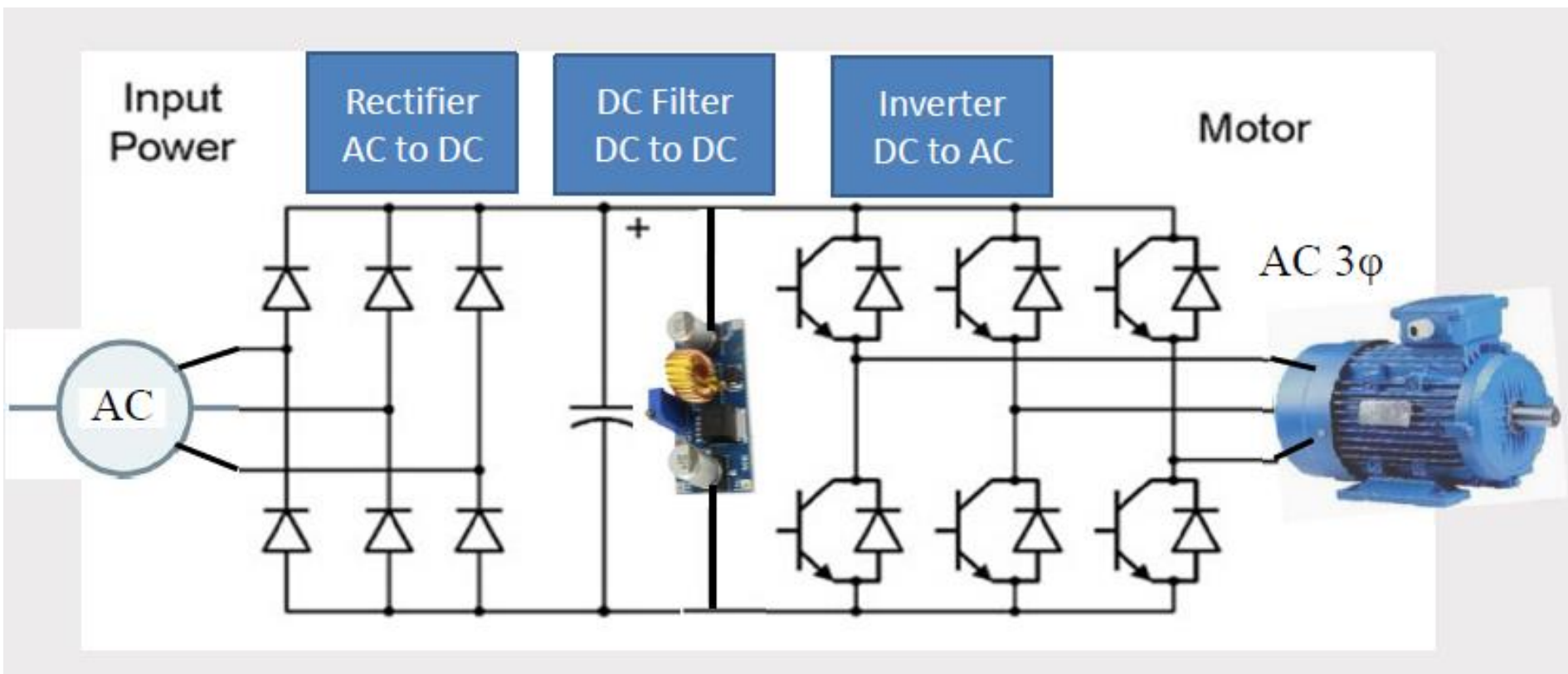


Starting Motor dengan VSD

- VSD = Variable Speed Drive
- Nama lain yaitu Inverter
- Rangkaian Elektronika Daya
- Terdiri dari tiga rangkaian yaitu Penyearah, DC Filter dan Inverter
- Menggunakan komponen semikonduktor (Dioda, Transistor, SCR, Diac, Triac, IGBT dan komponen lainnya)



Starting Motor dengan VSD



Rangkaian Kontrol Motor dengan VSD



Rangkaian Kontrol Motor Dengan VSD

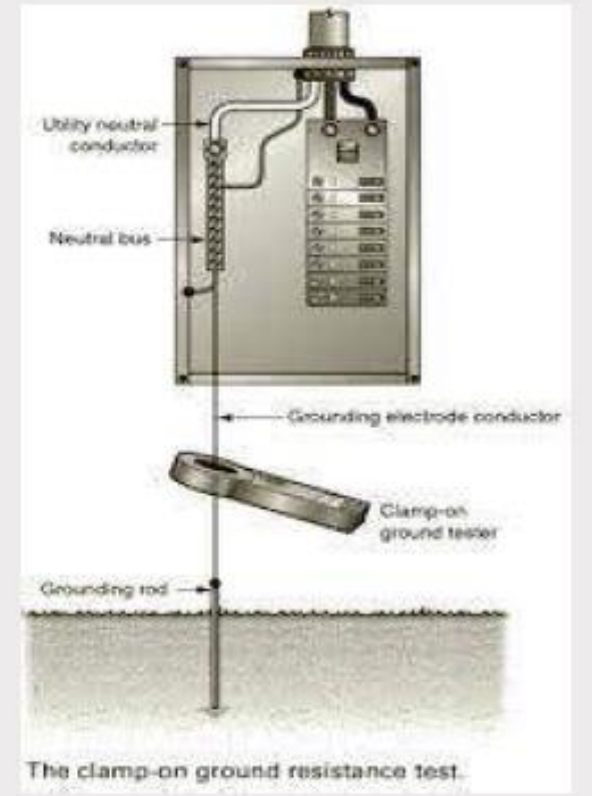
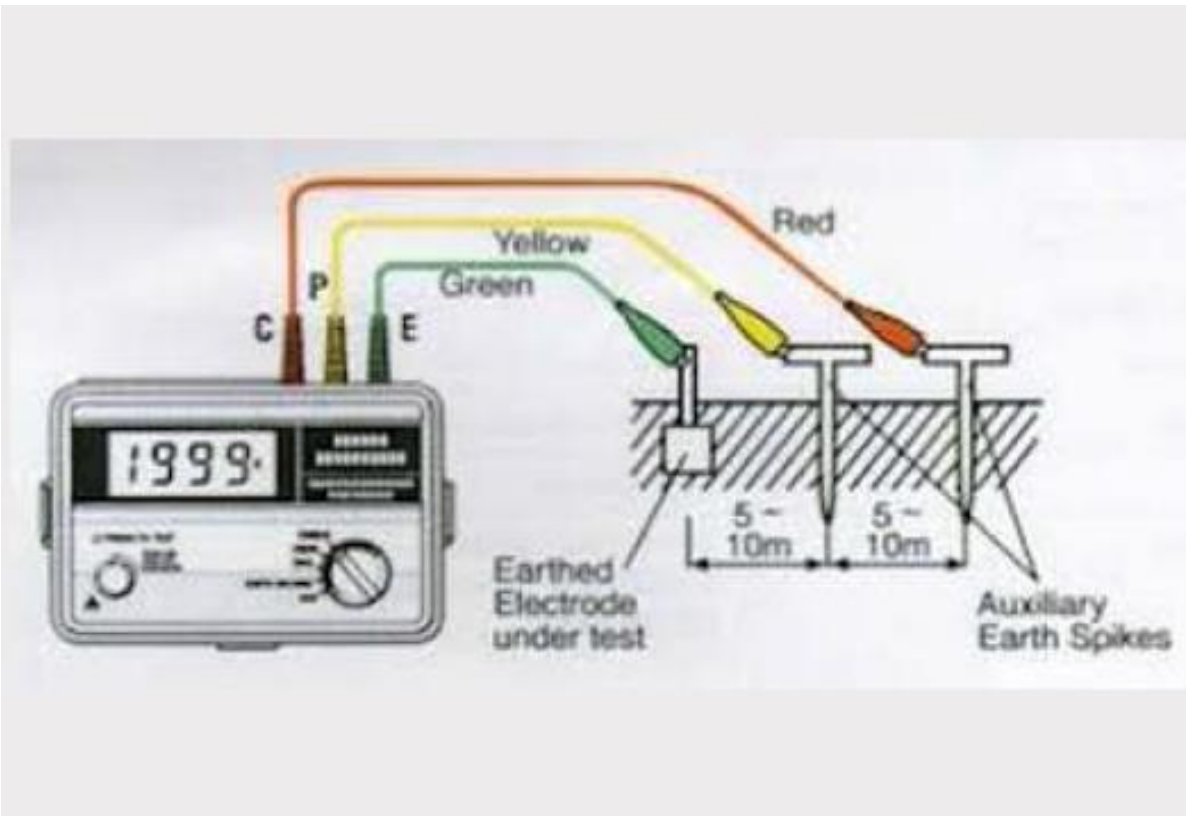
VSD



Komponenten VSD



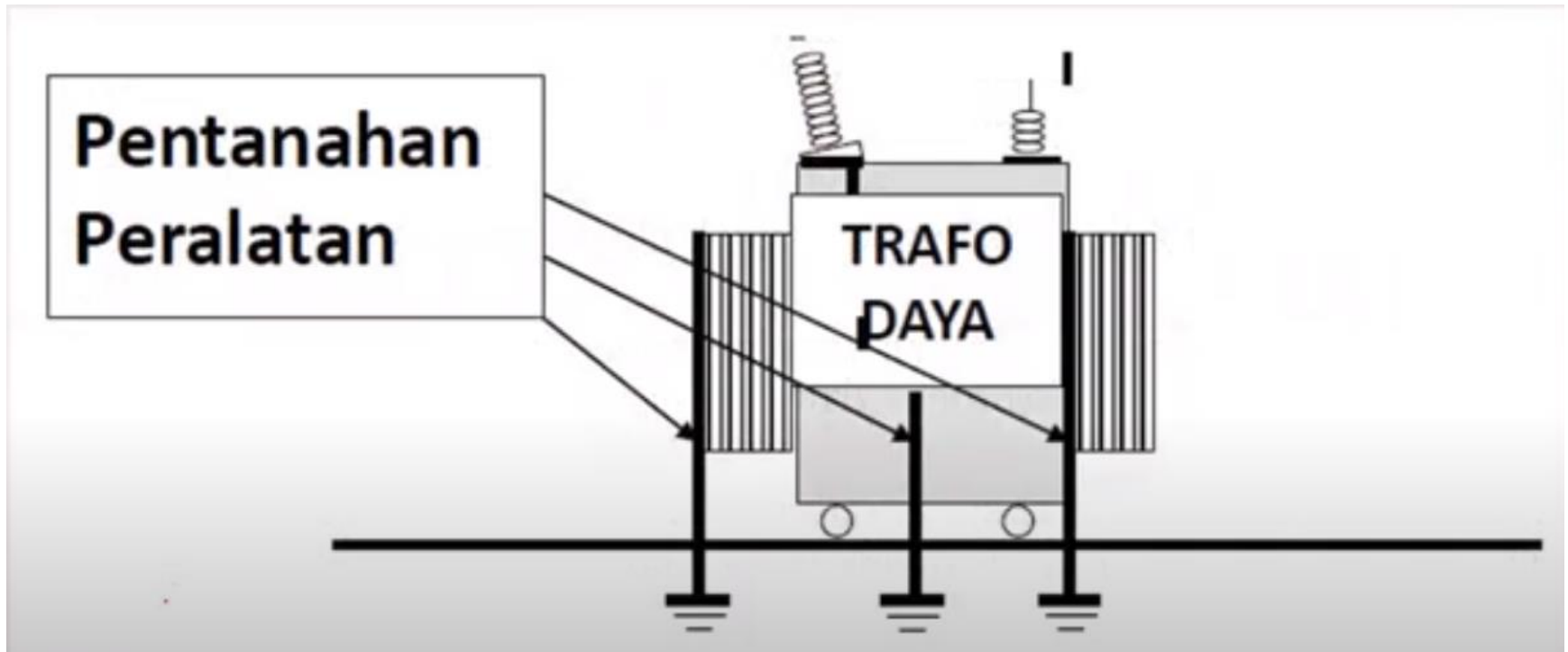
Cara Mengukur Tahanan Tanah



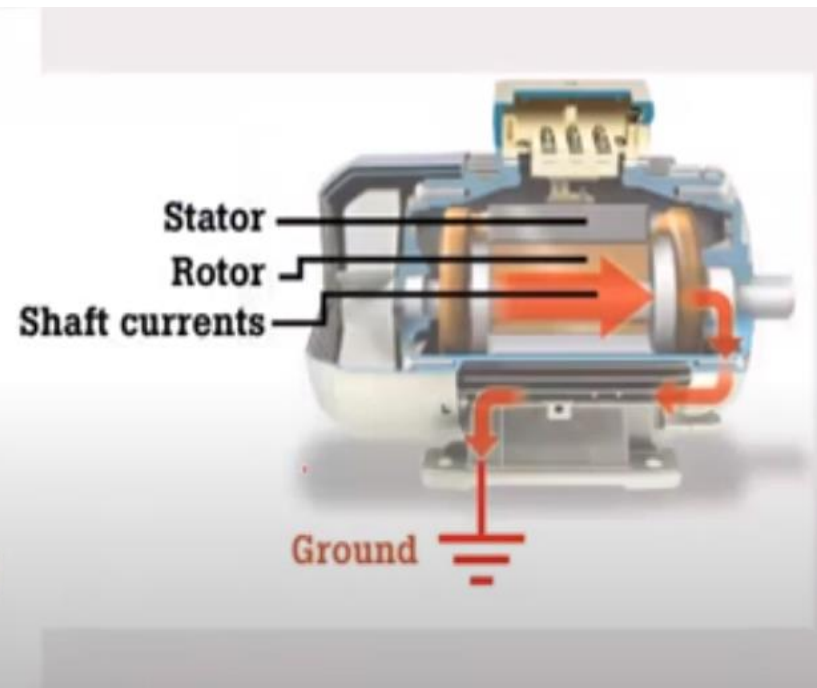
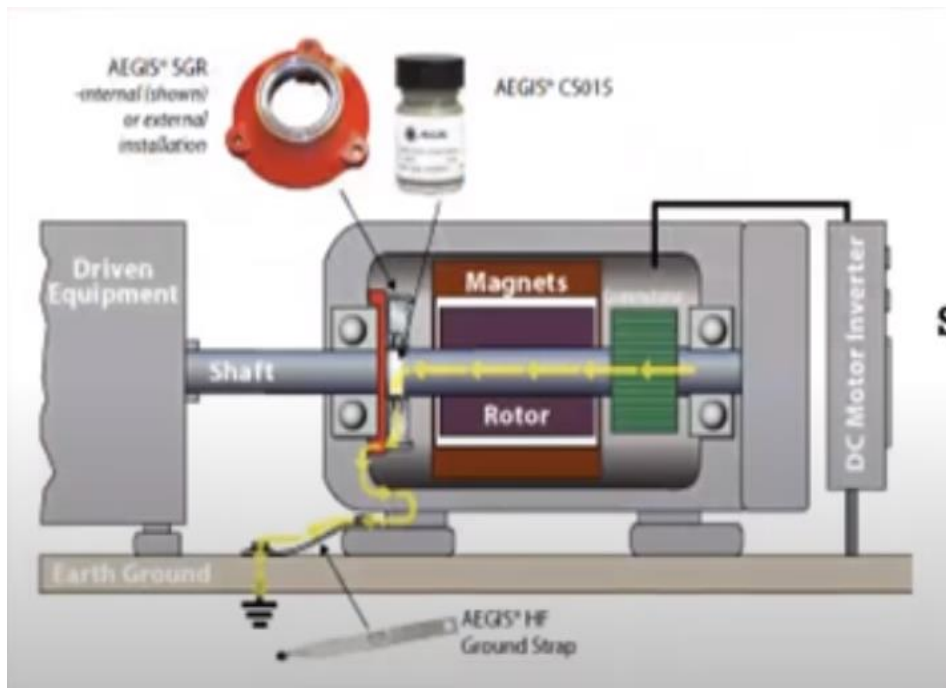
Pengukuran Tahanan Tanah



Pentanahan Peralatan (Trafo)



Pentanahan Bodi Motor Listrik



Pentanahan Peralatan di Gardu Induk



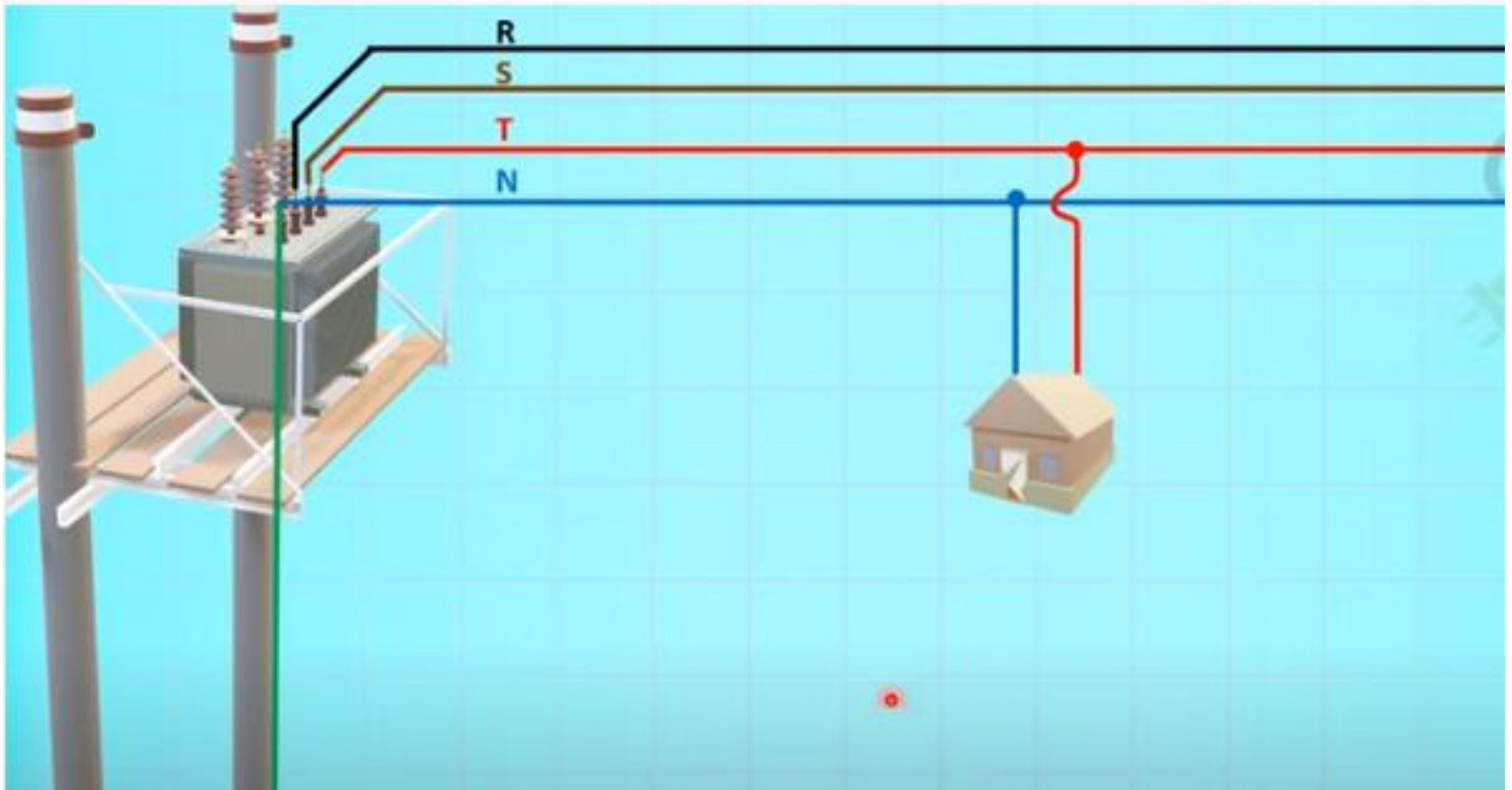
Pentanahan Panel Listrik



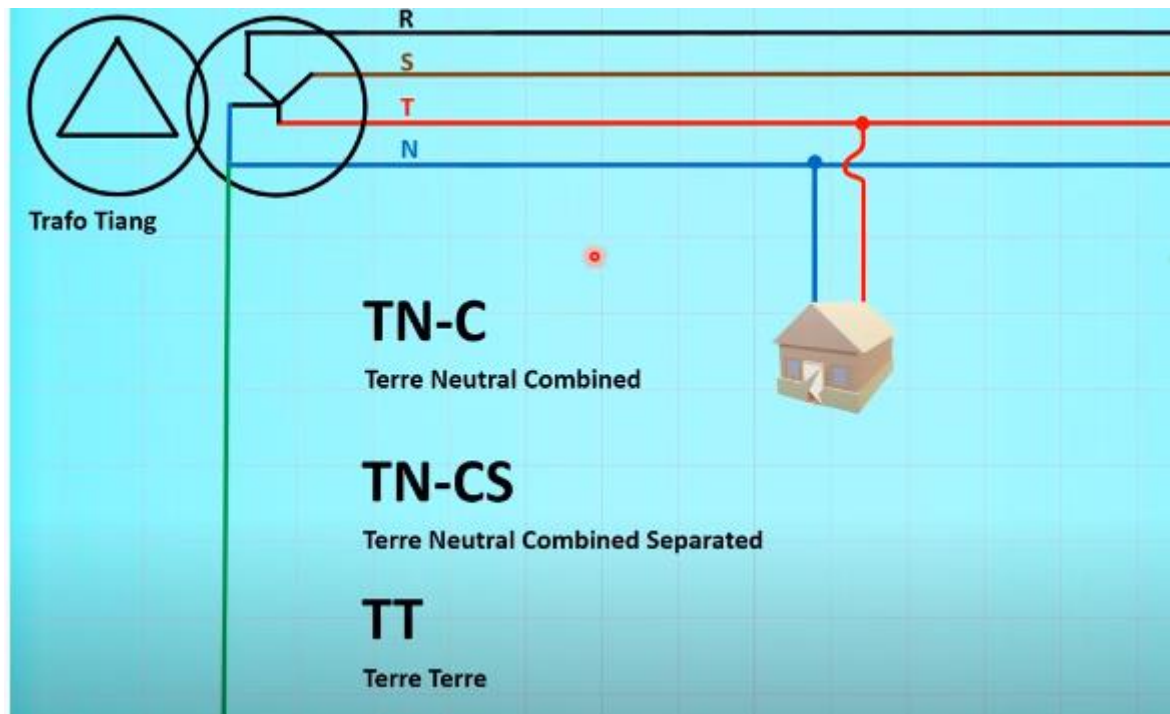
Pentanahan Panel Listrik



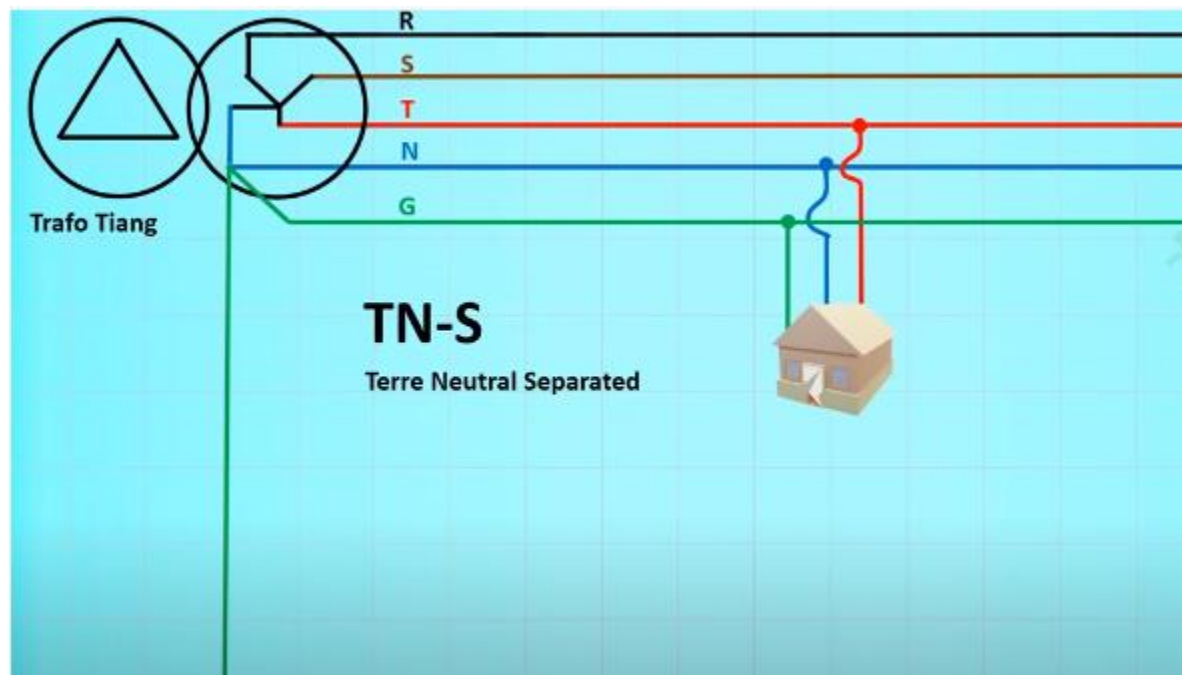
Saluran Rumah



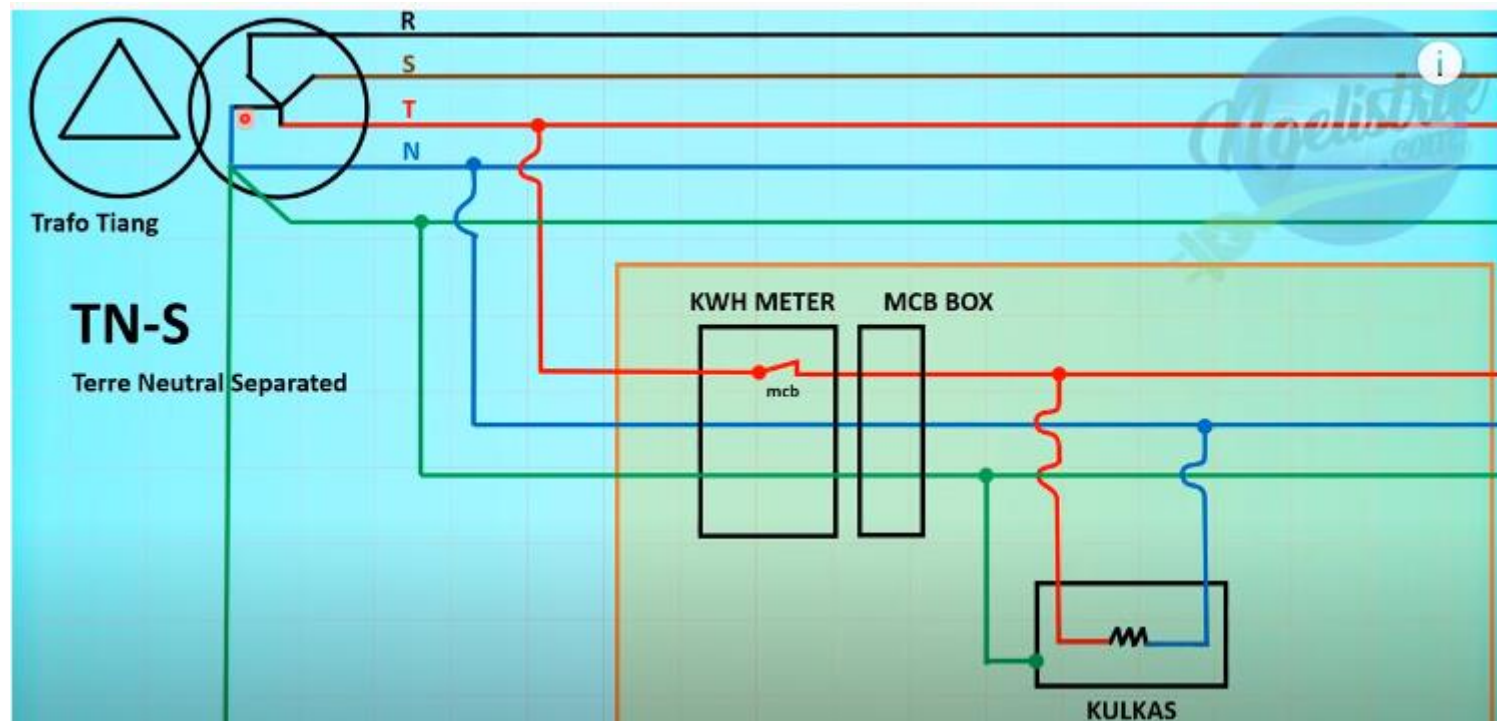
Jenis Pentanahan



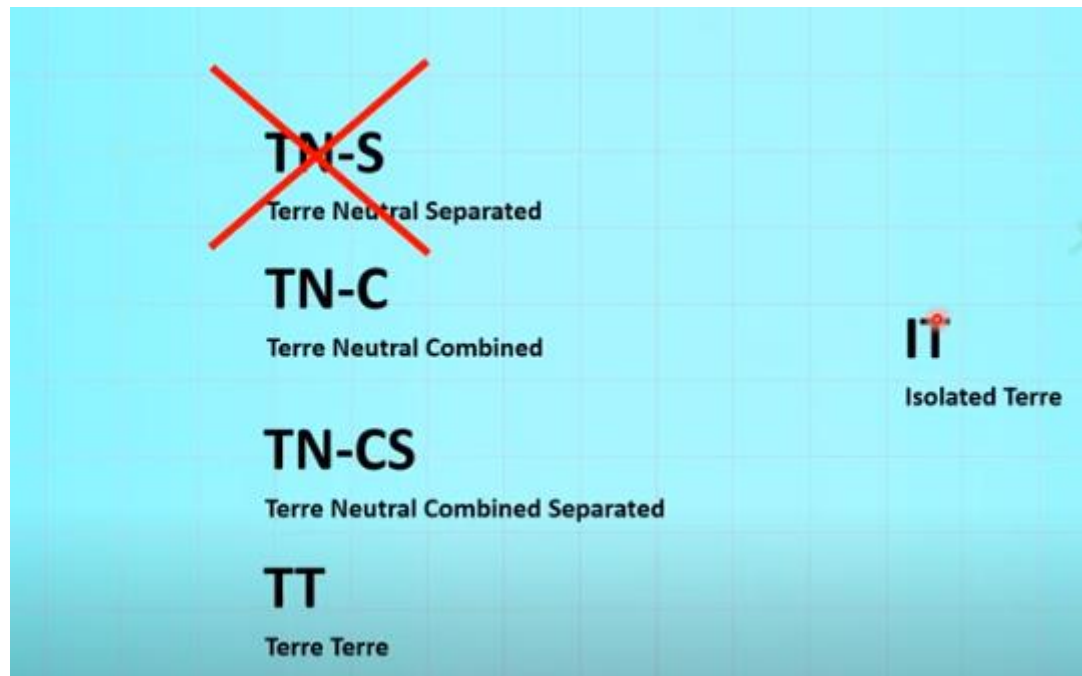
TN-S



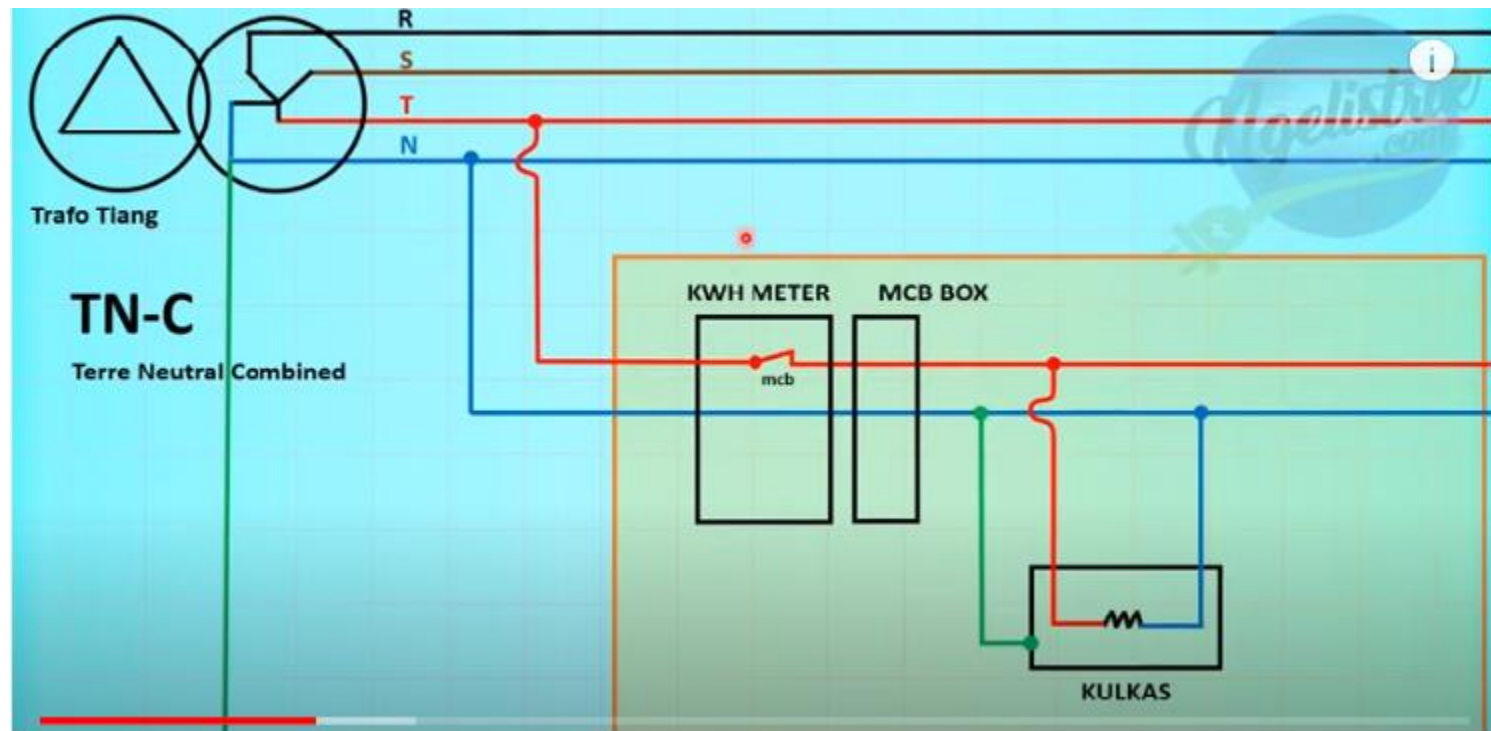
TN-S



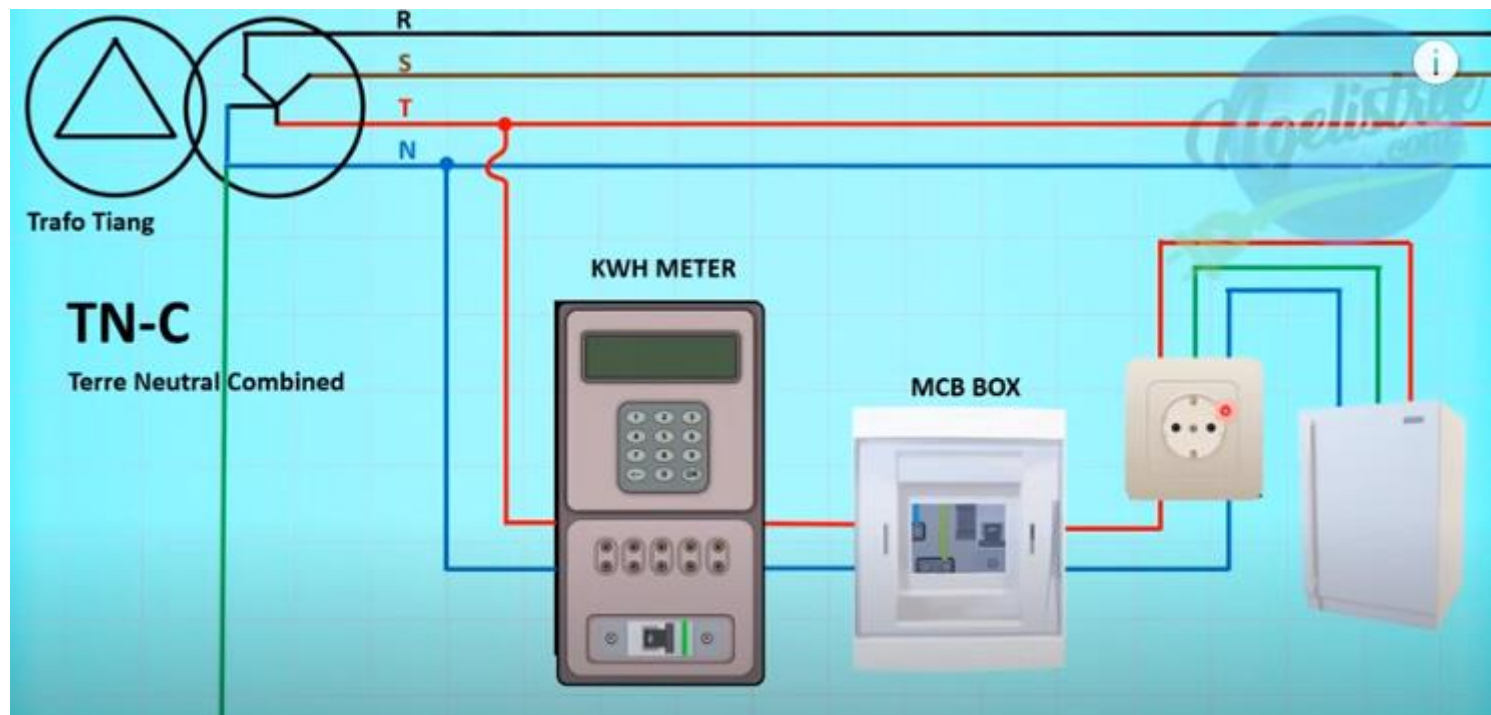
Jenis Pentanahan



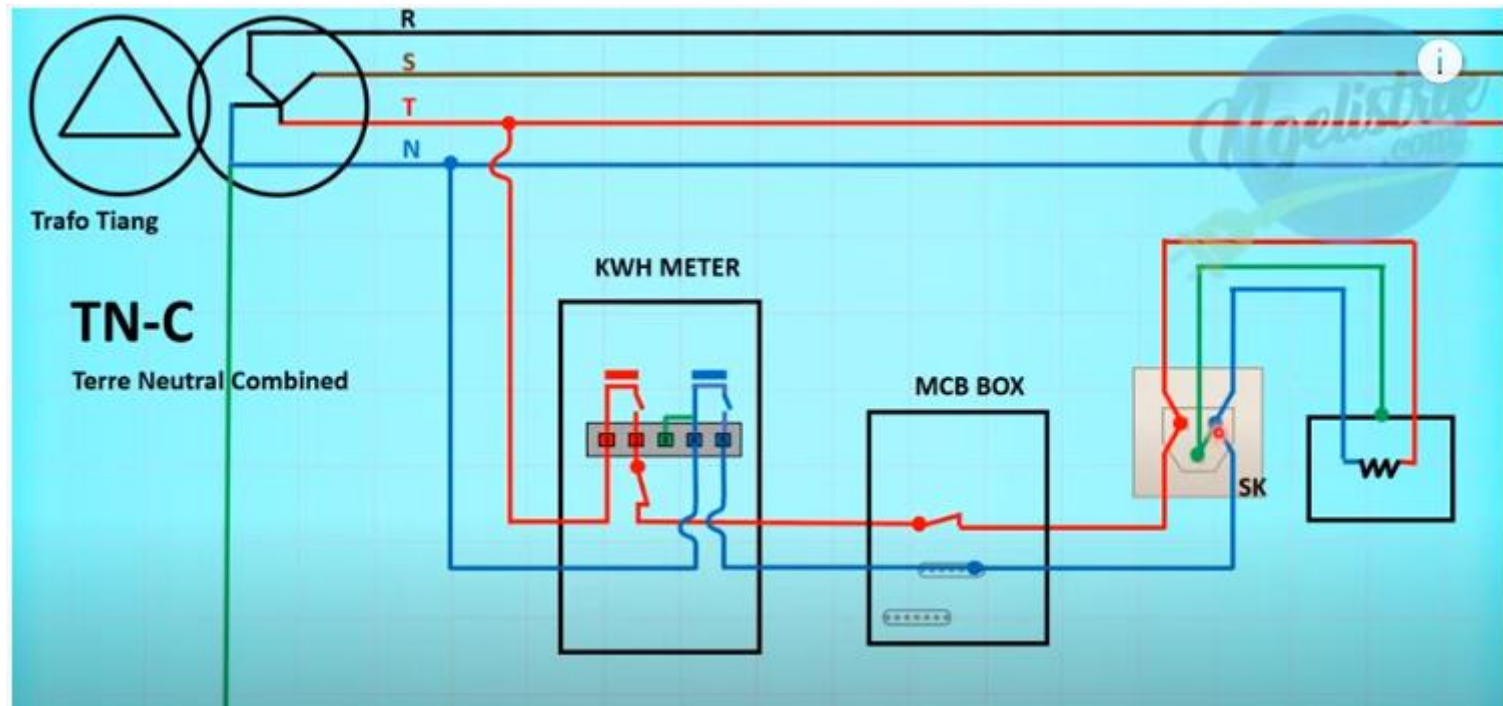
TN-C



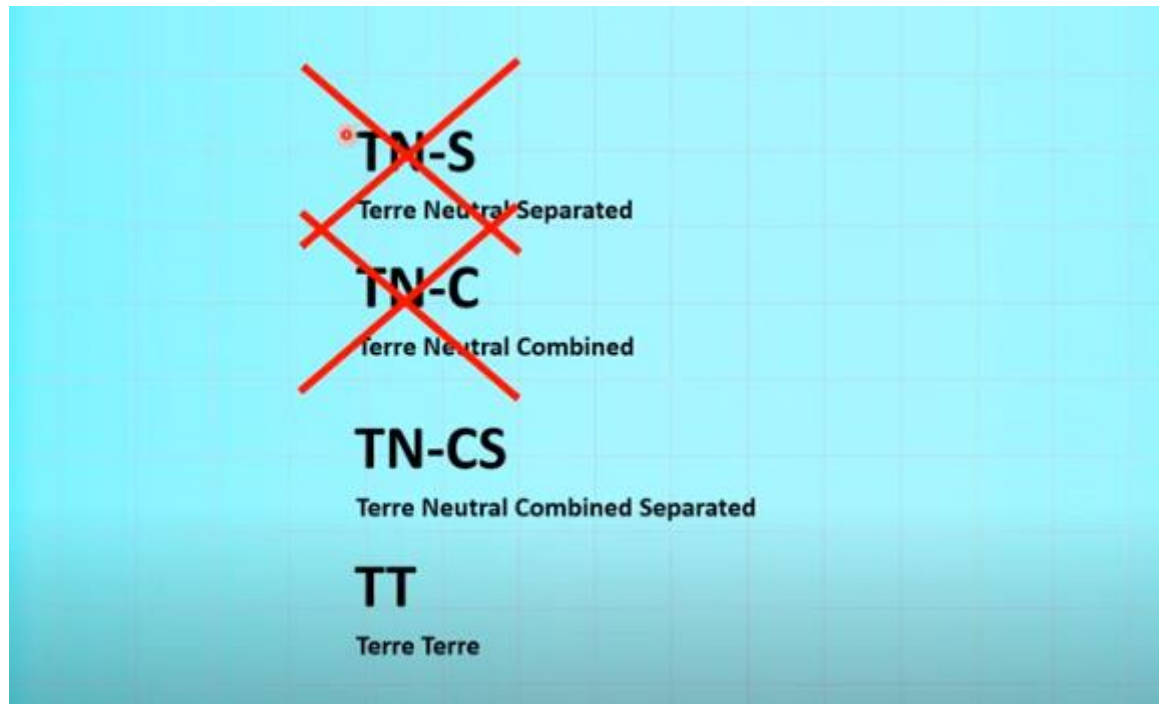
TN-C



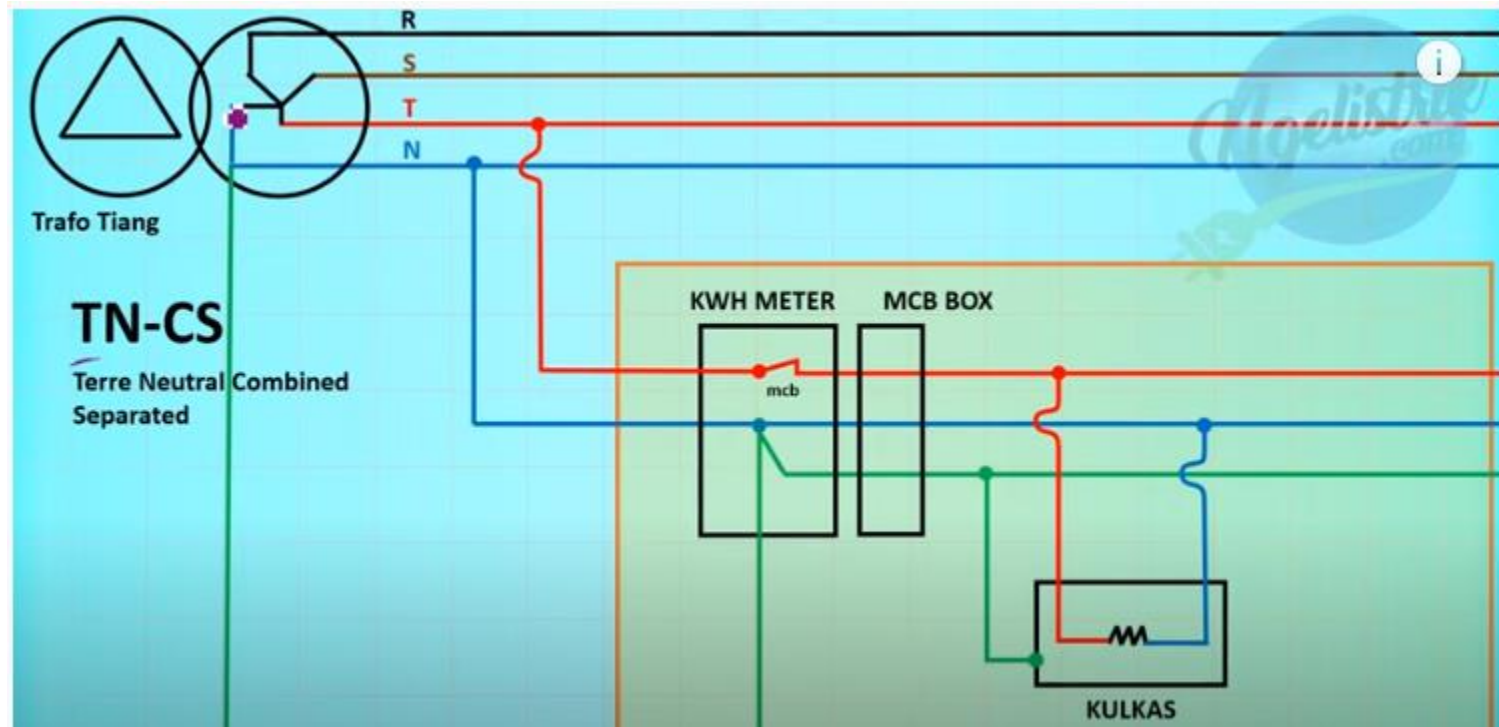
TN-C



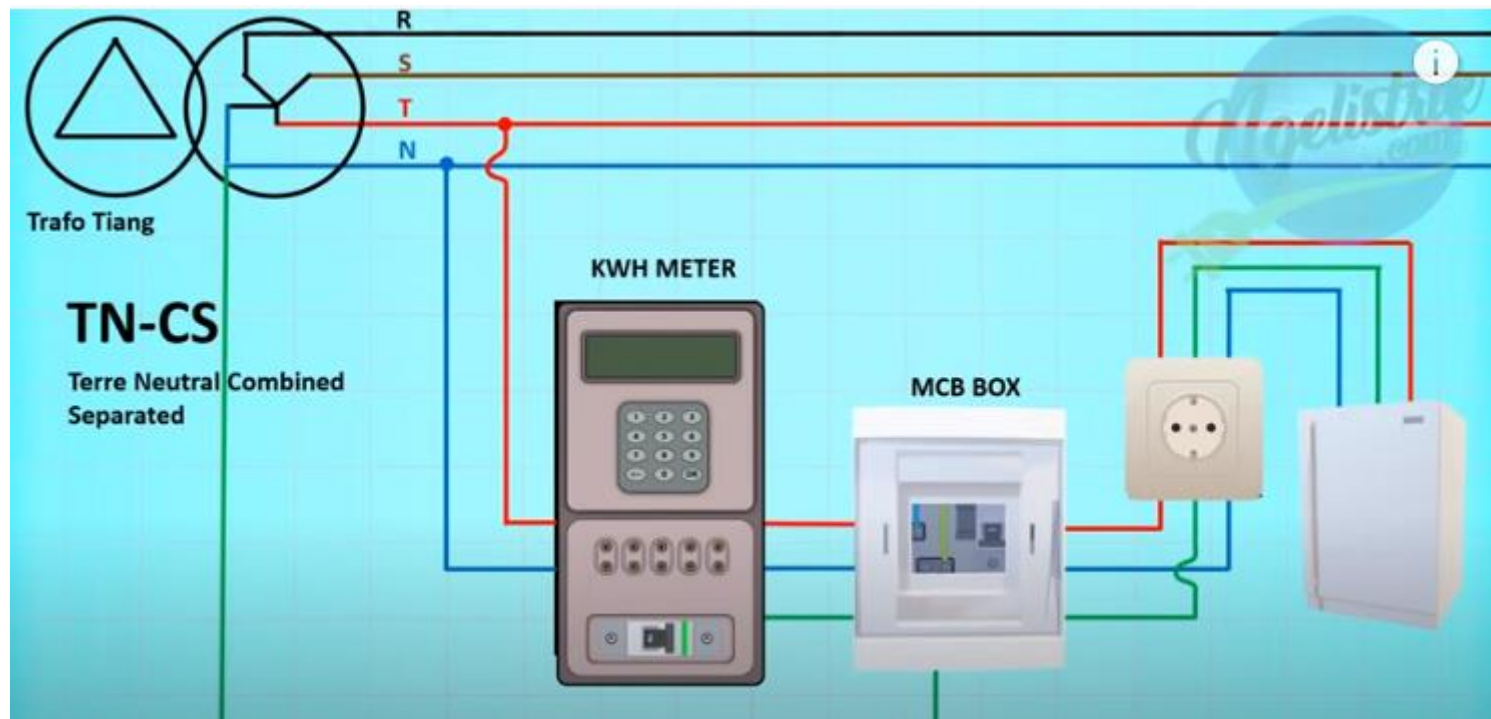
Jenis Pentanahan



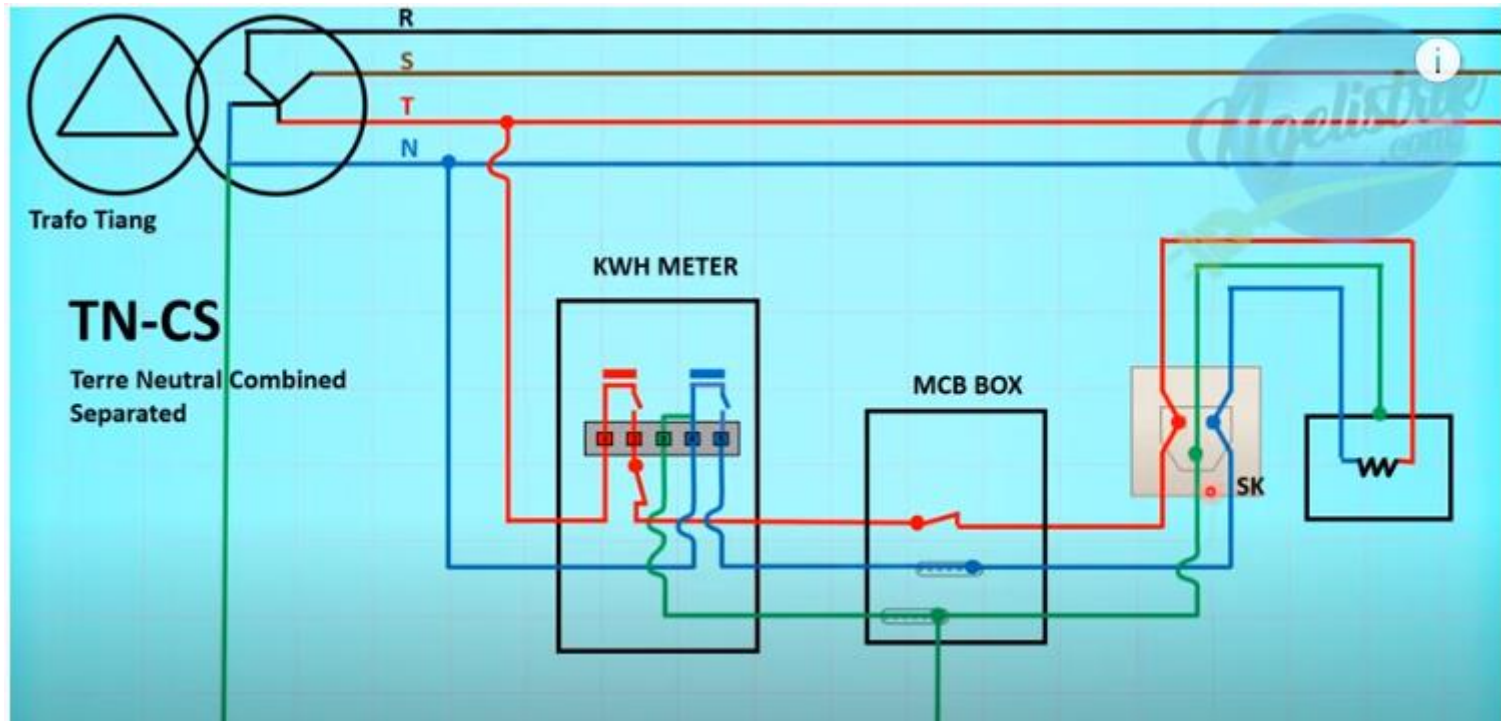
TN-CS



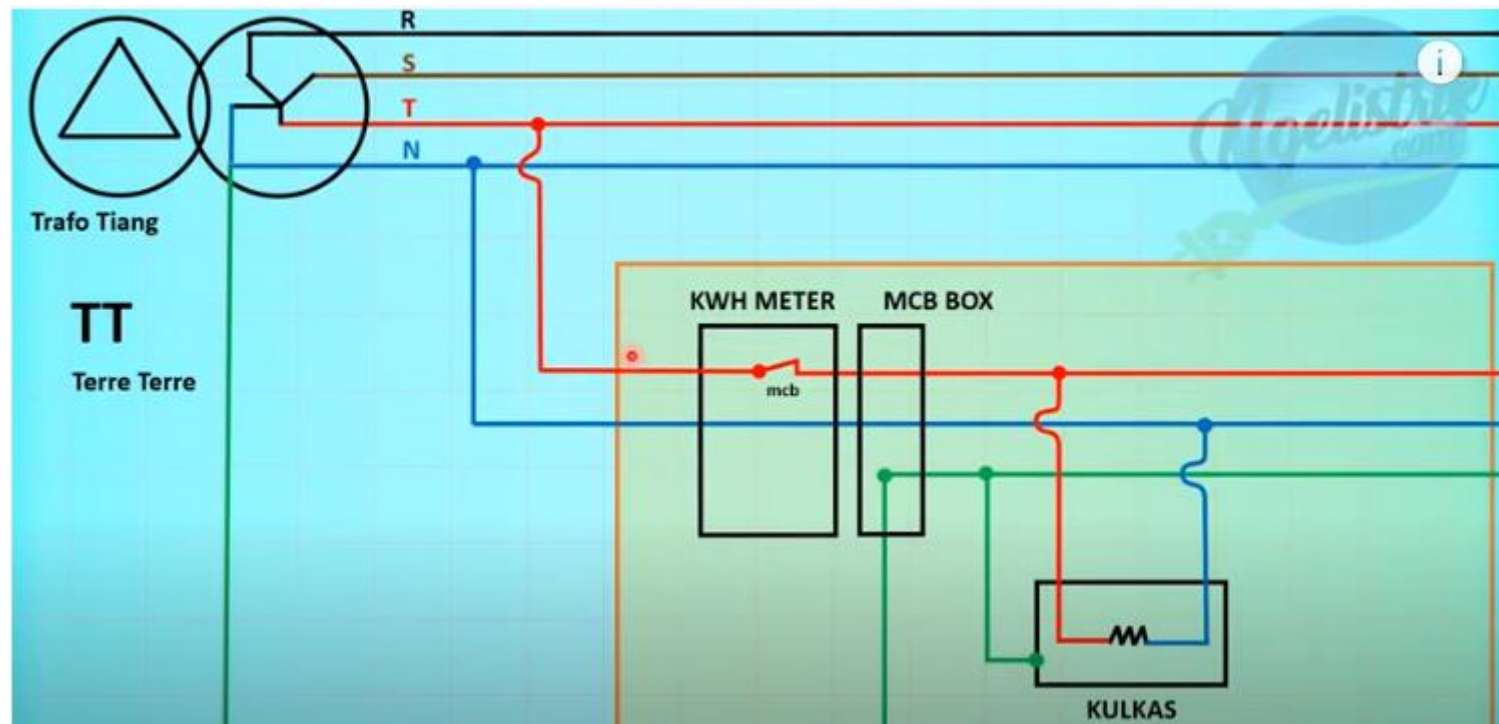
TN-CS



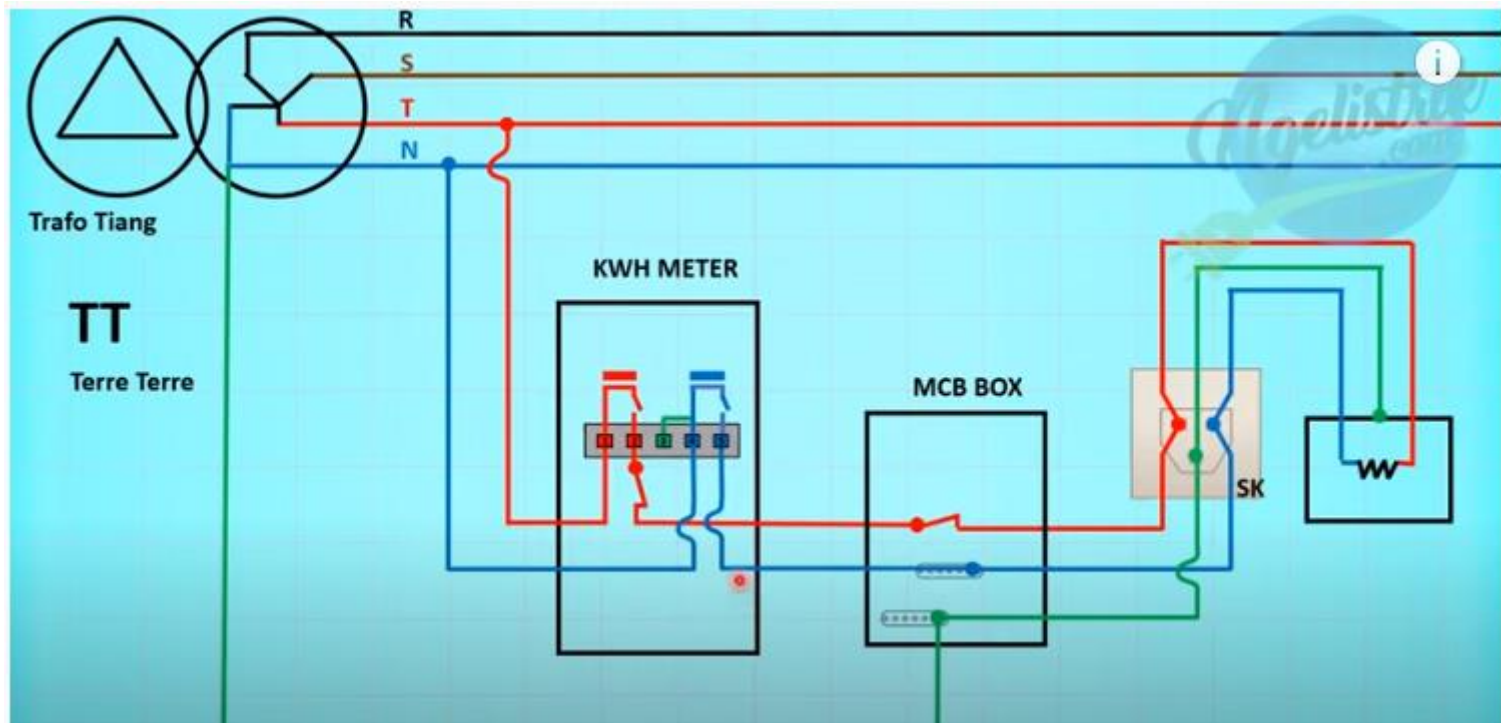
TN-CS



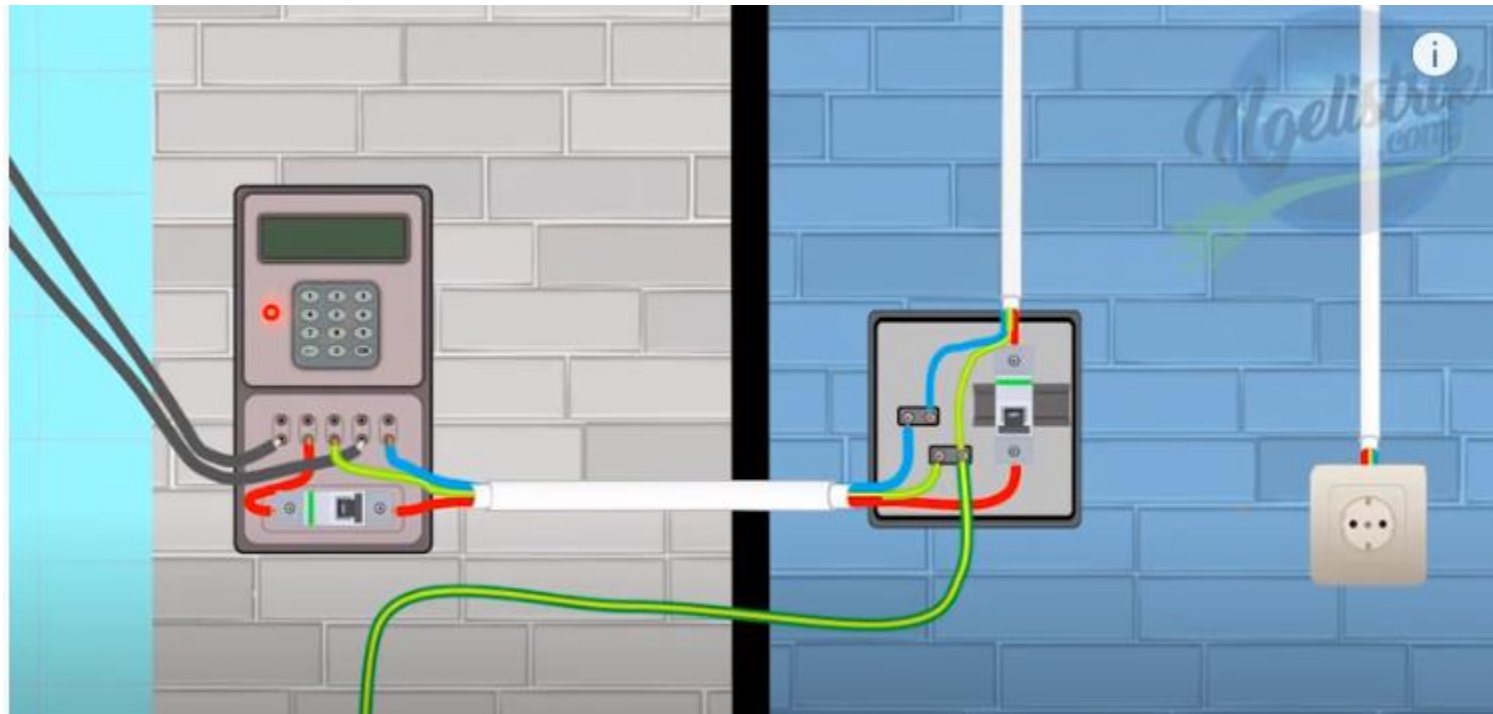
TT



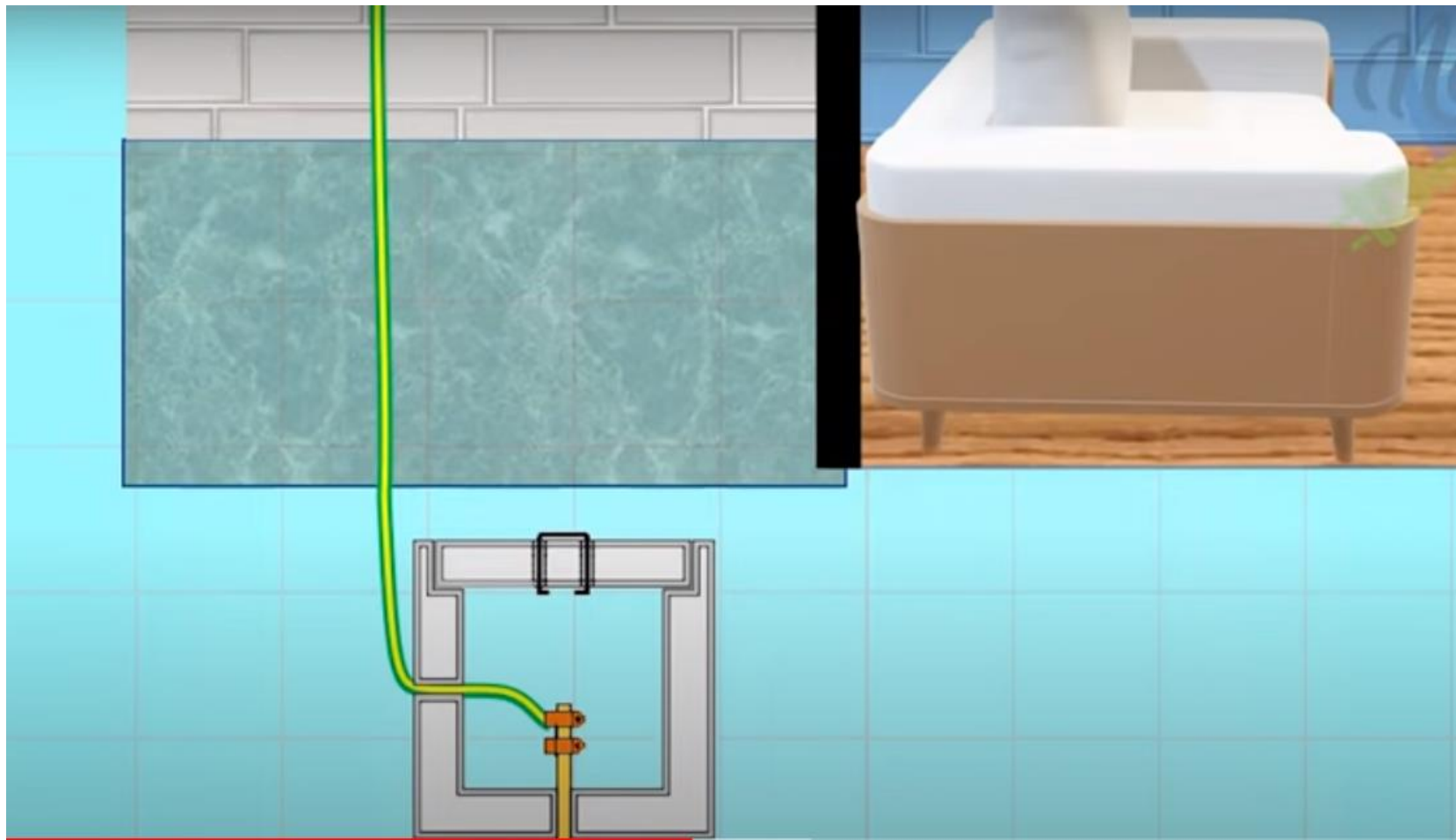
TT



Instalasi Rumah



Instalasi Pentanahan Rumah



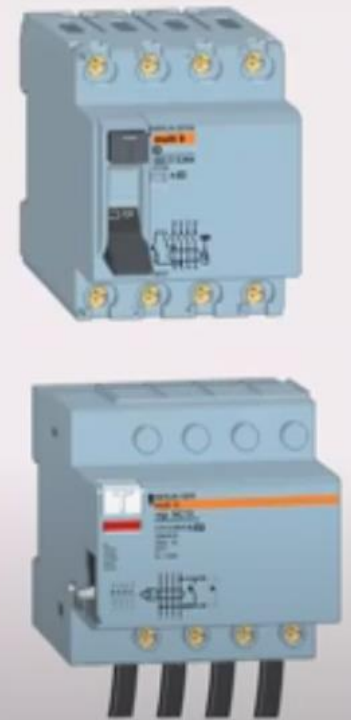
ELCB/RCD/GFCI

- Perangkat Instalasi Listrik (Gawai) yang berfungsi mendeteksi terjadinya arus listrik dalam keadaan tidak seimbang antara penghantar fasa dan netral yang disebabkan arus lebih dan/atau arus bocor melalui kontak badan.



ELCB

- Earth Leakage Circuit Breaker (ELCB), bentuk mirip MCB
- Fungsi ELCB berbeda dari MCB (Miniature Circuit Breaker)
- ELCB berfungsi untuk mendeteksi arus bocor pada instalasi listrik dengan impedansi tinggi.
- ELCB tidak memiliki pengaman thermal dan magnetis sehingga perlu MCB pada sisi atasnya untuk pengaman hubung singkat.
- ELCB tidak boleh dipasang jika arus hubung singkat lebih dari 6 kA.
- ELCB dapat dioperasikan secara manual seperti saklar dan juga memiliki mekanisme trip sendiri yang digunakan jika pengaman arus bocor dibutuhkan pada sekelompok sirkit maksimum (4 sirkit)



Fungsi ELCB

Memutuskan aliran listrik secara cepat untuk memberikan perlindungan kepada manusia dan peralatan listrik terhadap bahaya sengatan listrik yang diakibatkan oleh kelebihan beban (arus listrik) atau kondisi hubungan arus pendek (hubung Singkat)

Rating Kerja

- Arus : 5 s.d 30 milliampere
- Waktu : 25 s.d 40 millidetik



Nama lain ELCB



- USA dan Kanada
Ground Fault Circuit Interrupter (GFCI),
Ground Fault Interrupter (GFI), Appliance
Leakage Current Interrupter (ALCI).
- Australia
Simply "RCD" Residual Current Device
atau Safety Switches
- Inggris
Trip Switches atau Trips

Cara Kerja ELCB

- ELCB bekerja dengan mendeteksi arus bocor (membandingkan nilai antara fasa dan netral dari suatu system).
- Arus fasa dan netral pada instalasi listrik selalu seimbang.
- Bila ada perbedaan akibat gangguan tidak seimbang antara titik fasa terhadap tanah maka ELCB akan memutuskan aliran listrik.
- Jika ada orang yang tersengat arus listrik maka akan terjadi arus tambahan karena arus dari rangkaian akan tersalurkan dari orang yang tersengat ke tanah.
- ELCB akan mendeteksi perubahan arus dan mengaktifkan relay dan memerintahkan MCB untuk memutus arus.
- Perbedaan arus melewati batas aman 30 mA

Sensitivitas ELCB

- High Sensitivitas (HS): 6 - 10 - 30 mA (Kontak Langsung / Perlindungan Hidup)
- Medium Sensitivitas (MS): 100-300 – 500 - 1.000 mA (Perlindungan Kebakaran)
- Low Sensitivitas (LS): 3 - 10 - 30 A (Perlindungan Mesin dan Peralatan)



Sensitivitas ELCB

	TT	TN-C	TN-S	IT
Earth fault current	relatively low a few mA or A	very high several kA	very high several kA	very high $I < 0,1 \text{ A}$ (1 ^e fault)
Contact voltage	$U_c = 115 \text{ V}$	$U_c = 115 \text{ V}$	$U_c = 115 \text{ V}$	$U_c \leq U_i$
Circuit-length	without problems	to calculate	to calculate	to calculate (2 nd fault)
Protection	RCD	Circuit-breaker	Circuit-breaker or RCD	Circuit-breaker + PIM
Surge limiter	recommended	recommended	recommended	compulsory

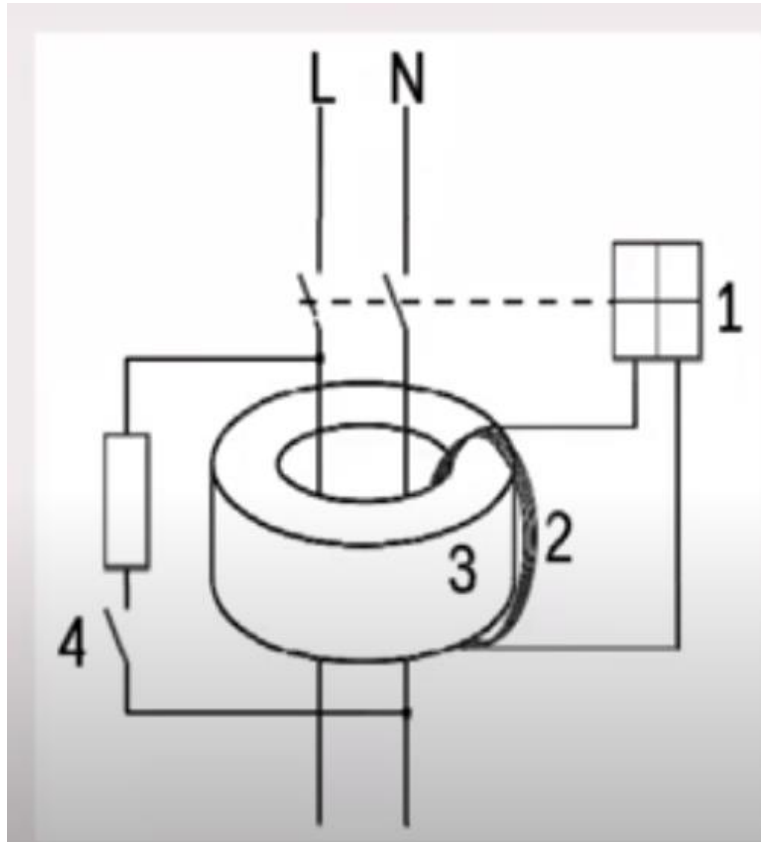
PROTEKSI PETIR SYSTEM INTERNAL

Semua bagian konduktif dibonding
Semua fasa jaringan RSTN dipasang
Arrester

Bila terjadi sambaran petir pada jaringan
instalasi listrik semua kawat RSTN
tegangannya sama tidak ada beda potensial



Skema ELCB



Keterangan

1. Relay Elektromagnet dengan Rangkaian elektronik
2. Trafo Arus dengan Lilitan Sekunder
3. Inti Transformer
4. Saklar Test

L Phasa konduktor
N Netral konduktor.

Proteksi Instalasi Listrik

Tujuan proteksi Instalasi Listrik (ANSI/IEEE)

- Mencegah kecelakaan kerja pada manusia akibat Shock, Arc, Blast dan Bahaya lainnya
- Meminimalisasi kerusakan pada peralatan
- Membatasi durasi pemadaman listrik
- Meminasi kerusakan lingkungan akibat listrik



Syarat Proteksi

- **Andal**
Bekerja bila diperlukan (dependability) dan tidak akan bekerja bila tidak diperlukan (security).
- **Sensitif**
Mampu merasakan gangguan sekecil apapun
- **Selektif**
Mampu memisahkan jaringan yang terganggu saja
- **Cepat**
Mampu bekerja secepat-cepatnya
- **Ekonomis**



Peralatan Utama Proteksi

Peralatan Proteksi Utama

- Circuit Breaker
- Fuse (Sekering)
- Relay Proteksi



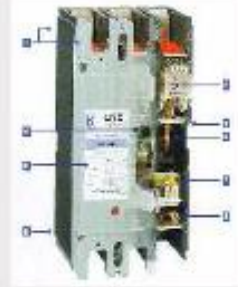
Peralatan Proteksi Lainnya

- ELCB
- Arrester
- Disconnect Switch
- Load Break Switch
- Earthing Switch
- Dll



CB/PMT

1. MCB (Miniatur Circuit Breaker) : bisa trip sendiri
2. MCCB (Molded Case Circuit Breaker) : bisa trip sendiri
3. ACB (Air Circuit Breaker) : ada yang bisa trip sendiri, ada yang dilengkapi Protective Relays
4. OCB (Oil Circuit Breaker) : dilengkapi Protective Relays
5. VCB (Vacuum Circuit Breaker) : dilengkapi Protective Relays
6. SF6CB (Sulfur Hexafluoride Circuit Breaker) : dilengkapi dengan Protective Relays



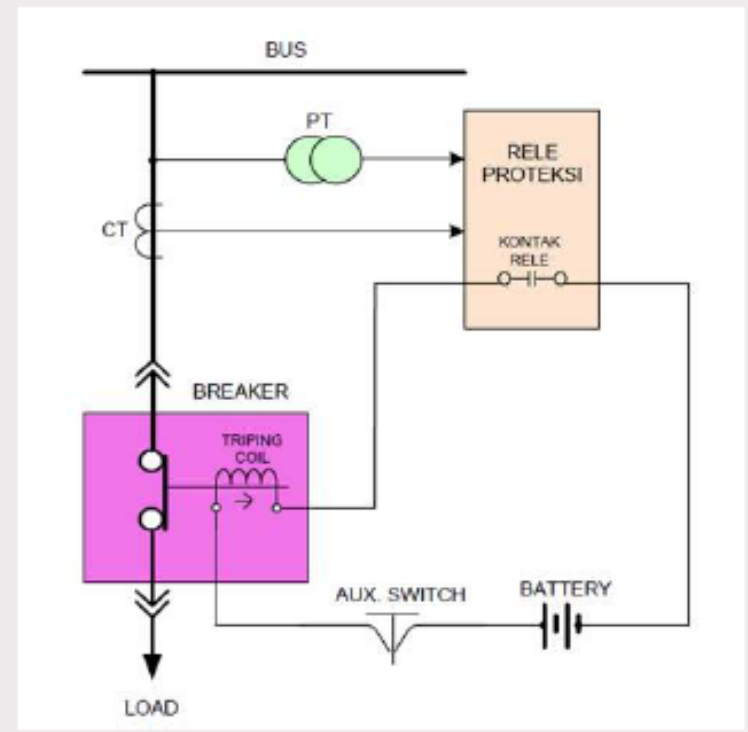
Fuse

- Elemen lebur akan putus (lebur) jika ada arus yang besarnya jauh melampaui arus nominal pengaman tersebut , sehingga patron lebur/sekring tersebut putus dan tidak bisa digunakan lagi.
- Sekarang banyak digunakan sekring otomatis yang dapat digunakan lagi jika rangkaian terjadi hubung singkat, karena didalam sekring tersebut tidak digunakan pengaman lebur tetapi menggunakan elektromagnetik.
- Pengaman tersebut akan bekerja jika arus gangguan atau arus hubung singkat melampaui setelan nominal alat pengaman tersebut dan dapat disetel lagi jika gangguan sudah teratasi.



Relay Proteksi

- Relay proteksi merupakan peralatan proteksi yang berfungsi untuk mendeteksi gangguan dan memerintahkan CB untuk trip jika terjadi gangguan
- Mengidentifikasi gangguan dan memisahkan bagian jaringan yang terganggu dari bagian lain yang masih sehat serta sekaligus mengamankan bagian yang masih sehat dari kerusakan atau kerugian yang lebih besar



Relay Proteksi Generator

No.	ANSI Code	Nama Peralaran
1.	32	Reverse Power Relay
2.	40	Loss of Excitation
3.	46	Negatif Sequence Delay
4.	51 V	Voltage Restrain Time Over Current Relay
5.	51 GN	Generator Ground Relay
6.	59	Over Voltage Relay
7.	60	Volatage Balance Relay
8.	87 G	Generator Differential Relay
9.	87 GG	Generator Differential Ground Relay
10.	86 G	Lock Out Relay

Relay Proteksi Generator

No.	ANSI Code	Nama Peralaran
11.	97 G	Over Excitation Relay
12.	78	Generator loss of step Relay
13.	64 S	Generator Stator Earthing fault Relay
14.	21 G	Generator impedance (Two stage phase to phase impedance) Relay
17.	64 S	Stator Earthing fault Relay

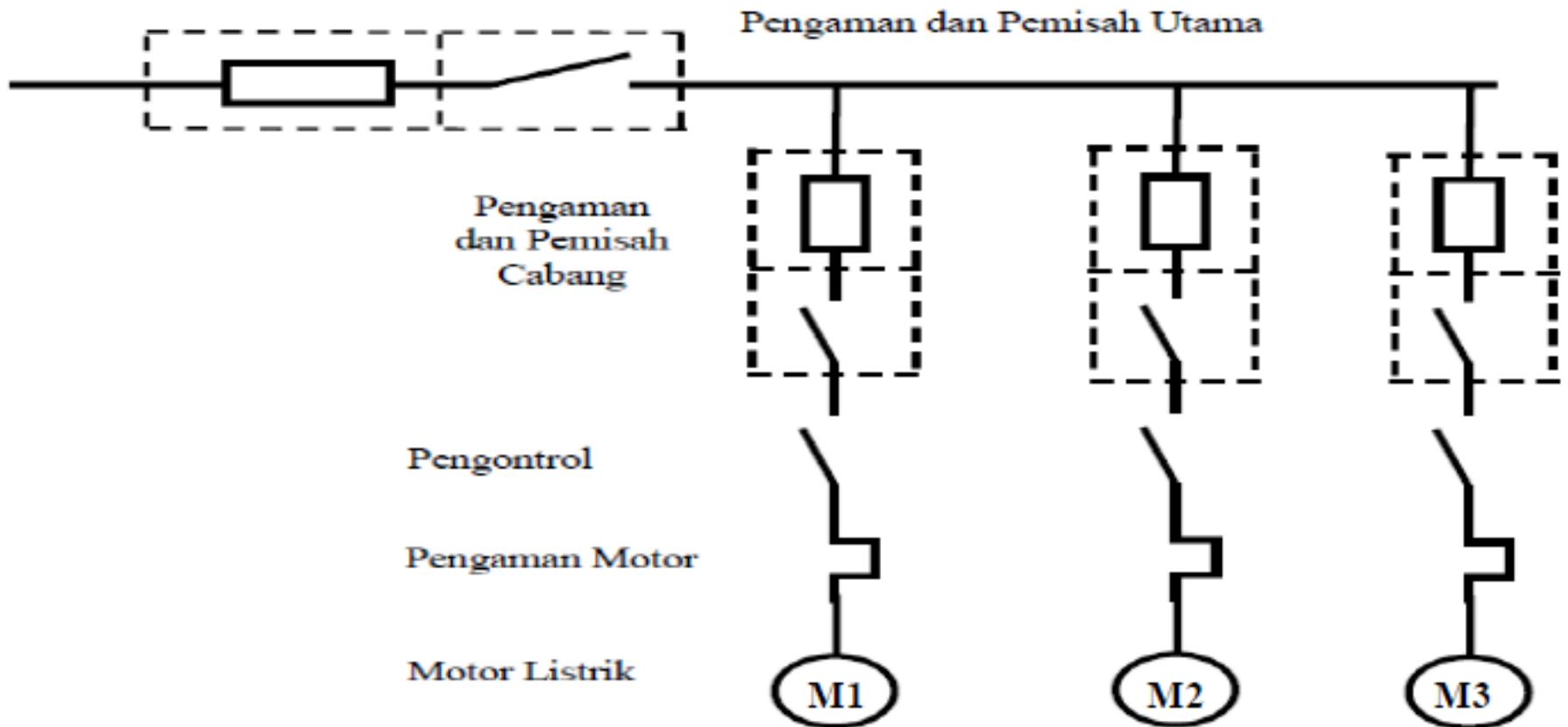
Gangguan Trafo

No	Jenis Gangguan	Proteksi		Akibat
		Utama	Back up	
1	Hubung singkat di dalam daerah pengamanan trafo	Diffrensial REF Bucholz Tangki Tanah Tekanan lebih	OCR GFR	Kerusakan pada isolasi, kumparan atau inti Tangki meng-gembung
2	Hubung singkat diluar daerah pengamanan trafo	OCR GFR SBEF	OCR GFR	Kerusakan pada isolasi atau kumparan atau NGR
3	Beban lebih	Rele suhu	OCR	Kerusakan isolasi
4	Gangguan sistem pendingin	Rele suhu	-	Kerusakan isolasi
5	Gangguan pada OLTC	Jansen Tekanan lebih	-	Kerusakan OLTC
6	Tegangan lebih	OVR LA	-	Kerusakan isolasi

Jenis Proteksi Trafo

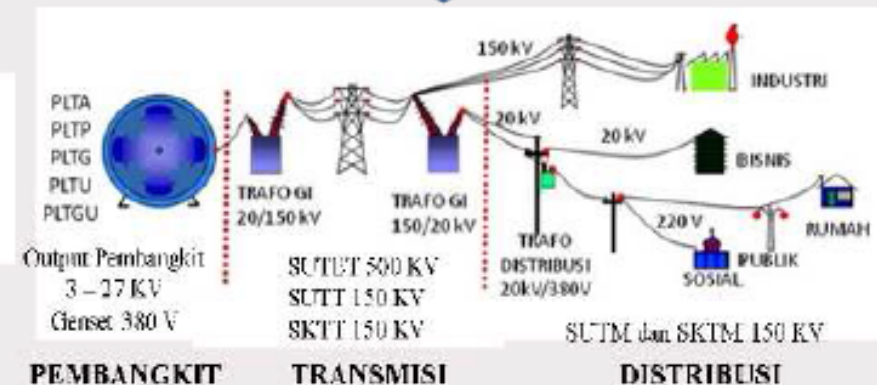
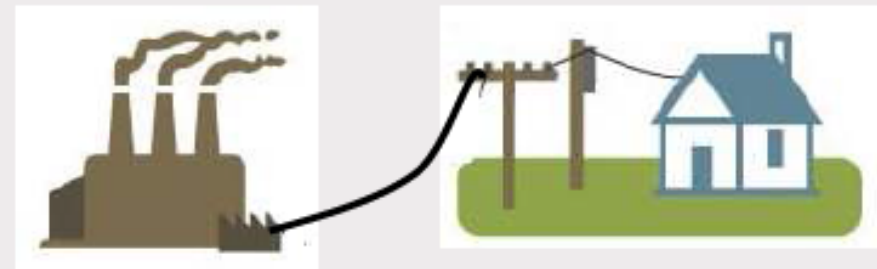
No	Jenis Proteksi	Kapasitas (MVA)		
		≤ 10	$10 < \div < 30$	≥ 30
1	Rele Suhu	+	+	+
2	Rele Bucholz	+	+	+
3	Rele Jansen	+	+	+
4	Rele Tekanan Lebih	+	+	+
5	Rele Differensial	-	-	+
6	Rele Tangki Tanah	-	+	-
7	Rele Hubung Tanah Terbatas (REF)	-	-	+
8	Rele Beban Lebih (OLR)	-	+	+
9	Rele Arus Lebih (OCR)	+	+	+
10	Rele Hubung Tanah (GFR)	+	+	+
11	Pelebur (Fuse)	+	-	-

Pengaman Instalasi Motor



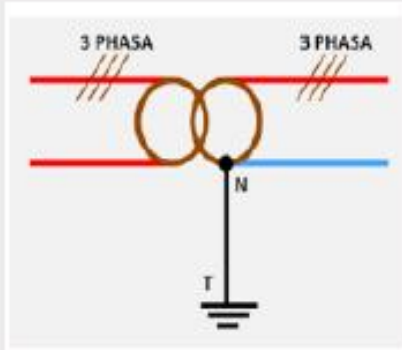
Pentanahan Instalasi Listrik

- Sistem pentanahan dikenal tahun 1900
- Sebelumnya STL tidak ditanahkan karena ukurannya kecil dan tidak membahayakan.
- STL berkembang semakin besar dengan tegangan tinggi dan jarak jangkauan semakin jauh
- Ada potensi bahaya jika STL tidak ditanahkan
- Potensi bahaya listrik baik bagi manusia, peralatan, sistem pelayanan dan lingkungan.

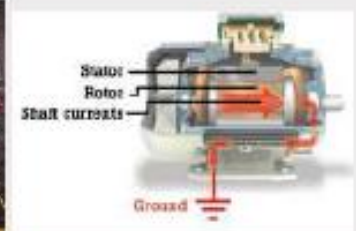
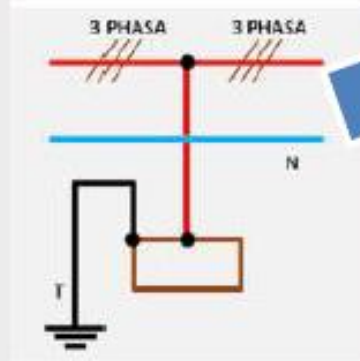


Apa yang Di ketanahkan

Titik Netral STL

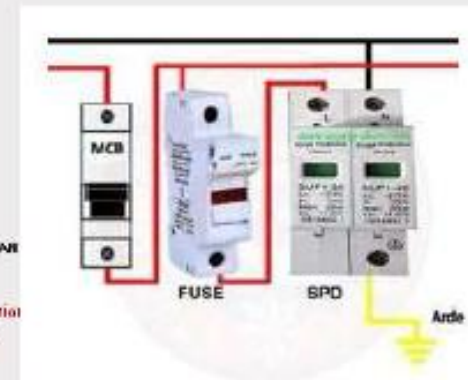


BKT



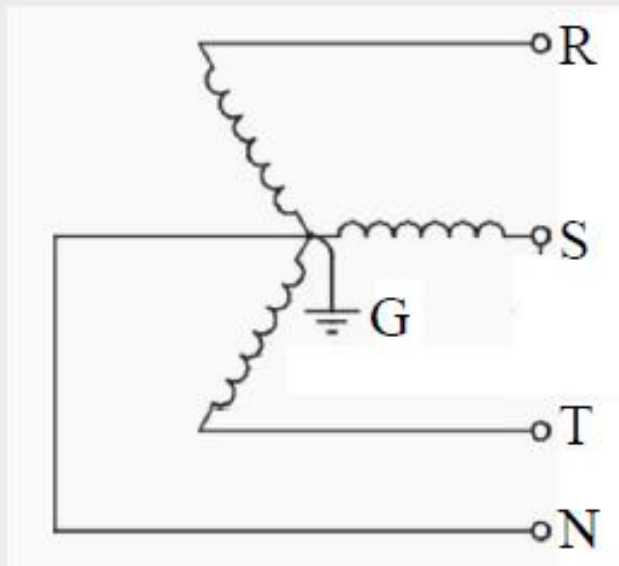
Arrester

Proteksi Petir



Jenis Pentanahan

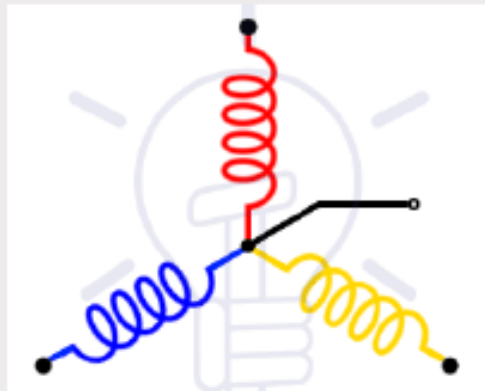
Sistem Pentanahan Titik Netral
(Neutral Grounding System)



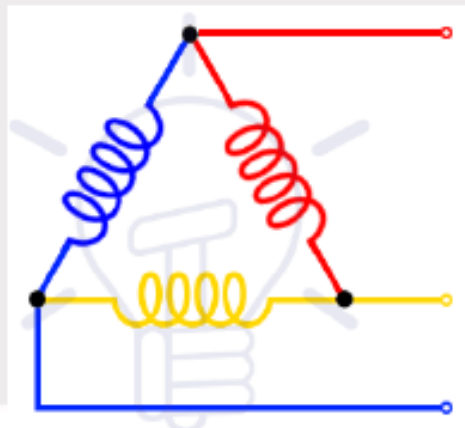
Sistem Pentanahan Titik Netral
(Equipment Grounding)



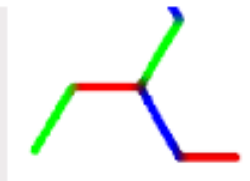
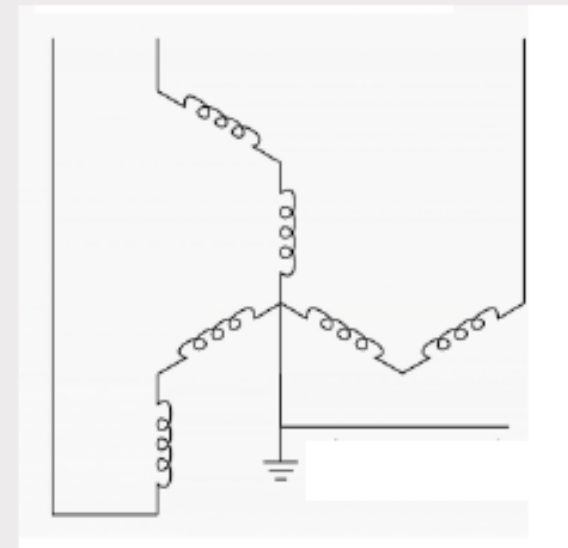
Hubungan Listrik 3 Fase



STAR/BINTANG



DELTA/SEGI TIGA



ZIG-ZAG

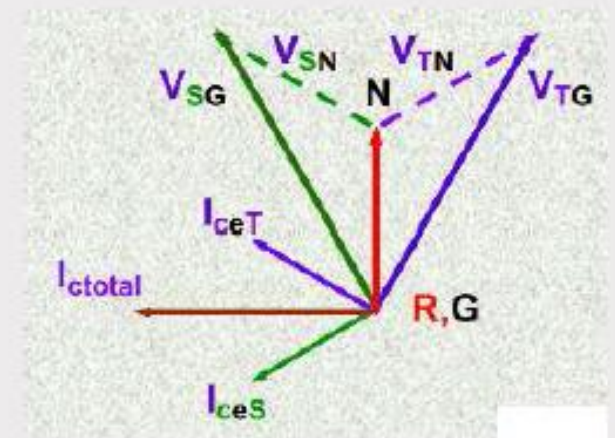
Tujuan Pentanahan



Mencegah kejut listrik

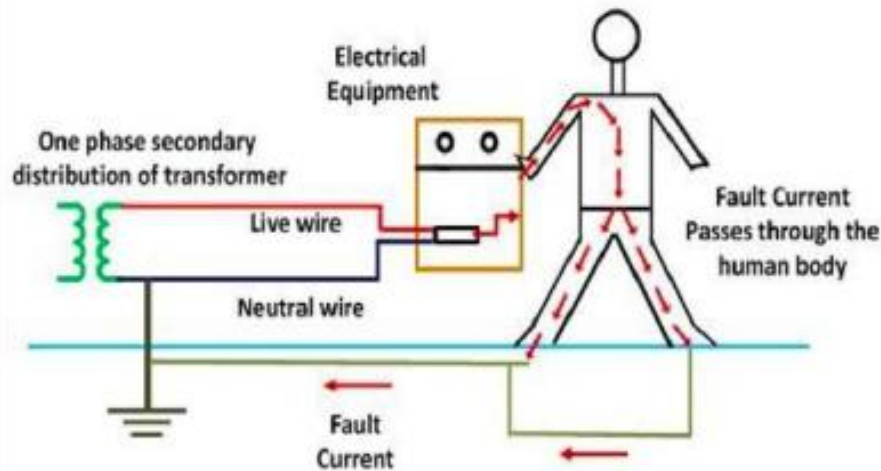


Mencegah kebakaran

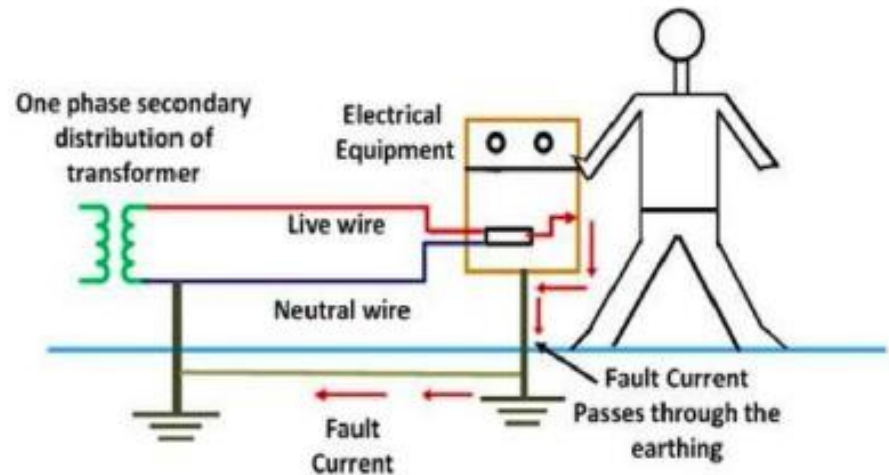


Mencegah ketidakstabilan tegangan

Perlunya Pentanahan

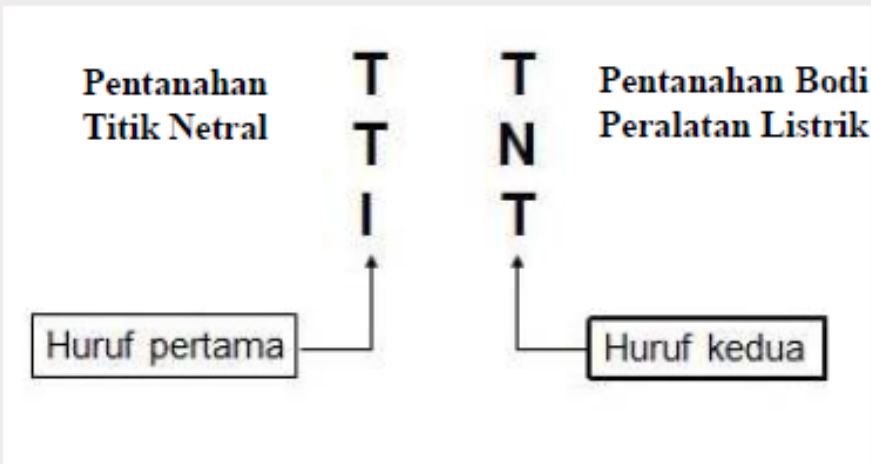


Sistem ditanahkan tapi
Peralatan Tidak ditanahkan



Sistem dan Peralatan
ditanahkan

Jenis Pentanahan IEC 364 atau 312-2



Huruf Pertama

- T : Sambungan langsung titik netral ke tanah
- I : Tidak dibumikan atau dibumikan melalui Impedansi

Huruf Kedua

- T : Bagian Konduktif Terbuka langsung
- N : Bagian Konduktif Terbuka disambungkan ke suplai yang ditanahkan

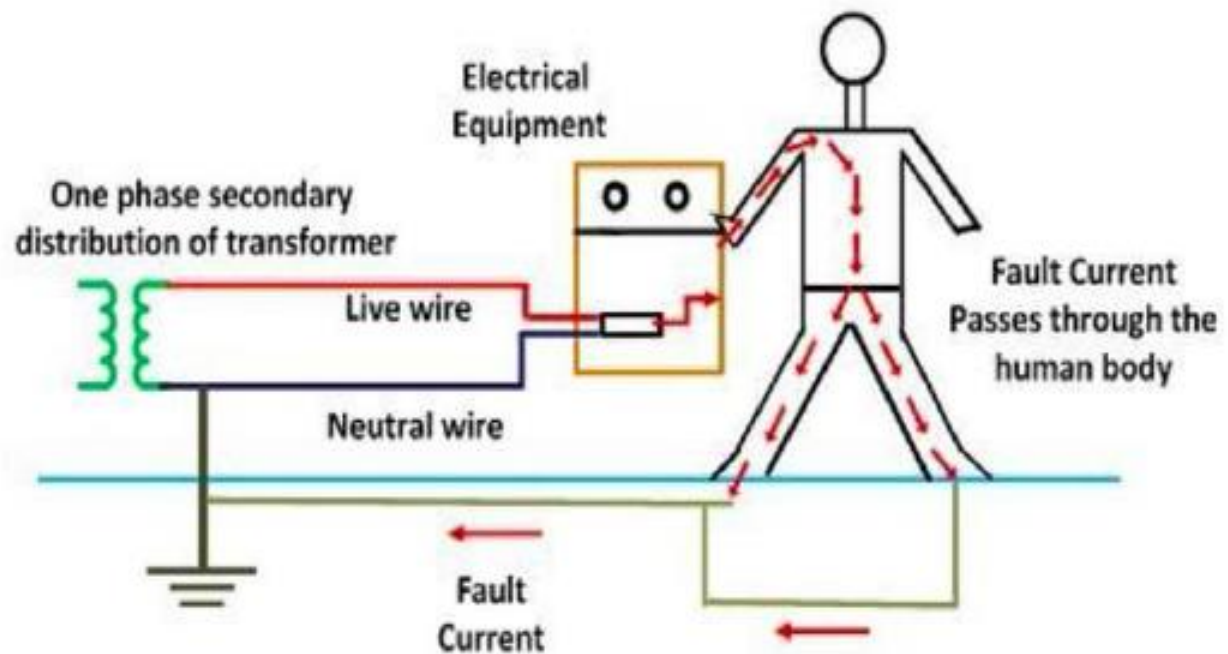
Tambahan TN

- S : Kawat tanah dan netral terpisah
- C : Kawat tanah dan netral digabung jadi satu

Tanpa Pentanahan Peralatan

Jika ada kerusakan isolasi dan konduktor fasa menyentuh bodi, maka kerangka metal itu menjadi bertegangan yang sama dengan tegangan peralatan.

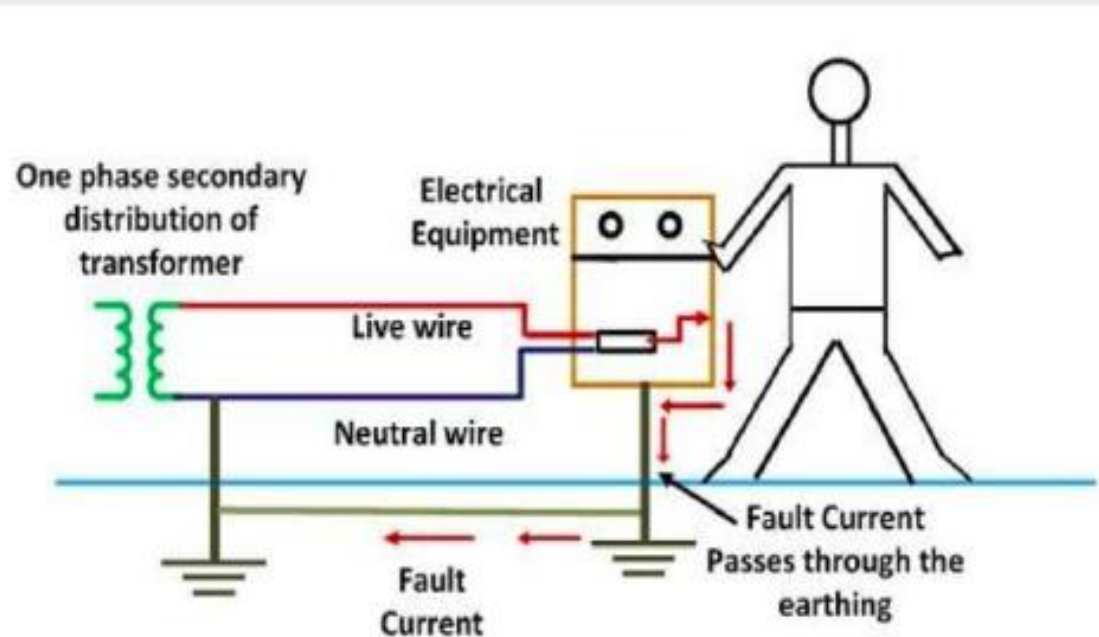
Orang yang menyentuh bodi peralatan yang tidak digroundkan akan kesetrum



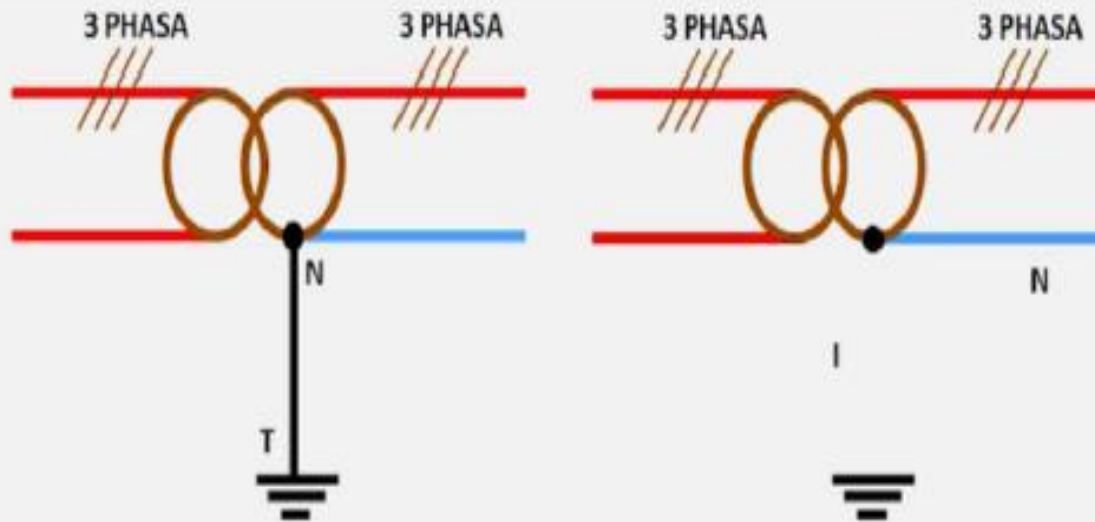
Manfaat Pentanahan

Jika Bodi peralatan digroundkan, maka arus akan mengalir melalui bodi ke tanah, tidak melalui manusia.

Orang yang menyentuh bodi peralatan yang digroundkan aman.



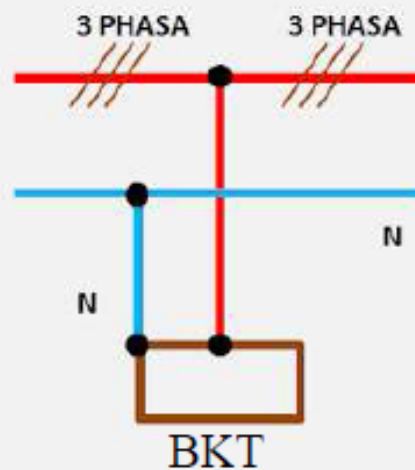
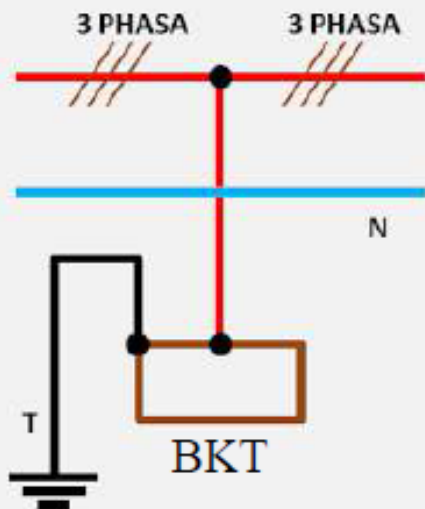
Penjelasan Huruf Pertama



Kemungkinan Pentanahan

- Titik netral terhubung ke tanah, dilambangkan dengan huruf “T” (Terre)
- Tidak netral terhubung dengan bumi (terisolasi), dilambangkan dengan huruf “I” (Isolated)

Penjelasan Huruf Ke 2



Kemungkinan Pentanahan

- BKT terhubung ke tanah, disimbolkan dengan huruf "T"
- BKT terhubung dengan netral instalasi dimana peralatan tersebut terpasang, dilambangkan dengan huruf "N"

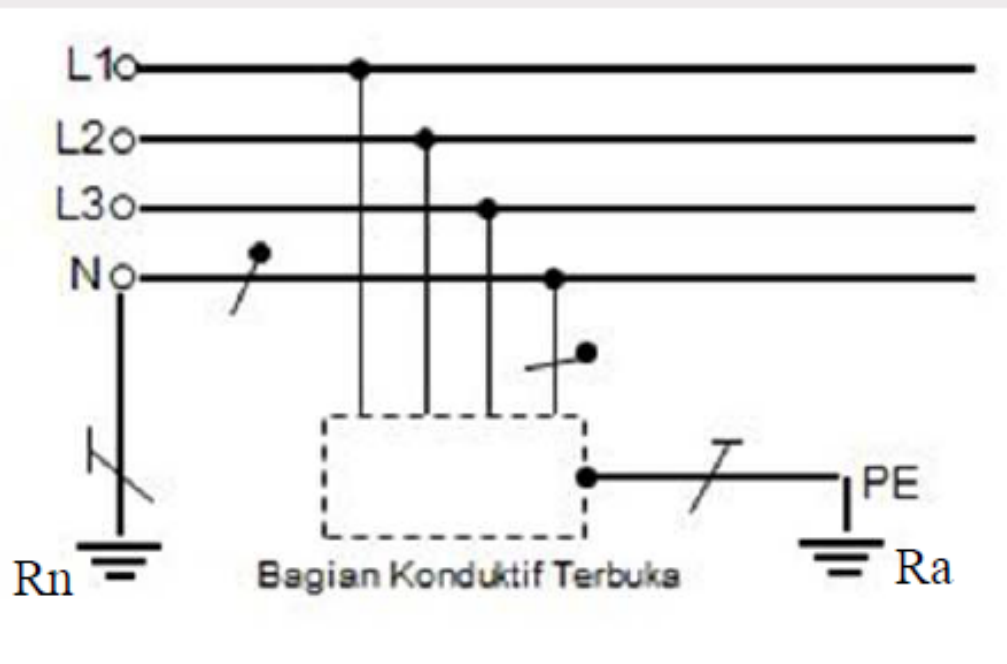
Pentanahan IT



Sistem IT (Isolated Terra)

- Semua bagian bertegangan diisolasi dari tanah
- Titik netral ditanahkan melalui impedansi
- Bagian konduktif peralatan (Bodi) ditanahkan ke elektroda pentanahan yang terpisah dengan pentanahan sumber
- Kawat netral boleh disistribusikan atau tidak

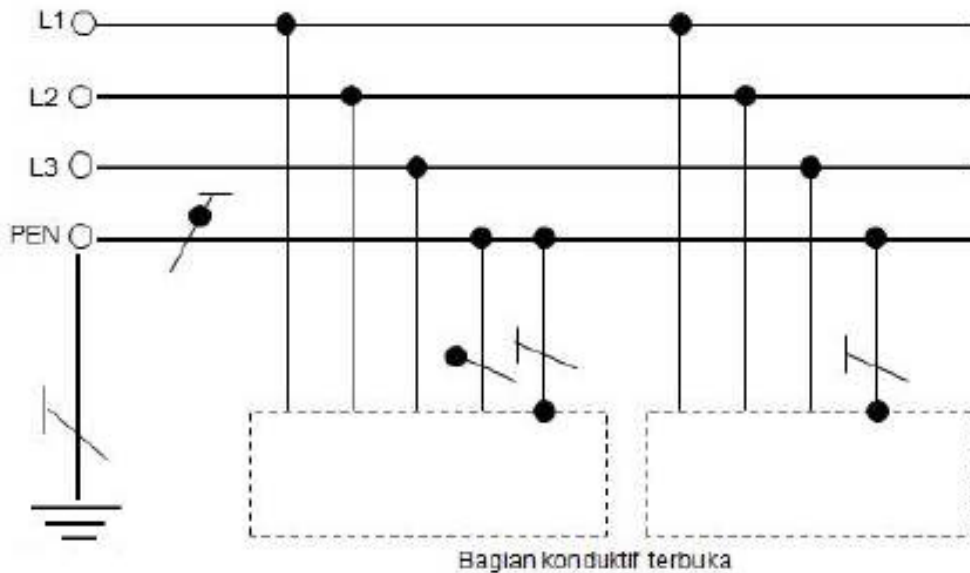
Pentanahan TT



Sistem TT

- Titik netral ditanahkan langsung
- Bagian konduktif peralatan (Bodi) ditanahkan ke elektroda pentanahan yang terpisah dengan pentanahan sumber
- Arus gangguan

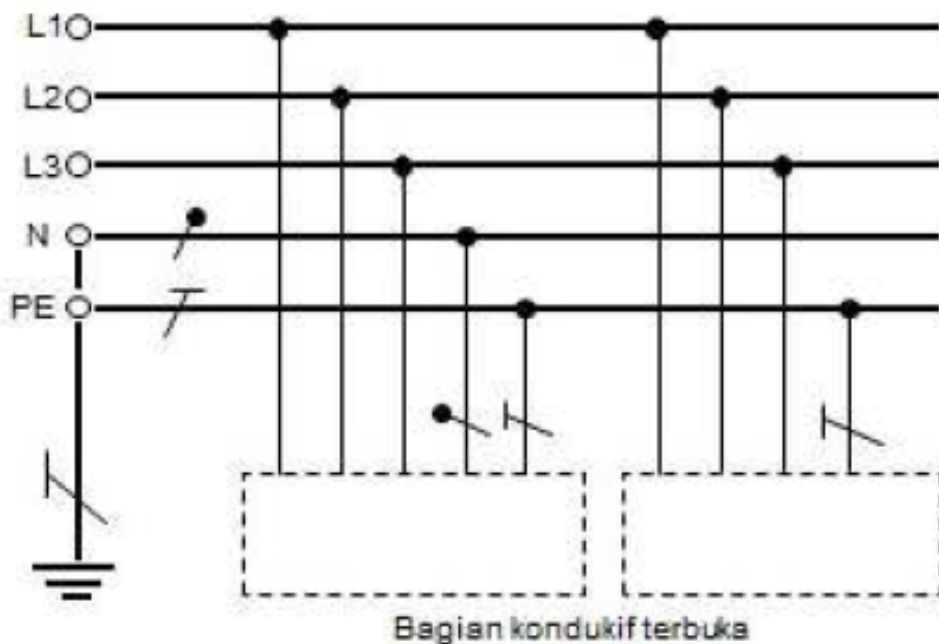
Pentanahan TN-C (Combined)



Sistem TN

- Titik netral ditanahkan langsung
- Kawat Netral dan Kawat Ground digabung jadi satu
- Bagian konduktif peralatan (Bodi) ditanahkan ke elektroda pentanahan yang terpisah dengan pentanahan sumber

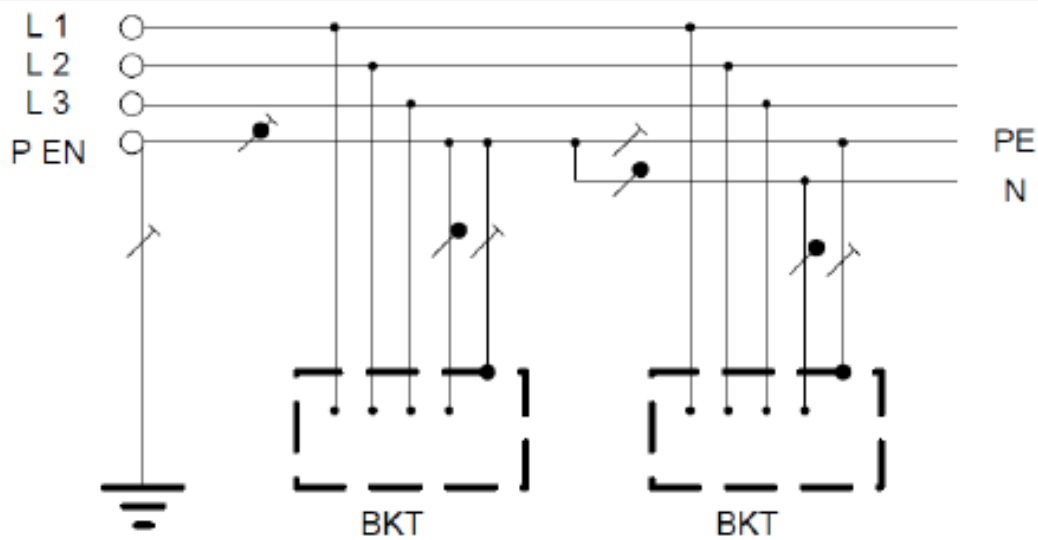
Pentanahan TN-S (Separated)



Sistem TN-S

- Titik netral ditanahkan langsung
- Kawat Netral dan Kawat Ground dipisah
- Bagian konduktif peralatan (Bodi) ditanahkan ke elektroda pentanahan yang terpisah dengan pentanahan sumber

Pentanahan TN-C-S



Sistem TN-C-S

- Titik netral sumber ditanahkan langsung
- Kawat Netral dan Kawat Ground digabung di Sebagian instalasi dan dipisah pada instalasi lainnya
- BKT digrounding melalui kabel PEN dan Kabel PE untuk instalasinya

Sistem IT

Keuntungan	Kerugian
Pasokan listrik tidak pada walaupun terjadi gangguan	Jika ada gangguan sulit dideteksi
Mengurangi intensitas gangguan sehingga mengurangi resiko api, ledakan dan kebakaran	Biaya mahal untuk pengamanan netral
	Metode rumit

Karakteristik Sistem TT

Keuntungan	Kerugian
Sederhana	Penutupan instalasi listrik secara menyeluruh atau Sebagian
Membatasi intensitas gangguan sehingga mengurangi resiko api listrik, ledakan dan kebakaran	Kerugian waktu pada saat deteksi gangguan

Karakteristik Sistem TN

Keuntungan	Kerugian
Sederhana	Merubah gangguan isolasi menjadi gangguan hubung singkat
Hanya peralatan terganggu yang dimatikan	Menghentikan peralatan yang terganggu (perlu diperhatikan untuk peralatan otomatis)
Deteksi gangguan lebih mudah	

Perbandingan Jenis Sistem Pentanahan

	TT	IT	TN-S	TN-C	TN-C-S
Earth fault loop impedance	High	Highest	Low	Low	Low
RCD preferred?	Yes	N/A	Optional	No	Optional
Need earth electrode at site?	Yes	Yes	No	No	Optional
PE conductor cost	Low	Low	Highest	Least	High
Risk of broken neutral	No	No	High	Highest	High
Safety	Safe	Less Safe	Safest	Least Safe	Safe
Electromagnetic interference	Least	Least	Low	High	Low
Safety risks	High loop impedance (step voltages)	Double fault, overvoltage	Broken neutral	Broken neutral	Broken neutral
Advantages	Safe and reliable	Continuity of operation, cost	Safest	Cost	Safety and cost

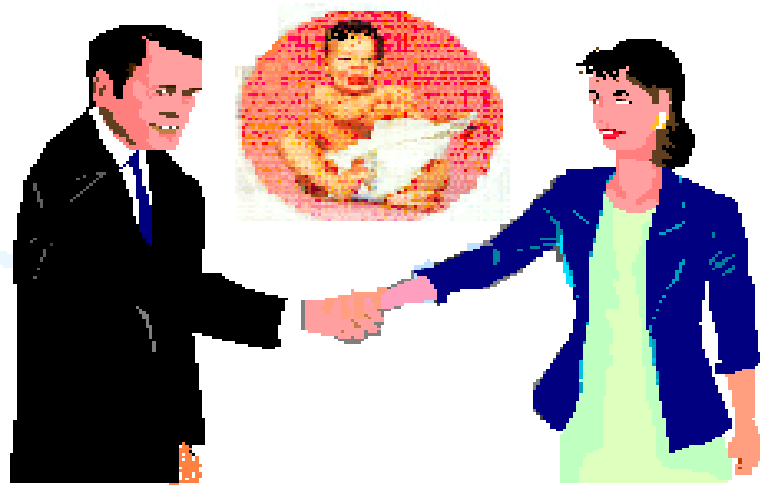
Jenis-Jenis Elektroda Pentanahan

No	Bahan jenis elektrode	1	2	3
		Baja digalvanisasi dengan proses pemanasan	Baja berlapis tembaga	Tembaga
1	Elektrode pita	-Pita baja 100 mm ² setebal minimum 3 mm	50 mm ²	Pita tembaga 50 mm ² tebal minimum 2 mm
		-Penghantar pilin 95 mm ² (bukan kawat halus)		Penghantar pilin 35 mm ² (bukan kawat halus)
2	Elektrode batang	-Pipa baja 25 mm -Baja profil (mm) L 65 x 65 x 7 U 6,5 T 6 x 50 x 3 - Batang profil lain yang setaraf	Baja berdiameter 15 mm dilapisi tembaga setebal 250 μm	
3	Elektrode pelat	Pelat besi tebal 3 mm luas 0,5 m ² sampai 1 m ²		Pelat tembaga tebal 2 mm luas 0,5 m ² sampai 1 m ²

Pemilihan Sistem Earthing

Sistem Grounding	Proteksi Sentuhan Langsung	Proteksi Sentuhan Tidak Langsung	Proteksi Kebakaran	Rekomendasi
Sistem TT	ELCB \leq 30 mA	ELCB	ELCB \leq 500 mA	Bila proteksinya lengkap, direkomendasikan untuk instalasi dengan risiko bahaya dan gangguan paling kecil, termasuk masalah EMC
Sistem TN-S	ELCB \leq 30 mA	ELCB	ELCB \leq 500 mA	Sama dengan TT
Sistem TN-C	Tidak bisa	CB/Fuse atau ELCB	Tidak bisa	Risiko sentuh langsung dan kebakaran tinggi serta mempunyai masalah EMC
Sistem TN-C-S	ELCB \leq 30 mA	CB/Fuse atau ELCB	ELCB \leq 500 mA	Kabel Netral dihubungkan dengan Ground proteksi di PHBK konsumen
Sistem IT	ELCB \leq 30 mA	Alat monitor isolasi GPAL atau GPAS	ELCB \leq 500 mA	Direkomendasikan jika kontinuitas suplai menjadi kebutuhan utama

TERIMA KASIH



TERIMAKASIH.....!