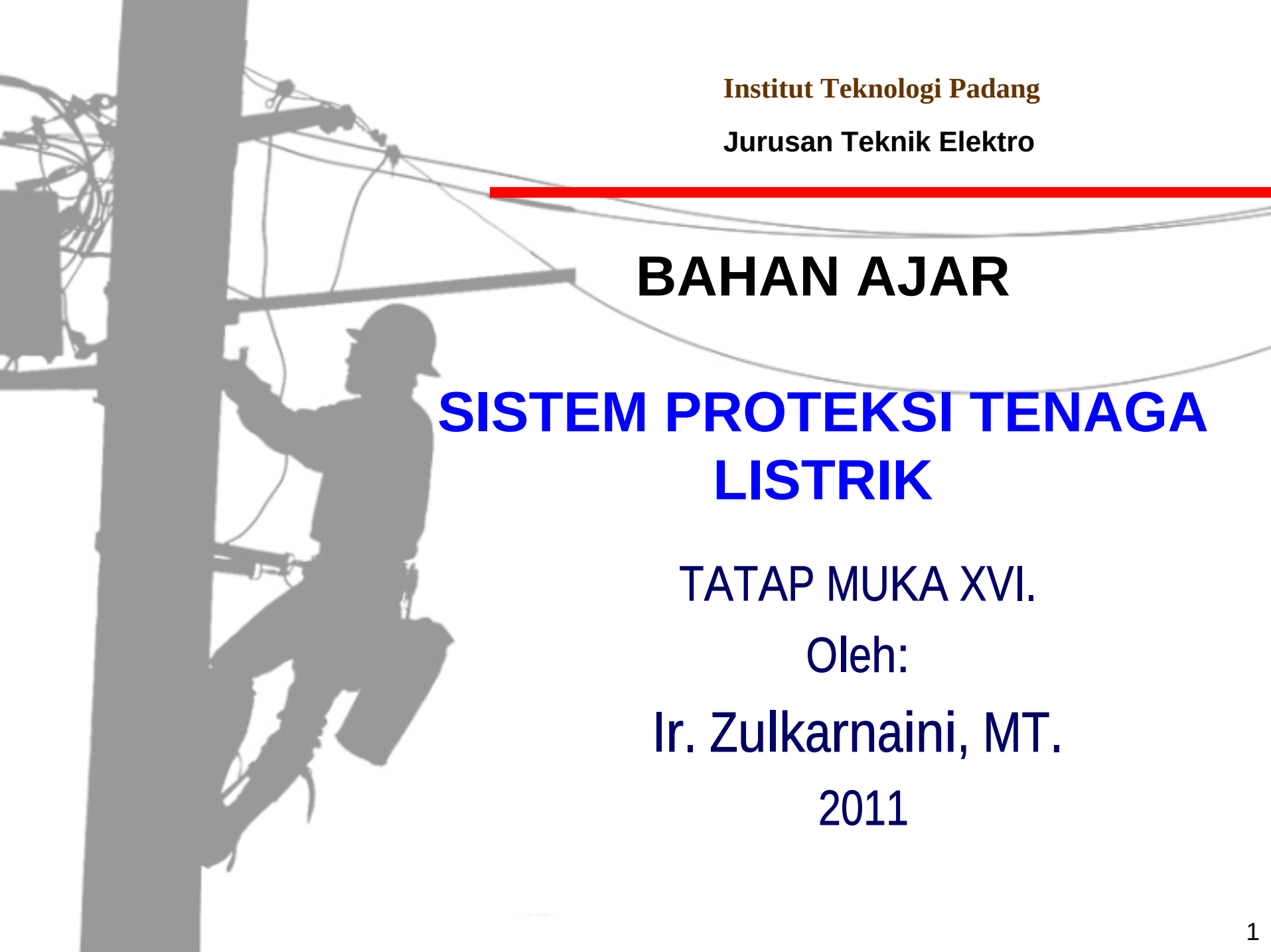




Institut Teknologi Padang

Jurusan Teknik Elektro

BAHAN AJAR

SISTEM PROTEKSI TENAGA LISTRIK

TATAP MUKA XVI.

Oleh:

Ir. Zulkarnaini, MT.

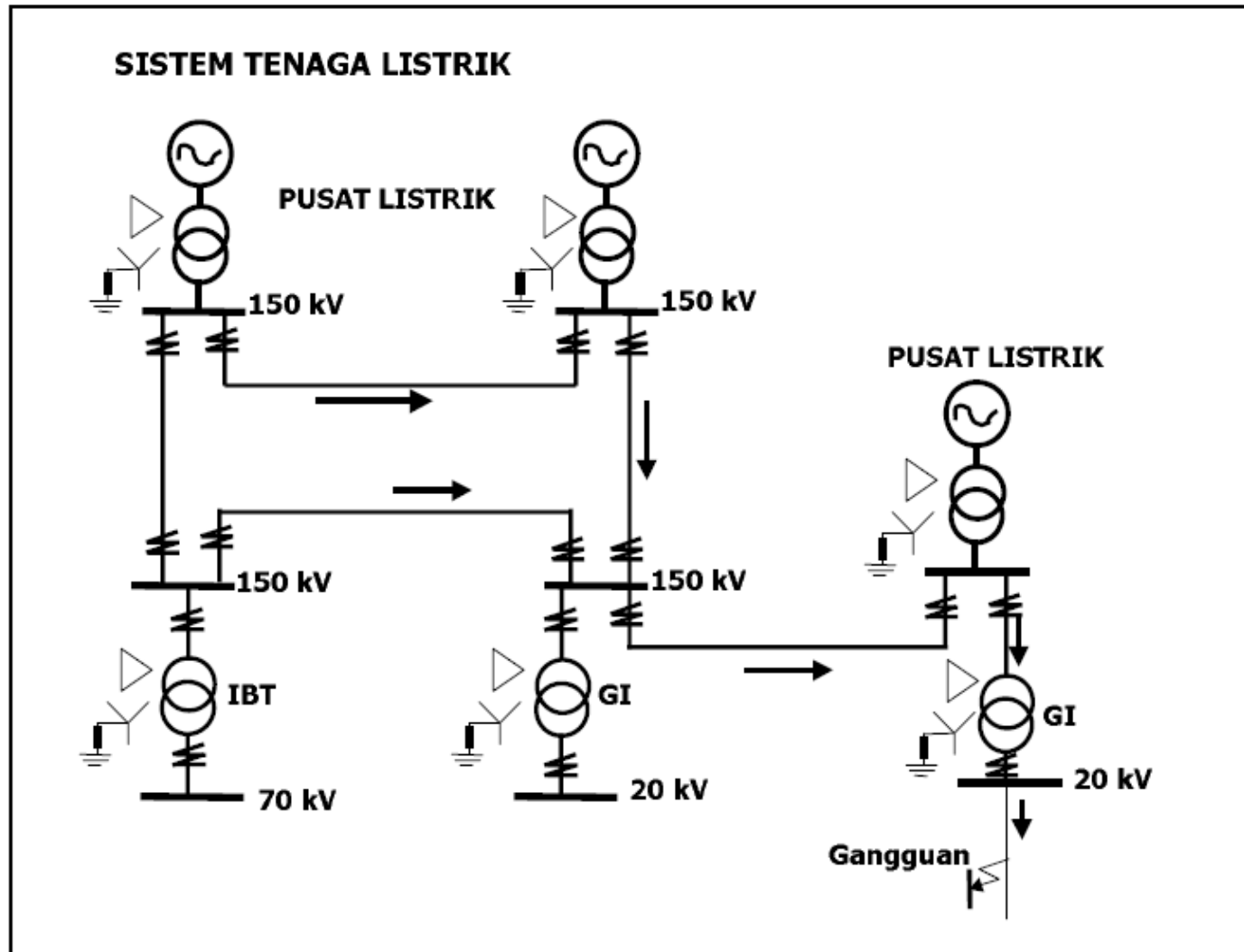
2011

RANGKUMAN

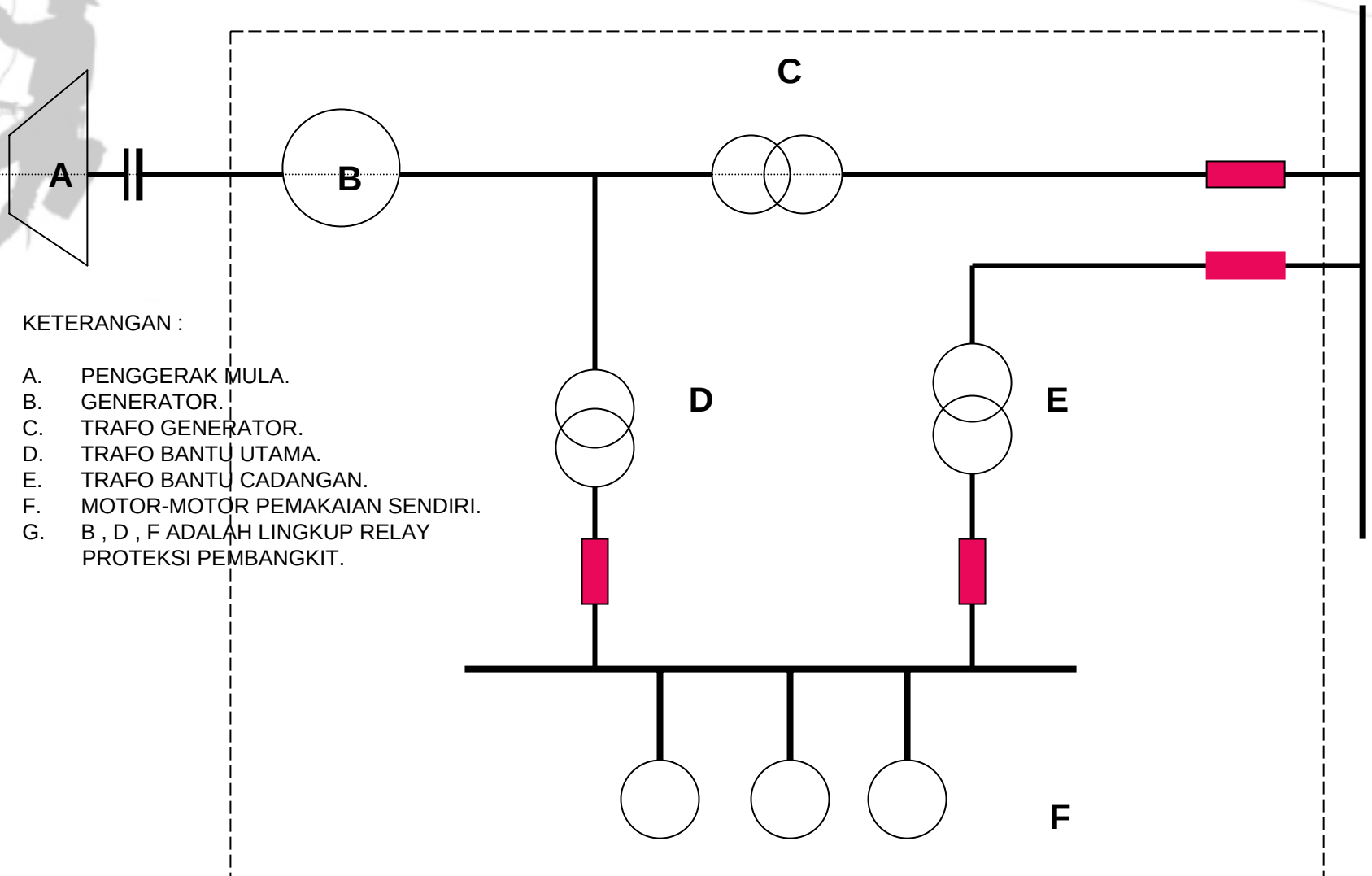
Pengenalan Pemakaian Peralatan Proteksi Sistem Tenaga Listrik Pada:

1. Generator
2. Transformator.
3. Bus-Bar
4. Jaringan SUTET, SUTT, SUTM, dan SUTR
5. Motor.

SINGLE LINE DIAGRAM STL



PROTEKSI PERALATAN PEMBANGKIT:



I. GENERATOR

MACAM-MACAM GANGGUAN PADA GENERATOR DAN AKIBATNYA:

A. Gangguan LISTRIK (Electrical fault).

- Hubung singkat antar fasa , 2 fasa /3 fasa.
 - * isolasi panas dan dpt terbakar.
 - * Poros (Shaft) & Coupling rusak akibat momen puntir.
- Stator hubung singkat 1 fasa ke tanah (ground fault).
 - * akibat gangguan fasa - inti besi berakibat rusaknya belitan Stator.
- Rotor hubung singkat ke tanah (Field ground).
 - * Akibatnya ketidak seimbangan Fluxsi yang dibangkitkan, terjadi fibrasi yang berlebihan,
- Kehilangan medan penguat generator (loss of excitation).
 - * RPM mesin naik ,berfungsi sbg gen. induksi akibatnya panas dari sirkulasi arus. Akibat kehilangan penguatan medan dikarenakan :
 - Tripnya saklar penguatan, I naik.
 - Hub singkat pd belitan penguat.
 - Kerusakan kontak pada sikat-sikat arang pd sistem penguat.
 - AVR rusak akibat panas ygt berlebihan.



Tegangan Lebih (Over Voltage).

*** Berakibat rusaknya iosolasi sehingga mesin putarannya naik dan AVR terbakar.**

B. GANGGUAN MEKANIK / PANAS (Mekanical or thermal fault).

*** BERUBAHNYA GENERATOR MENJADI MOTOR :**

- Berubahnya generator menjadi motor, maka akan terjadi reverse power akibatnya daya bangkit menjadi naik maka akan merusak penggerak utama.

*** PENANASAN SETEMPAT YG BERLEBIHAN.**

- Panas yg terjadi pd bagian dari stator akibat : kerusakan laminasi, kendorrnya pada pasak di lamel-lamel rotor.

*** KESALAHAN PARALEL.**

- Akibatnya adalah poros dan kopling penggerak utama akan rusak akibat momen puntir serta PMT dan kumparan stator terkena teg lebih sesaat.

*** GANGGUAN PENDINGIN STATOR (Sytem Fault).**

- akibatnya belitan generator panas, isolasi akan rusak.

C. GANGGUAN SISTEM (System Fault).

***FREKUENSI TIDAK NORMAL**

-Akibatnya turbin tdk stabil , untuk sistem akan keluar dari sistem/ trip unit-unit.

•LEPAS SINKRON (Loss Of Synchron).

-Akibat perubahan yang memndadak/ lepas beban besar, swiching, hubung singkat maka akan terjadi sistem yg tidak stabil. Karena perubahann yg besar tersebut berakibat stress pd belitan generator dan momen puntir turbin naik.

•PENGAMAN CADANGAN.

-Pengaman ini akan bekerja bila proteksi utama gagal menjalankan fungsinya.

•BEBAN TIDAK SEIMBANG.

-Akibat beban tdk seimbang, beban pada kumparan generator akan tdk seimbang maka arus urutan negatif akan naik, selanjutnya bagian konstruksi rotor akan panas rusak.

1.1 MACAM-MACAM RELAY YG DIGUNAKAN DI P L T A.

1. RELAY JARAK (Distance Relay)

mendeteksi gangguan 2 / 3 fasa di muka generator sampai batas jangkauannya.

2. RELAY PERIKSA SYNCHRON (SYNCHRON CHEK RELAY).

Pengaman generator untuk paralel.

3. RELAY TEGANGAN KURANG (Under Voltage relay).

Pengaman tegangan turun hingga batas yang diijinkan.

4. RELAY DAYA BALIK (Reverse power relay).

Pengaman thd daya balik ,shg generator tdk menjadi Motor.

5. RELAY KEHILANGAN MEDAN PENGUAT (Loss excitation relay).

Pengaman kehilangan penguat medan pada generator.

6. RELAY FASA URUTAN NEGATIVE (Negative Phasa Sequence Relay).

Pengaman thd arus urutan Nol akibat beban yg tidak seimbang sesuai batas yang diijinkan.

7. RELAY ARUS LEBIH SEKETIKA (Instantaneous Over Current Relay).

Pengaman thd kelebihan arus yg melebihi batas waktu seketika.

8. RELAY ARUS LEBIH DG TUNDA WAKTU (Time Over Current Relay).

Pengaman arus lebih dengan waktu yg ditentukan.

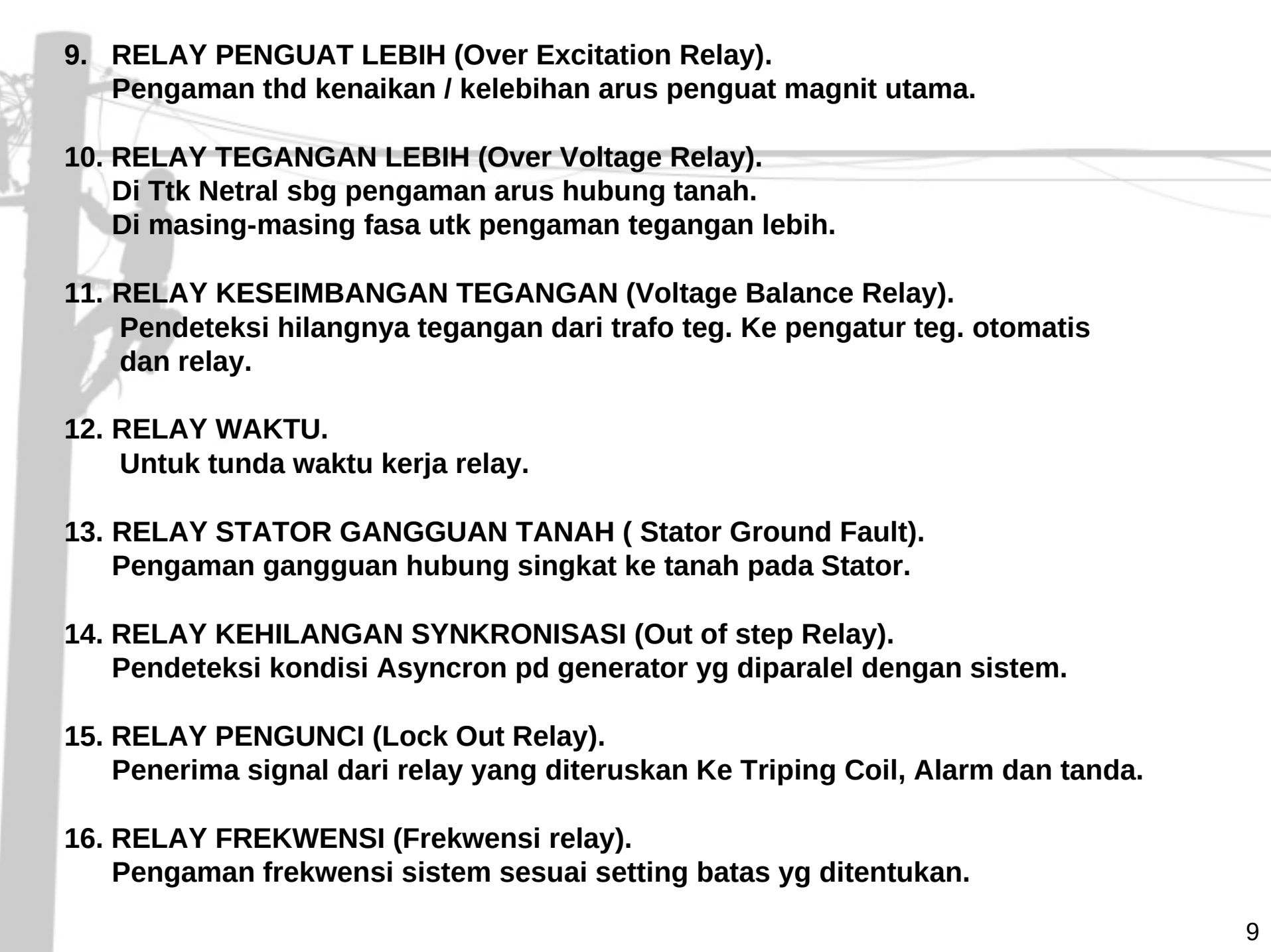
- 
9. **RELAY PENGUAT LEBIH (Over Excitation Relay).**
Pengaman thd kenaikan / kelebihan arus penguat magnit utama.
 10. **RELAY TEGANGAN LEBIH (Over Voltage Relay).**
Di Ttk Netral sbg pengaman arus hubung tanah.
Di masing-masing fasa utk pengaman tegangan lebih.
 11. **RELAY KESEIMBANGAN TEGANGAN (Voltage Balance Relay).**
Pendeteksi hilangnya tegangan dari trafo teg. Ke pengatur teg. otomatis dan relay.
 12. **RELAY WAKTU.**
Untuk tunda waktu kerja relay.
 13. **RELAY STATOR GANGGUAN TANAH (Stator Ground Fault).**
Pengaman gangguan hubung singkat ke tanah pada Stator.
 14. **RELAY KEHILANGAN SYNKRONISASI (Out of step Relay).**
Pendeteksi kondisi Asyncron pd generator yg diparalel dengan sistem.
 15. **RELAY PENGUNCI (Lock Out Relay).**
Penerima signal dari relay yang diteruskan Ke Triping Coil, Alarm dan tanda.
 16. **RELAY FREKWENSI (Frekwensi relay).**
Pengaman frekwensi sistem sesuai setting batas yg ditentukan.

DIAGRAM TUNGGAL PROTEKSI PEMBANGKIT PLTA.

Black Diff. Relay RADSB

Stator Ground Fault Relay
(95%).

Over excitasi relay RATUB.

Over Voltage Relay.

Loss Of Excitation relay
RAGPC.

Thermal Overload relay
RXVE 4).

Neg. Phase Sequence relay
RARIB.

Impedance relay RAKZA.

Stator Ground Fault relay
RAGEA.

Generator Diff. Relay
RADHA or RADSG.

Reverse Power Relay
RXPE 4.

87 T

59 N

59 F

59

40

26

46

51

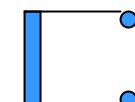
59 N

87 G

32

Generator.
G
e

1)



fField Winding Ground-Fault
iRAGRA or (RXNB A).

Unit Transformer.

50/51

Over current relay
RXIOF 2H

Unit Aux. Trans.

64 F

SIMBOL DAN KODE RELAY:

1. Relay jarak.(Distan relay).		21
2. Relay Tegangan Kurang (Under Voltage Relay)	$U <$	27
3. Relay Suhu (Thermis Relay)		49
4. Over Current Relay Instantaneous.	$I >$	50
5. Relay arus lebih dengan tunda waktu.	$I >$	51
6. Relay Tegangan Lebih (Over Voltage Relay)		59
7. Relay tunda waktu (Time Aux. Relay)	-----	62
8. Relay Tekanan Gas (Gas Pres. Relay)	P	63
9. Relay Hubung Tanah (Ground Fault Relay).		64
10. Relay arus lebih berarah(Direct Over Cur. Rel.	--	67
11. Relay penutup balik (reclosing Relay).	--	79
12. Relay Frekwensi.	F	81
13. Relay Defferensial	d	87
14. Relay Bucholz	--	95

1.2 PRINSIP KERJA RELAY PREOTEKSI GENERATOR.

1. RELAY ARUS LEBIH :

Berfungsi sbg pengaman thd gangguan yg terdapat didepan PMT Genenrator, baik gangguan Fasa-fasa maupun fasa tanah.utk 500 KVA setting waktu sesaat sedang utk > 5 MVA menggunakan Instantanneous waktu terbalik dg kontrol Tegangan.

2. RELAY ARUS LEBIH DG TEGANGAN PENAHAN.

Relay tsb mendeteksi arus dan tegangan dari generator, arus yg mengalir pada relay sebagian membangkitkan tegangan. (spt pd Gb 17).

3. RELAY ARUS LEBIH DENGAN TEGANGAN KONTROL.

Relay ini mendeteksi besarnya arus dan tegangan generator, bila arus naik melebihi settingnya maka Tegangan yang masuk kem kumparan tegangan akan turunlebih rendah dari settingnya. (spt pd Gb 18).

4. RELAY DIFERENSIAL.

Relay tsb mengamankan generator/ trafo thd gangguan hub. Singkat antar fasa /fasa tanah, di-Daerah pengamanannya.(spt pd gb 19, 20, 21 dan 22).

5. RELAY STATOR HUBUNG TANAH .

Relay tersebut mengamankan thd gangguan stator thd tanah, arus urutan nol sebagai suply Relay OCR / 51N. Sedangkan besarnya arus teragantung jenis impedansi pentanahannya. (spt pd gb 23 dan 24).

6. RELAY PENGAMAN ROTOR HUBUNG TANAH.(64 F).

Metoda I: mengukur besarnya tegangan yg dipasang paralel dg belitan rotor ditengahnya dipasang kontak tegangan, bila ada gangguan volt meter akan menunjuk, tetapi untuk ujung kumparan tegangan tdk menunjuk (spt Gb 25).

Metoda II: Menggunakan jembatan dioda spt gb 26a , bila tdk terjadi gangguan arus swerah yg mengalir tdk ada, tetapi bila ada gangguan maka rangkaian ini akan menutup dan relay bekerja.

7. RELAY ARUS LEBIH URUTAN NEGATIP.

Relay ini mendeteksi gangguan arus urutan negatip akibat ketidak seimbangan gangguan. Arus ini akan melawan medan rotor,relay ini dapat membedakan arus urutan positif / negatip. (spt pd gb 26b)

8. RELAY DAYA BALIK.

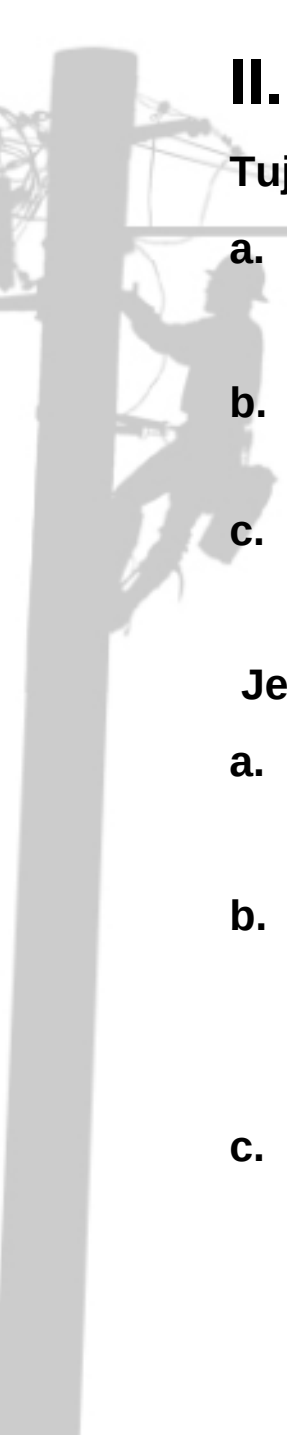
Relay ini akan mendeteksi daya aktif yang masuk ke generator, prinsip kerejanya spt KWH meter bila daya aktif masuk maka relay menangkap signal dan diteruskan ke TC PMT.

9. RELAY KEHILANGAN MEDAN PENGUAT (Loss Of Field).

Turunnya /lemahnya penguat medan utama generator berakibat turunnya tegangan & naiknya arus , timbul panas. Akibatnya generator yg seharusnya mensuply daya menjadi menerima daya dg kata lain menjadi motor.

10. RELAY TEGANGAN SEIMBANG.

Relay tsb berfungsi untuk memblok ketidak seimbangan tegangan, baik sisi Primair / Skundair akibat dari hilangnya salah satu fasa, maka reelay akan melepas PMT.



II. Proteksi transformator.

Tujuan dipasang proteksi pada transformator adalah :

- a. Mencegah kerusakan pd transformator tenaga bila terjadi gangguan yg terjadi didaerah pengamanan proteksi transformator tenaga.**
- b. Melokalisir gangguan yg terjadi di daerah pengamanan transformator tenaga.**
- c. Melaksanakan pengaman cadangan untuk seksi berikutnya.**

Jenis gagguan yg terjadi pd transformator tenaga :

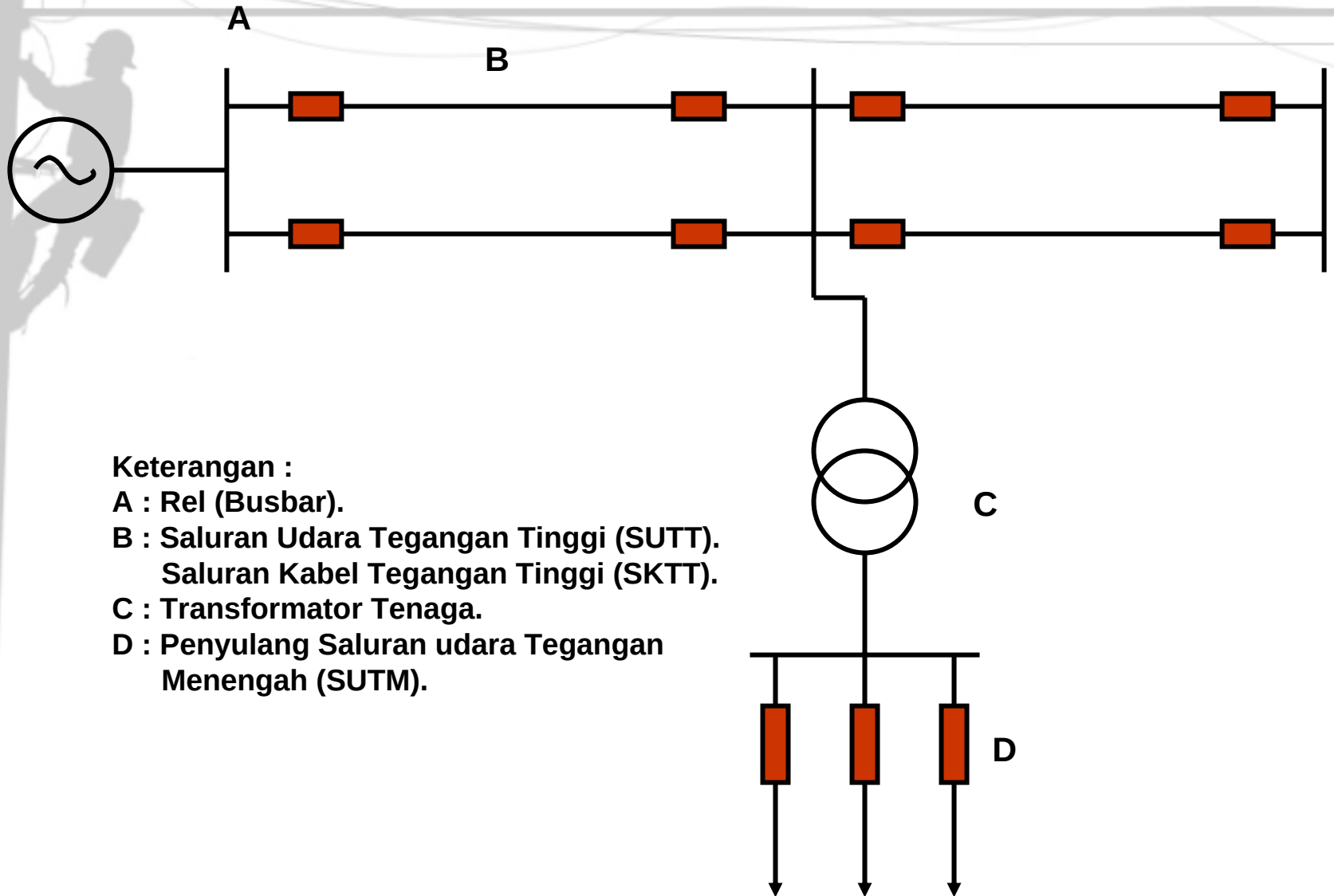
- a. Gangguan didalam Trafo : - Gangguan Awal (Incipient fault).
(Internal Fault). - Gangguan Hub. Singkat Di Dlm Trafo.**
- b. Gangguan Diluar (Throught Fault):
- Gangguan hub. Singkat diluar (External fault), Fasa-Fasa / fasa – tanah
di busbare / di penyulang SUTM.**
- c. Beban lebih (OB).**

14

- a. Mencegah kerusakan pd transformator tenaga bila terjadi gangguan yg terjadi didaerah pengamanan proteksi transformator tenaga.
- b. Melokalisir gangguan yg terjadi di daerah pengamanan transformator tenaga.
- c. Melaksanakan pengaman cadangan untuk seksi berikutnya.

- a. Gangguan didalam Trafo : - Gangguan Awal (Incipient fault).
(Internal Fault). - Gangguan Hub. Singkat Di Dlm Trafo.
- b. Gangguan Diluar (Throught Fault):
- Gangguan hub. Singkat diluar (External fault), Fasa-Fasa / fasa – tanah
di busbare / di penyulang SUTM.
- c. Beban lebih (OB).

3.1 PROTEKSI PERALATAN GARDU INDUK.



Keterangan :

A : Rel (Busbar).

B : Saluran Udara Tegangan Tinggi (SUTT).
Saluran Kabel Tegangan Tinggi (SKTT).

C : Transformator Tenaga.

D : Penyulang Saluran udara Tegangan
Menengah (SUTM).

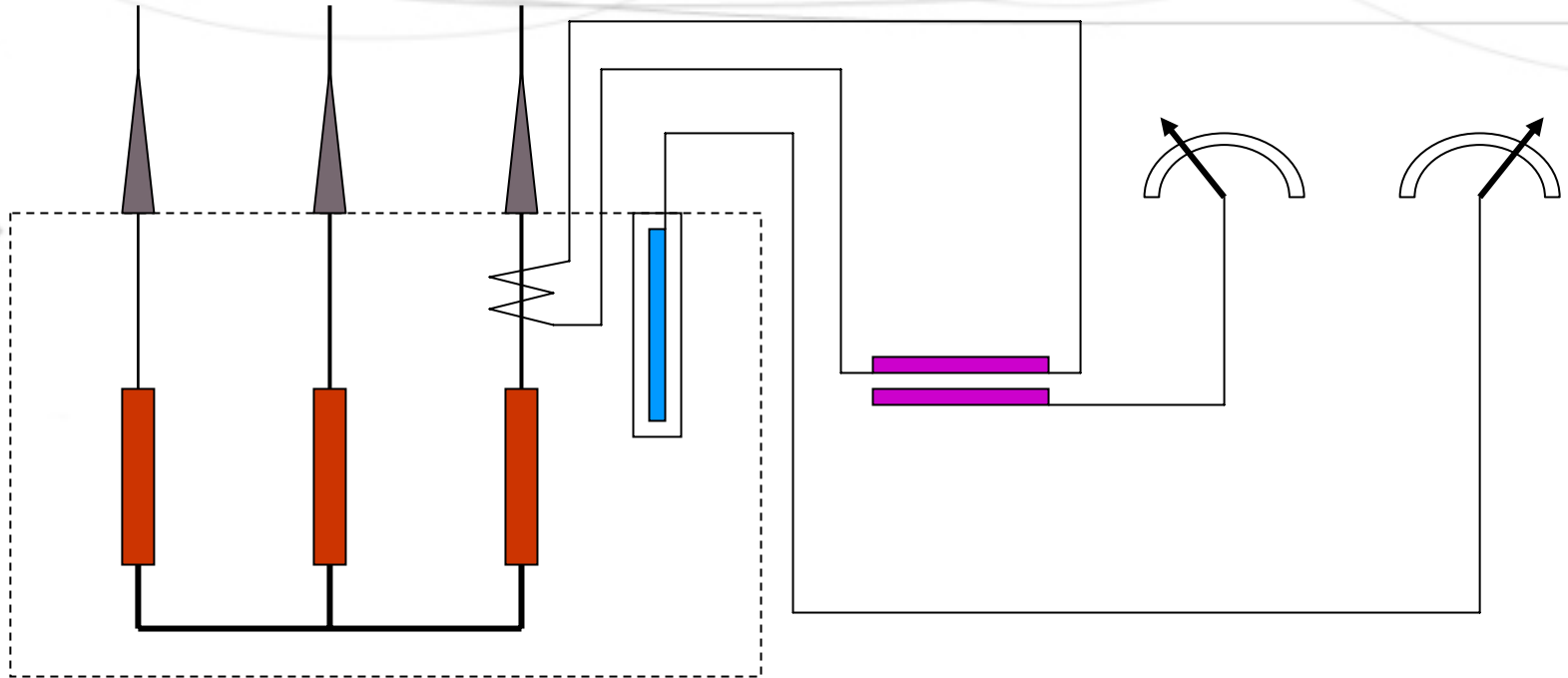
2.1 MACAM-MACAM RELAY PROTEKSI PADA TRANSFORMATOR DAN FUNGSINYA.

NO	NAMA RELAY	FUNGSI DAN KEGUNAAN
1.	Relay Suhu.	Relay mekanis yg berfungsi mendeteksi suhu minyak dan kumparan secara langsung dan bekerja membunyikan alarm dan melepas PMT.
2.	Relay beban Lebih.	Fungsinya mengamankan trafo thd suhu yg berlebihan pd kumparan trafo pd tahap pertama alarm berikutnya melepas PMT.
3.	Relay Bucholz.	Fungsinya mendeteksi adanya tekanan gas yg ditimbulkan oleh loncatan bunga api dan pemanasan setempat pada minyak trafo.
4.	Relay Jansen.	Fungsinya mengamankan pengubah Tap (tap Ghangger) dan trafo.
5.	Relay Tekanan Lebih (Sudden Pressure Relay)	Bagi trafo tanpa konserfator relay tekanan mendadak dipasang pada tangki, relay tsb menggunakan metoda membran dandipasang pd semua trafo akibat tek Lebih.

NO	NAMA RELAY	FUNGSI DAN KEGUNAAN
6.	Relay Arus Lebih.	Fungsinya mengamankan trafo thd gangguan hubung singkat fasa-fasa di dalam / diluar daerah pengamanan trafo, juga sebagai relay beban lebih serta pengamanan cadangan.
7.	Relay Gangguan Tanah.	Berfungsi mengamankan trafo thd gangguan hubung tanah didalam maupun diluar daerah pengamannya.
8.	Relay Tangki Tanah.	Berfungsi mengamankan trafo thd hubung singkat antar kumparan fasa dengan tangki trafo dan bagi trafo yg ttk netralnya diketanahkan.
9.	Relay Differensial.	Berfungsi mengamankan trafo thd gangguan hubung singkat yg terjadi didalam daerah pengamannan trafo.
10.	Relay Gangguan Tanah Terbatas (Restricted Earth Fault Relay).	Berfungsi mengamankan trafo thd gangguan tanah dalam daerah pengamannan trafo, Khususnya utk gangguan didekat ttk netral yg tdk dpt dirasakan relay Differensial.
11.	Relay Arus Lebih Berarah.	Berfungsi mengamankan trafo thd gangguan antar fasa dan tiga fasa dan bekerja dengan arah tertentu.

2.2 PRINSIP KERJA RELAY PROTEKSI TRAFU TENAGA.

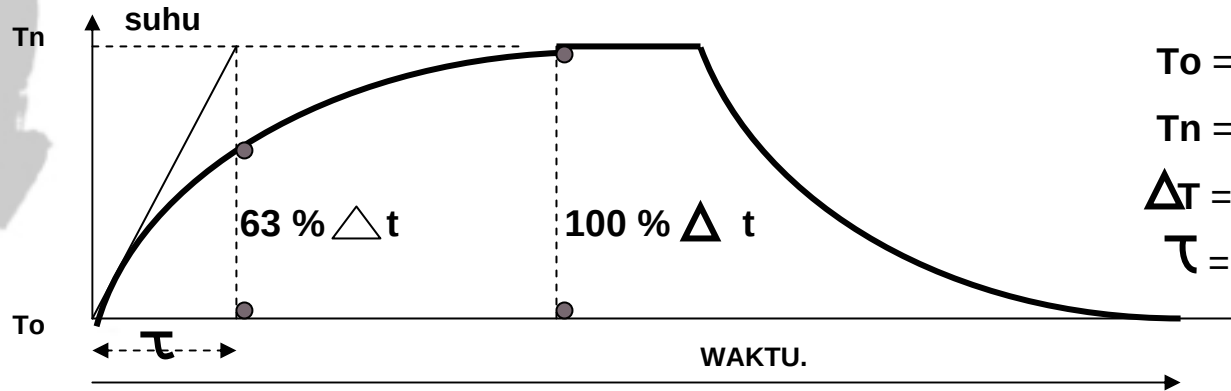
2.2.1 Relay Suhu.



Relay Suhu : Signal dari sensor temperatur yg terletak didalam tangki trafo.
Signal dari sensor temperatur yg terletak pada kumparan trafo.
Keduanya disalurkan melkalui pipa kecil berisi air raksa dg kontaknya
selajutnya memberikan signal sumber DC melalui kontak relay ke indi-
kator alarm / triping coil.

2.2.2 RELAY BEBAN LEBIH.

Prinsip kerjanya menggunakan elemen thermis BIMETAL apabila dilalui arus maka perubahan kedua logam tsb akan menggerakkan kontak, selanjutnya kontak dg supply DC akan memberi signal Alarm / Triping coil CB.



T_o = Suhu Awal.

T_n = Suhu Akhir.

ΔT = Kenaikan suhu.

τ = Konstanta Waktu Thermis.

Jenis Pendingin.	Rating (MVA).	Konstanta waktu Relay Menit.
Alamiah	Semua rating	80.
Dengan kipas,minyak Bersirkulasi alamiah.	15 - 30 > 30	80. 110.
Dengan kipas, minyak Bersirkulasi paksa.	40	110.
Air (Udara).	< 30 > 30	80. 110.

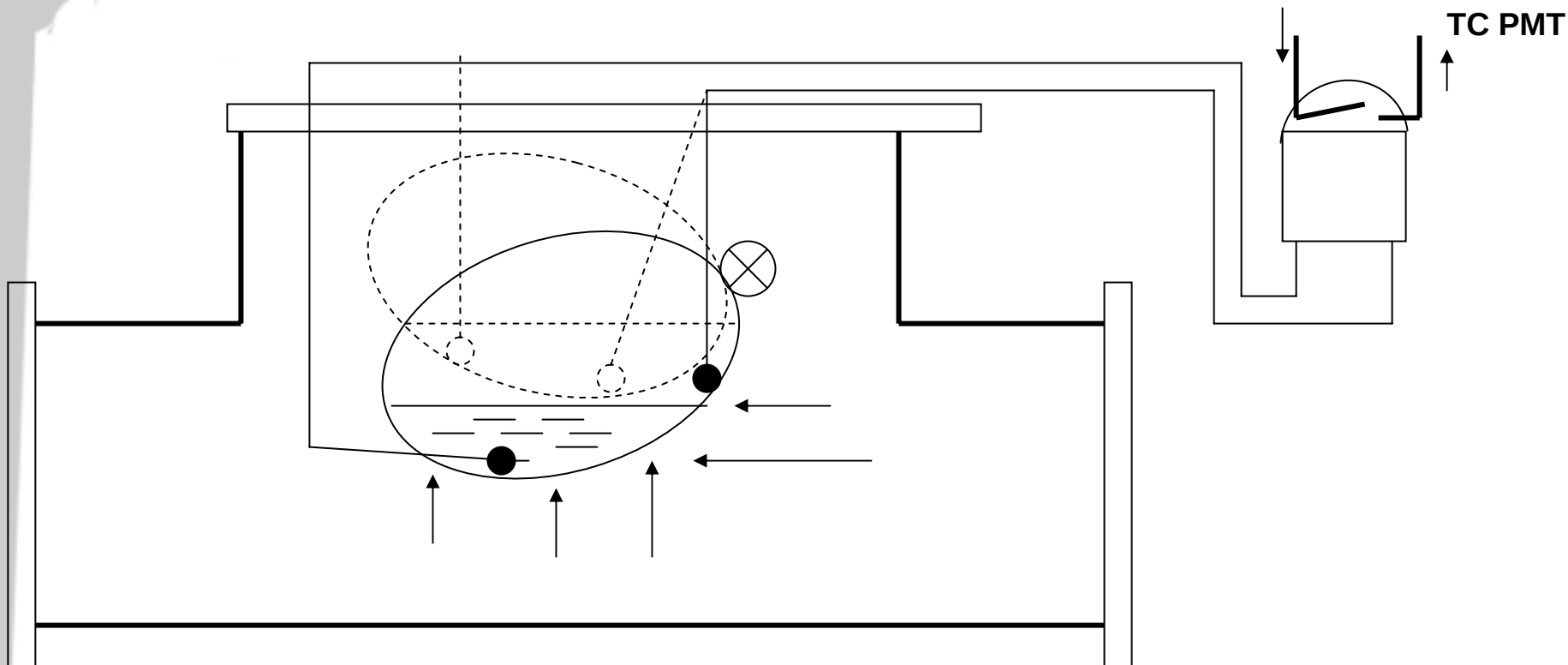
2.2.3 RELAY BUCHOLZ.

Relay yg bekerjanya akibat gangguan didalam trafo yg menimbulkan gas.

Gas yg ditimbulkan tersebut diakibatkan oleh :

- Hubung singkat antar lilitan dalam/ pada satu fasa.
- Hubung singkat antar fasa dg tanah.
- Hubung singkat fasa – fasa .Busur api antar laminasi / belitan.
- Busur api listrik karena kontak yg kurang baik.

Gas yg ditimbulkan akibat hal tsb diatas akan menggerakkan pelampung kontak Air raksa selajutnya memberikan signal ALARM dan TRIP PMT.



2.2.4 RELAY TEKanan LEBIH (SUDDEN PRESSYRE RELAY).

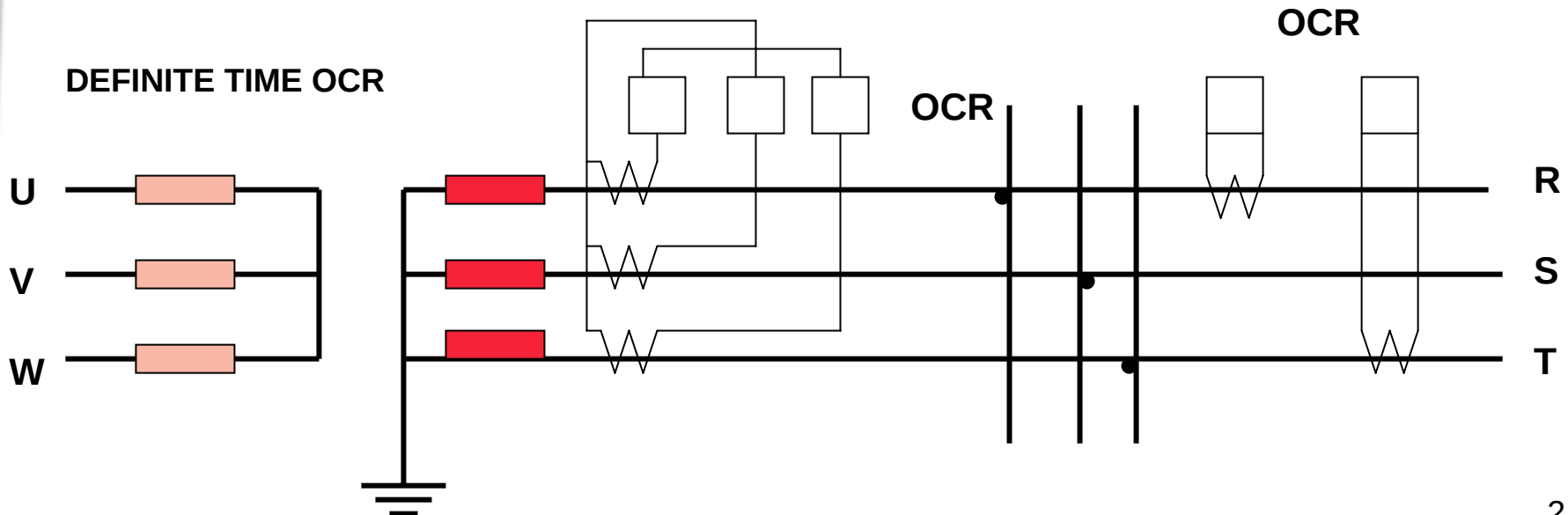
Bekerjanya karena tekanan lebih akibat gangguan yg terjadi di dalam trafo , berakibat Perubahan tekanan gas yuang terjadi secara tiba-tiba dan langsung akan menjaatuhkan PMT. (spt pd gambar 36).

2.2.5. PENGAMAN TEKanan LEBIH (EXPLOSIVE MEMBRANE/PRESURE RELIEF VENT).

Bekerjanya karena kenaikan tekanan yg timbul dari dalam trafo, tekanan tersebut akan memecahkan membran pada tekanan tertentu spt pada gambar 37, 38 dan 39.

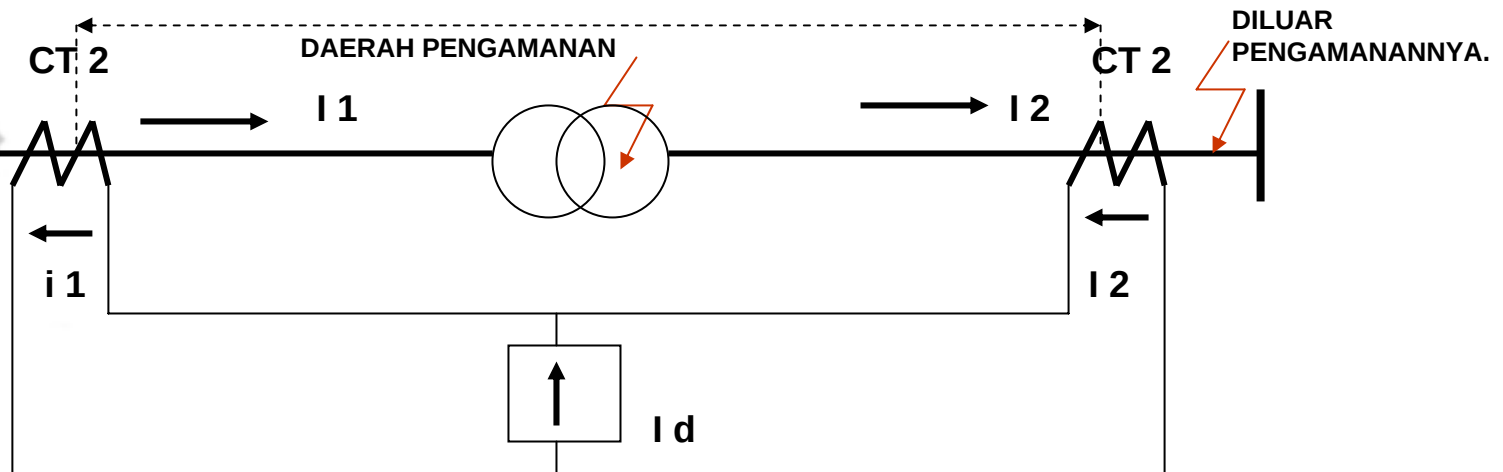
2.2.6 RELAY ARUS LEBIH (OVER CURRENT RELAY).

Over current relay (OCR) diset cukup tinggi artinya tidak boleh trip pada beban operasi yg telah ditentukan. Setting waktunya harus dikoordinasikan dengan relay OCR yg berada pada penyulang baik sisi TT maupun sisi TM.



2.2.7 DEFERENSIAL RELAY.

Deferensial Relay merupakan pengaman utama (main Protection), relay tersebut sangat selektif sehingga tdk perlu dikoordinir dengan relay lainnya dan relay tersebut bekerja cepat /tdk memerlukan waktu.



- Membandingkan vektor arus I_1 dan i_2 atau I_1 dan I_2 .
- CT 1 dan CT 2 harus mempunyai harus mempunyai rasio sedemikian , sehingga $I_1 = i_2$.
- Sambungan dan polaritas CT1 dan CT2 harus betul.

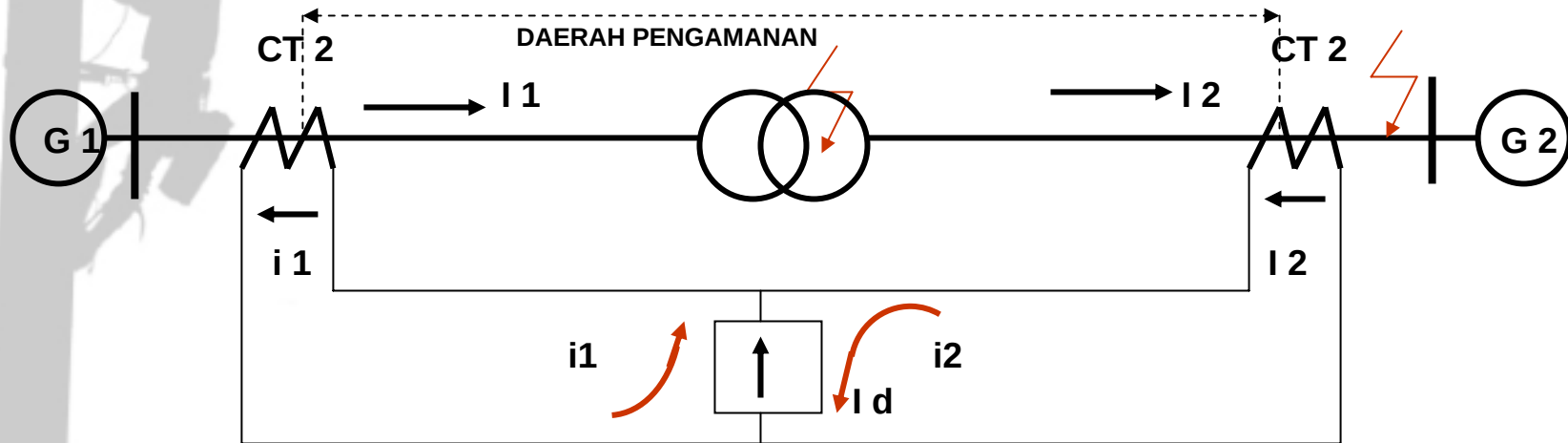
BILA GANGGUAN DILUAR PENGAMANNYA RELAY TIDAK BEKERJA.

BILA DIDAERAH PENGAMANNYA ADALAH SBB :

Gangguan didalam trafo:

$I_1 = I_2$; $i_2 = 0$ maka $i_d = i_1 - i_2 = i_1$, maka relay akan bekerja

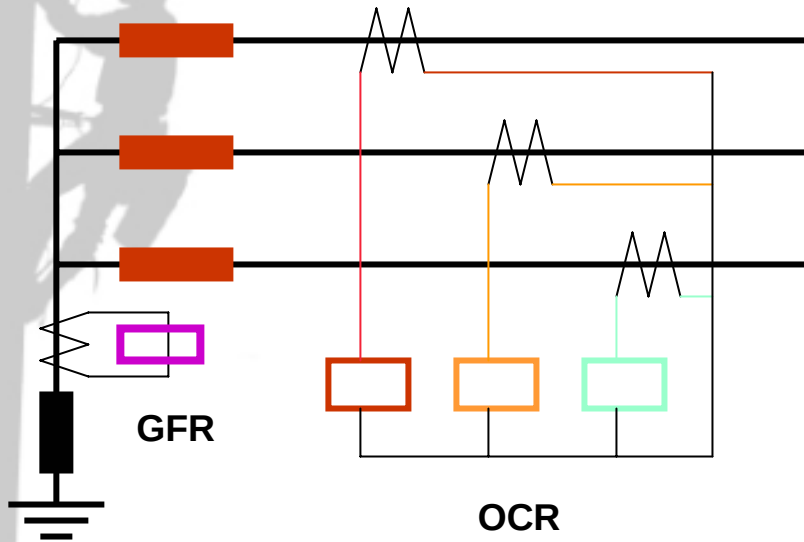
TRAFO DI ISI DARI DUA ARAH.



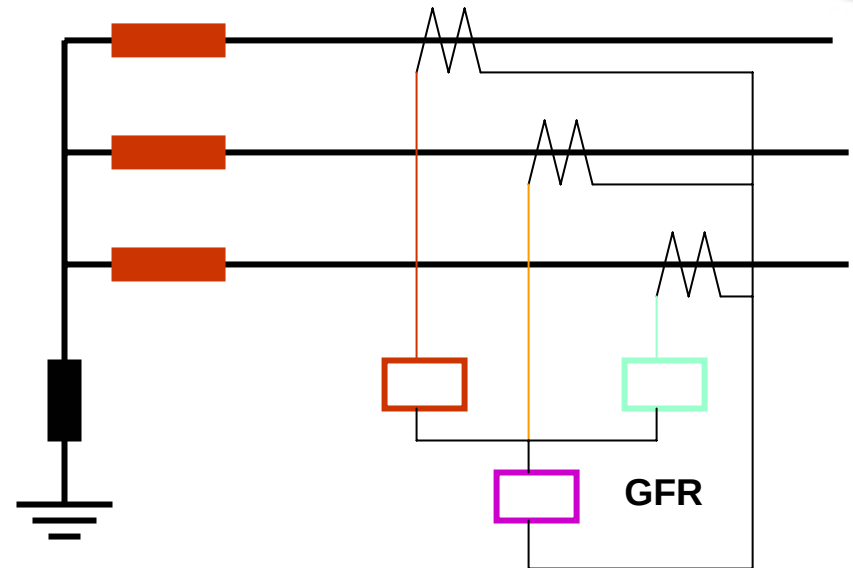
UNTUK GAGGUAN DIUDALAM TRAFO :

$$\begin{aligned} I_1 &= i_2 & , & & I_d &= i_1 - i_2 \\ I_2 &= -i_1 & & & &= i_1 - (-i_2) \\ & & & & &= i_1 + i_2 \longrightarrow \text{RELAY AKAN BEKERJA.} \end{aligned}$$

2.2.8 RELAY HUBUNG TANAH (GROUND FAULT RELAY, STANBY EARTH FAULT RELAY).

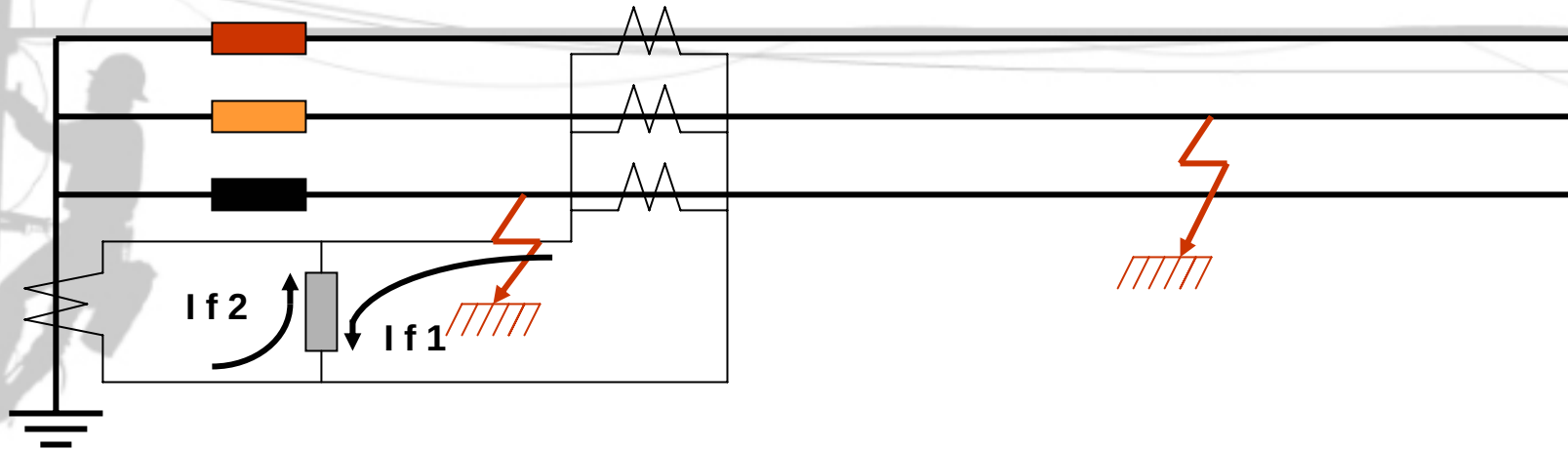


Gambar hubung tanah pada Pentanahan NETRAL.



Relay hubung tanah pada OUT GOING Trnaformator.

2.2.9 RELAY GANGGUAN TANAH TERBATAS (REF).



GANGGUAN DI DALAM :

$$I_{\text{relay}} = I_{f1} - I_{f2} = I_{f2}$$

GANGGUAN DI LUAR :

$$I_{\text{relay}} = I_{f1} - I_{f2} = 0.$$

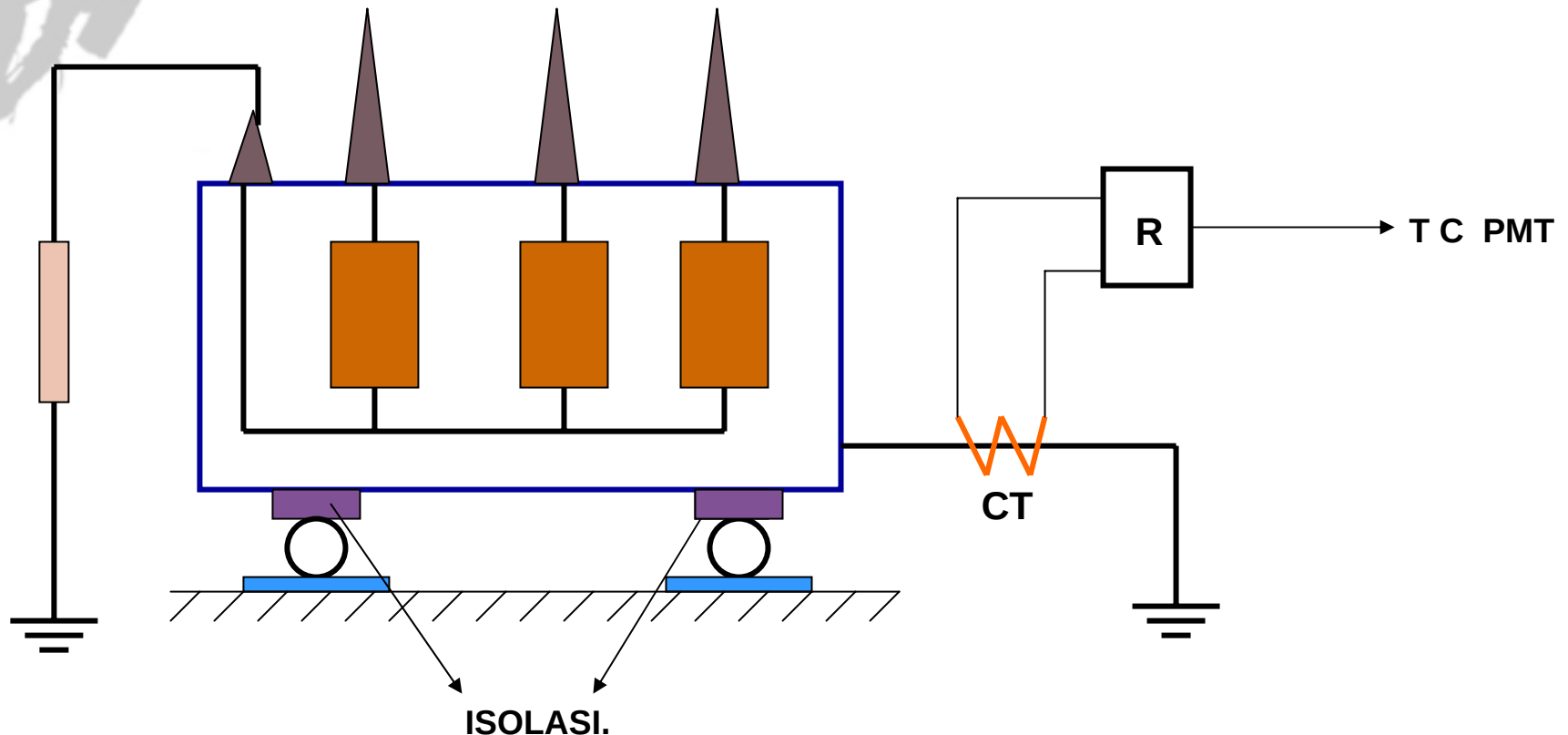
Relay ini hanya dipasang pd transformator yg TITIK NETRALNYA diketanahkan langsung / melalui tahanan & berfungsi untuk membantu mengamankan trafo dari hubung singkat ke tanah dierah pengamannan trafo.

Relay tsb sangat diperlukan karena keterbatasan relay deffrensial didalam mendeteksi gangguan hubung singkat didekat titik Netral.

2.2.10 RELAY TANGKI TANAH.

Relay tangki tanah adalah relay arus jenis instataneous (sesaat) yang berfungsi untuk mendeteksi gangguan belitan trafo dengan tangki trafo. Relay ini hanya dapat merasakan gangguan tanah di trafo TENAGA dan hanya efektif pada trafo yang titik netralnya diketanahkan, karena arus urutan Nol dapat mengalir ke tanah.

Konstruksi trafo harus diisolasi, relay tsb dapat bekerja bila terjadi kebocoran isolasi dari kipas pendinginan, alat pemanas dsb. Kabel –kabel kontrol juga hrs diisolasi.



2.2.11 RELAY JANSEN.

Relay tersebut dipasang sedekat mungkin pada TAP CHANGER , dipasang pada pipa yang menghubungkan tap changer dengan konservator.

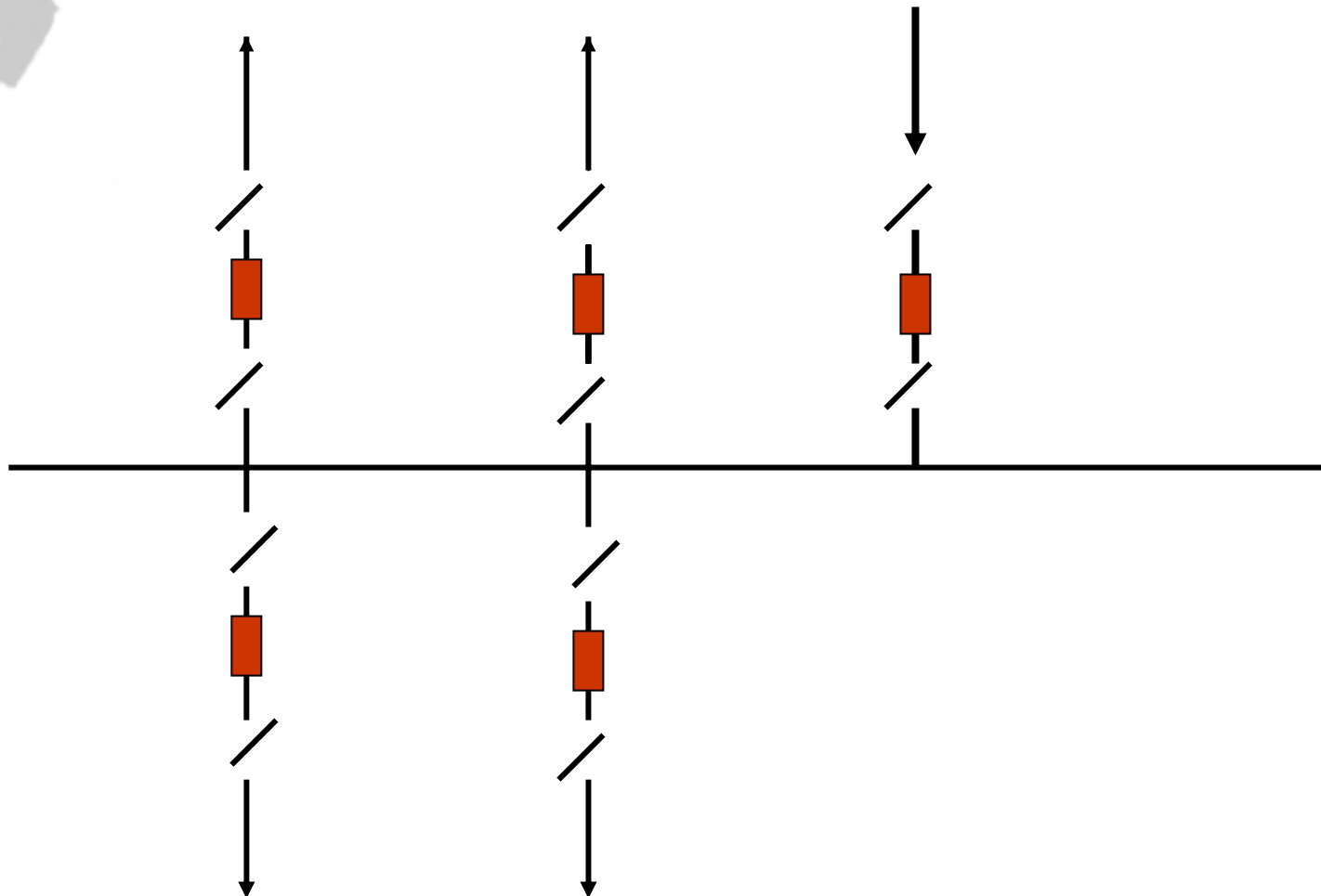
Relay tersebut sama dengan Sudden pressure, bila terjadi perubahan tekanan minyak pada tangki tap changer maka katup tekan akan menggerakkan kontak mercury.

III SISTEM PROTEKSI BUSBAR.

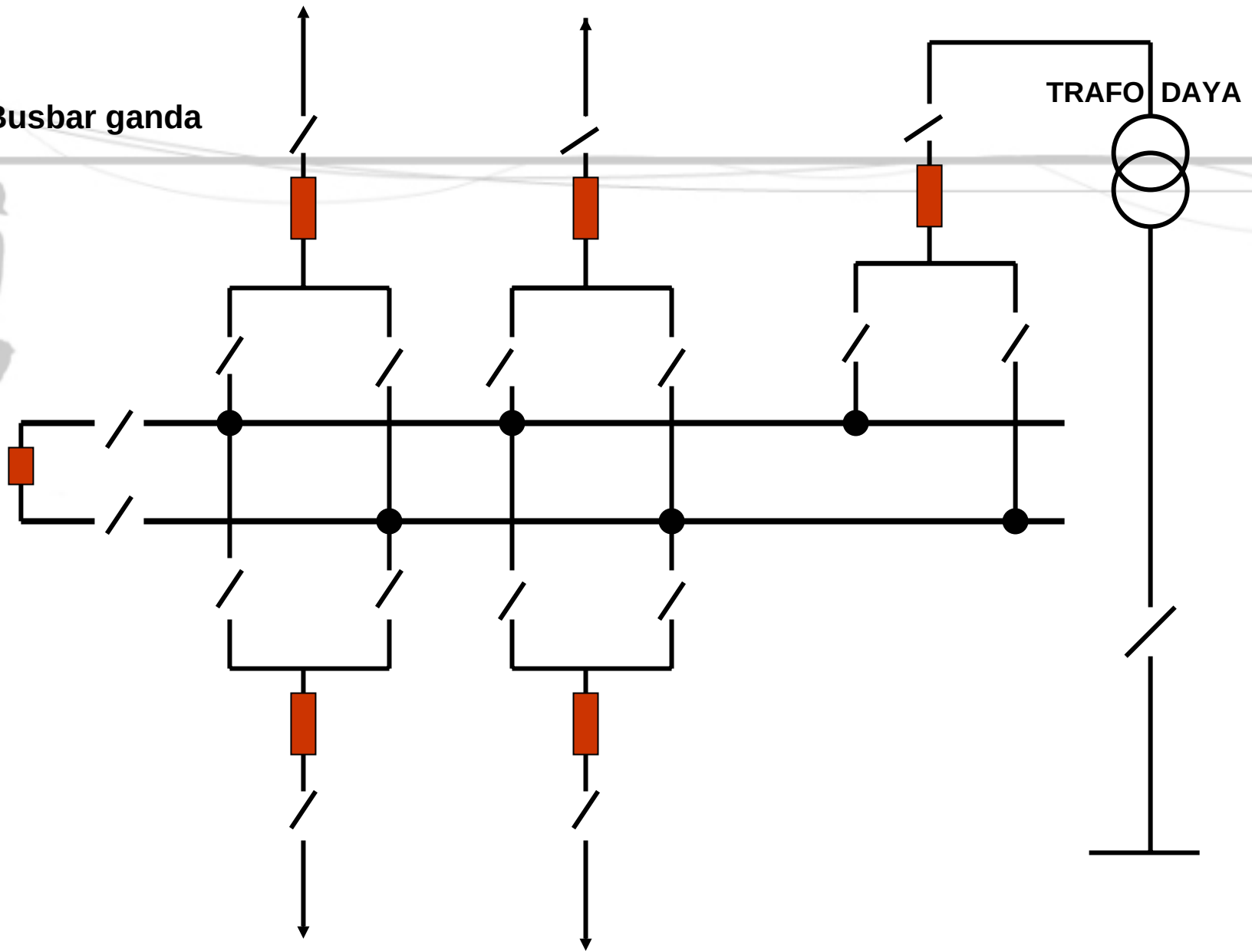
Sistem pengaman yang dilakukan thd gangguan-gangguan di bus bar.

Konfigurasi Busbar :

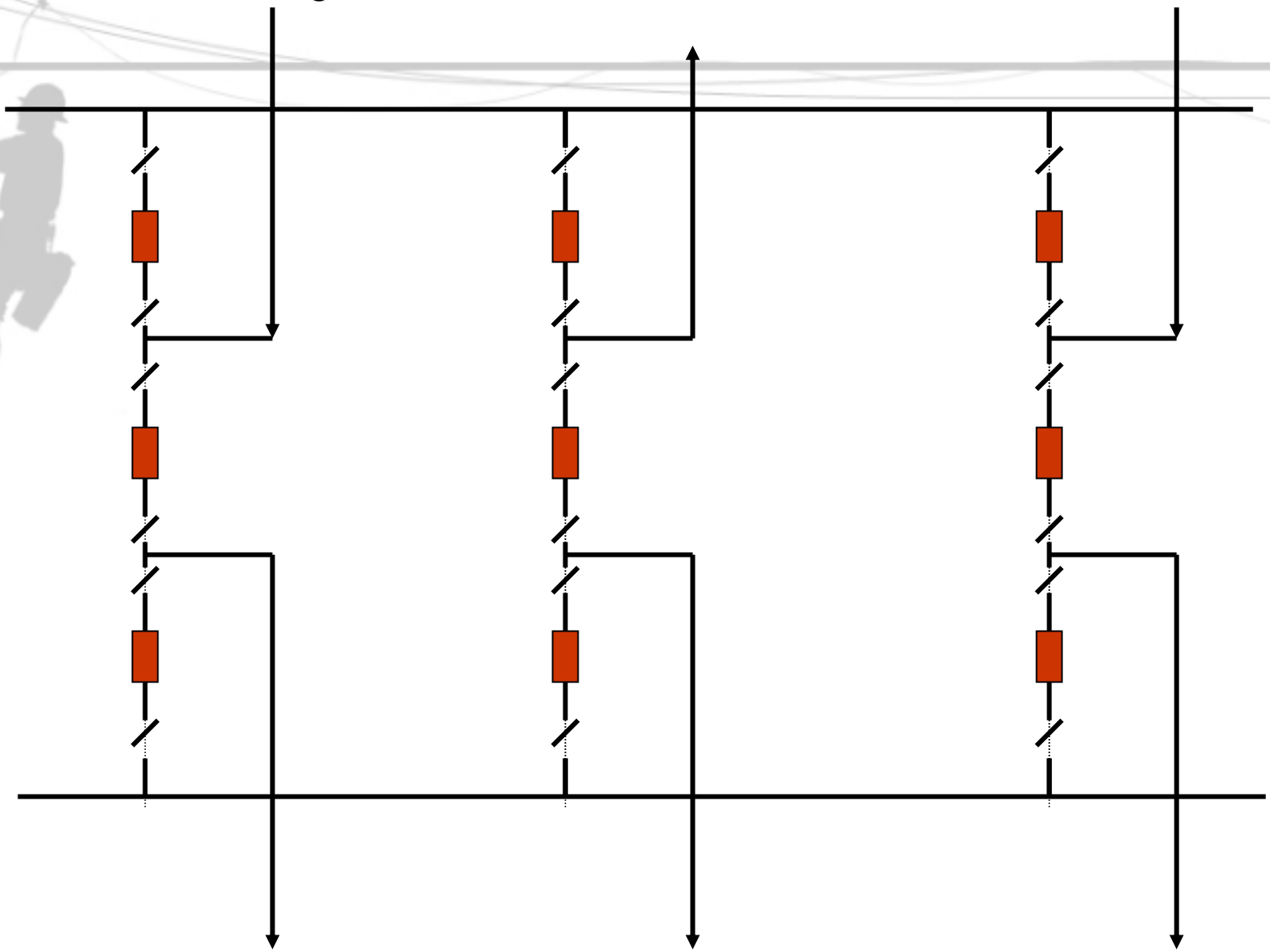
a. Busbar tunggal (Single Busbar).



a. Busbar ganda

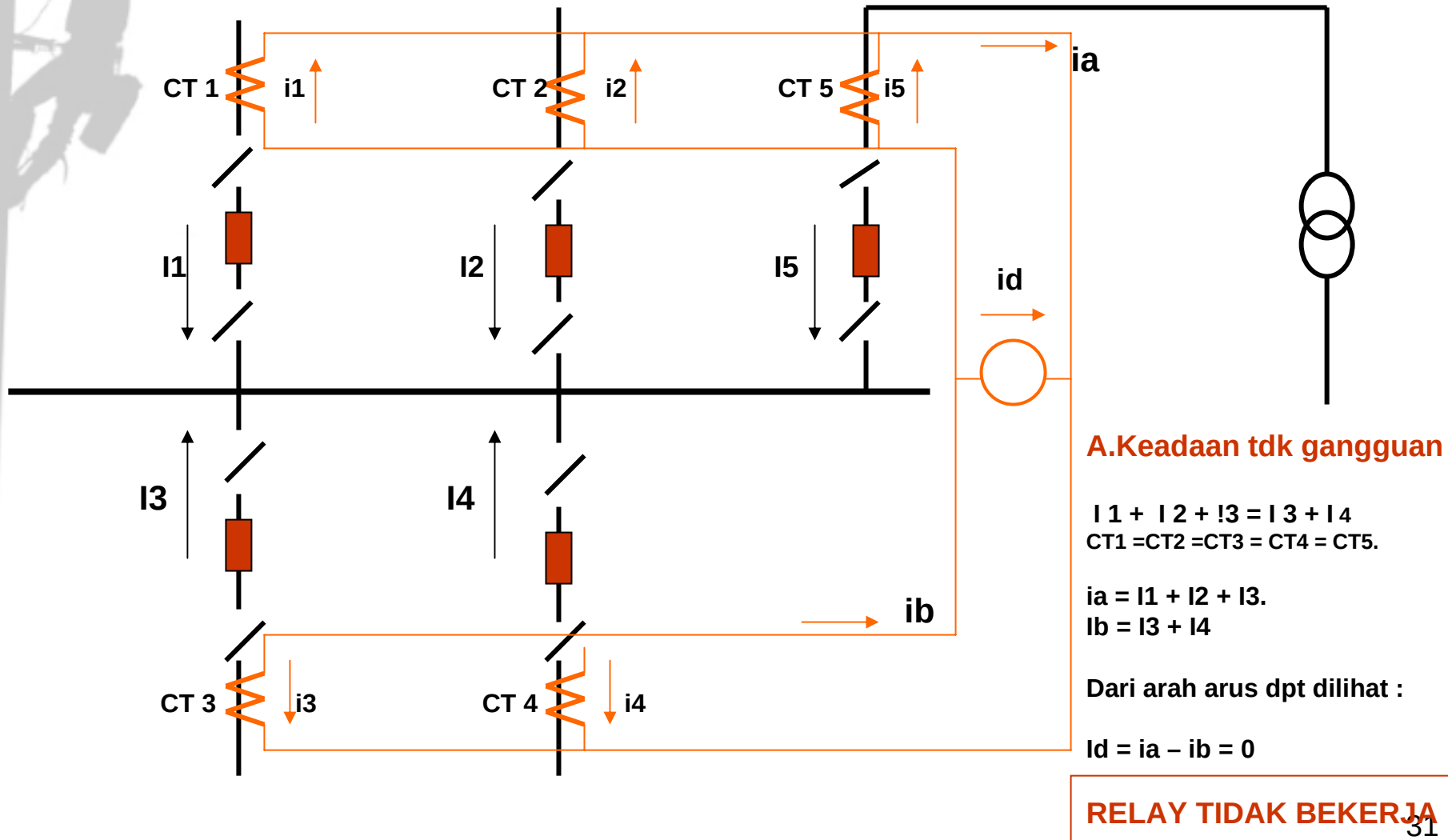


C. Busbar sat setengah PMT.



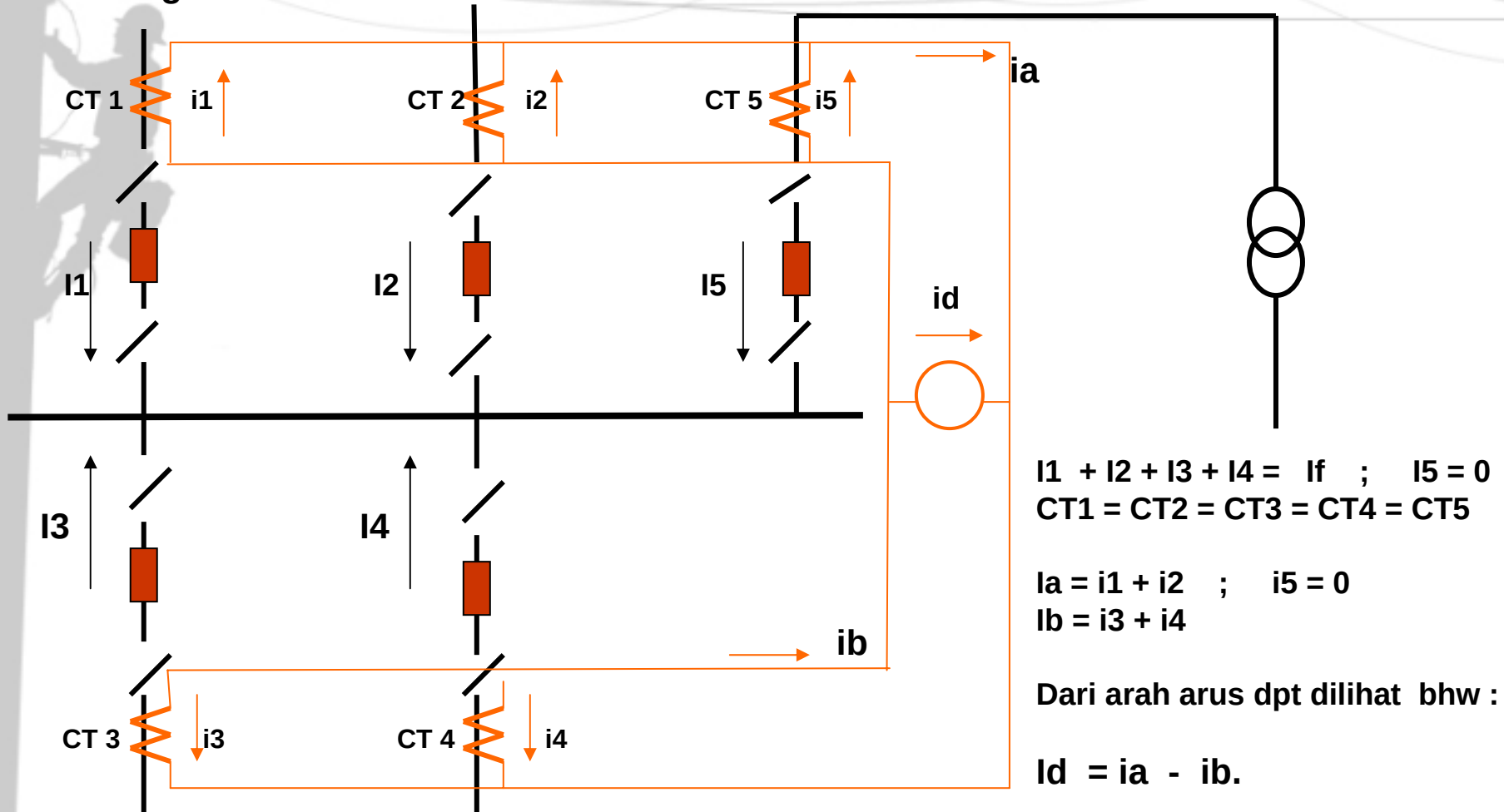
3.1.1 PRINSIP KERJA RELAY DIFERENSIAL SEBAGAI PENGAMAN BUSBAR.

Prinsip kerjanya adalah keseimbangan arus (membandingkan jumlah arus yg masuk dengan arus yg keluar busbar) artinya bila terjadi perbedaan antar kedua penjumlahan arus diatas maka relay akan bekerja.



B. GANGGUAN DI BUSBAR

Busbar yg menghubungkan antara dua sistem dan kedua sistem terdapat pemangkit maka :

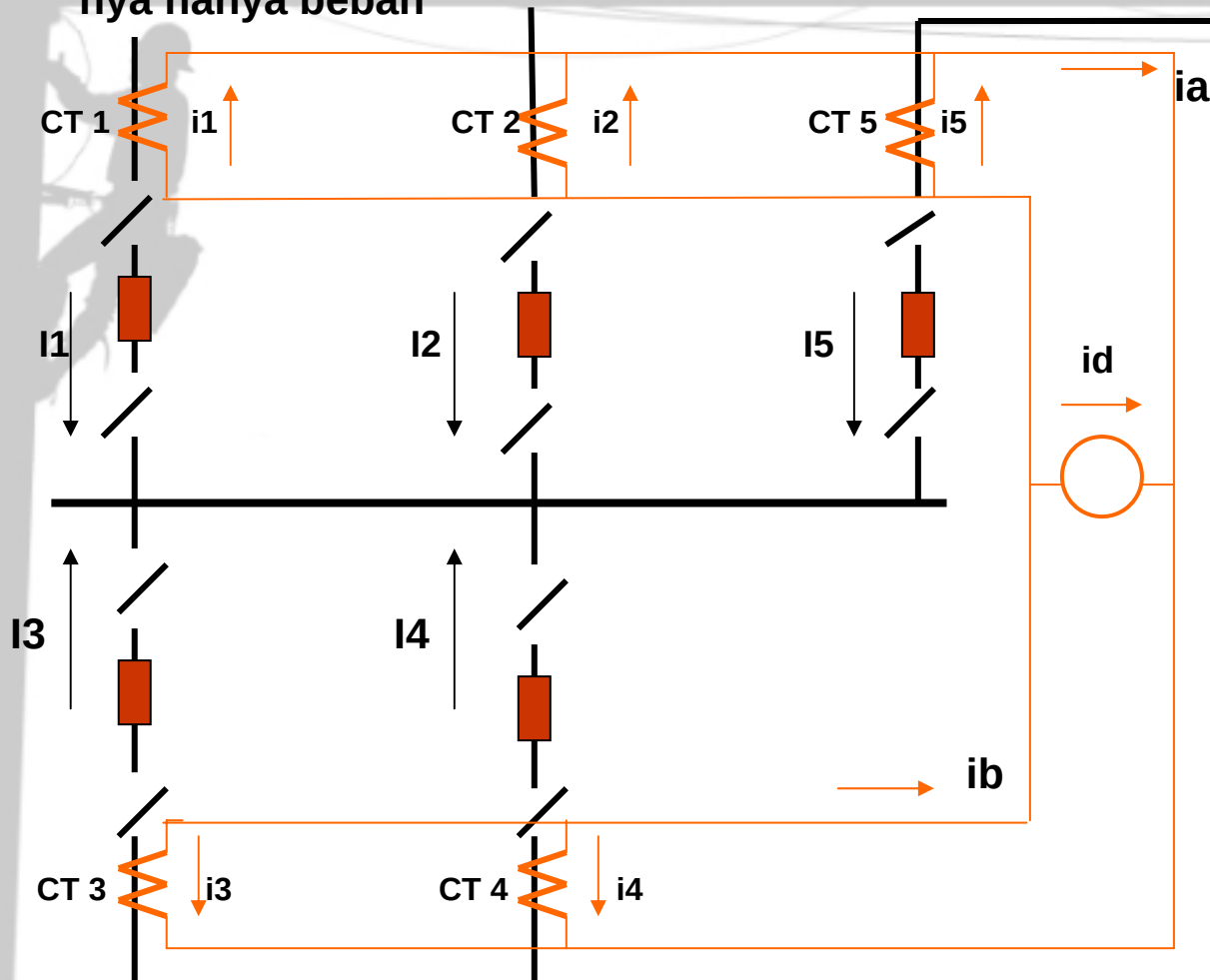


RELAY AKAN BEKERJA

MAKA CB 1 S.D. CB 5 **LEPAS**

C. GANGGUAN DI BUSBAR.

Busbar menghubungkan dua sistem, yg satu mempunyai pembangkit dan yang lainnya hanya beban



$$I_1 + I_2 = I_f ; \quad I_3 = I_4 = I_5 = 0$$

$$CT1 = CT2 = CT3 = CT4 = CT5.$$

$$I_a = I_1 + I_2 ; \quad I_5 = 0$$

$$I_3 = I_4 = I_5 = 0$$

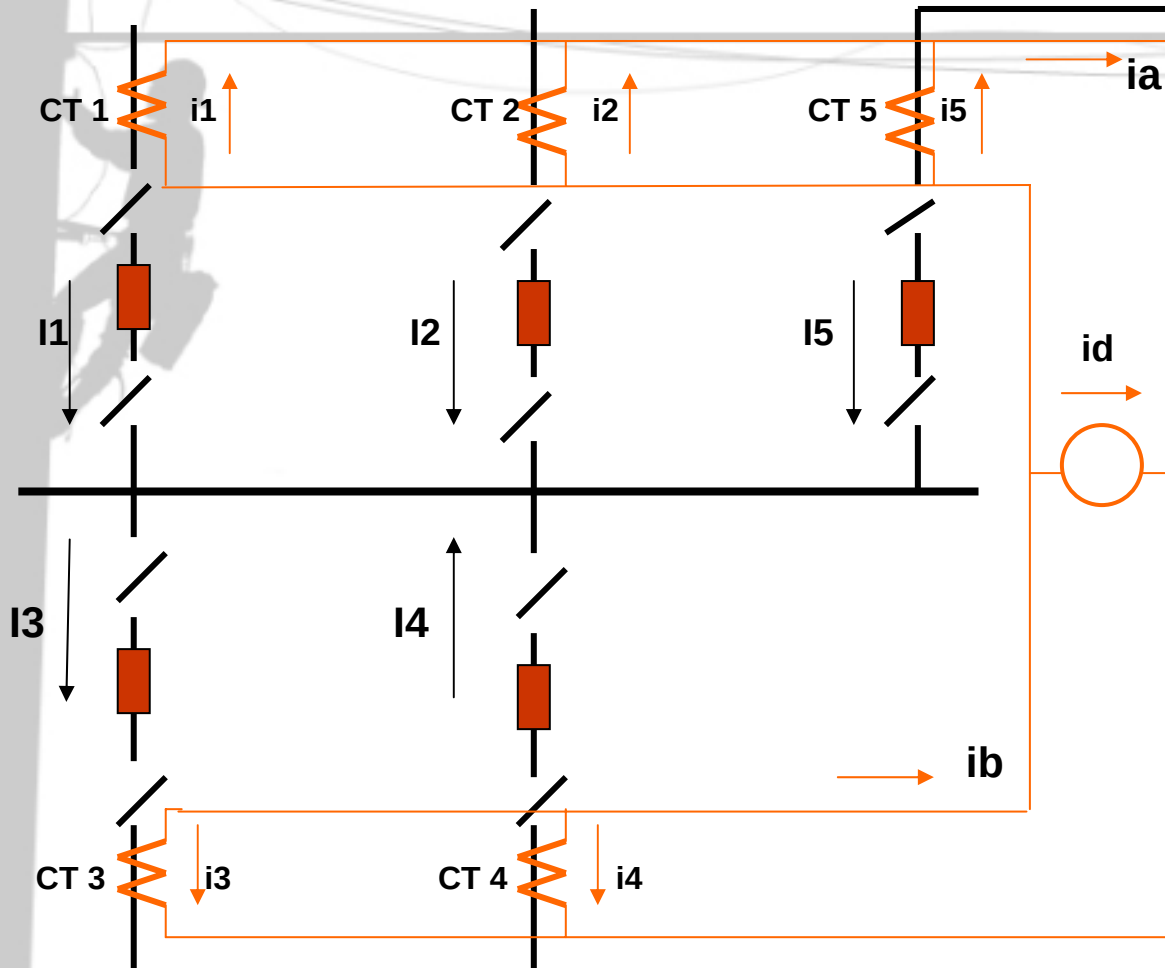
Dari arah arus dpt dilihat bhw:

$$I_d = I_a$$

RELAY AKAN BEKERJA

MAKA CB 1 S.D CB 5 **LEPAS**

D. GANGGUAN DILUAR DAERAH PENGAMANANNYA.



$$I_1 + I_2 + I_3 - I_4 \quad ; \quad I_5 = 0$$

$$CT1 = CT2 = CT3 = CT4 = CT5.$$

$$I_a = I_1 + I_2 \quad ; \quad I_b = I_3$$

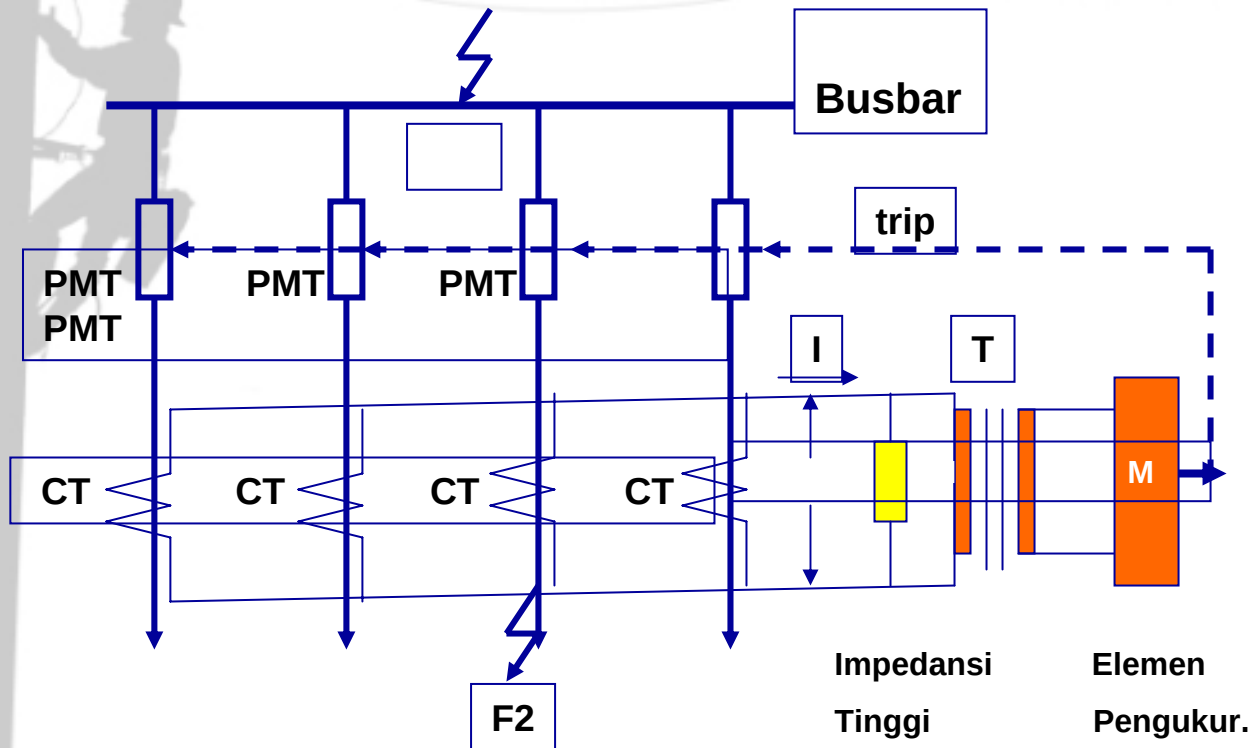
Dari arah sekundair dpt dilihat
bhw :

$$I_d = I_a + I_b - I_4 = 0$$

**SEHINGGA RELAY TIDAK
BEKERJA.**

3.1.2 PRINSIP KERJA RELAY DIFERENSIAL BER IMPEDANSI TINGGI.

Relay ini bekerja berdasarkan pada perbandingan beda vektor arus seperti dibawah ini. (berikut gb skema relay impedansi circulating current transformator).



Pada kondisi normal /gangguan di luar (F2) maka Jumlah vektor arus akan = 0

Tetapi bila gangguan di F1 maka keseimbangan arus terganggu, maka arus akan mengalir menuju impedansi

ZH dan akan menimbulkan drop tegangan VZH.

Selanjutnya tegangan mensuply unit relay pengukur

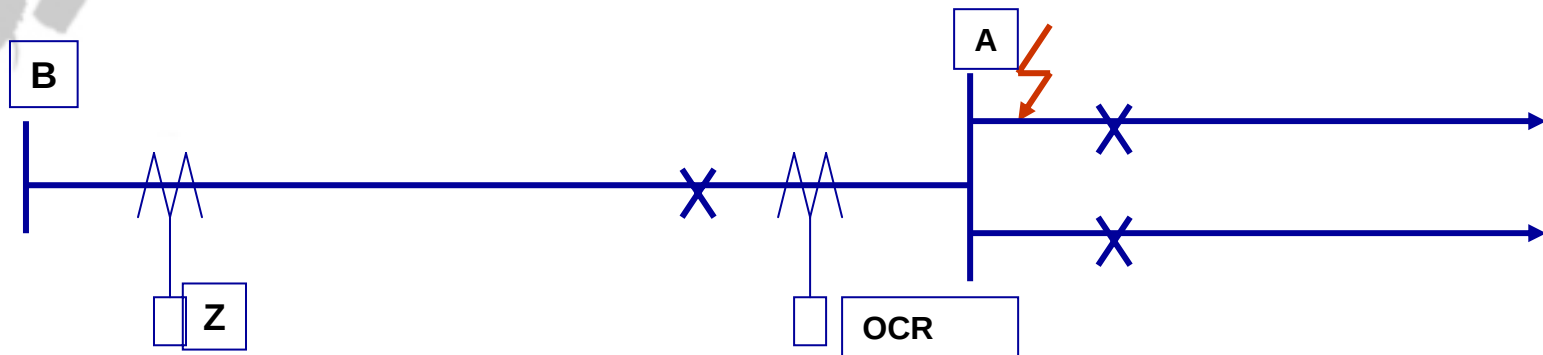
M melalui trafo (T).

Sehingga Relay bekerja utk melepas PMT

3.1.3 OVER CURRENT RELAY (RELAY ARUS LEBIH).

Relay proteksi arus lebih pada busbar hanya jika arus gangguan pada sistem tersebut rendah. Untuk arus lebih relay tersebut dipasang pada incoming feeder. Bila digunakan pada busbar kelemahan relay tersebut adalah :

- Waktu kerjanya lambat.
- Dapat memutuskan banyak feeder.



PROTEKSI BUSBAR DENGAN RELAY JARAK.

Relay tersebut digunakan pada busbar arus gangguan pada sistem rendah, dengan memanfaatkan Zone 2 dari relay jarak proteksi saluran input, tetapi untuk arus gangguan besar relay jarak tersebut hanya sebagai cadaangan pengaman busbar.

IV SISTEM PROTEKSI JARINGAN TEGANGAN TINGGI :

A. Tujuan proteksi pada jaring transmisi tegangan tinggi adalah :

- 1. Menangamankan peralatan terhadap kerusakan akibat gangguan.**
- 2. Melokalisir gangguan agar pemadaman sesingkat /sekecil mungkin.**
- 3. mencegah nagar sistem tidak black out total.**

B. Jenis-jenis gangguan pada Saluran transmisi tegangan tinggi:

- 1. Gangguan Hubung singkat antar fasa.**
- 2. Gangguan Hubung singkat fasa tanah.**
- 3. Gangguan Kawat putus.**

C. Sifat gangguan pada saluran transmisi tegangan tinggi :

- 1. Gangguan Temporer.**
Gangguan yang berlangsung singkat dan dapat hilang dengan sendirinya.
- 2. Gangguan Permanan.**
Gangguan yang berlangsung lama dan tidak dapat hilang dengan sendirinya.

SIMBOL - SIMBOL HURUF RELE PENGHANTAR 150 KV

44 S

RELE DISTANCE.

Berfungsi untuk medeteksi gangguan phasa - phasa .

44 G

RELE DISTANCE.

Berfungsi untuk medeteksi gangguan phasa - ground

21

RELE DISTANCE.

Berfungsi untuk medeteksi gangguan phasa - phasa dan phasa - ground

79

RELE RECLOSER.

Berfungsi untuk memasukan kembali PMT, pada saat PMT trip karena adanya rele yang bekerja.

86

RELE LOCK OUT (PENGUNCI) / FINAL TRIP.

Berfungsi untuk mencegah masuknya kembali PMT , pada saat terjadi gangguan permanen .

85 F

RELE CARRIER / PLCR TROUBLE .

Berfungsi untuk memberi informasi bahwa Carrier PLCR terganggu.

SIMBOL - SIMBOL HURUF RELE PENGHANTAR 150 KV

87PW

RELE DIFFERENTIAL KABEL.

Berfungsi untuk medeteksi gangguan phasa - phasa kabel tanah.

51

RELE OVER CURRENT .

Berfungsi untuk medeteksi gangguan phasa - phasa dan phasa - ground

52 F

GANGGUAN PMT .

Gangguan pada komponen PMT : Motor, AC 3 ph, Udara

SF6

GANGGUAN GAS SF6.

Terjadi gangguan penurunan kebocoran Gas SF6 pada PMT.

SIMBOL - SIMBOL HURUF RELE PENGHANTAR 70 KV

44 S

RELE DISTANCE.

Berfungsi untuk medeteksi gangguan fasa - fasa

50 G

RELE SELECTIVE GROUND .

Rele Utama berfungsi untuk medeteksi gangguan fasa - ground .

67G

RELE DIRECTIONAL GROUND .

Rele Cadangan berfungsi untuk medeteksi gangguan fasa - ground .

79

RELE RECLOSER.

Berfungsi untuk memasukan kembali PMT, pada saat PMT trip karena adanya rele bekerja.

86

RELE LOCK OUT (PENGUNCI) / FINAL TRIP.

Berfungsi untuk mencegah masuknya kembali PMT , pada saat terjadi gangguan permanen .

64 V

RELE VOLTAGE .

Berfungsi untuk mendeteksi gangguan tegangan menceng.

4.1 MACAM – MACAM RELAY JARINGAN TRANSMISI TEGANGAN TINGGI

1. Relay Jarak (Distance relay).

Untuk mendeteksi gangguan fasa – fasa / fasa – tanah.

2. Relay defrensial pilot kabel (Pilot Wire Diferensial Relay).

Untuk mendeteksi gangguan fasa – fasa / fasa – tanah pd SUTT/SKTT

3. Relay Arus Lebih Berarah (Disrectional Over Current Relay).

Untuk mendeteksi gangguan fasa – fasa pada satu arah.

4. Relay Arus Lebih.

Untuk mendetreksi gangguan fasa – fasa / fasa – tanah pada SUTT / SKTT, relay ini sebagai pengaman cadangan pada SUTT / SKTT.

5. Relay Gangguan Tanah Berarah.

Untuk mendeteksi gangguan SUTT thd gangguan fasa – tanah.

6. Relay Gangguan Tanah Selektif.

Untuk mendeteksi gangguan SUTT thd gangguan fasa – tanah.

7. Relay Tegangan Lebih.

Untuk mendeteksi gangguan pada SUTT / SKTT thada tegangan I lebih.

8. Relay Penutup Balik (Reclosing relay / Recloser).

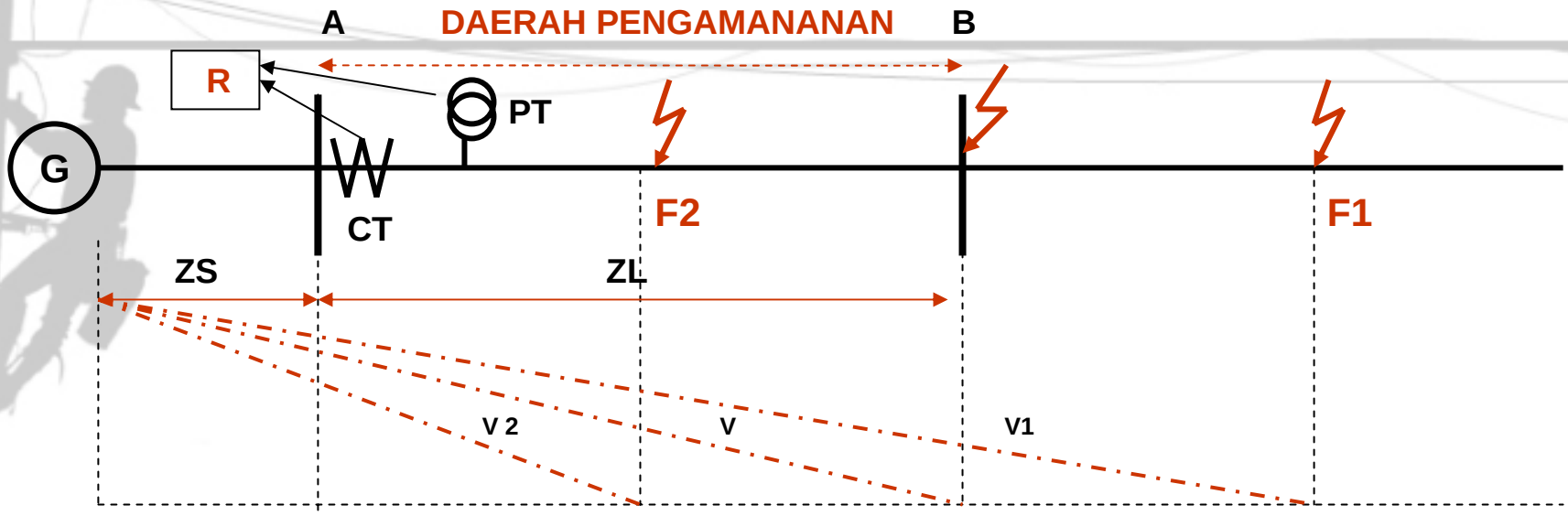
Untuk menormalkan kembali gangguan yg terjadi pd SUTT / SKTT saat terjadi gangguan yg bersifat Temporer / Sesaat.

9. Relay Frekwensi kurang (Under Frekwensi).

Untuk melepas PMT pada SUTT / SKTT bila terjadi peneurunan Fre kwensi pada sistem.

4.2 PRINSIP KERJA RELAY JARAK (DISTANCE RELAY).

Adalah membandingkan tegangan dan arus pada lokasi yg sama .



Gangguan di BUS B (batas pengamanan), Tegangan yg diukur di A adalah V.

$$V = I_f \cdot Z_L$$

Perbandingan Tegangan dan Arus di A.

$$\frac{V}{I_f} = \frac{I_f \cdot Z_L}{I_f} = Z_L$$

Gangguan di F1 (diluar derah pengamanan) tegangan yg diukur di A adalah $V_1 > V$

$$V_1 = I_{f1} \cdot Z_1$$

Perbandingan arus dan tegangan di A adalah :

$$\frac{V_1}{I_{f1}} = \frac{I_{f1} \cdot Z_1}{I_{f1}} = Z_1$$

Karena $V_1 > V$ dan $I_{f1} = I_f$, maka $Z_1 > Z_L$. $\rightarrow$ Maka relay tdk bekerja.

Gangguan di F2 (diluar daerah pengamanan).

Tegangan yang diukur di A adalah $V_2 < V$.

$$V_2 = I_{f2} \cdot Z_2$$

Perbandingan aruys dan tegangan di A adalah :

$$\frac{V_2}{I_{f2}} = \frac{I_{f2} \cdot Z_2}{I_{f2}} = Z_2$$

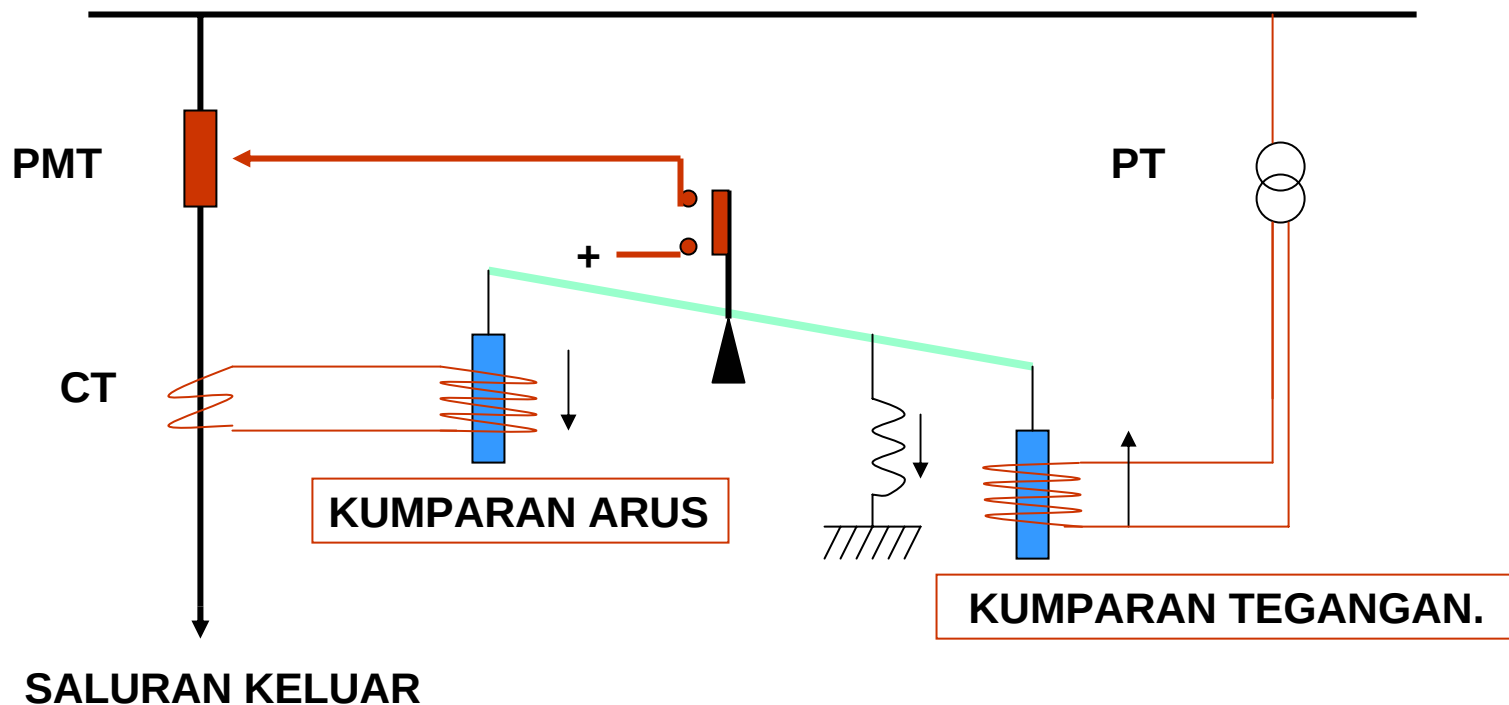
Karena $V_2 < V$ dan $I_f = I_{f2}$, maka $Z_2 < Z_L$ $\rightarrow$ Maka Relay bekerja

4.3 JENIS DAN KARAKTER RELAY JARAK (DISTANCE).

Relay jarak pada dasarnya adalah relaya Impedansi, tetapi macam-macamnya adalah sbb :

1. RELAY JARAK JENIS INPEDANSI.

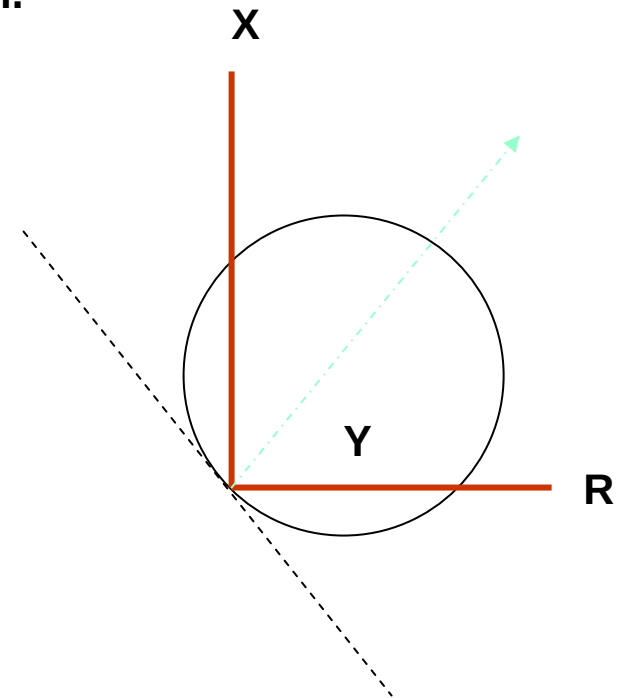
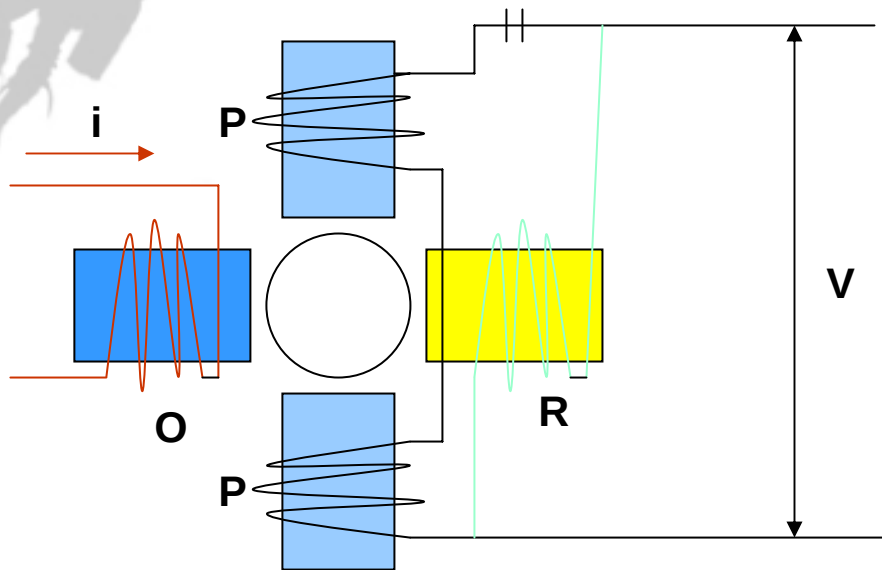
Membandingkan kopel elemen tegangan dengan kopel elemen arus. Elemen Arus menghasilkan kopel POSITIP & Elemen tegangan menghasilkan kopel NEGATIP.



2. RELAY JARAK JENIS MHO (ADMITANSI).

Prinsip kerja relay jarak jenis MHO Atau Admitansi adalah bila kopel kerjanya lebih besar dari pada kopel penahannya.

Karakteristik kerjanya spt pada diagram R – X, yang merupakan lingkaran dgn sumbu Koordnat R – X dibawah ini , Relay tersebut telah berarah sehingga tdk diperlukan relay arah spt pada jenis relay Impedansi.



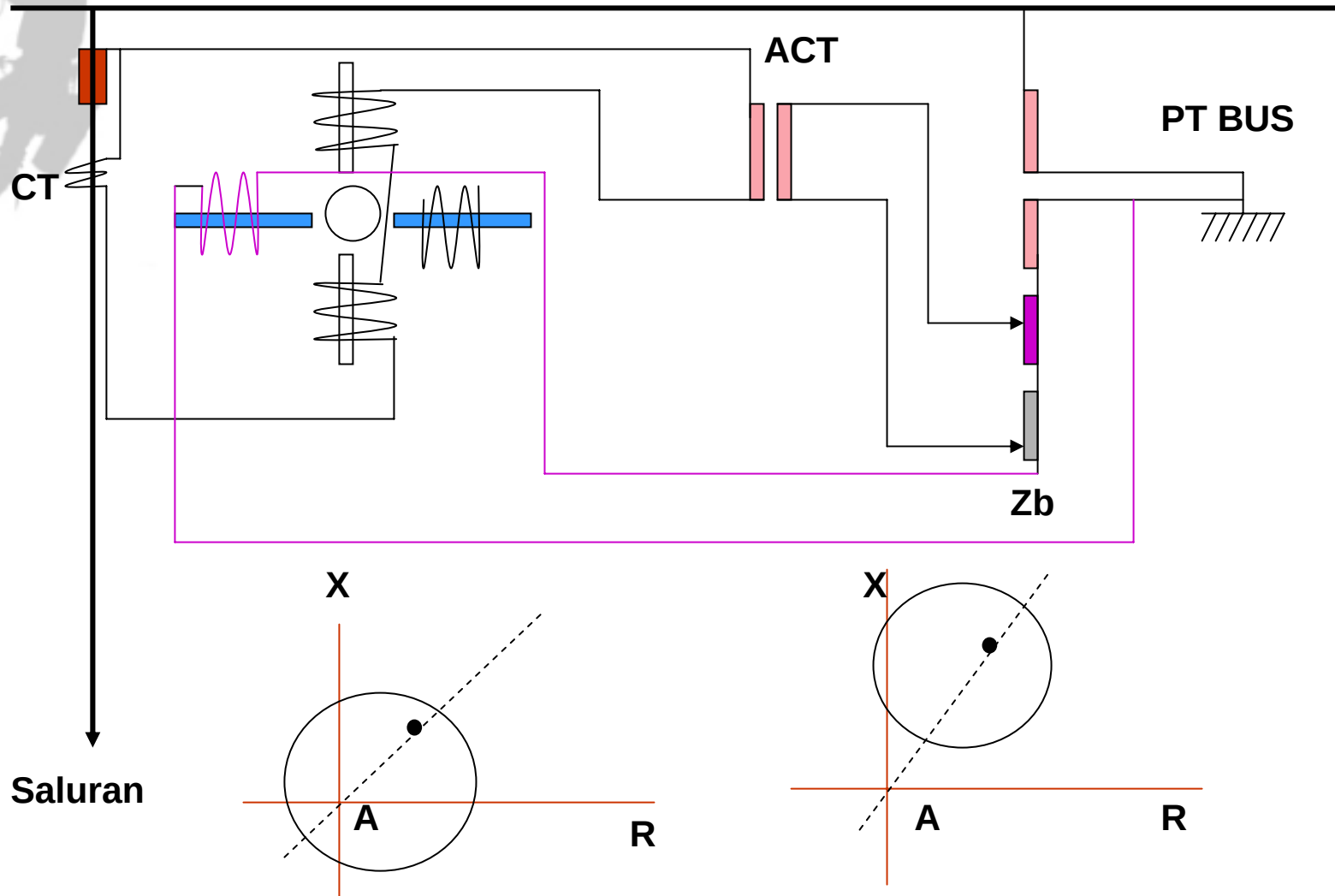
O = Kumparan Kerja.

R = Kumparan penahan.

P = Kumparan Arah

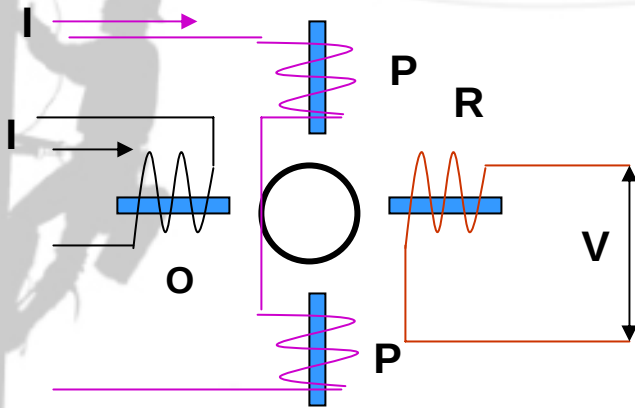
3. RELAY JARAK JENIS MHO TERGESER.

Relay jarak jenis MHO dapat digeser dgn memasukkan faktor arus bantu ACT dan impedansi Z_b pd rangkaian kumparan tegangan relay ini

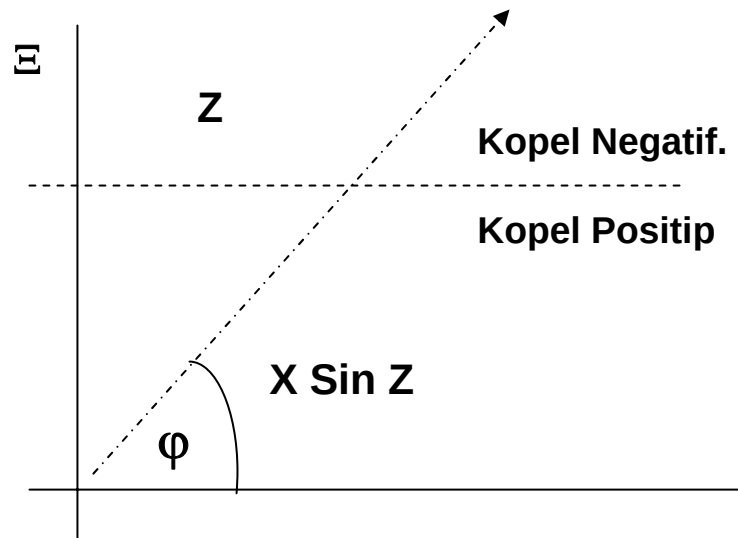


4. RELAY JARAK JENIS REAKTANSI.

Relay jenis reaktansi, kopel dihasilkan dari elemen arus dibandingkan dengan kopel yang dihasilkan oleh relay arah.



O = Kumparan kerja.
R = Kumparan Penahan.
P = Kumparan Arah.



4.4 SUSUNAN RELAY JARAK .

1. SIRKIT MASUKAN :

adalah suatu peralatan yg digunakan utk memilih fasa arus da tegangan yang terganggu utk dimasukkan ke relay pengukur dan relay arah.

2. ELEMEN STARTING ATAU PERASA GANGGUAN.

Elemen ini secara terus menerus mendeteksi besaran-besaran listrik, bila terjadi gangguan maka elemen ini akan mengirim signal ke relay.

- a. Memberi rangsangan pada relay waktu agar segera bekerja, guna menentukan waktu kerja pada kawasan / Zone 2 atau 3.
- b. Secara langsung ataupun tidak akan mengatur kontak-kontak (sirkuit input), utik menempatkan elemen pengukur dan arah pd tegangan dan arus yg sesuai dng macangangguanserta fasa-fasa yg terganggu.

3. ELEMEN PENGUKUR JARAK DAN ARAH.

Peran dari elemen ini adalah untuk menentukan batas-batas kawasan (zone) yang diawasi serta arahnya.

Jenis pengukurnya adalah : - Jenis Admitansi (MHO).
- Jenis reaktansi.

Utk jenis Admitansi sekaligus dapat berfungsi utk mengukur jarak dan arah.
Utk jenis Reaktansi harus dilengkapi dengan relay arah.

4. PERALATAN DAN SIRKIT TAMBAHAN.

- | | | |
|-----------------|---------------------|----------------|
| - PEMILIH FASA. | - TRIPING COIL. | - SIGNALISASI. |
| - RELAY WAKTU. | - RELAY AUTO SWING. | |

V SISTEM PENGAMAN PENYULANG TEGANGAN MENENGAH. (Dan udah dibahas pada bab V)

Pengaman pd penyulang terdapat pada sel-sel tegangan menengah 20 KV.

Tujuan pengaman JTM :

- Mencegah / membatasi kerusakan JTM (SUTM/SKTM) berserta peralatannya thd arus hubung singkat.
- Membatasi daerah yg terganggu sekecil mungkin, sehingga pelayanan pada konsumen masih tetap berlangsung.

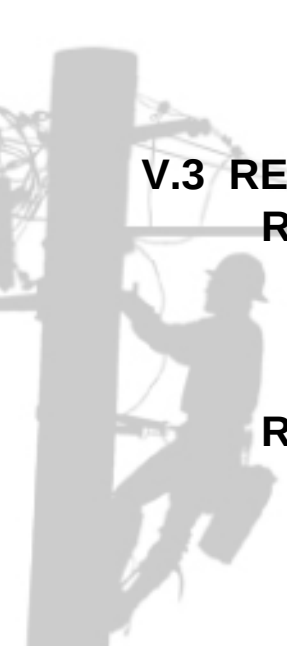
V.1 RELAY ARUS LEBIH (OCR).

Relay tersebut mengamankan JTM thd arus hubung singkat antar fasa.

Bekerjanya berdasarkan adanya kenaikan arus yg melebihi batas dalam waktu tertentu.

V.2 RELAY GANGGUAN TANAH (GROUND FAULT RELAY).

Relay tersebut digunakan pada gangguan fasa tanah dan hanya efektif bila sistem distribusinya menggunakan sistem tahanan rendah dan solid (langsung).



V.3 RELAY ARUS LEBIH BERARAH (DIRECTIONAL OVER CURRENT RELAY).

Relay tersebut memiliki elemen arah , serta disuply dengan 2 besara listrik.

- a. Tegangan , sebagai patokan karena memiliki sudut fasayg tetap.
- b. Arus, sebagai besaran kerja karena fasanya tergantung pada lokasi gangguan.

Relay Arus Lebuah Berarah memiliki 2 elemen kerja a.l.:

- a. Elemen arah yg berfungsi untuk menentukan arah kerja relay.
- b. Elemen kerja yg berfungsi untuk mendeteksi besaran arys gangguan.

V.4 RELAY BEBAN LEBIH.

Relay beban lebih bekerjanya bersifat thermis, LEBIH ditekankan pd besarnya arus yg telah dilampauinya dalam waktu tertentu dan pengamannya menggunakan relay thermis.

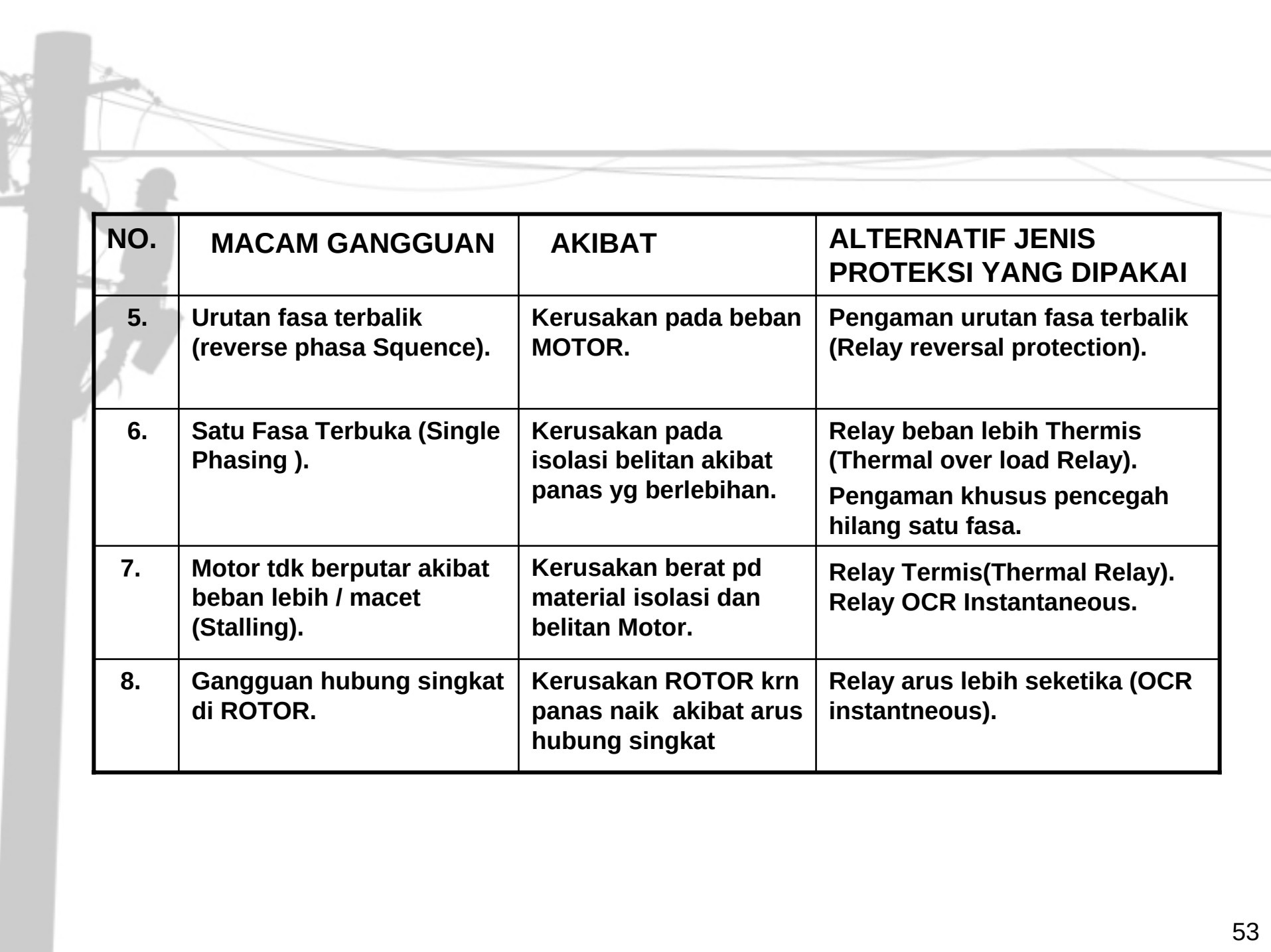
Prinsip kerjanya dengan elemen bimetal yg sangat sensitip thd panas akibat arus dari rangkaian trafo arus yg menunjukkan arus lebih.

V.5 RELAY FREKWENSI KURANG (Under Frekwensi Relay).

Relay ini berfungsi untuk melepas PMT penyulang bila frekwensi sistem menu run, pengukuran frekwensi mngambil dari PT.

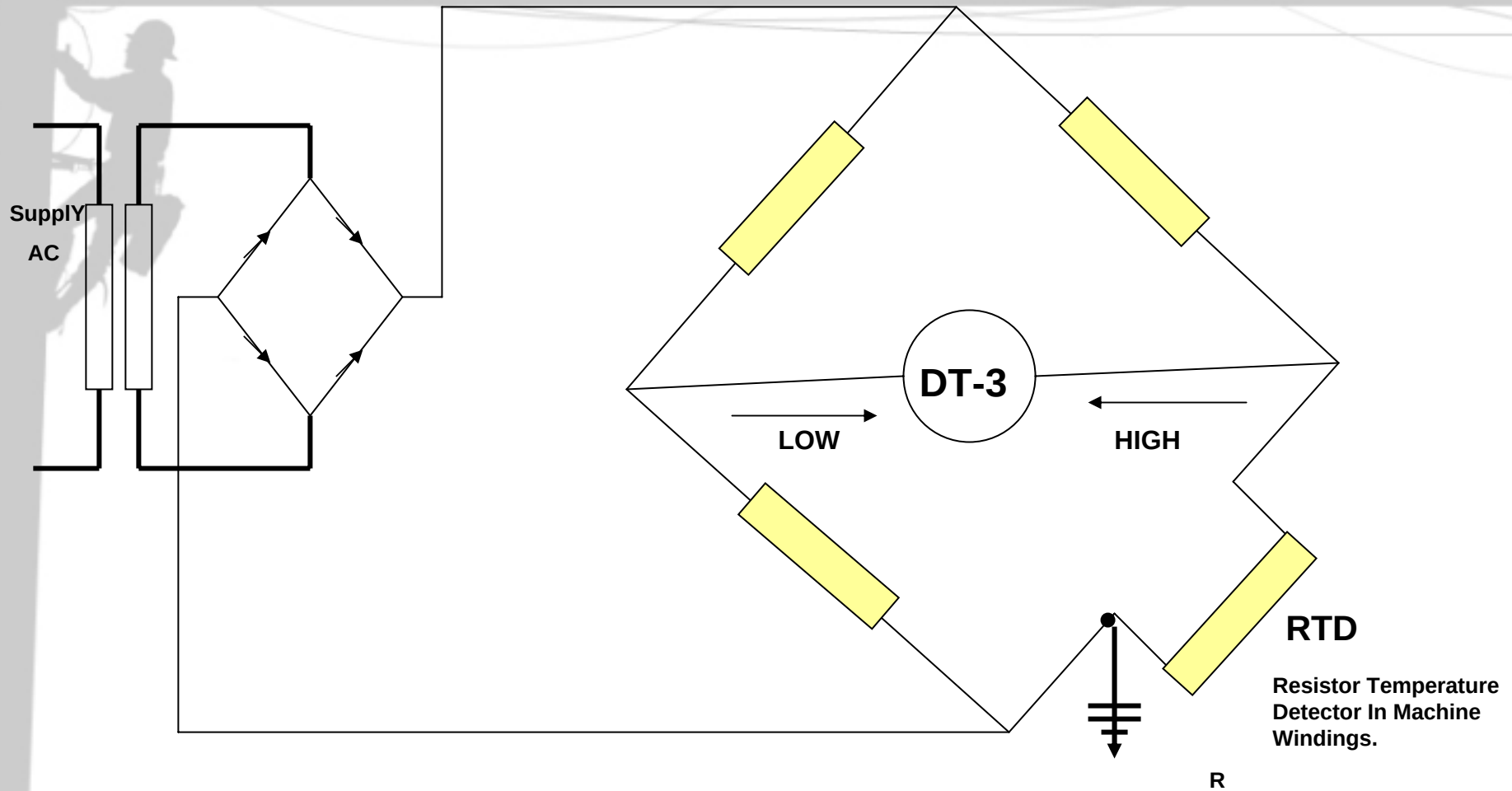
VI PROTEKSI MOTOR

NO.	MACAM GANGGUAN	AKIBAT	ALTERNATIF JENIS PROTEKSI YANG DIPAKAI
1.	Beban lebih (Over Current).	Terjadi kenaikan suhu: -Usia belitan menurun. -Kerusakan Isolasi.	-Over load relese. -Relay beban lebih termis. -Relay OCR seketika.(Instant.) -MCB khusus.
2.	Hubung singkat fasa-fasa dan fasa tanah,	-Isolasi rusak akibat I na ik yg besar. -rusak inti akibat arcing.	-Peng. Lebur High Recture Capaci Ty fuse (HRC Fuse). -Relay OCR GF Instant. -Relay Deferensial.
3.	Tegangan Kurang/Lebih (under/over Voltage)	-Isolasi rusak akibat pa- nas dan dadalnya nilai isolasi.	-Relay Under Voltage. -Relay Over Voltage.
4.	Tegangan tdk seimbang (Unbalance Voltage).	Kerusakan ROTOR krn panas naik akibat arus urutan NEGATIP pd STATOR.	-Relay Arus urutan Negatif.(Neg. Phasa Squence Relay). - Relay Teg. Uruta Fasa Negatip.

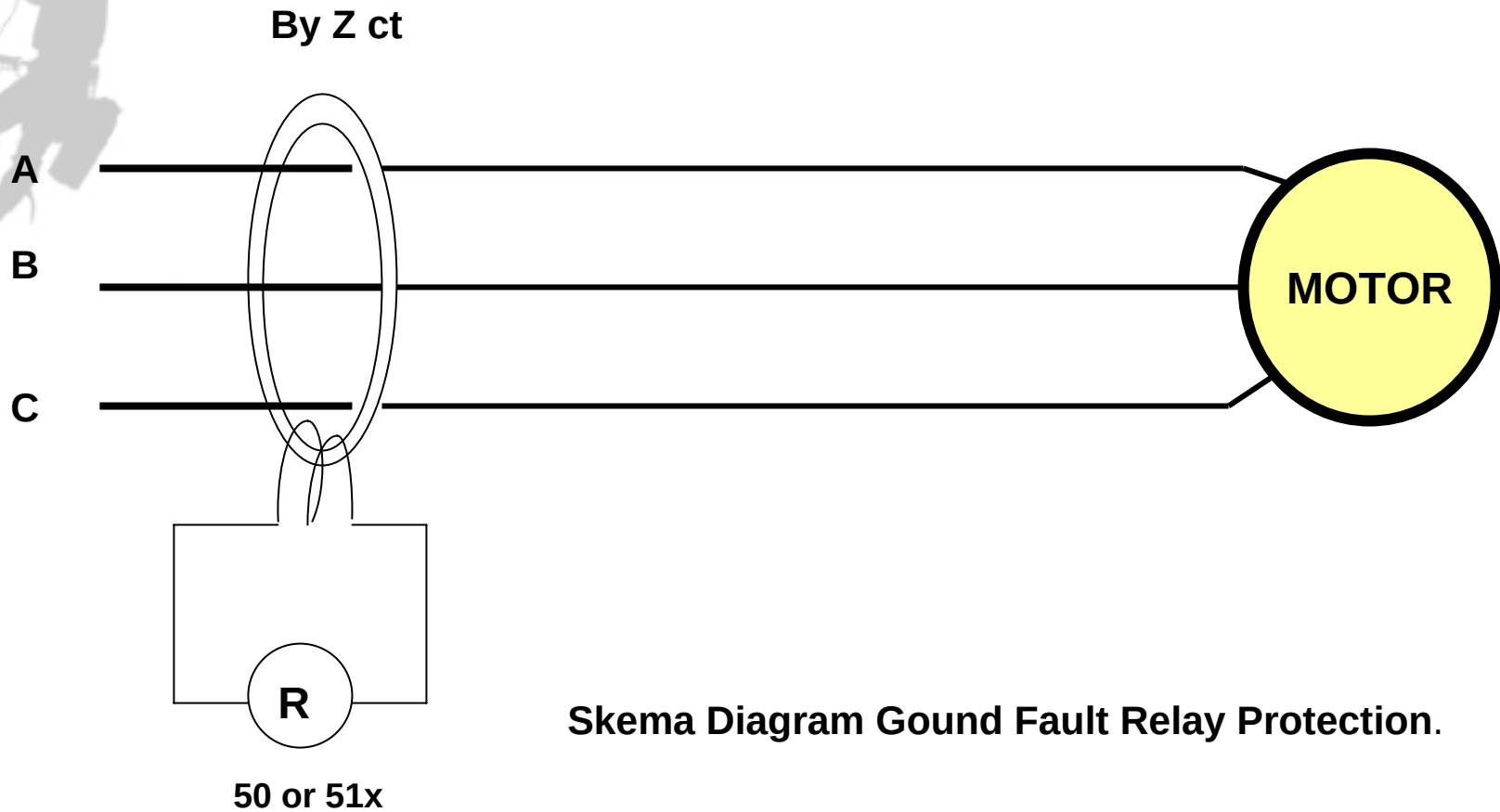


NO.	MACAM GANGGUAN	AKIBAT	ALTERNATIF JENIS PROTEKSI YANG DIPAKAI
5.	Urutan fasa terbalik (reverse phasa Squence).	Kerusakan pada beban MOTOR.	Pengaman urutan fasa terbalik (Relay reversal protection).
6.	Satu Fasa Terbuka (Single Phasing).	Kerusakan pada isolasi belitan akibat panas yg berlebihan.	Relay beban lebih Thermis (Thermal over load Relay). Pengaman khusus pencegah hilang satu fasa.
7.	Motor tdk berputar akibat beban lebih / macet (Stalling).	Kerusakan berat pd material isolasi dan belitan Motor.	Relay Termis(Thermal Relay). Relay OCR Instantaneous.
8.	Gangguan hubung singkat di ROTOR.	Kerusakan ROTOR krn panas naik akibat arus hubung singkat	Relay arus lebih seketika (OCR instantneous).

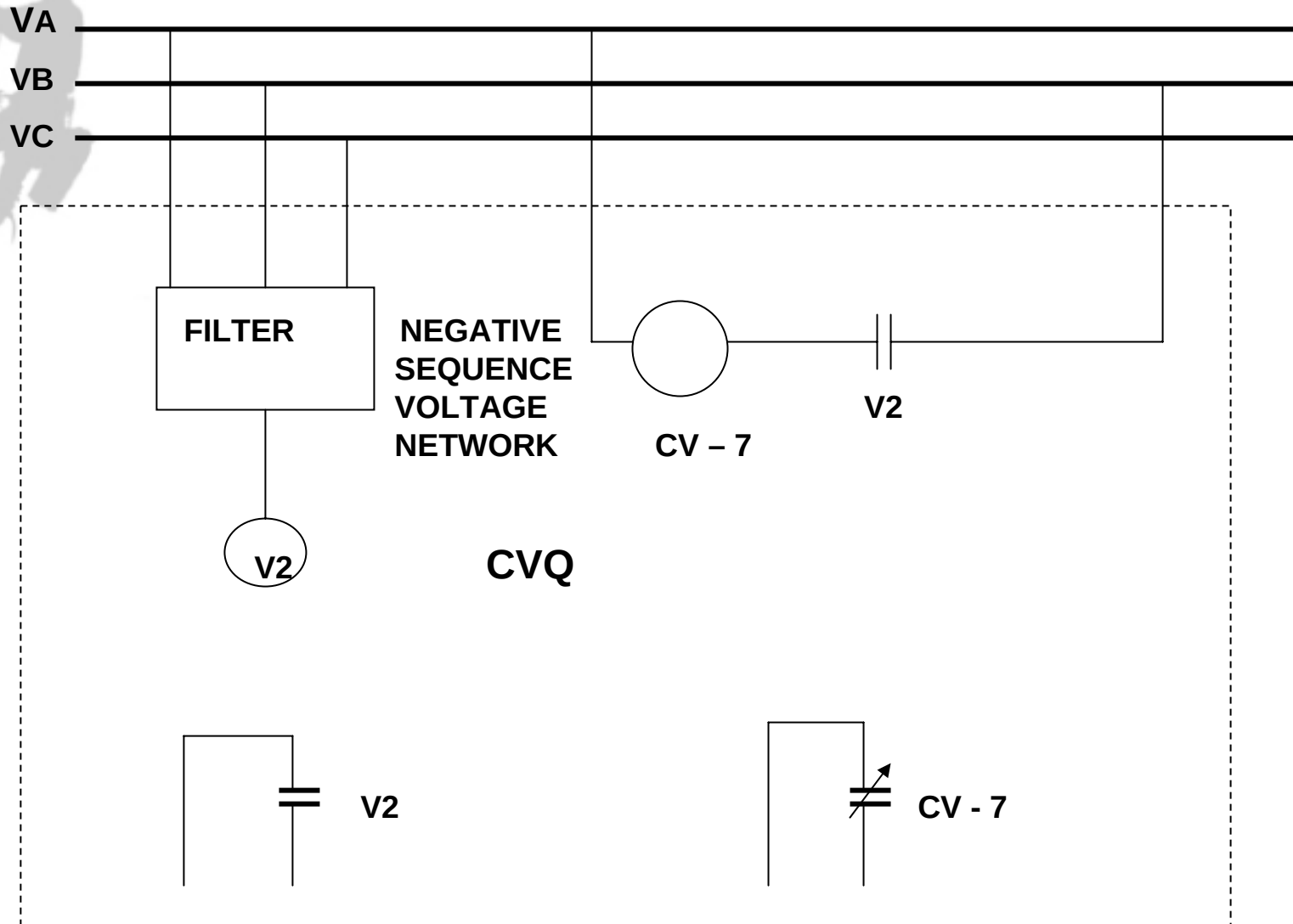
RELAY BEBAN LEBIH (Thermal over load relay).



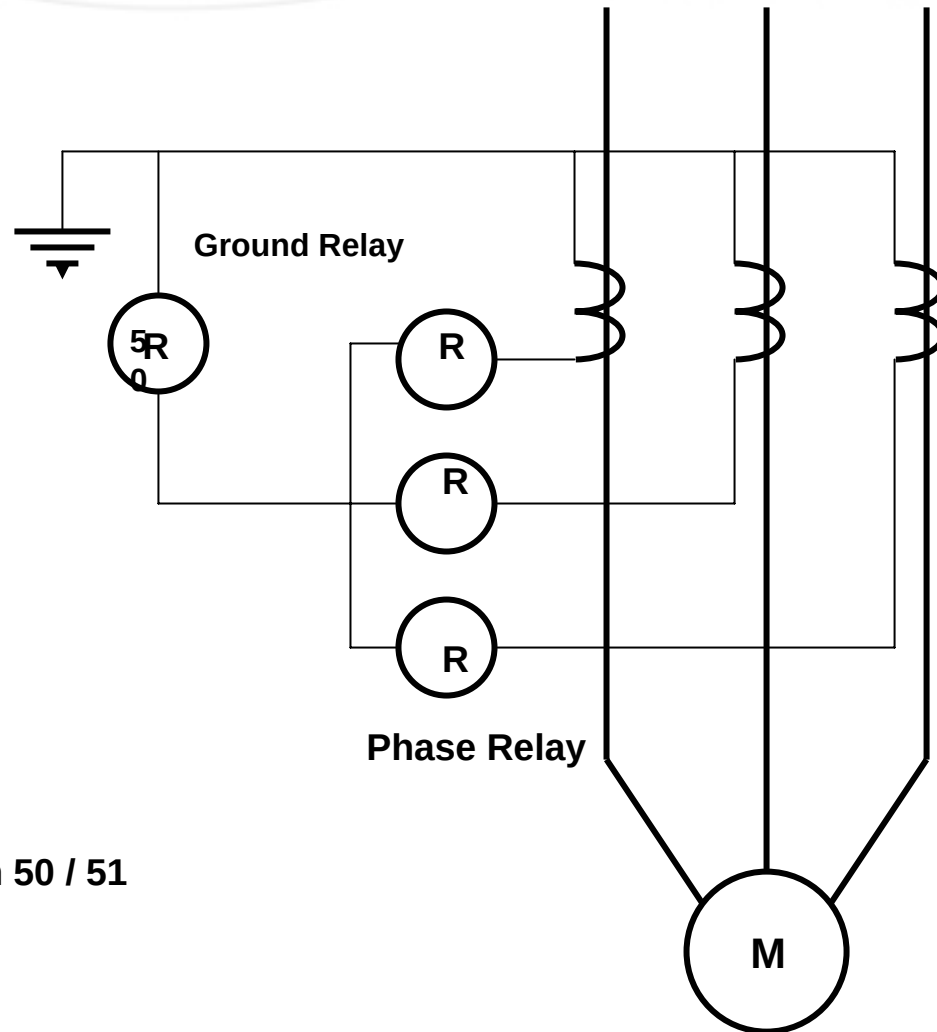
POTEKSI GANGGUAN HUBUNG TANAH (Ground Fault Protection).



RELAY TEGANGAN URUTAN NEGATIF (Relay Negatif or under voltage).



RELAY PROTEKSI ARUS LEBIH (Over Current Relay).



Relay yg digunakan 50 / 51

Sekian
Tatap muka XV

Terima kasih

