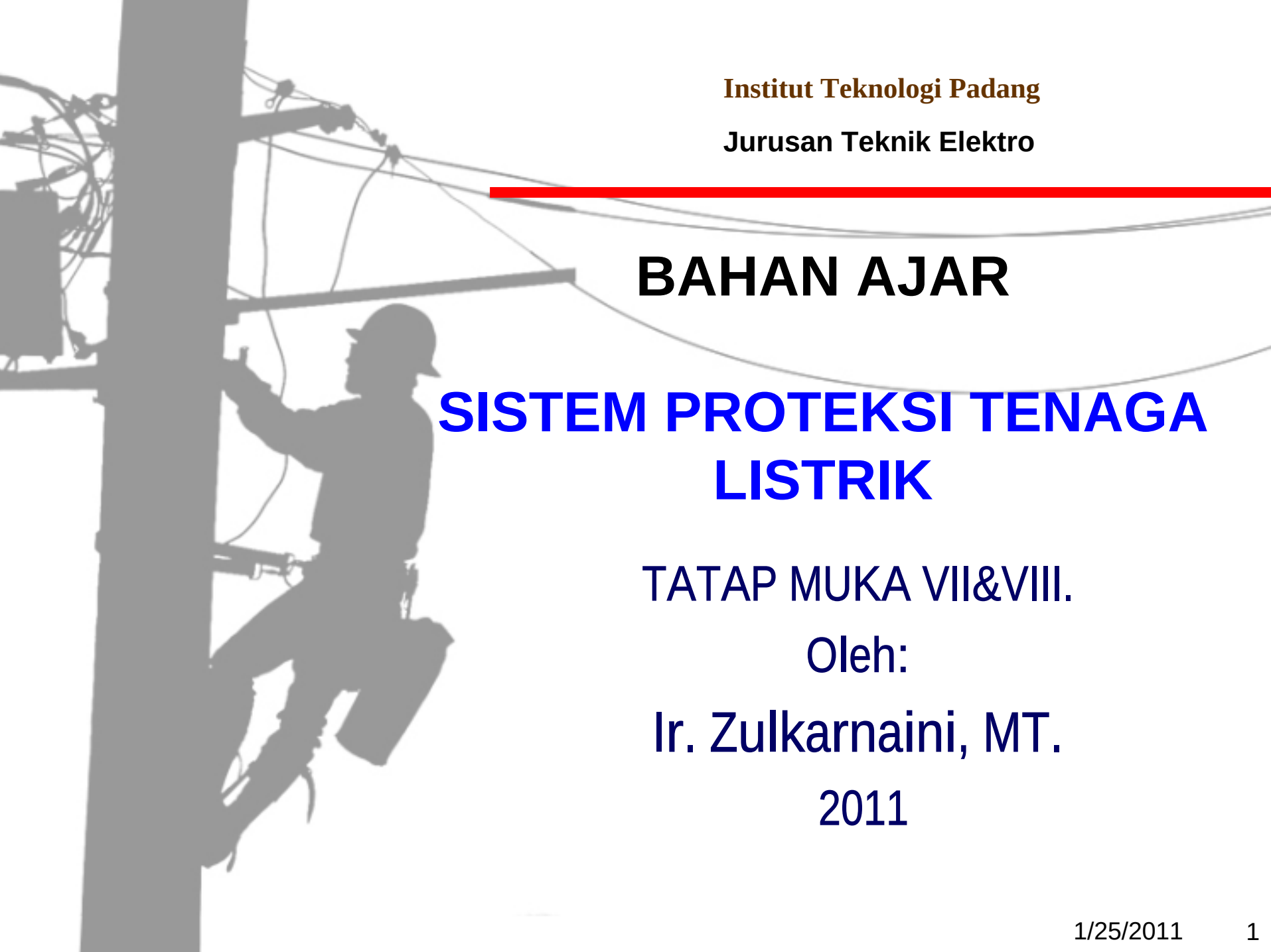




Institut Teknologi Padang

Jurusan Teknik Elektro

BAHAN AJAR

SISTEM PROTEKSI TENAGA LISTRIK

TATAP MUKA VII&VIII.

Oleh:

Ir. Zulkarnaini, MT.

2011

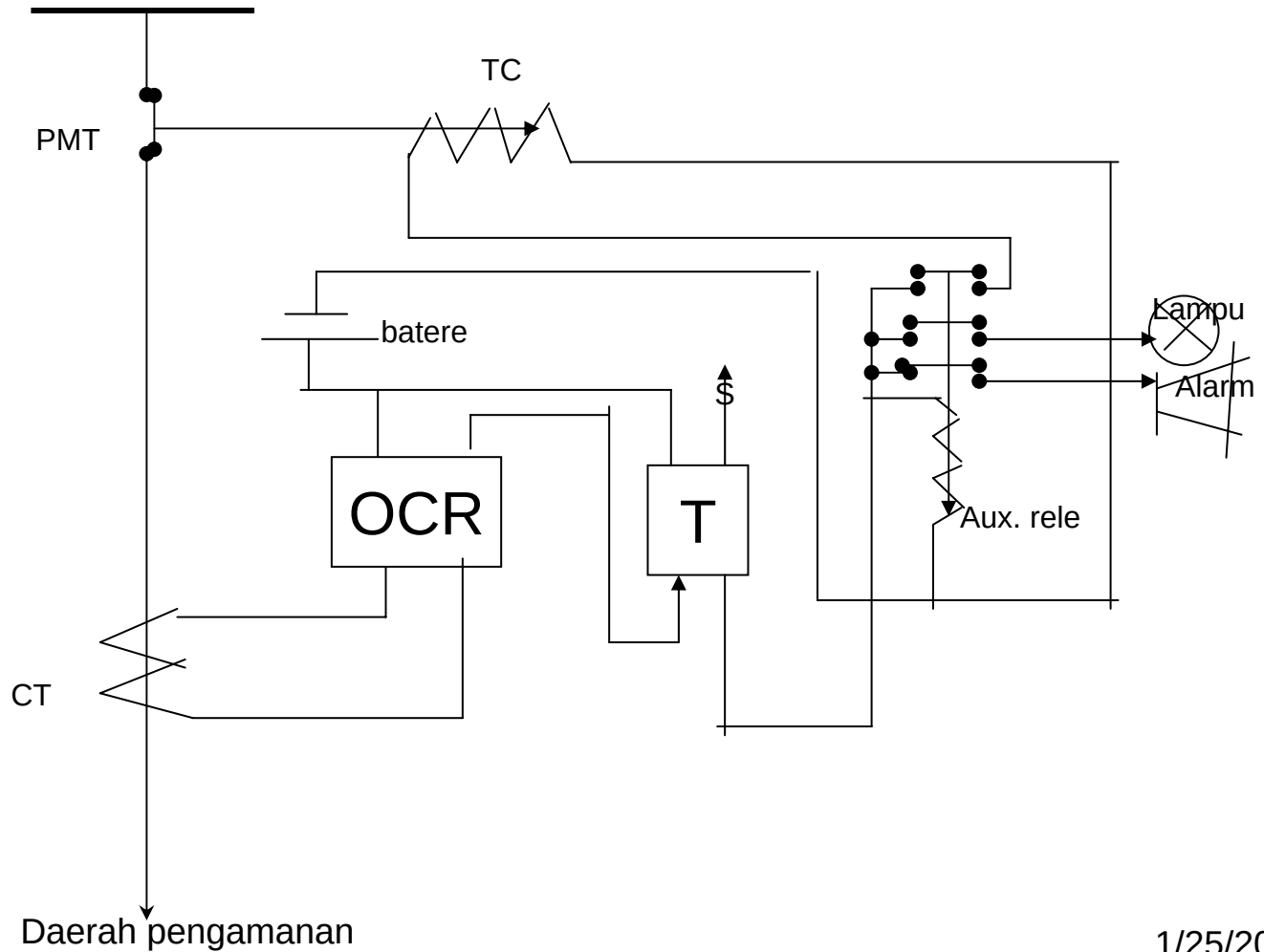
Pendahuluan

- 
- A silhouette of a worker wearing a hard hat and safety harness, climbing or working on a utility pole. The pole is on the left side of the slide, and power lines are visible extending from it across the top.
- Relay arus lebih adalah sederhana, murah dan bekerjanya lebih cepat. Proteksi arus lebih sangat berbeda dari perlindungan terhadap beban lebih,
 - Rele arus lebih banyak digunakan untuk mengamankan peralatan terhadap gangguan hubung singkat antar fase, hubung singkat satu fase ke tanah dan dapat digunakan sebagai pengaman beban lebih.
 - Juga digunakan sebagai pengaman utama pada jaringan distribusi dan sub-transmisi sistem radial.
 - Sebagai pengaman cadangan generator, transformator daya dan saluran transmisi.

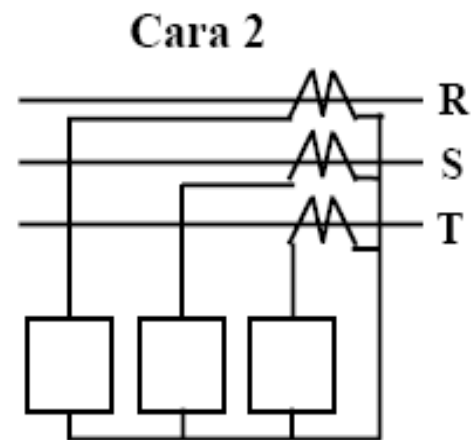
RELE ARUS LEBIH / OVER CURRENT RELAY (OCR)

- Over Current relay adalah nama yang diberikan pada rele protection yang memberikan respon adanya arus tertentu
- Secara praktis pemakaian OCR sebagai proteksi hub. Singkat dan keadaan tdk normal pada operasi transmisi dan distribusi
- Jaringan (saluran) yang diamankan pada arus lebih dapat dilakukan dengan distance atau pilot relay
- Tetapi dengan menggunakan OCR lebih simple, murah , mudah dioperasikan dan

Prinsip Kerja OCR



Relai dialiri oleh Arus Fasa, Tetapi Juga Dialiri oleh Arus Beban, maka $I_{set} > I_{beban}$





FUNGSI

**SEBAGAI PENGAMAN UTAMA ATAU CADANGAN
UNTUK GANGGUAN HUBUNG SINGKAT**

**FASA – FASA
FASA – TANAH**

APLIKASI

PENGAMAN UTAMA

JTM (DISTRIBUSI)

GENERATOR (Kapasitas kecil)

TRAFO DAYA (Kapasitas kecil)

MOTOR

SEBAGAI PENGAMAN CADANGAN



PENGERTIAN RELAI ARUS LEBIH

***SUATU RELAI YANG BEKERJANYA
BERDASARKAN ADANYA KENAIKAN
ARUS YANG MELAMPAUI NILAI
SETTINGNYA .***

A faint, light gray silhouette of a utility worker is visible on the left side of the slide. The worker is positioned on a vertical pole, facing right, and appears to be working with wires or equipment. The background shows a series of horizontal lines representing power lines stretching across the slide.

JENIS RELAI ARUS LEBIH

- ***NON DIRECTIONAL***
- ***DIRECTIONAL***
- ***KONTROL TEGANGAN***
- ***PENAHAN TEGANGAN***



KARAKTERISTIK

@ ARAH

1. TIDAK BERARAH (NON DIRECTIONAL)
2. BERARAH (DIRECTIONAL)

@ ARUS – WAKTU

1. TANPA TUNDA (MOMENT = INSTANT)
2. TUNDA WAKTU (TIME DELAY)
 - # DEFINITE (TERTENTU) = INDEPENDEN
 - # INVERSE (I – t BERBANDING TERBALIK)
= DEPENDEN

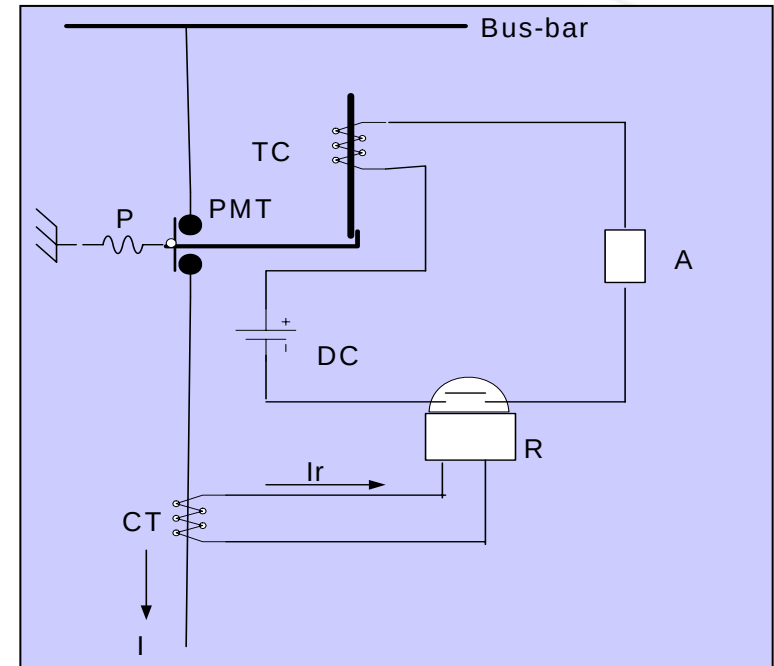
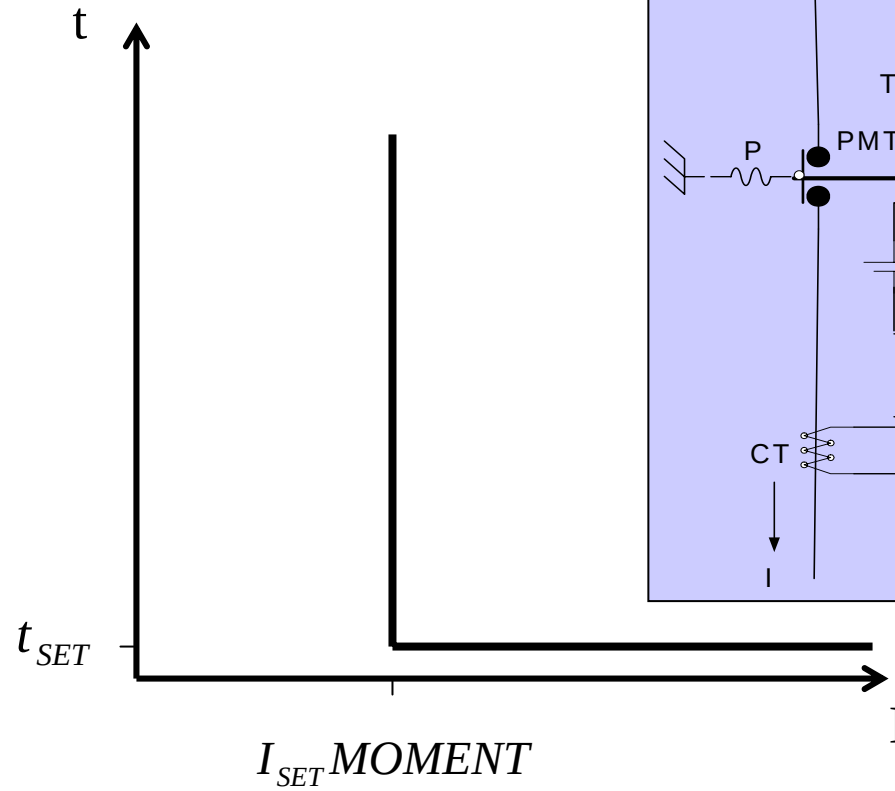
SI / NI = Standard / Normal Iverse

VI = Very Inverse

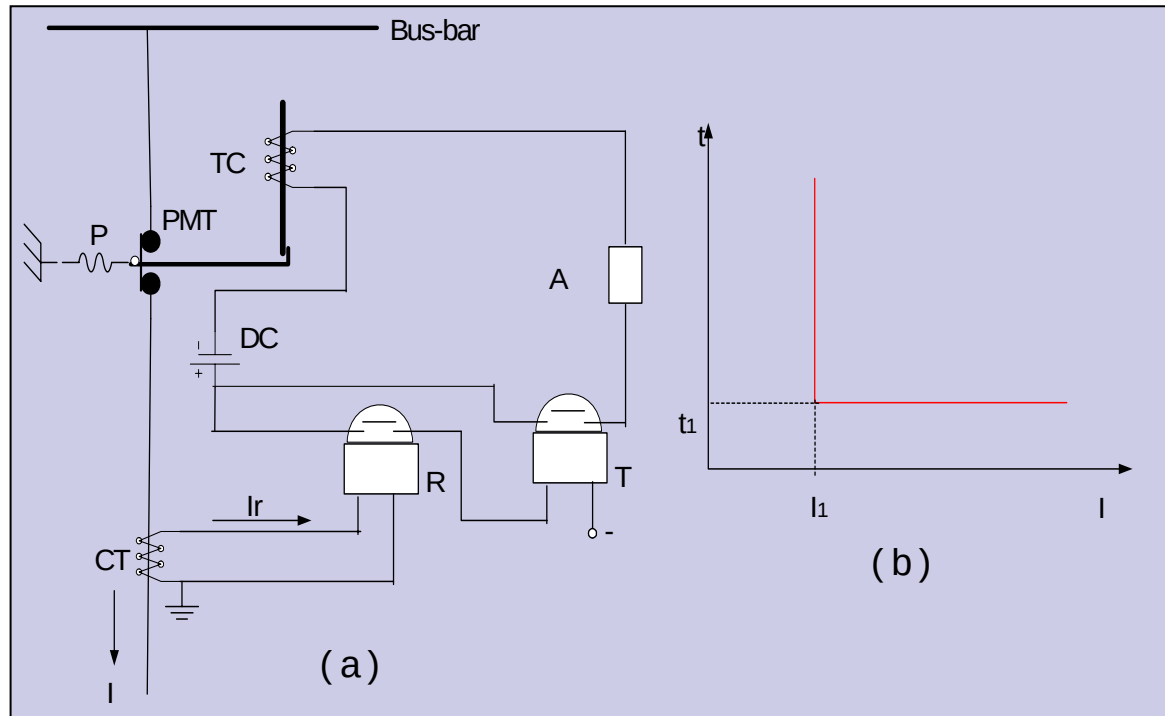
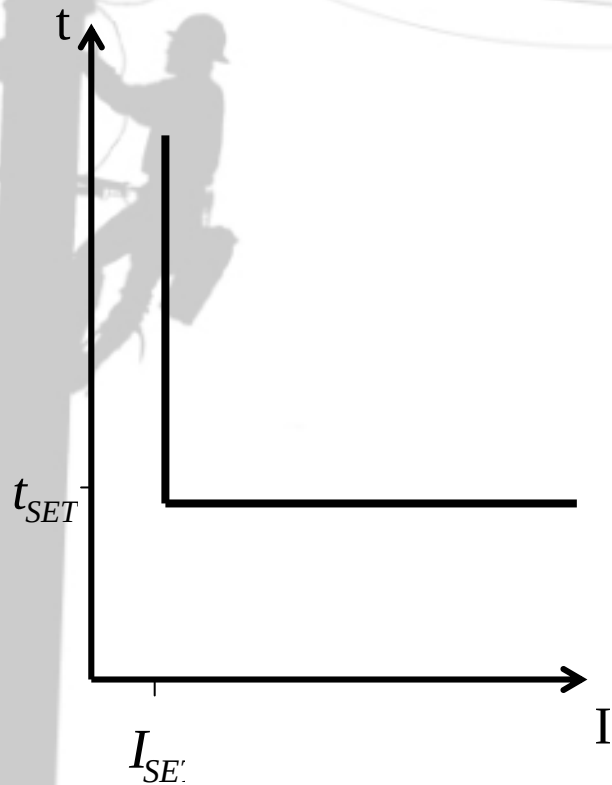
EI = Exteremely Inverse

LTI = Long Time Invers

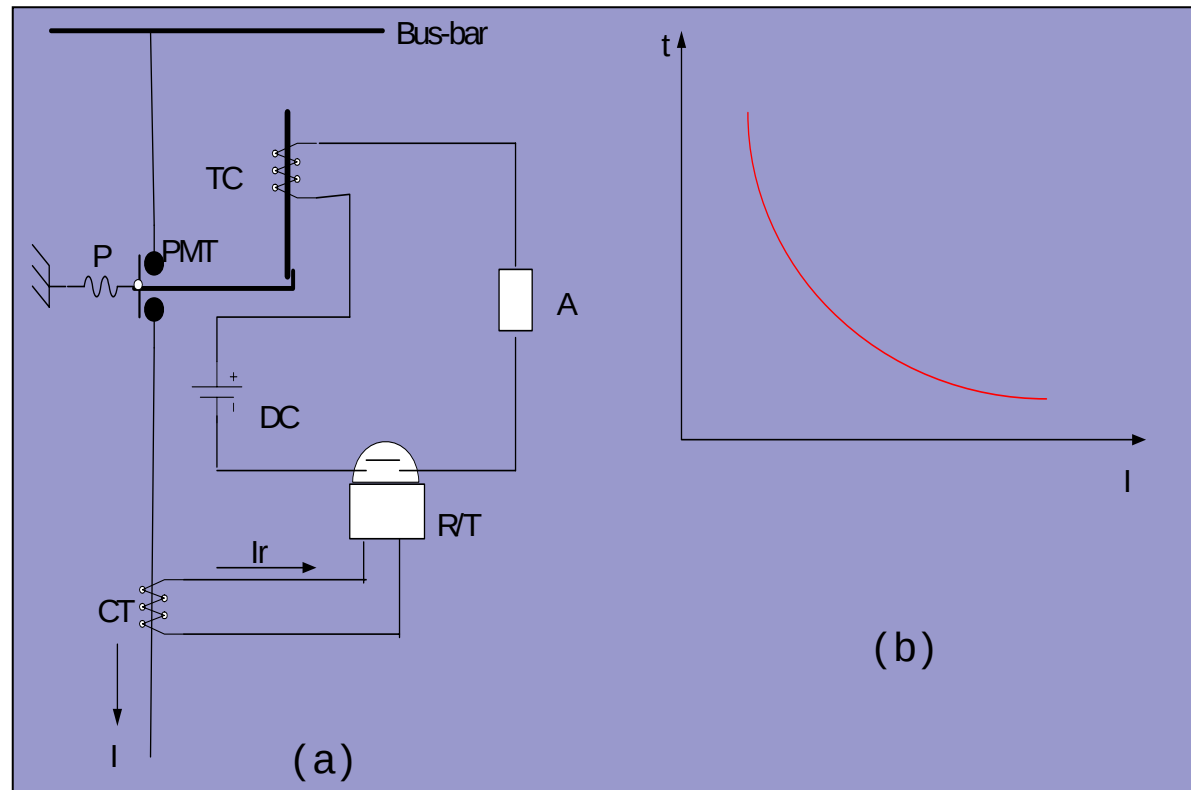
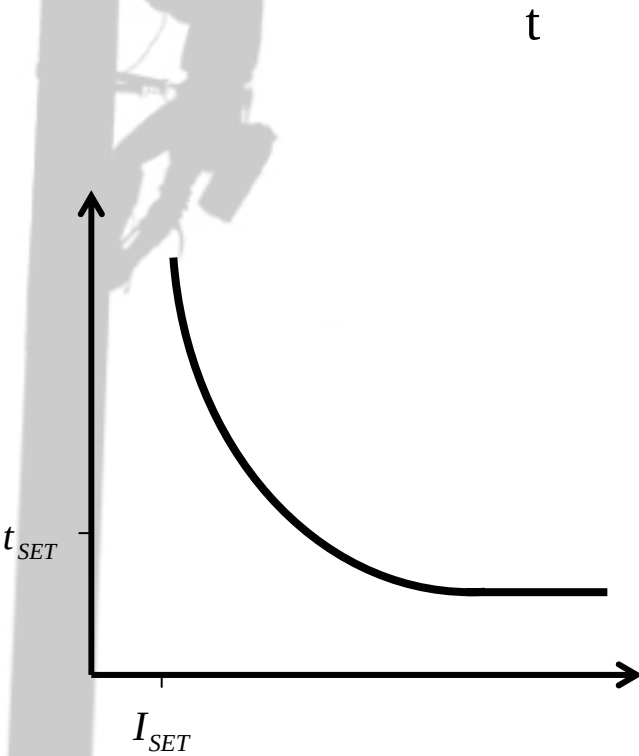
KARAKTERISTIK INSTANT = MOMENT



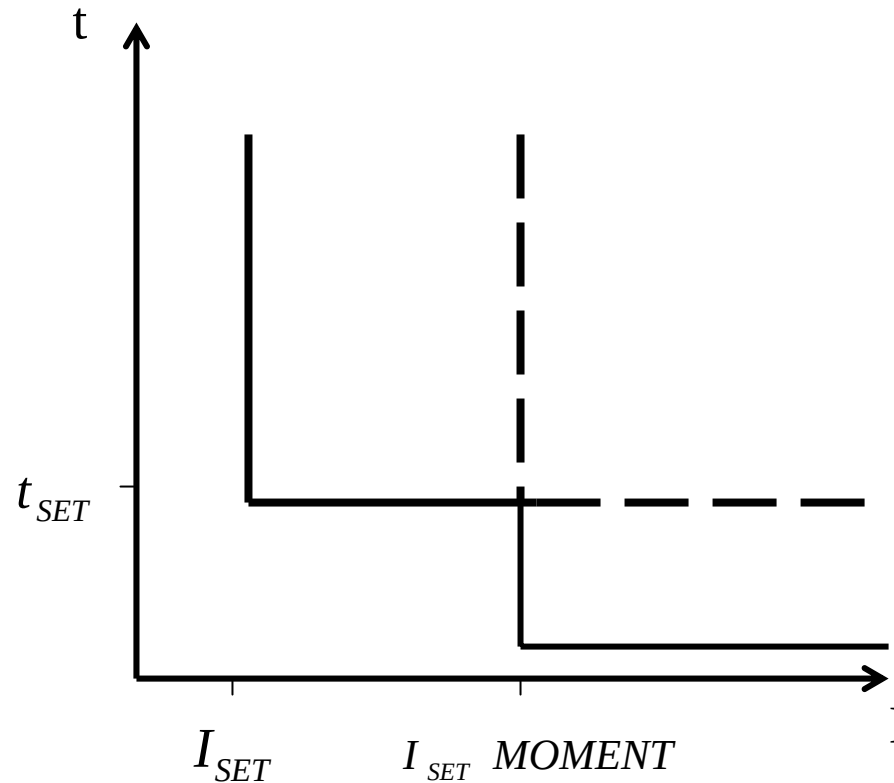
KARAKTERISTIK TUNDA WAKTU TERTENTU (DEFINITE TIME)



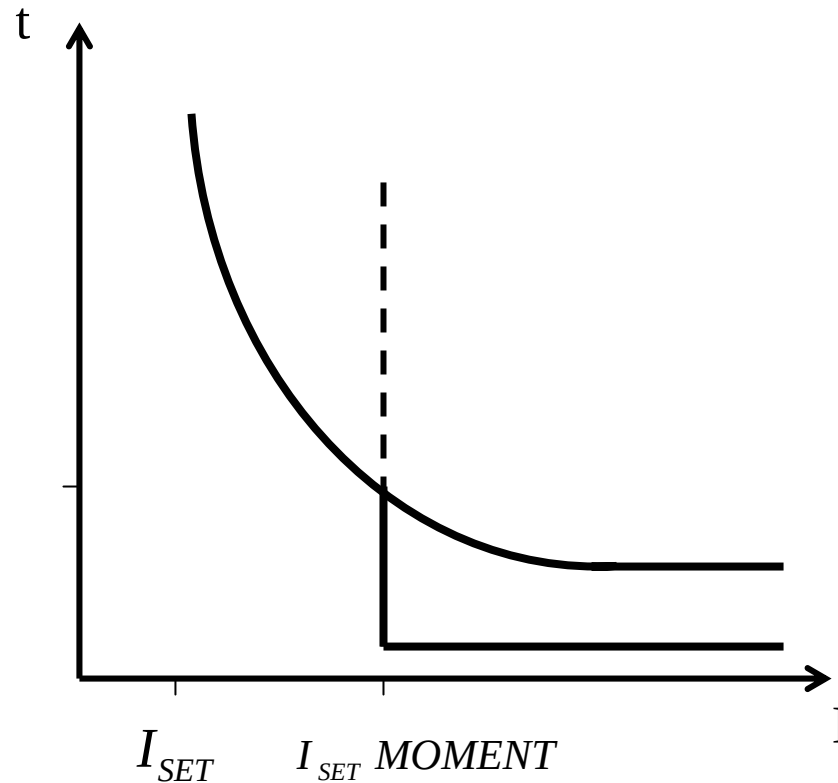
KARAKTERISTIK TUNDA WAKTU INVERSE



KARAKTERISTIK KOMBINASI INSTANT DENGAN TUNDA WAKTU TERTENTU (DEFINITE TIME)



KARAKTERISTIK KOMBINASI INSTANT DENGAN TUNDA WAKTU INVERSE



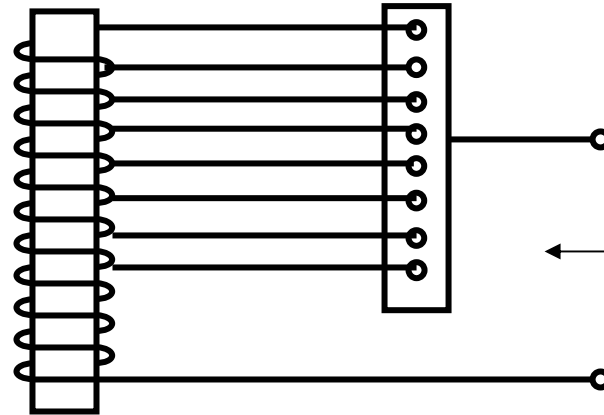
SETTING ARUS DAN WAKTU

TAP / PLUG SETING

*KUMPARAN
UTAMA*

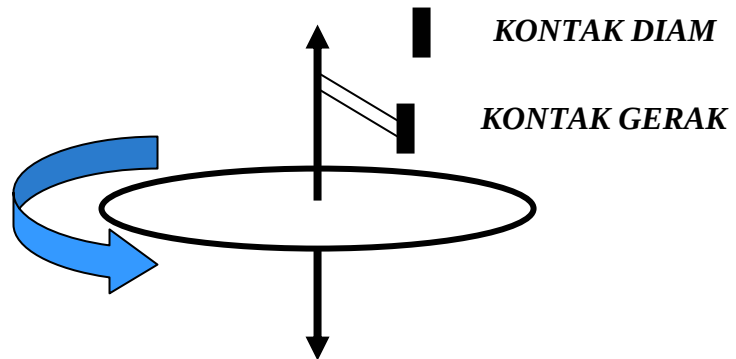
TAP SETTING

*ARUS DARI
CT*

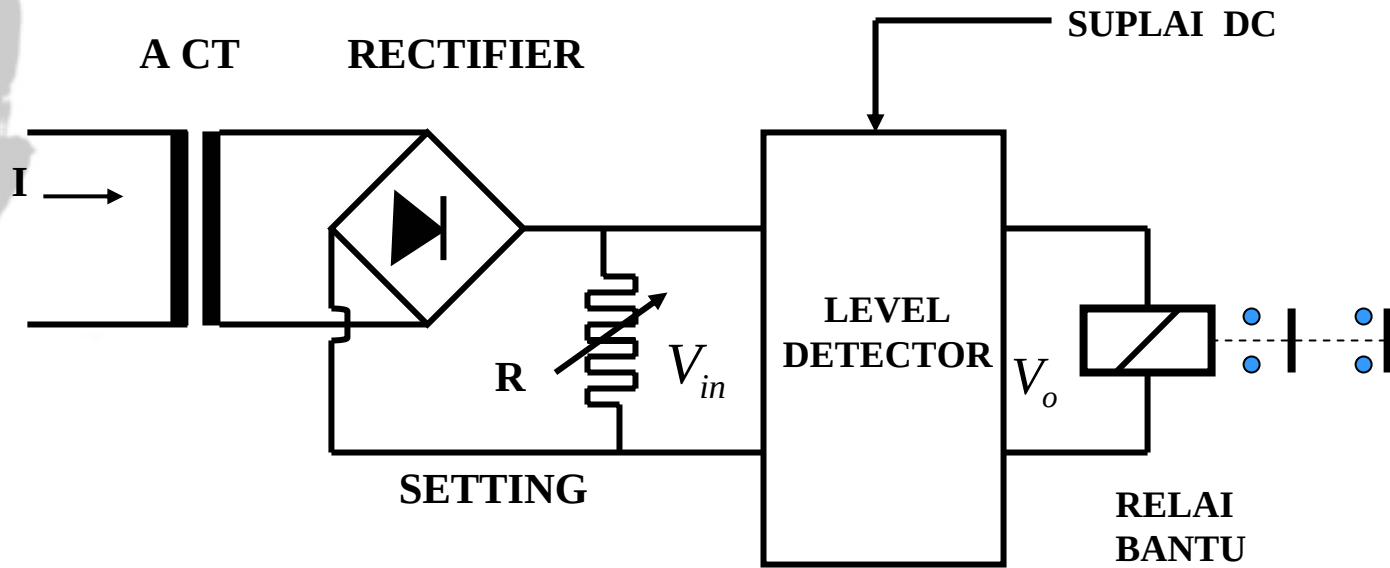


TIME DIAL SETTING

*DENGAN MENGATUR
JARAK KONTAK*



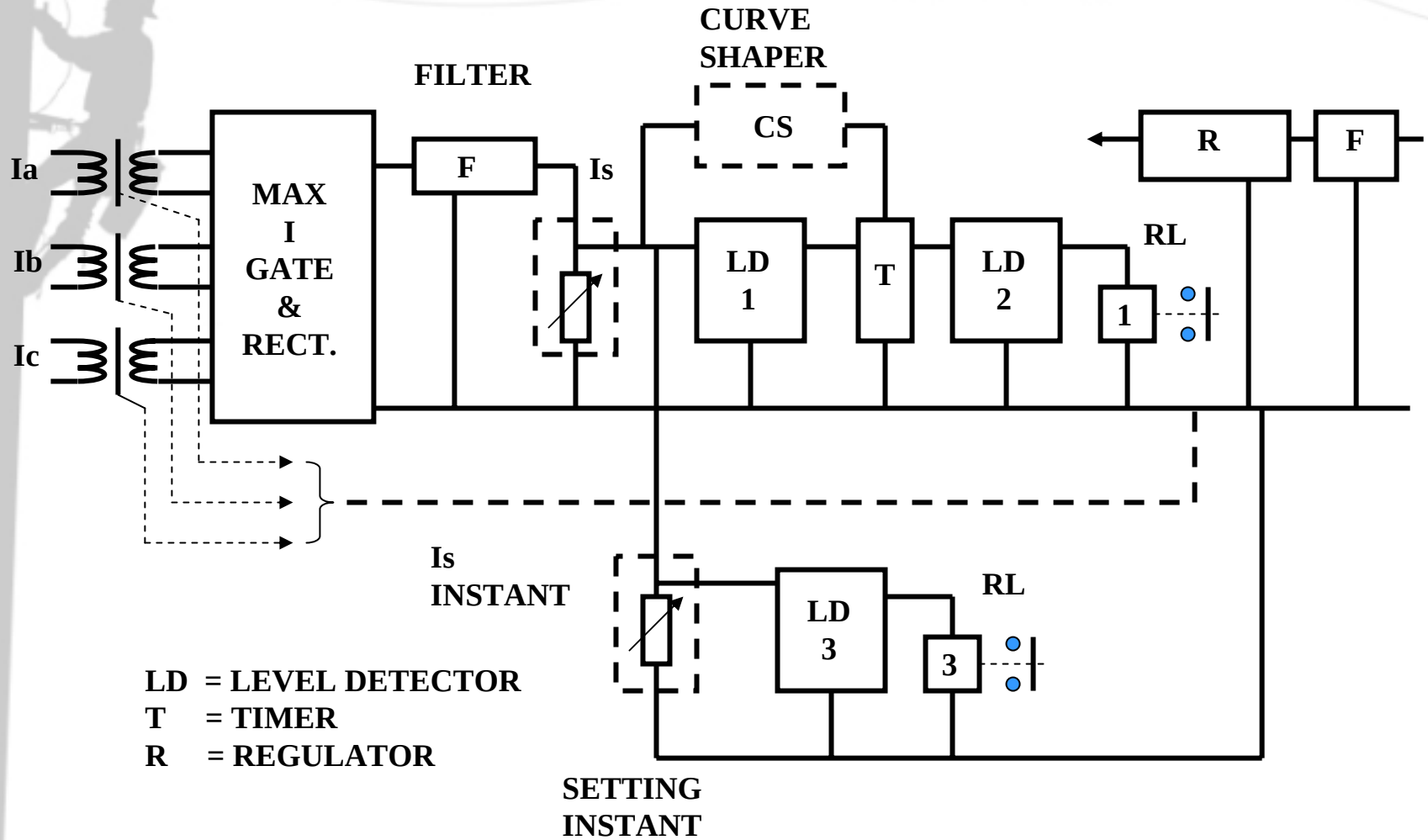
TIPE RELAI STATIK



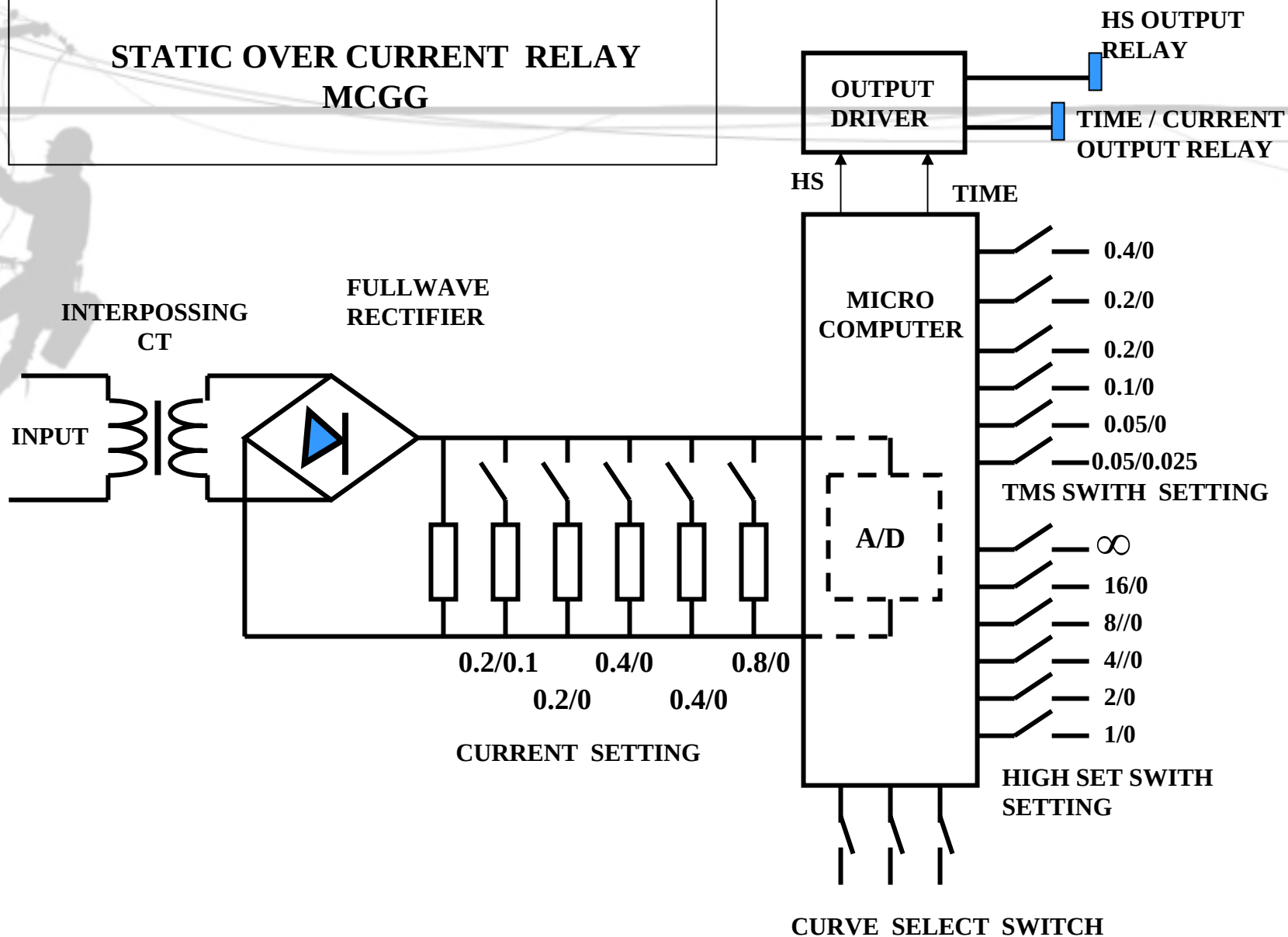
$$V_{REF} < V_{IN} \rightarrow V_o \neq 0 \rightarrow (Pickup)$$

$$V_{REF} > V_{IN} \rightarrow V_o = 0 \rightarrow (Reset)$$

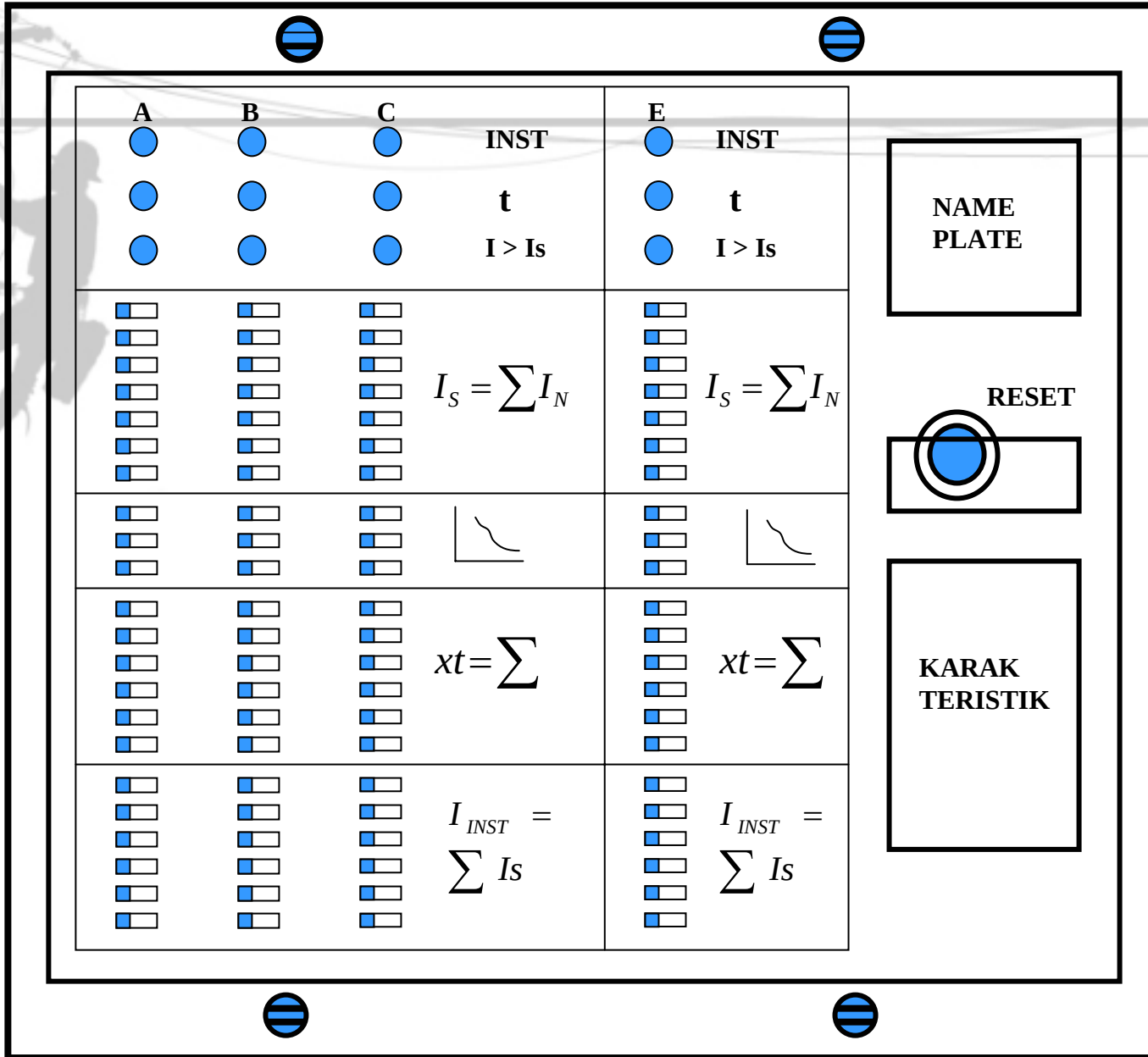
BLOK DIAGRAM RELAI ARUS LEBIH STATIK



STATIC OVER CURRENT RELAY MCGG



**RELAI
OCR / GFR
TIPE
MCGG 82**





PRINSIP SETTING OCR

Iset Tunda waktu

$$* I_s = k I_n$$

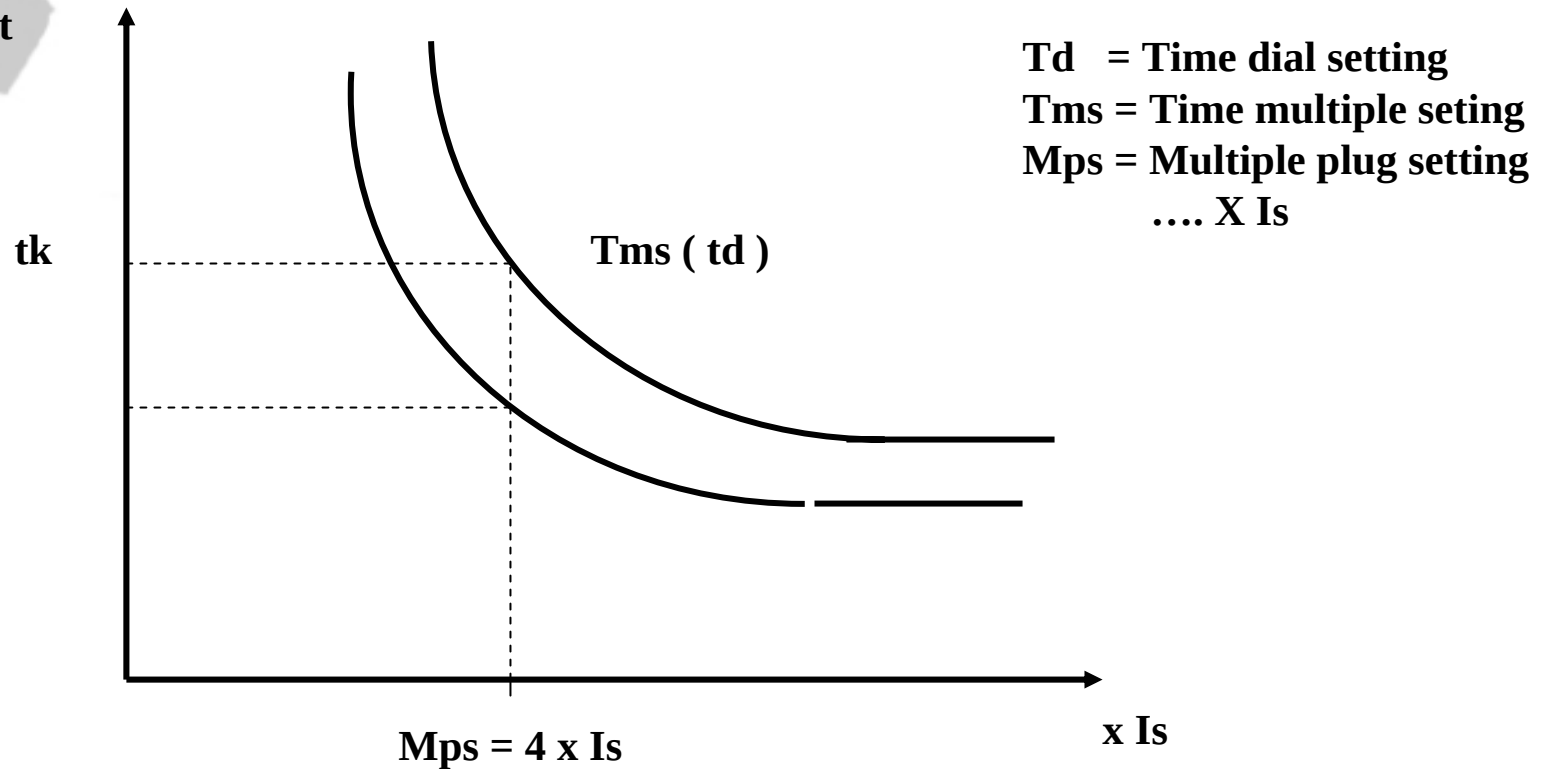
I_n = Arus Nominal

k = Faktor pabrik (1 s/d 2)
atau 0,05 s/d 2,4 dengan
step 0.05

* Plug Setting

Waktu kerja

- * **Definite** (Langsung atau dengan Tms)
- * **Inverse** (Td atau Tms dan Mps = I / I_s)





Is instant (moment)

- * $I_s \text{ instant} = k I_n$ atau
 $k I_s$

I_n = Arus Nominal

I_s = Arus setting tunda waktu

k = Faktor pabrik

- * Plug setting

@ SETTING ARUS OCR /GFR DENGAN TUNDA WAKTU

$$I_S = \sum I_N$$

I_S = ARUS SETTING

I_N = ARUS NOMINAL RELAI

$\sum$ = FAKTOR PABRIK

0.1		0.05
0.1		0
0.2		0
0.4		0
0.4		0
0.4		0
0.8		0

MISAL ARUS SETTING $I_s = 6 \text{ A}$.

$$I_s = 1.2 I_n$$

POSISI SAKLAR :

0.1  0.05

0.1  0

0.2  0

0.4  0

0.4  0

0.4  0

0.8  0

$$\begin{aligned} I_s &= (0.1 + 0.1 + 0.2 + 0 + 0 + 0 + 0.8) \times 5\text{A} \\ &= 1.2 \times 5\text{A} \\ &= 6 \text{ A} \end{aligned}$$

PEMILIHAN KARAKTERISTIK

SI	VI	EI	LTi	D2	D4	D8
0	1	0	1	0	1	0
0	0	1	1	0	0	1
0	0	0	0	1	1	1

TRIP TEST :

0  1
 0  1
 0  1

CURVA SI :

0  1
 0  1
 0  1



KURVA / KARAKTERISTIK

@ STANDARD / NORMAL INVERSE (SI)

$$t = \frac{0,14}{I^{0,02} - 1} tms$$

@ VERY INVERSE (VI)

$$t = \frac{13,5}{I - 1} tms$$

@ EXTREMELY INVERSE (EI)

$$t = \frac{80}{I^2 - 1} tms$$

@ LONG TIME INVERSE (LTI)

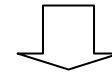
$$t = \frac{120}{I - 1} tms$$

SETTING WAKTU

MISAL : KARAKTERISTIK EI
ARUS GANGGUAN $3 \times I_s$ ($I = 3$)
WAKTU KERJA = 1 DETIK

PEMILIHAN TMS :

$$tms = \frac{I^2 - 1}{80} t_k = \frac{3^2 - 1}{80} 1 = 0,1 \text{ detik}$$



POSISI SAKLAR

0,025		0,05
0		0,05
0		0,1
0		0,2
0		0,2
0		0,4



SETTING INSTANT

$$I_s inst = 18 A$$

$$I_s = 6 A$$

$$\sum = \frac{18}{6} = 3$$

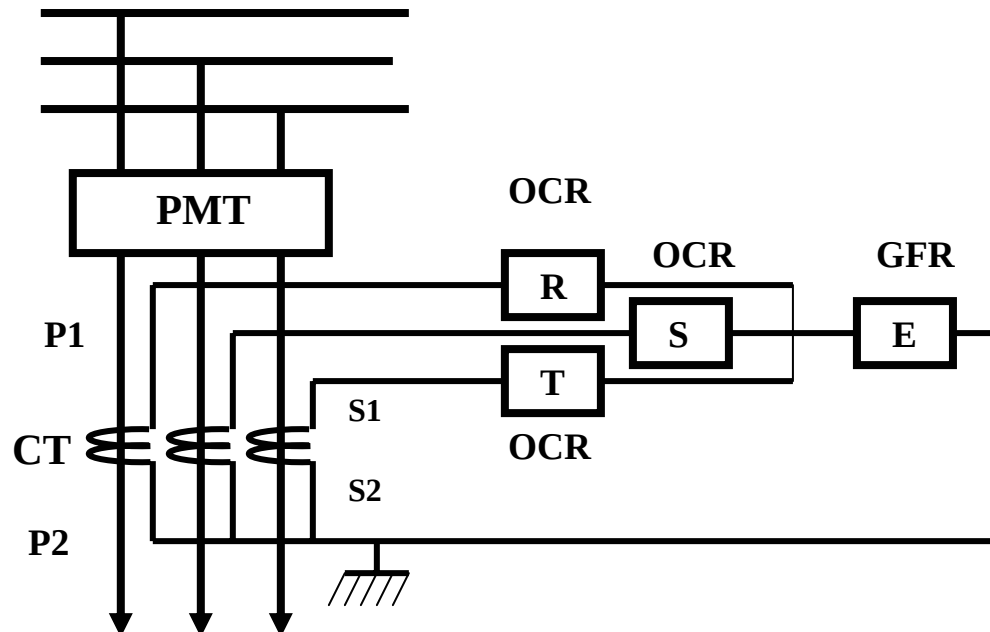
$$I_s inst = \sum I_s$$



POSISI SAKLAR

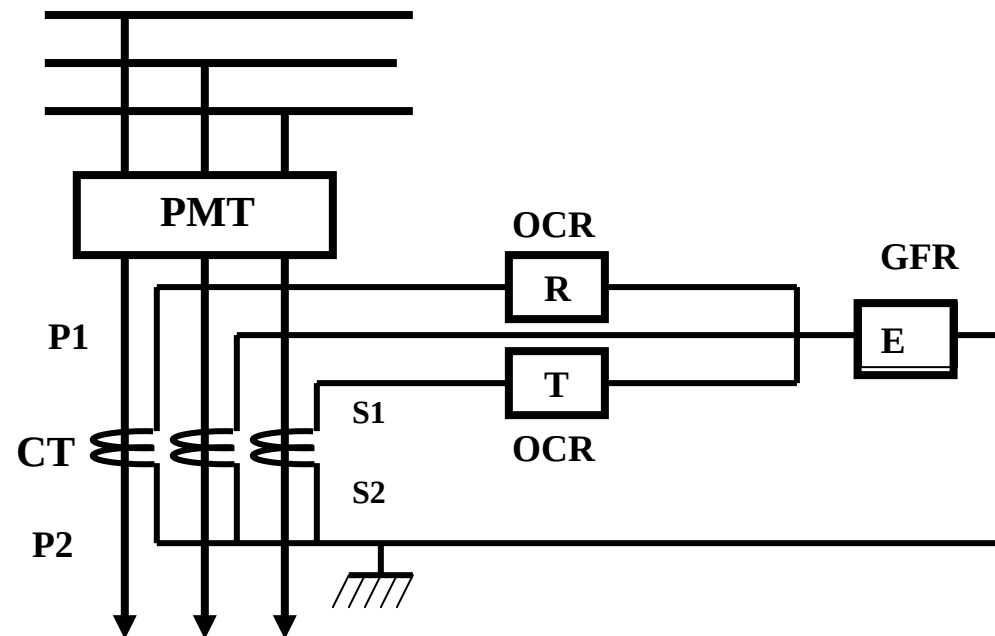
0		1
0		2
0		4
0		8
0		16
0		∞

SAMBUNGAN (WIRING)



3 Buah OCR
1 Buah GFR

SAMBUNGAN (WIRING)



2 Buah OCR
1 Buah GFR



PENGUJIAN RELAI ARUS LEBIH

1. PENGUJIAN INDIVIDUAL

***MENGUJI INDIVIDU RELAI ITU SENDIRI , UNTUK
MENGETAHUI
APAKAH MASIH DALAM KEADAAN STANDAR ATAU TIDAK***

2. PENGUJIAN FUNGSI

***MENGUJI FUNGSI DARI SISTEM PROTEKSI
SECARAKESELURUHANAPAKAH MASIH BERFUNGSI ATAU
TIDAK***



PENGUJIAN INDIVIDUAL

HAL HAL YANG PERLU DIPERHATIKAN :

- 1. CARA SETTING***
- 2. INTERNAL DIAGRAM RELAI***
- 3. ALAT UJI / RANGKAIAN PENGUJIAN***
- 4. ITEM PENGUJIAN***
- 5. PROSEDUR PENGUJIAN***
- 6. HASIL UJI DAN KESIMPULAN***

A faint, light-gray silhouette of a utility worker is visible on the left side of the slide. The worker is positioned on a vertical pole, facing right, and appears to be working with wires or equipment. The background of the slide features a faint, stylized illustration of power lines stretching across the horizon.

JENIS / ITEM PENGUJIN

- 1. ARUS PICK UP DAN ARUS DROP OFF
SERTA
RASIO ARUS PICK UP DENGAN DROP OFF***
- 2. KARAKTERISTIK ARUS – WAKTU***
- 3. KARAKTERISTIK INSTANTANEOUS***

1. **ARUS PICK UP [ARUS AWAL / MULA]**

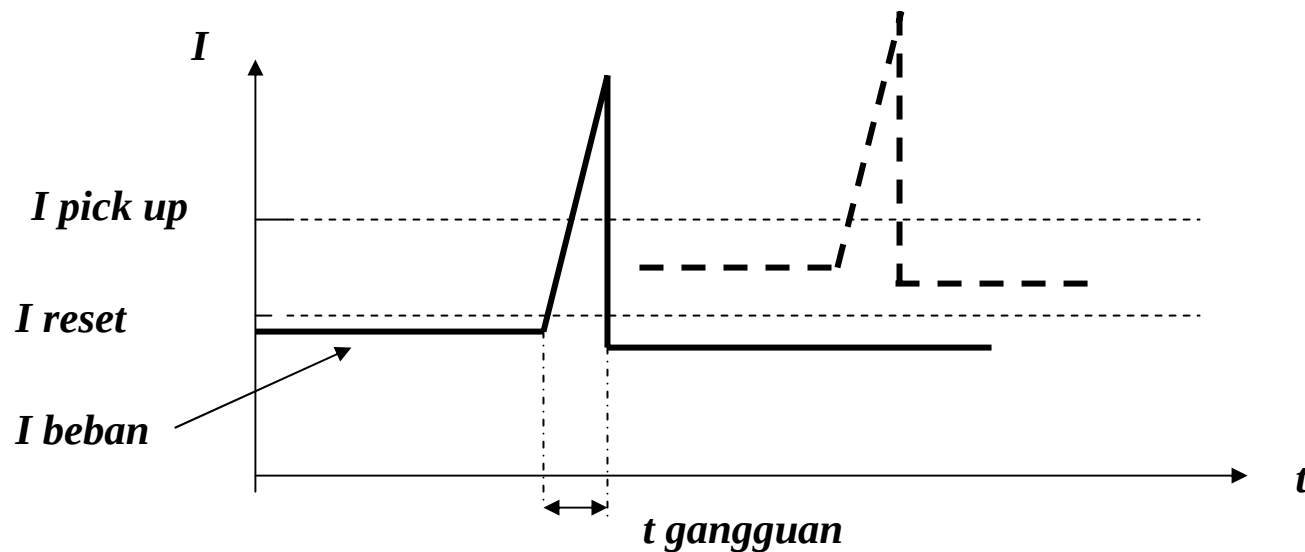
ARUS MINIMUM YANG MENYEBABKAN RELAI BEKERJA

2. **ARUS DROP OFF [RESET/ KEMBALI]**

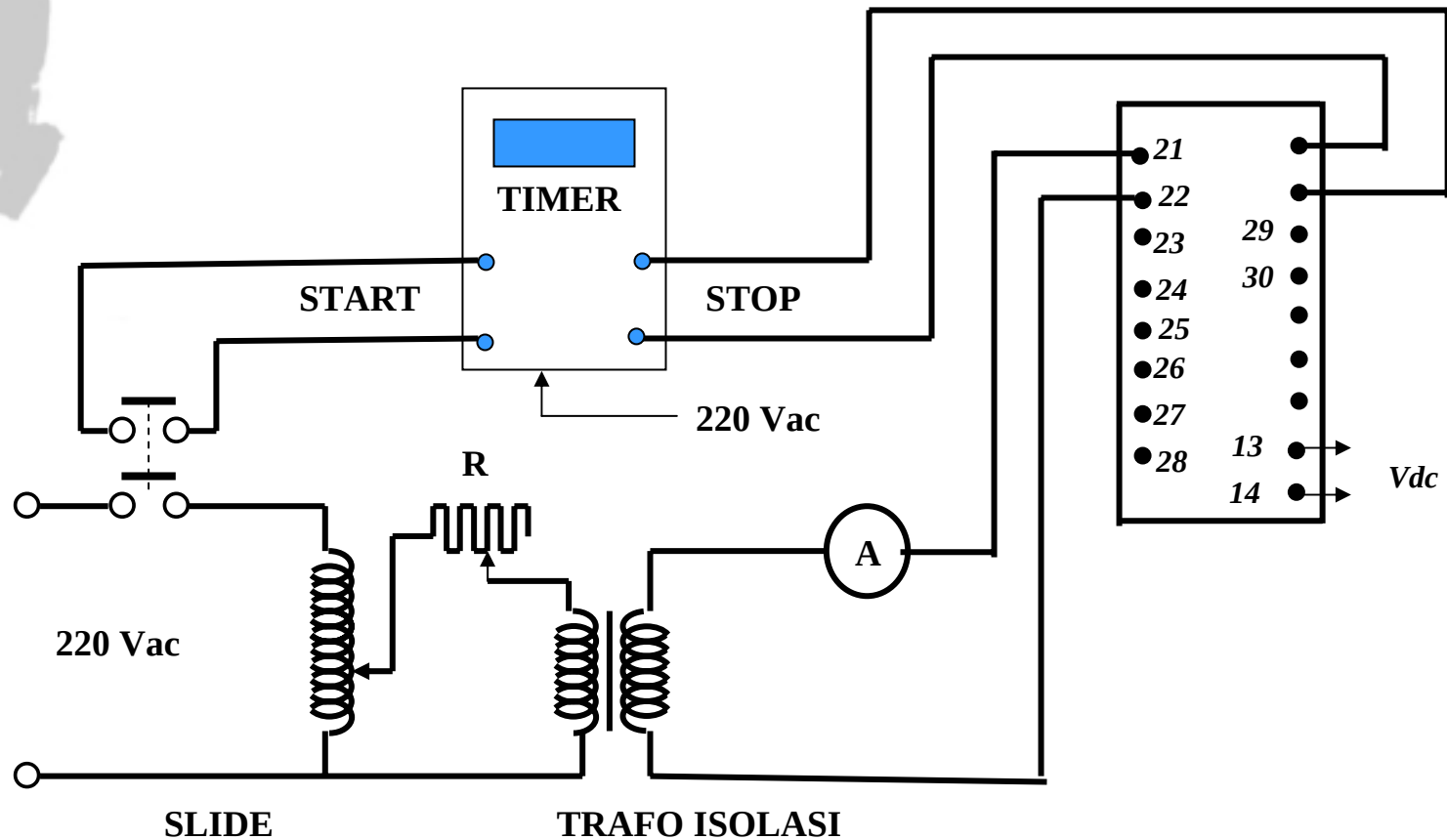
ARUS MAKSIMUM YANG MENYEBABKAN RELAI TIDAK BEKERJA.

3. **RASIO ARUS PICK UP DENGAN DROP OFF**

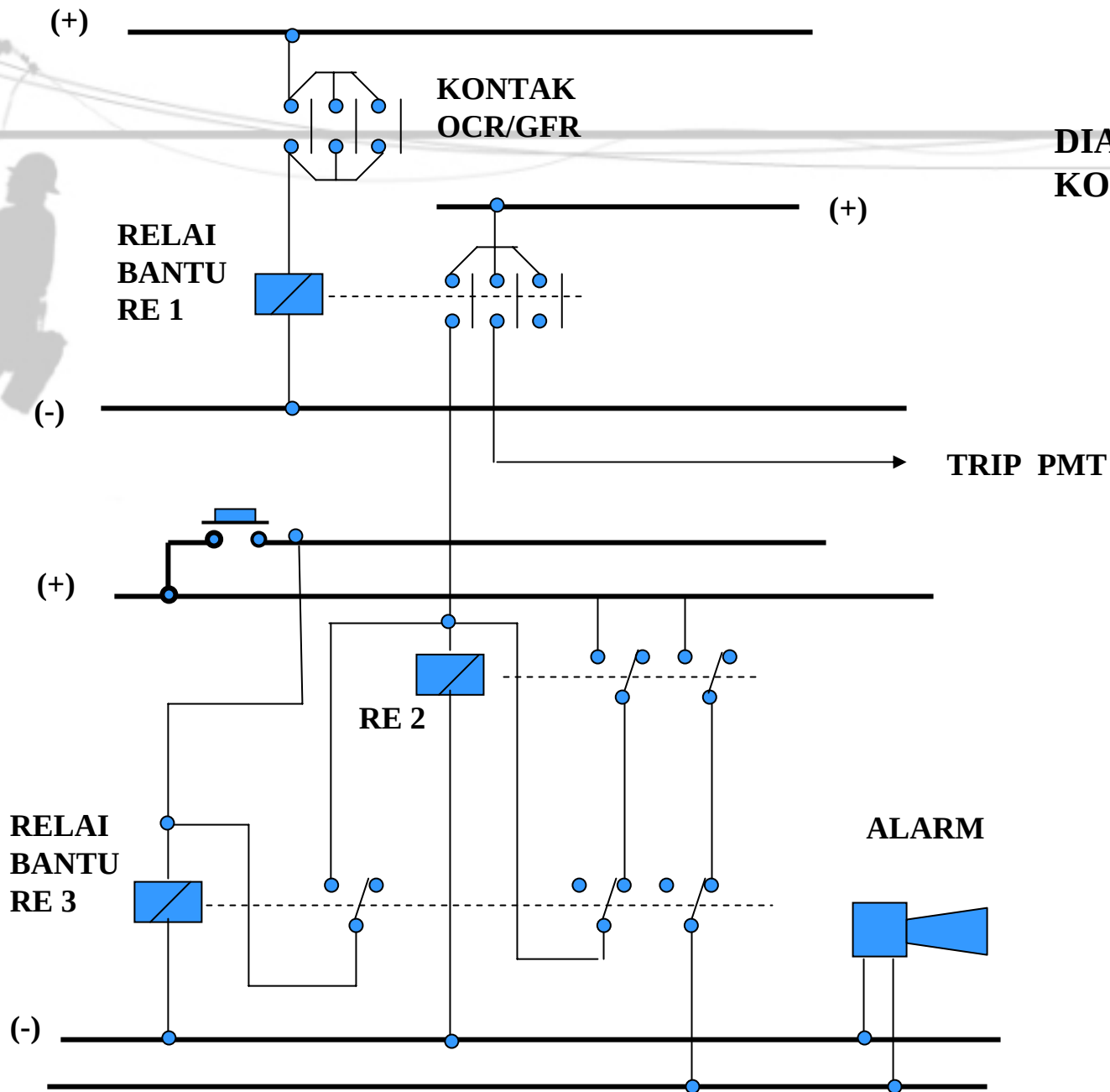
$$K_D = \frac{I_D}{I_P} \times 100\%$$



PENGUJIAN INDIVIDUAL RELAI ARUS LEBIH

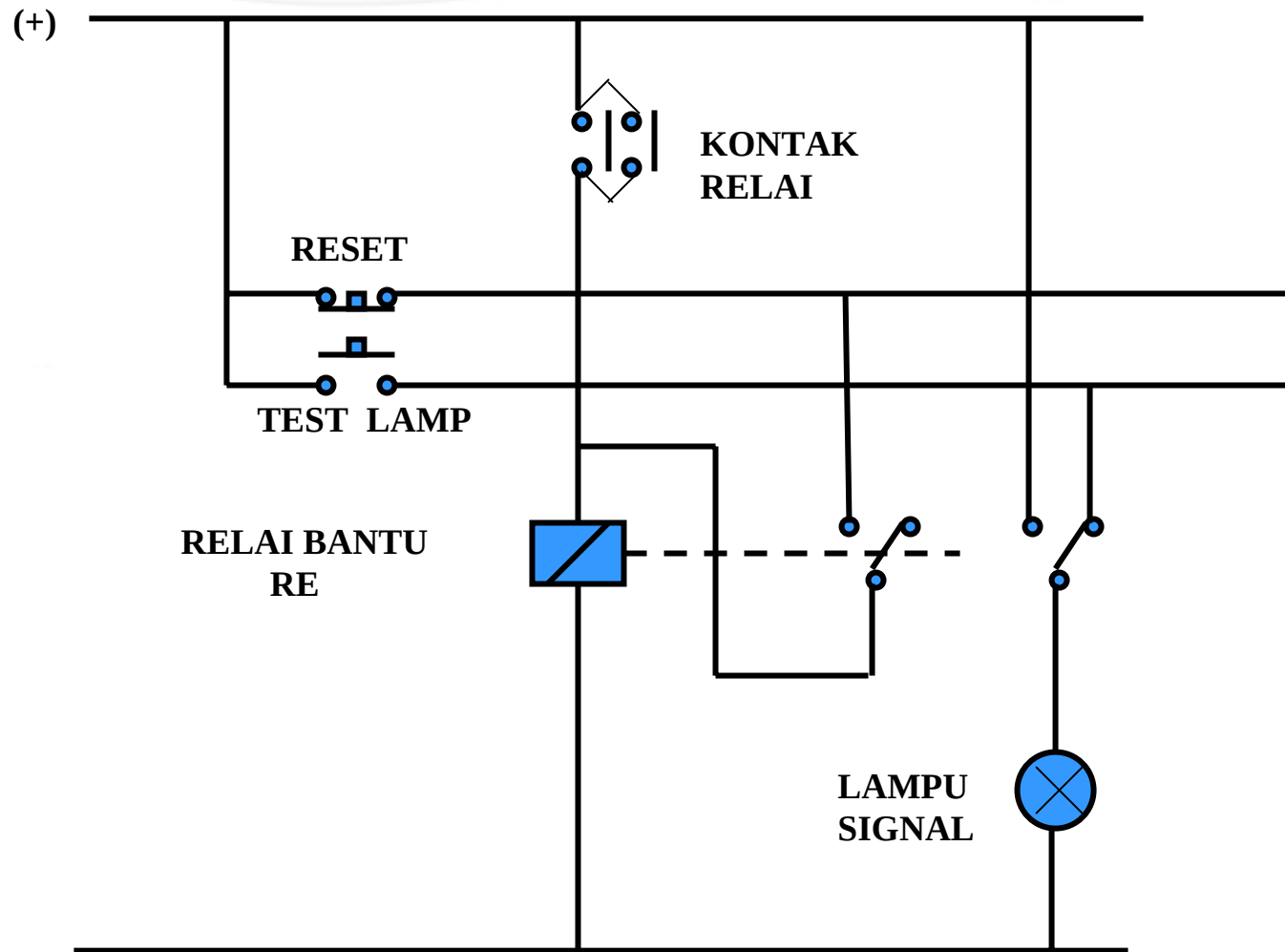


RANGKAIAN PENGUJIAN



**DIAGRAM
KONTROL DC**

RANGKAIAN SIGNALISASI



SETTING OCR
GANGGUAN FASA – FASA [TUNDA WAKTU

$$I_{SEI} \min = \frac{k_S I_{\max}}{k_D} \dots [1]$$

$$I_{SET} \max < 0,8 I_{HS\ 2\Phi} \min \dots [2]$$

$$I_{SET} \min < I_{SET} \max \Rightarrow I_{SET} = I_{SET} \min$$

$$I_{SET} \max < I_{SET} \min \Rightarrow I_{SET} = I_{SET} \max$$

$$k_S = 1,1 \rightarrow 1,2$$

$$k_D > 80\%$$

$$I_{\max} = \text{arusbeban} \max .$$

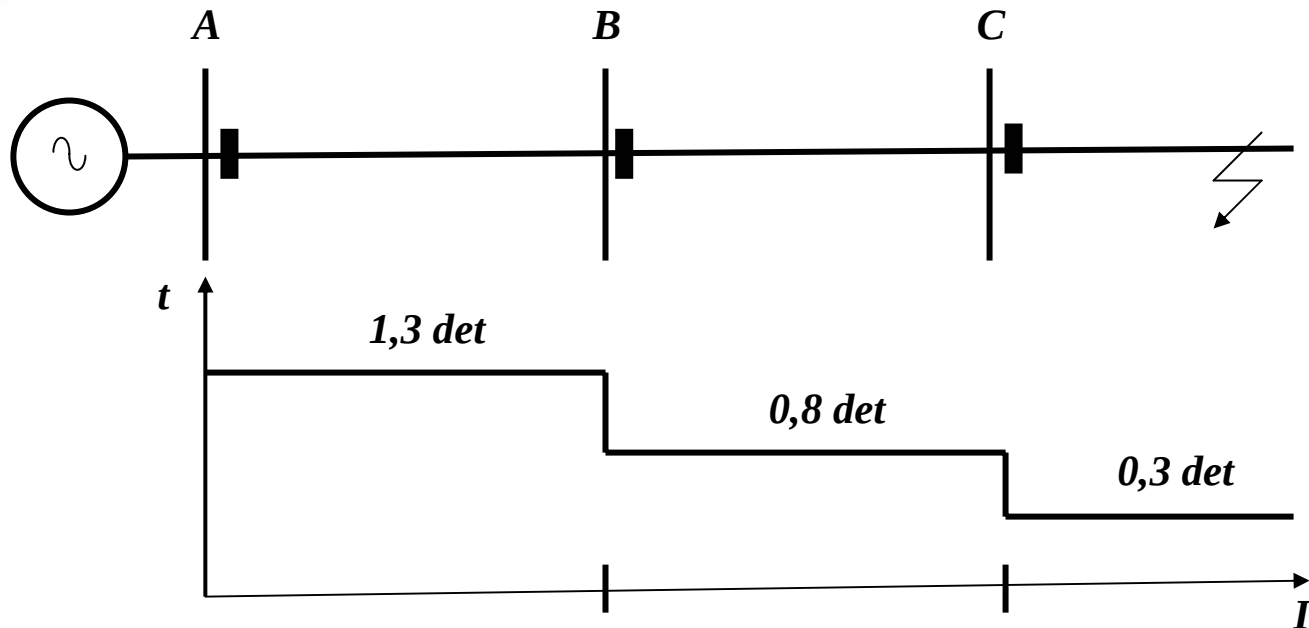
KOORDINASI OCR

DEFINITE TIME

$$I_{SC} \langle I_{SB} \langle I_{SA} \langle I_{HS}$$

$$t_C \langle t_B \langle t_A$$

$$\Delta t = 0,4 \rightarrow 0,5 \text{ det}$$



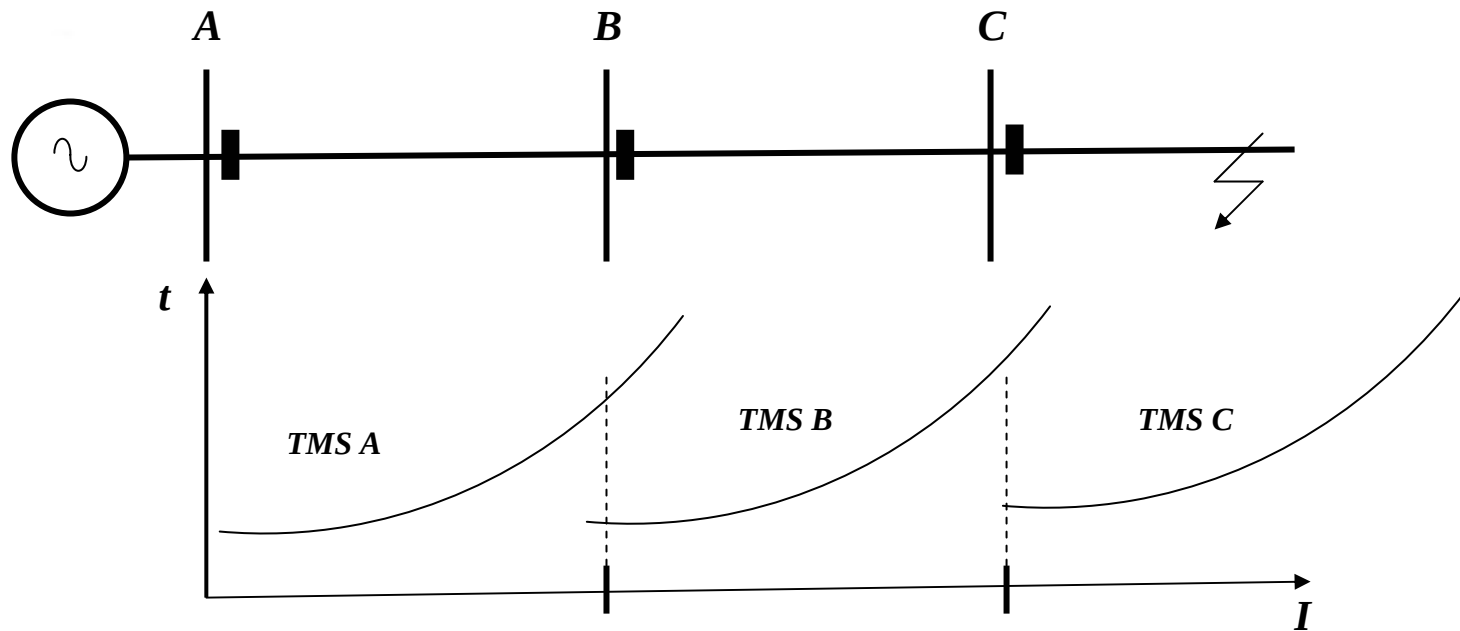
KOORDINASI OCR

INVERSE TIME

SETTING WAKTU DENGAN PEMILIHAN TD / TMS

TD = TIME DIAL

TMA = TIME MULTIPLE SETTING





SETTING ELEMEN INSTANTANEOUS

DIMAKSUDKAN UNTUK GANGGUAN 3 FASA ,TETAPI HARUS MEMPERHATIKAN ARUS KETAHANAN KABEL .

$$I_{HS\ 2\Phi} \min \langle I_{SET1} \langle I_{HS\ 3\Phi} \min \\ I_{SET\ 2} \langle I_{kemampuankabel}$$

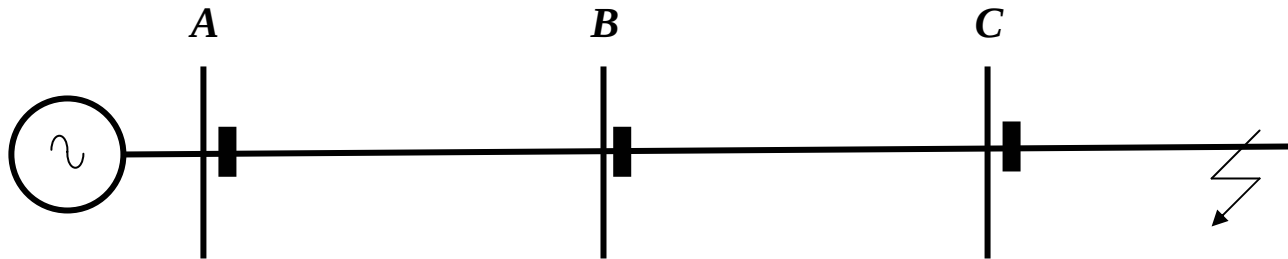
SETTING INSTANT

$$I_{SET1} \langle I_{SET2} \Rightarrow I_{SET} = I_{SET1}$$

$$I_{SET2} \langle I_{SET1} \Rightarrow I_{SET} = I_{SET2}$$

KOORDINASI OCR

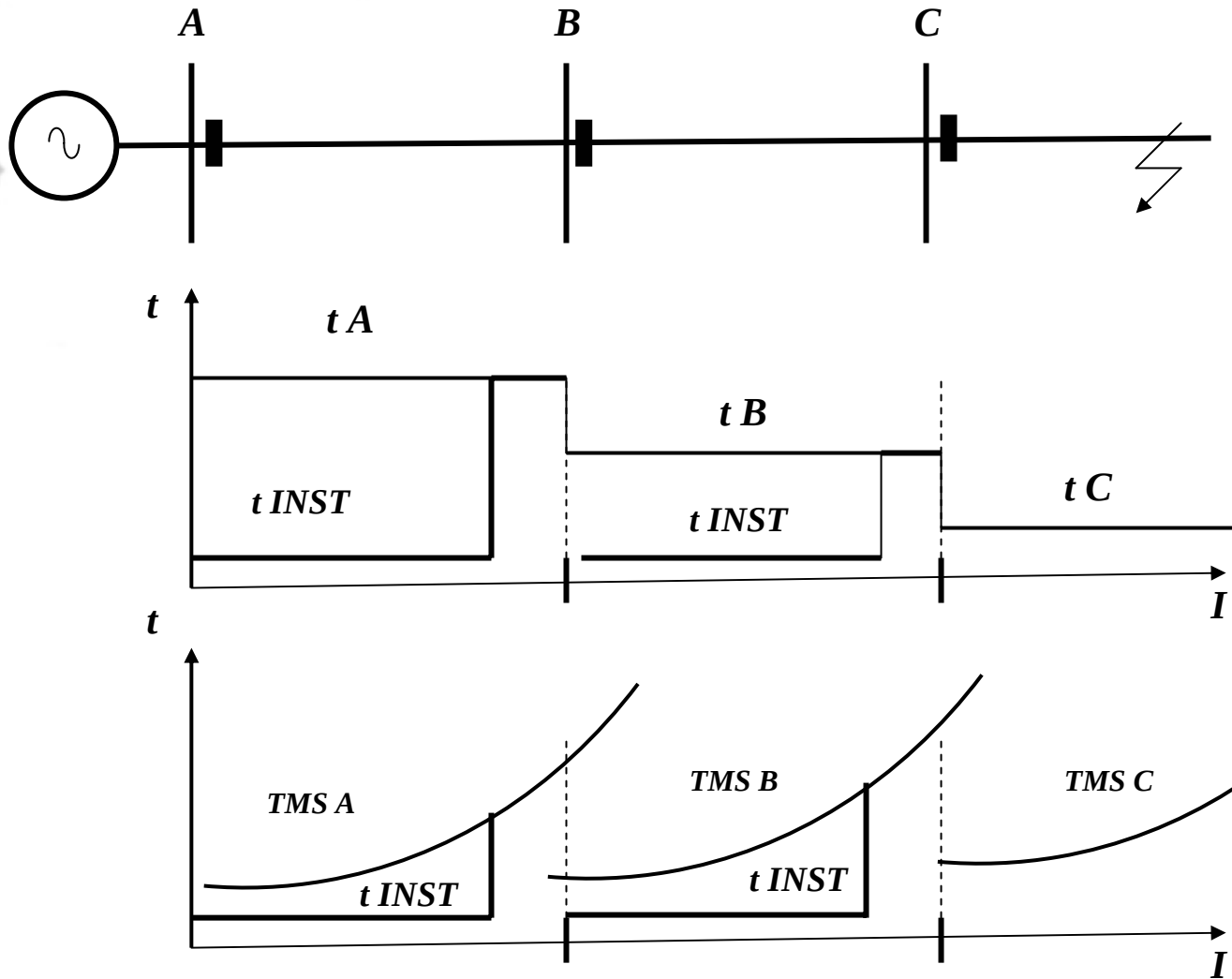
INSTANTANEOUS



$$I_{SET\ inst\ .A} = 1,2 I_{HS\ 3\Phi\ B}$$

$$I_{SET\ inst\ .B} = 1,2 I_{HS\ 3\Phi\ C}$$

KOORDINASI DARI RELAI KOMBINASI TUNDA WAKTU DENGAN INSTANT /



***SETTING GFR
[RELAI GANGGUAN TANAH]***

PERLU DIPERHATIKAN ;

- 1. SISTEM PENTANAHAN TITIK NETRAL***
- 2. BESARNYA ARUS HUBUNG SINGKAT SATU FASA KE TANAH .***
- 3. ARUS KETIDAKSEIMBANGAN BEBAN***
- 4. ARUS KAPASITANSI JARINGAN .***



SISTEM PENTANAHAN DENGAN TAHANAN RENDAH

3 PADA SKTM SPINDEL

***BATAS MINIMUM ADALAH RELAI PADA SALURAN
YANG SEHAT TIDAK BOLEH BEKERJA OLEH ARUS
KAPASITANSI $3I_{OR}$***

$$I_{SET\ GFR} = 1,3 \times 3I_{OR}$$

PADA SUTM

SAMA SEPERTI DI SKTM

A faint silhouette of a worker in a hard hat and safety harness is visible on the left side of the slide, working on a utility pole. The background shows a faint grid of power lines.

@ SISTEM PENTANAHAN LANGSUNG [SOLID]

**KARENA ARUS GANGGUAN BESAR , KRITERIA SETTINGNYA
SEPERTI PADA RELAI PENGAMAN ANTAR FASA .
TETAPI BATAS MINIMUMNYA LEBIH KECIL DARI ARUS
BEBAN , TETAPI LEBIH BESAR DARI ARUS KETIDAKSEIMBANGAN
BEBAN .**

@ SISTEM MENGAMBANG

1. **RELAI TEGANGAN NOL**
RELAI INI TIDAK BOLEH BEKERJA BILA TERJADI
PERGESERAN TEGANGAN NOMINAL

$$3V_O = 0,3V_{Nom}$$

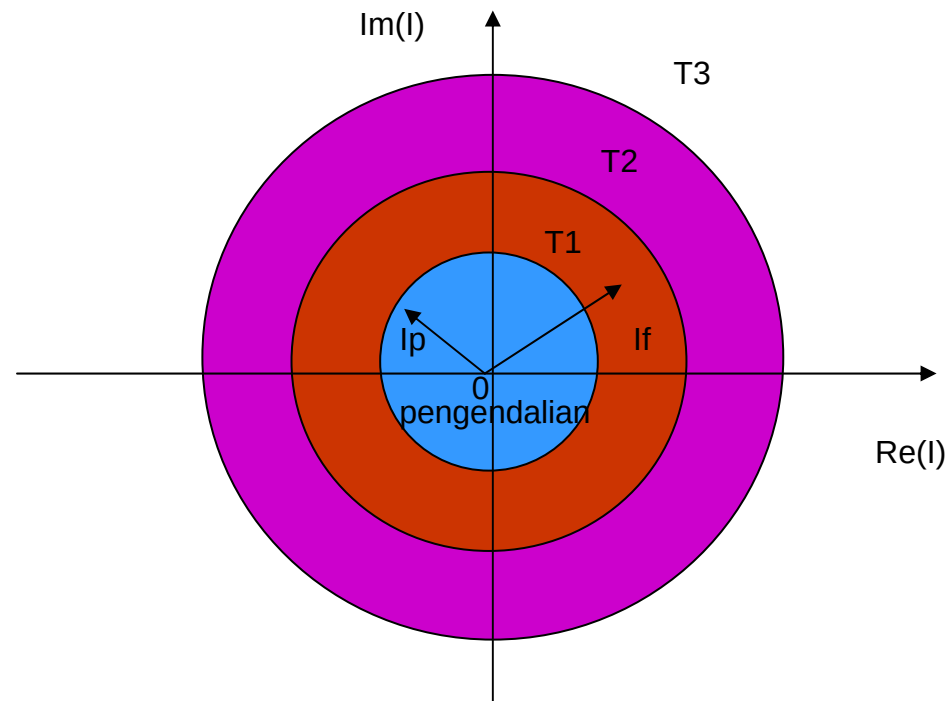
2. **RELAI GANGGUAN TANAH BERARAH**
[DIRECTONAL GFR]

@ SISTEM PENTANAHAN DENGAN TAHANAN TINGGI

RELAI YANG DIGUNAKAN ADALAH DGFR.
RELAI OCR SEBAGAI GFR TIDAK DAPAT DIPAKAI.
KARENA ARUS GANGGUAN SATU FASA KETANAH
LEBIH KECIL DARI ARUS KAPASITANSI.

Karakteristik operasi OCR

- Time – over current relay (waktu - rele arus lebih)





Karakteristik operasi time OCR

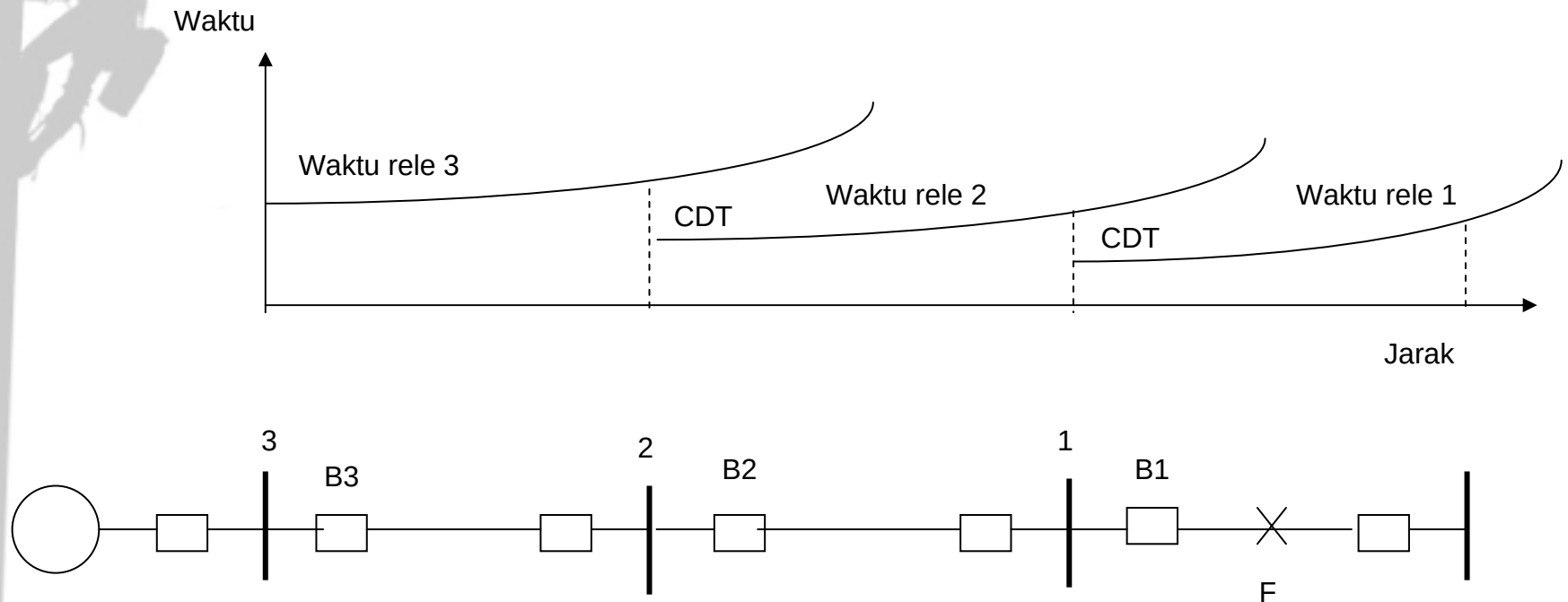
Jika nilai arus gangguan (IF) adalah batasan kondisi rele pick-up dengan arus operasi (I_p) maka rele bekerja.

Dengan daerah pengendalian rele tidak dapat bekerja. Sudut phasa dari arus gangguan berkisar antara 0-360 derajat .

Lingkaran memperlihatkan waktu setting dimana waktu T3 lebih lama dari T2 dan T1, untuk mengerakkan posisi kontak serta waktu T2 lebih lama dari T1.

Waktu setting adalah memutar waktu untuk menggerakkan posisi kontak ketika rele reset dan menukar waktu operasi pada nilai arus yang tertentu.

Operasi dari OCR dengan karakteristik waktu invers

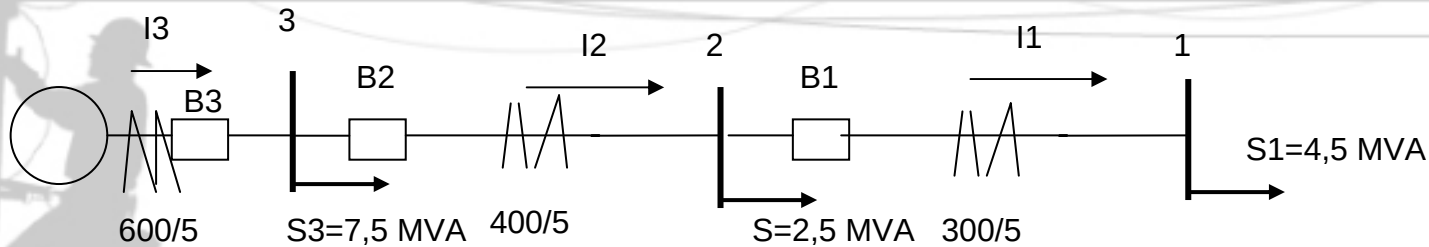


CDT = Coordination delay time/ koordinasi waktu tunda

CDT = Waktu operasi breakers B1+ kesalahan margin

$$T2 = T1 + \text{CDT} \text{ dan } T3 = T2 + \text{CDT}$$

Contoh



Single line diagram seperti gambar diatas 13.2 kV yang berbentuk radial dengan ratio CT 300:5 , 400:5, dan 600:5. Arus gangguan hubungan singkat untuk bus 1,2,3 adalah 2400 , 2700, dan 3000 Amper

Tentukanlah

Waktu operasi masing-masing rele
CT setting
TDS setting

Arus yang dirasakan rele pada B1 = $196.82/300/5 = 3,28 \text{ A}$

Arus yang dirasakan rele pada B2 = $306,17/400/5 = 3,83 \text{ A}$

Arus yang dirasakan rele pada B3 = $634.21/600/5 = 5,28 \text{ A}$

Maka setting rele kita ambil B1 = 4 A , B2 = 4 dan untuk B3 = 6

Maka setting rele pada saat hubungan singkat B1 = $2400/300/5 = 40 \text{ A}$

A faint, light gray silhouette of a worker wearing a hard hat and safety harness, climbing or working on a utility pole. The pole is on the left side of the image, and several power lines extend horizontally across the top of the frame.

Nilai pick-up dari rele = $(I_{fb1}/CTs = 40/4 = 10$ Amper

Untuk operasi TDS dari B1 adalah 0,5

Maka waktu setting $T2 = T1 + TDS = 0,5 + 0,1 + 0,3 = 0,9$ dt

Sekian
Tatap muka IV

Terima kasih

