Vol. 4 No. 1. Juni 2026
P-ISSN 2986-8335
E-ISSN 2987-0100
Jurnal Of power electric and renewable Energy (JPER)
Sekolah Tinggi Teknologi Bontang

ANALISIS KOORDINASI *RELAY* OCR PADA PENYULANG TANJUNG TERHADAP TRANSFORMATOR DAYA DI GI 150 KV TASIKMALAYA

[1)]Putra Hamzah Kautsar, [2)]Ifkar Usrah, [3)]Sutisna
[1] *Electrical Engineering , Faculty of Engineering , Siliwangi University*
[1]217002006@student.unsil.ac.id

ABSTRACT

The Tasikmalaya Main Substation distributes 20 kV medium voltage electricity through four transformers, one of which is Transformer V that supplies the TNJG feeder. This feeder often experiences short circuit disturbances that cause trips and blackouts, and has the potential to trigger a 20 kV incoming relay trip, thereby affecting other feeders. Therefore, proper coordination of overcurrent protection (OCR) between the incoming side and the feeder is required. The analysis was conducted through short-circuit current calculations as the basis for determining the relay settings. The calculation results showed differences from the existing settings, where the calculated TMS value for the TNJG feeder was 0.212 s and for the incoming feeder was 0.27 s. All values still meet the IEC 60255 standard, and the simulation results show that the protection coordination has worked well and selectively.

Keywords: *Coordination, Overcurrent Relay, Short Circuit Current, Transformer, TMS*

ABSTRAK

Gardu Induk Tasikmalaya menyalurkan energi listrik tegangan menengah 20 kV melalui empat transformator, salah satunya Transformator V yang menyuplai Penyulang TNJG. Penyulang ini sering mengalami gangguan hubung singkat yang menyebabkan trip dan pemadaman, serta berpotensi memicu trip *relay incoming* 20 kV sehingga berdampak pada penyulang lain. Oleh karena itu, diperlukan koordinasi proteksi arus lebih (OCR) yang tepat antara sisi *incoming* dan penyulang. Analisis dilakukan melalui perhitungan arus hubung singkat sebagai dasar penentuan *setting relay*. Hasil perhitungan menunjukkan perbedaan dengan *setting* eksisting, di mana nilai TMS hasil perhitungan pada Penyulang TNJG sebesar 0,212 s dan *incoming* sebesar 0,27 s. Seluruh nilai masih memenuhi standar IEC 60255, dan hasil simulasi menunjukkan koordinasi proteksi telah bekerja dengan baik dan selektif.

Kata Kunci: Transformator, Arus Hubung Singkat, Koordinasi, *Relay* Arus Lebih, TMS

I. PENDAHULUAN

Listrik merupakan salah satu kebutuhan utama bagi manusia, dan sistem tenaga listrik berperan penting dalam pengelolaan serta pengendalian daya listrik tersebut [1]. Berdasarkan proyeksi Kementerian ESDM mengenai kebutuhan listrik nasional selama 20 tahun ke depan, pertumbuhan permintaan listrik diperkirakan meningkat rata-rata sebesar 6,9% per tahun, khususnya dalam rentang waktu 2019 hingga 2035 [2].

Gardu induk adalah instalasi peralatan listrik yang berperan dalam mengubah tegangan listrik dari satu tingkat tegangan tinggi ke tingkat tegangan tinggi lainnya, atau dari tegangan tinggi ke tegangan menengah. Tegangan menengah yang dihasilkan dari gardu induk ini kemudian disalurkan kepada konsumen melalui jaringan distribusi, yang merupakan komponen integral dari sistem tenaga listrik [1][3].

Pada transformator V sering terjadi permasalahan yaitu gangguan hubung singkat yang menyebabkan penyulang trip sehingga sering terjadi pemadaman listrik. Gangguan ini dapat mengakibatkan kondisi trip pada *relay incoming* 20 kV yang dapat menyebabkan semua penyulang yang terhubung mengalami gangguan pada berbagai lokasi [4][5].

Gangguan yang terjadi pada sistem tenaga listrik perlu dilokalisir agar penyaluran tenaga listrik tetap terjaga. Pada umumnya gangguan yang sering terjadi pada sistem tenaga listrik yaitu gangguan hubung singkat, baik gangguan hubung singkat simetris maupun gangguan hubung singkat asimetris [6][7].

Copyrigt@Jurnal Of Power Electric And Renewable Energy (JPER)
Dokumen diterima pada 25-05-2026
Dipublikasikan pada 30-06-2026

Sebagai upaya untuk mengatasi permasalahan tersebut, diperlukan pemasangan sistem proteksi cadangan berupa *Over Current Relay* (OCR) pada sisi transformator [8][9]. Proteksi ini berfungsi sebagai lapisan pengaman tambahan guna mendeteksi serta menangani gangguan arus lebih dan gangguan tanah secara efektif. [10][11].

Metode yang digunakan adalah perhitungan yang terdiri dari perhitungan arus hubung singkat di berbagai titik lokasi, mulai dari 0%, 25%, 50%, 75% dan 100% untuk gangguan 3 fasa dan antar fasa dan hasilnya digunakan untuk penyetelan *relay* arus lebih [12][13]. Dari hasil perhitungan didapatkan bahwa terdapat perbedaan antara *setting*an *relay* arus lebih eksisting dengan hasil perhitungan. *Setting*an *relay* hasil perhitungan lebih cepat dari *setting*an eksisting kecuali untuk *relay* pada *incoming*[14][15].

Berdasarkan standar IEC 60255 rentang standar TMS adalah 0,025 – 1,5 s, maka hasil perhitungan maupun eksisting sudah memenuhi standar[16][17][18]. Koordinasi *relay* arus lebih berdasarkan hasil dari perhitungan dan simulasi yang dilakukan terbukti membentuk suatu koordinasi *relay* yang baik [19]. Apabila terjadi gangguan pada penyulang maka *relay* yang bekerja terlebih dahulu untuk memerintahkan CB trip adalah *relay* penyulang, kemudian *relay incoming* bekerja setelahnya untuk memerintahkan CB *incoming* trip [18][17][20].

II. METODE PENELITIAN

Terdapat beberapa metode yang diterapkan sebagai dasar metodologi penelitian dalam melakukan penelitian tugas akhir. Objek penelitian meliputi :

1. Perhitungan Impendasi Sumber
2. Perhitungan Reaktansi Transformator
3. Perhitungan Impedansi Penyulang
4. Perhitungan Arus Gangguan Hubung Singkat
5. Perhitungan *Setting* OCR
6. Simulasi Pada Aplikasi ETAP 19.0.1

A. Data Pengujian

1. Data Trafo Tenaga

Transformator V yang ada pada Gardu Induk Tasikmalaya merupakan transformator instalasi luar dengan merk Unindo memiliki kapasitas sebesar 60 MVA, beroperasi ada frekuensi 50 Hz bertegangan 150/20 kV. Transformator V ini memiliki arus hubung singkat sebesar 300 A. Selain itu, impedansi yang dimiliki transformator V sebesar 12,5%, dengan tahanan pentanahan sebesar 12 Ohm.

TABEL 1.
DATA TRANSFORMATOR DAYA

Transformator V	
Merk	UNINDO
Type	P060LEC673-04
Nominal Ratting	60 MVA
Phase	3 Phase
Frequency	50 Hz
Tegangan Sisi Primer	150 kV
Tegangan Sisi Sekunder	20 kV
Rasio CT	2000/5
I nominal	1732 A
Impedansi	12,5%
Hubungan Belitan	YNyn0
NGR	12 ohm

2. Data Penyulang TNJG

Jenis Penghantar :

1. XLPE 240 mm^2 , panjang 0.97 kms
2. A3C 70 mm^2, panjang 3 kms
3. A3C 150 mm^2, panjang 6,67 kms

TABEL 2.
DATA KABEL PENYULANG TNJG

Jenis Kabel	**Diameter**	**Impedansi**
XLPE	240 mm^2	$0{,}125 + j0{,}09$
A3C	70 mm^2	$0{,}4608 + j0{,}357$
A3C	150 mm^2	$0{,}2162 + j0{,}3305$

Arus Beban : 103

Jumlah trafo distribusi : 19 trafo dengan rincian pada tabel

TABEL 3.
DATA TRAFO PENYULANG TNJG

Merk	**Kapasitas**	**Jumlah**
SINTRA	100 kVA	2
SINTRA	160 kVA	2
SINTRA	250 kVA	3
UNINDO	100 kVA	1
UNINDO	250 kVA	3
STARLITE	160 kVA	1
TRAFINDO	250 kVA	1
WELTRAF	160 kVA	1
B & D	100 kVA	3
B & D	250 kVA	1
B & D	400 kVA	1

3. Data Spesifikasi Trafo Distribusi

TABEL 4.
DATA SPESIFIKASI TRAFO DISTRIBUSI

Kapasitas	**Impedansi (Z%)**	**Tegangan Primer (kV)**	**Tegangan Sekunder (kV)**
100 kVA	4	20	0,4

Copyrigt@Jurnal Of Power Electric And Renewable Energy (JPER)
Dokumen diterima pada 25-05-2026
Dipublikasikan pada 30-06-2026

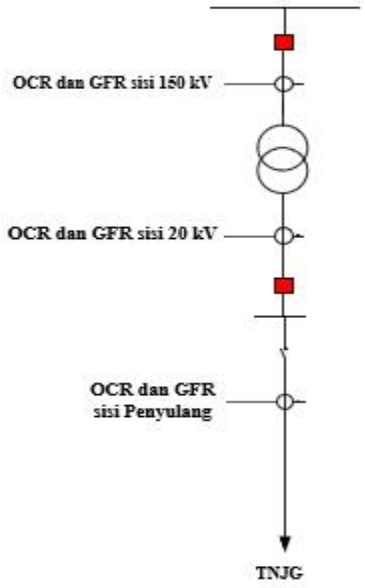
Kapasitas	Impedansi (Z%)	Tegangan Primer (kV)	Tegangan Sekunder (kV)
160 kVA	4	20	0,4
250 kVA	4	20	0,4
400 kVA	4	20	0,4

4. Data *Setting Relay* Arus Lebih (OCR)

TABEL 5.
DATA *SETTING RELAY* ARUS LEBIH

	Merk	Karakteristik	Rasio CT	In	TMS
Incoming	NR, PCS9611	SI	300/1	1	0,58
Outgoing	NR, PCS9611	SI	2000/5	5	0,15
TNJG	MICOM, P123	SI	800/5	5	0,13

5. Single Line Diagram



GAMBAR 1. SINGLE LINE DIAGRAM

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Sebelum menghitung impedansi sumber terlebih dahulu dihitung impedansi dasar dan MVA hubung singkat. Impedansi dasar diperoleh dari hasil perbandingan antara tegangan dan daya dasar transformator sesuai dengan Tabel 1. yang dihitung menggunakan persamaan (1) [12][11].

$$Z_B = \frac{(kVLL)^2}{\text{MVA}_{3\emptyset}} \quad (1)$$

Maka,

$$Z_B = \frac{(150)^2}{60\ MVA}$$

$$Z_B = 375\ \Omega$$

Sedangkan data MVA hubung singkat dapat dihitung dengan menggunakan persamaan berikut.

$$MVAsc = Isc3\emptyset \times (Vprimer\ trafo \times \sqrt{3}) \quad (2)$$

Maka,

$\text{MVA}_{sc} = 13900 \times ((150 \times 10^3) \times \sqrt{3})$

$\text{MVA}_{sc} = 3611{,}33$ MVA

Dari perhitungan di atas maka dapat di cari nilai impedansi sumber (ZS) dengan menggunakan persamaan:

$$Zs = j\ 〚150〛\text{^}2/(MVAsc) \quad (3)$$

$$Zs = j\frac{150^2}{3611{,}33}$$

$$Zs = j\ 6{,}23\ \Omega$$

Kemudian hasil tersebut diubah ke dalam satuan per unit menggunakan persamaan:

$$Z_pu = Z_s/Z_B \quad (4)$$

Maka,

$$Z_{pu} = \frac{j\ 6{,}23}{375}$$

$$Z_{pu} = j\ 0{,}01661\ pu$$

A. Menghitung Reaktansi Tranformator

Besarnya reaktansi transformator V pada GI Tasikmalaya sesuai data yang terdapat pada Tabel 3.1 adalah dalam satuan persen yaitu 12,5%. Untuk mendapatkan nilai reaktansi transformator (XT1) dalam satuan *pu* maka harus melakukan perhitungan dengan daya dasar (Sb) terlebih dahulu dengan menggunakan persamaan (5).

$$\text{X}_{\text{T1}} = \text{X}_{\text{t}} \times \frac{\text{MVA}_2}{\text{MVA}_1} \quad (5)$$

Maka,

$$\text{X}_{\text{T1}} = 0{,}125 \times \frac{60}{60}$$

$X_{T1} = j0{,}125$ pu

Berdasarkan Tabel 2 penyulang TNJG memiliki 19 trafo distribusi dengan jumlah kapasitas yang berbeda-beda. Maka terlebih dahulu dihitung kapasitas totalnya:

Total:
S = 3580 kVA = 3,58 MVA
P = S cos φ = 3,04 MW
Q = S sin φ = 1,9 MVAR
Selanjutnya reaktansi transformator distribusi (X_{T2}) dapat di hitung dengan :
Transformator 100 kVA

$$XT_{100} = X\% \times \frac{Sb2}{Sb1} \quad (6)$$

$X_{T100} = 4\ \% \times \frac{60}{0.1}$

$X_{T100} = 24$

$X_{T100} = \frac{24}{7} = 3{,}43$ pu

Dengan cara yang sama, maka untuk kapasitas trafo lainnya didapatkan hasil sebagai berikut

TABEL 6. REAKTANSI MASING-MASING TRAFO

Kapasitas (kVA)	Jumlah	Reaktansi (pu)
100	7	3,43
160	3	5
250	8	1,2
400	1	6

Kemudian nilai reaktansi total dapat dijumlahkan secara pararel seperti persamaan 7 sebagai berikut.

$$\frac{1}{X_{T2}} = \frac{1}{X_{T100}} + \frac{1}{X_{T160}} + \frac{1}{X_{T250}} + \frac{1}{X_{400}} \quad (7)$$

Maka,

$\frac{1}{X_{T2}} = \frac{1}{3{,}43} + \frac{1}{5} + \frac{1}{1{,}2} + \frac{1}{6}$

$\frac{1}{X_{T2}} = 1{,}4915$

$X_{T2} = j\ 0{,}67\ pu$

B. Menghitung Impedansi Penyulang
1. Impedansi Beban

$$R = \frac{Vpu^2 \times Sb \times P}{(P)^2+(Q)^2} \quad (8)$$

$R = \frac{1^2 \times 3{,}58 \times 3{,}04}{(3{,}04)^2+(1{,}9)^2}$

$R = 0{,}85$pu

Dan

$$X = \frac{Vpu^2 \times Sb \times Q}{(P)^2+(Q)^2} \quad (9)$$

$X = \frac{1^2 \times 3{,}58 \times 1{,}9}{(3{,}04)^2+(1{,}9)^2}$

$X = j\ 0{,}527pu$

2. Impedansi Penyulang

$$Z_B = \frac{Vb^2}{Sb} \quad (10)$$

$Z_B = \frac{20^2}{60}$

$Z_B = 6{,}67\ \Omega$

Maka impedansi penyulang TNJG dalam satuan per unit adalah:

XLPE 240 mm^2

$Z_{LXLPE} = \frac{(0{,}125+j0{,}097)x\ 0{,}97}{6{,}67}$ pu

$Z_{LXLPE} = 0{,}0182 + j0{,}0141$ pu

A3C 70 mm^2

$Z_{L70} = \frac{(0{,}4608+j0{,}3572)x\ 3}{6{,}67}$ pu

$Z_{L70} = 0{,}2073 + j0{,}1607$ pu

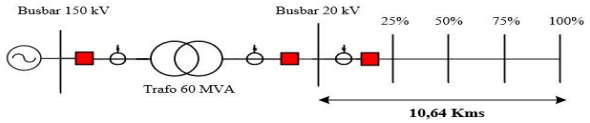
A3CS 150 mm^2

$Z_{L70} = \frac{(0{,}2162+j0{,}3305)x\ 6{,}67}{6{,}67}$

$Z_{L70} = 0{,}2162 + j\ 0{,}3305$ pu

$Z_{Ltotal} = 0{,}4417 + j\ 0{,}5053$ pu

Perhitungan impedansi pada penyulang TNJG yaitu dibagi berdasarkan panjang penyulang yang terdiri dari 0%,25%, 50%, 75% dan 100% dari panjang penyulang. 0% berarti titik 0 km dari panjang keseluruhan dan 100% berarti titik terjauh atau panjang keseluruhan.



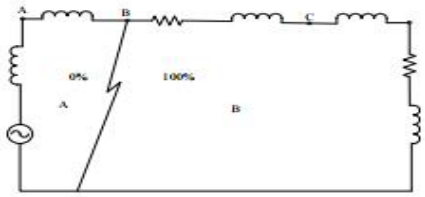
GAMBAR 2. SIMULASI PRESENTASE PANJANG PENYULANG TNJG

Dari hasil perhitungan impedansi berdasarkan jarak, diperoleh impedansi yang disajikan dalam tabel berikut

TABEL 7. IMPEDANSI PENYULANG URUTAN POSITIF DAN NEGATIF

Panjang (%)	Z(pu)
0%	0,4417 + j 0,5053
25%	0,1104 + j 0,1263
50%	0,2208 + j 0,2526
75%	0,3313 + j 0,3789
100%	0,4417 + j 2,4047

3. Menghitung Impedansi saat terjadi gangguan pada berbagai titik lokasi



Gambar 3. Diagram urutan positif dan negatif dengan jarak 0% dari bus

TABEL 8.
IMPEDASI BERDASARKAN JARAK GANGGUAN

Lokasi gangguan (%)	Impedansi Urutan (Z_1=Z_2)
0%	0,09 + j 0,142
25%	0,111 + j 0,263
50%	0,222 + j 0,38
75%	0,333 + j 0,495
100%	0,617 + 0,421

C. Menghitung Arus Gangguan Hubung Singkat

Mencari Arus dasar untuk menghitung arus hubung singkat dengan persamaan 11.

$$I_B = \frac{Sdasar}{\sqrt{3}\,X\,VL-L} \quad (11)$$

$$I_B = \frac{60.000\ kVA}{\sqrt{3}\,X\,20\ kV} = 1732\ \text{A}$$

Berikut persamaan arus gangguan hubung singkat 3 fasa dan 2 fasa dalam satuan per unit

$$I_{hs\,3-fasa} = \frac{E}{Z1}\,\text{pu} \quad (12)$$

$$I_{hs\,3-fasa} = \frac{E}{2\,x\,Z1}\,\text{pu} \quad (13)$$

Setelah arus hubung singkat dalam pu diperoleh, maka arus hubung singkat yang sebenarnya yaitu dengan persamaan 14 sebagai berikut

$$I_{hs\,3,-fasa} = I_{hs\,3-fasa}(pu)x\ \text{I}_\text{B} \quad (14)$$

TABEL 9.
LOKASI GANGGUAN HUBUNG SINGKAT 3 FASA

Lokasi gangguan (%)	$I_{hs\ 3\ fasa}$ (A)
0%	12913,72
25%	6999,89
50%	5038,38
75%	4201,73
100%	3216,15

TABEL 10.
LOKASI GANGGUAN HUBUNG SINGKAT 2 FASA

Lokasi gangguan (%)	$I_{hs\ 2\ fasa}$ (A)
0%	6456,86
25%	3499,94
50%	2519,19
75%	2100,87
100%	1608,07

D. Menghitung *Setting Relay*

1. *Setting* Arus Penyulang TNJG

Setting Arus primer dan Sekunder Penyulang TNJG memiliki arus beban 103 A dengan rasio CT 800/5 A, maka untuk menghitung *setting* arus primernya pada persamaan 15. [21]

$$\text{I}_{\text{set(primer)}} = 1{,}05\ \times I_{Beban} \quad (15)$$
$$\text{I}_{\text{set(primer)}} = 1{,}05\ \times 103$$
$$\text{I}_{\text{set(primer)}} = 108{,}15\ A$$
$$\text{I}_{\text{set(sekunder)}} = I_{set\ (primer)} \times \frac{1}{Rasio\ CT} \quad (16)$$
$$\text{I}_{\text{set(sekunder)}} = 108{,}15 \times \frac{5}{800}$$
$$\text{I}_{\text{set(sekunder)}} = 0{,}676\ A$$

Menghitung TMS dan Waktu kerja *relay*

Perhitungan TMS diambil dari arus hubung singkat tiga fasa di titik 0% dari panjang penyulang. Waktu kerja paling hiir ditetapkan t = 0,3 s

$$\text{TMS} = \frac{t\ x\ \left(\left(\frac{Ihs}{I\,set}\right)^{\alpha} - 1\right)}{\beta} \quad (17)$$
$$\text{TMS} = \frac{0{,}3\ x\ \left(\left(\frac{12.196{,}74}{108{,}15}\right)^{0{,}02} - 1\right)}{0{,}14}$$
$$\text{TMS} = \frac{0{,}3 \times 0{,}099}{0{,}14}$$

TMS = 0,212 (tanpa satuan)

Selanjutnya apabila sudah ada nilai TMS nya maka menghitung waktu kerja *relay* nya dengan persamaan 18 sebagai berikut.

Copyrigt@Jurnal Of Power Electric And Renewable Energy (JPER)
Dokumen diterima pada 25-05-2026
Dipublikasikan pada 30-06-2026

Vol. 4 No. 1. Juni 2026
P-ISSN 2986-8335
E-ISSN 2987-0100
Jurnal Of power electric and renewable Energy (JPER) **Sekolah Tinggi Teknologi Bontang**

$$t = \frac{\beta}{\left(\frac{Ihs}{I\,set}\right)^{\alpha} - 1}\ x\ TMS$$

sebagai contoh perhitungan di ambil pada jarak lokasi 0%.

$$t = \frac{0{,}14}{\left(\frac{12913{,}72}{108{,}15}\right)^{0{,}02} - 1}\ x\ 0{,}212 = 0{,}299 \text{ detik}$$

TABEL 11.
WAKTU KERJA DARI ARUS HUBUNG SINGKAT 3 FASA

Jarak lokasi	t (s)
0%	0,299
25%	0,354
50%	0,398
75%	0,436
100%	0,468

TABEL 12.
WAKTU KERJA DARI ARUS HUBUNG SINGKAT 3 FASA

Jarak lokasi	t (s)
0%	0,353
25%	0,431
50%	0,497
75%	0,556
100%	0,608

2. *Setting* Arus *Incoming* 20 kV

Dalam menentukan nilai *setting* OCR pada sisi *incoming* diambil arus beban transformator 60 MVA pada yaitu sebesar 823 A dan CT = 2000 : 5, maka *setting* arus primernya dapat dihitung menggunakan persamaan 15 yaitu sebagai berikut:

$$I_{set(primer)} = 1{,}05 \times 823$$
$$I_{set(primer)} = 864{,}15\ A$$
$$I_{set(sekunder)} = I_{set\ (primer)} \times \frac{1}{Rasio\ CT} \quad (16)$$
$$I_{set(sekunder)} = 864{,}15 \times \frac{5}{2000}$$
$$I_{set(sekunder)} = 2{,}16\ A$$

Menghitung TMS dan Waktu kerja *relay*

Arus gangguan yang dipilih untuk menentukan besarnya penyetelan TMS *relay* arus lebih sisi masukan 20 kV yaitu arus gangguan hubung singkat tiga fasa di 0% panjang penyulang. Waktu kerja sisi masukan 20 kV didapat dengan waktu kerja *relay* disisi hilir + 0,4 detik, waktu kerja sisi masukan 20 kV adalah 0,3 + 0, 4 = 0,7 detik. Dapat dihitung menggunakan persamaan 17 yaitu sebagai berikut:

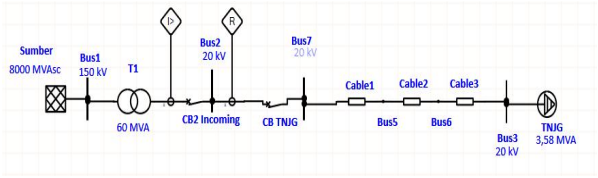
$$TMS = \frac{t\ x\ \left(\left(\frac{Ihs}{I\,set}\right)^{\alpha} - 1\right)}{\beta} \quad (17)$$
$$TMS = \frac{0{,}7\ x\ \left(\left(\frac{12.196{,}74}{864{,}15}\right)^{0{,}02} - 1\right)}{0{,}14}$$
$$TMS = \frac{0{,}7 \times 0{,}104}{0{,}14}$$

TMS = 0,27 (tanpa satuan)

Selanjutnya apabila sudah ada nilai TMS nya maka menghitung waktu kerja *relay* nya dengan persamaan 18 sebagai berikut.

$$t = \frac{\beta}{\left(\frac{Ihs}{I\,set}\right)^{\alpha} - 1}\ x\ TMS$$

$$t = \frac{0{,}14}{\left(\frac{12.196{,}74}{864{,}15}\right)^{0{,}02} - 1}\ x\ 0{,}27 = 0{,}695 \text{ detik}$$



GAMBAR 4. SLD PADA ETAP 19.0.1

Berdasarkan hasil perhitungan arus hubung singkat pada penyulang TNJG , didapatkan nilai arus hubung singkat untuk gangguan dua fasa dan tiga fasa tabel 10 sebagai berikut

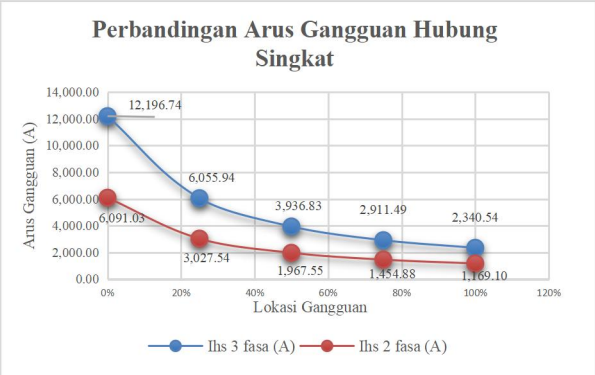
TABEL 13.
PERBANDINGAN HASIL ARUS GANGGUAN HUBUNG SINGKAT

Lokasi gangguan (%)	$I_{hs\ 3\ fasa}$ (A)	$I_{hs\ 2\ fasa}$ (A)
0%	12913,72	6456,86
25%	6999,89	3499,94
50%	5038,38	2519,19
75%	4201,73	2100,87
100%	3216,15	1608,07

Berdasarkan hasil perhitungan *setting relay* arus lebih dan *setting* yang terpasang di lapangan/eksisting maka didapatkan hasil yang dituangkan pada

Copyrigt@Jurnal Of Power Electric And Renewable Energy (JPER)
Dokumen diterima pada 25-05-2026
Dipublikasikan pada 30-06-2026

Vol. 4 No. 1. Juni 2026
P-ISSN 2986-8335
E-ISSN 2987-0100
Jurnal Of power electric and renewable Energy (JPER)
Sekolah Tinggi Teknologi Bontang



GAMBAR 5.
PERBANDINGAN ARUS HUBUNG SINGKAT

Berdasarkan hasil perhitungan arus gangguan hubung singkat, dapat dilihat pada gambar grafik bahwa arus gangguan mengalami penurunan, hal tersebut dipengaruhi oleh panjang atau jarak lokasi gangguan. Semakin jauh jarak lokasi gangguan dengan sumber, maka arus gangguan yang dihasilkan semakin kecil. Sedangkan lokasi gangguan yang dekat dengan sumber menghasilkan arus gangguan yang lebih besar. Selain itu, arus gangguan terbesar terjadi pada gangguan 3 fasa daripada gangguan 2 fasa

TABEL 14.
HASIL PERHITUNGAN *SETTING RELAY*

Setting	***Incoming***		**TNJG**	
	Eksisting	Perhitungan	Eksisting	Perhitungan
TMS	0,25	0,27	0,2	0,212
T	0,7	0,695	0,33	0,299

Pada tabel perbandingan *setting relay* arus lebih tersebut dapat dilihat terdapat perbedaan antara *setting*an *relay* arus lebih yang sudah terpasang (eksisting) dengan *setting*an *relay* arus lebih hasil perhitungan. *Setting*an *relay* hasil perhitung lebih cepat dari *setting*an eksisting kecuali untuk *relay* pada *incoming*. Pada penyulang TNJG TMS hasil perhitungan adalah 0,212 s dan TMS eksisting 0,27 s,

Standar IEC 60255 juga menerangkan bahwa *grading time* antara *relay incoming* dan *outgoing* pada titik terdekat dengan sumber (titik 0%) harus bernilai 0,3-0,5 detik. Dari data pada Tabel 16 dapat dilihat nilai *grading time* antara *relay incoming* dengan *relay* masing-masing penyulang

TABEL 16.
PERBANDINGAN *GRADING TIME*

Penyulang	*Setting Relay*	Waktu Kerja	Waktu kerja *Relay Incoming*	*Grading time (s)*	*Grading Standart IEC 60255 (s)*
TNJG	Eksisting	*0,33*	*0,7*	*0,37*	*0,3 – 0,5*
	Perhitungan	*0,299*	*0,695*	*0,396*	*0,3 – 0,5*

Pada tabel tersebut dapat terlihat bahwa *grading time* eksisting maupun hasil perhitungan keduanya memenuhi standar IEC 60255 yaitu berada pada skala 0,3 – 0,5 s. Pada penyulang TNJG memiliki *grading time* eksisting 0,37 s dan perhitungan 0,396 s,

IV. KESIMPULAN

Perhitungan *setting* proteksi *relay* arus lebih penyulang dan *incoming* 20 kV pada Transformator V didapatkan hasil yaitu *setting* TMS pada *Incoming* adalah 0,27 s dan waktu kerja 0,695 s, TMS penyulang TNJG adalah 0,212 s dan waktu kerja 0,299 s. Perbandingan antara *setting*an *relay* arus lebih hasil perhitungan dengan yang terpasang di lapangan didapatkan bahwa hasil perhitungan memiliki TMS yang lebih cepat dibandingkan eksisting kecuali pada TMS *incoming* yang lebih lambat 0,019 s. Berdasarkan standar IEC 60255 *setting*an TMS untuk *relay* arus lebih berada antara 0,025 – 1,5 s, maka *setting*an *relay* hasil perhitungan maupun eksisting sudah sesuai standar yang berlaku, namun *setting*an *relay* hasil perhitungan memiliki sensitivitas yang lebih baik dari *setting*an *relay* eksisting. Maka, dapat dikatakan bahwa koordinasi *relay* arus lebih hasil perhitungan lebih baik dari eksisting.

V. SARAN

Pada penelitian selanjutnya dapat dilakukan penelitian mengenai koordinasi antara *relay* arus lebih di sisi *incoming* dengan *relay* arus lebih di sisi penyulang beserta gardu distribusinya. Selain itu dapat dilakukan penelitian koordinasi antara *relay* arus lebih dengan sistem proteksi lainnya.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis menyampaikan apresiasi dan terima kasih kepada semua pihak yang telah memberikan bantuan serta dukungan dalam pelaksanaan penelitian ini. Ucapan terima kasih juga ditujukan kepada diri sendiri atas ketekunan dan semangat yang terus terjaga selama proses penelitian berlangsung.

DAFTAR PUSTAKA

[1] M. Rizki, “Evaluasi Dan Koordinasi *Setting* Relai OCR Dan GFR Pada Gardu Induk New Jakabaring”, hal. 1–23, 2019.
[2] RUEN, “Rencana Umum Ketenagalistrikan

Copyrigt@Jurnal Of Power Electric And Renewable Energy (JPER)
Dokumen diterima pada 25-05-2026
Dipublikasikan pada 30-06-2026

Nasional 2019-2038," *Kementeri. Energi dan Sumber Daya Miner.*, vol. 6, no. 1, hal. 1–441, 2019, [Daring]. Tersedia pada: http://repositorio.unan.edu.ni/2986/1/5624.pdf%0Ahttp://fiskal.kemenkeu.go.id/ejournal%0Ahttp://dx.doi.org/10.1016/j.cirp.2016.06.001%0Ahttp://dx.doi.org/10.1016/j.powtec.2016.12.055%0Ahttps://doi.org/10.1016/j.ijfatigue.2019.02.006%0Ahttps://doi.org/10.1

[3] M. A. Mandala dan S. T. Umar, "Analisis Perhitungan OCR (Over Current *Relay*) Sistem Proteksi Pada Trafo GT 15/150 kV Steam Turbine Generator 2.0 PT. Indonesia Power Semarang PGU," *R E L E (Rekayasa Elektr. dan Energi) J. Tek. Elektro*, vol. 2, no. 3, hal. 18–27, 2020, [Daring]. Tersedia pada: http://eprints.ums.ac.id/id/eprint/83168

[4] N. P. L. Ndaru, "Ocr (Over Current *Relay*) Dan Gfr (Ground Fault *Relay*) Sebagai Proteksi Arus Lebih Pada Main Transformator Di Pt. Indonesia Power Unit Pembangkitan Saguling," 2017.

[5] J. P. Nascimento, R. N. Meira, H. Silva, R. L. A. Pereira, N. S. D. Brito, dan B. A. Souza, "Coordination of overcurrent *relay*s in radial distribution systems: An analytical approach," *SBSE 2018 - 7th Brazilian Electr. Syst. Symp.*, hal. 1–6, 2018, doi: 10.1109/SBSE.2018.8395805.

[6] T. D. Salam dan G. Wiyono, "Analisis Koordinasi Proteksi Ocr Dan Gfr Untuk Mengatasi Gangguan Hubungsingkat Pada Transformator Daya Di Gardu Induk …," *Semin. Nas. Tek. Elektro*, vol. 1, hal. 30–38, 2023, [Daring]. Tersedia pada: https://snte.fortei.org/list/index.php/snte/article/view/10

[7] M. L. Rezza, R. Syahputra, dan M. Y. Mustar, "ANALISIS KOORDINASI SISTEM PROTEKSI OVER CURRENT *RELAY* (OCR) DAN GROUND FAULT *RELAY* (GFR) DI GARDU INDUK 150 KV WIROBRAJAN," *Prot. Syst.*, hal. 1–13, 2023.

[8] M. Faidhal Anwar Limbong, R. Gianto, P. Studi Teknik Elektro, dan J. Teknik Elektro, "Evaluasi *Setting* Relai Arus Lebih Dan Relai Gangguan Tanah Di Gardu Induk Ngabang," hal. 1–9, 2019.

[9] A. N. An Nisa, M. Marwan, dan A. R. Idris, "Analisis sistem proteksi di PT. PLN (Persero) sektor pembangkitan kendari unit PLTD Wua Wua," *Tekno*, vol. 29, no. 2, hal. 177, 2019, doi: 10.17977/um034v29i2p177-189.

[10] K. P. Deni Rachmat Hakim, Ramadoni Syahputra, "Studi Dan Analisis Gangguan Kinerja Over Current *Relay* (Ocr) Pada Sistem Proteksi Gardu Induk 150 Kv Medari Sleman," 2019.

[11] A. W. Hidayat, H. Gusmedi, L. Hakim, dan D. Despa, "Analisa *Setting* Rele Arus Lebih dan Rele Gangguan Tanah pada Penyulang Topan Gardu Induk Teluk Betung," *Electr. J. Rekayasa dan Teknol. Elektro*, vol. 7, no. 3, hal. 108–115, 2013, [Daring]. Tersedia pada: https://electrician.unila.ac.id/index.php/ojs/article/view/116

[12] W. Sarimun, *Proteksi Sistem Distribusi Tenaga Listrik*. Bekasi: Garamond, 2012.

[13] A. I. Putra, K. Karnoto, dan B. Winardi, "Evaluasi *Setting Relay* Arus Lebih Dan *Setting Relay* Gangguan Tanah Pada Gardu Induk 150Kv Bawen," *Transient*, vol. 6, no. 3, hal. 454, 2017, doi: 10.14710/transient.6.3.454-460.

[14] I. N. Sunaya dan I. G. S. Widharma, "Analisis Koordinasi Over Current *Relay* Dan Ground Fault *Relay* Terhadap Keandalan Sistem," *J. Ilm. Vastuwidya*, vol. 3, no. 1, hal. 30–40, 2020, doi: 10.47532/jiv.v3i1.98.

[15] F. Khalik Al Ridha, "Evaluasi Koordinasi *Relay* Arus Lebih (OCR) dan Gangguan Tanah (GFR) pada Gardu Induk Garuda Sakti Pekanbaru Khalik," *FTEKNIK*, vol. 3, no. 1, hal. 2016, 2016, [Daring]. Tersedia pada: http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/26849997%0Ahttp://doi.wiley.com/10.1111/jne.12374

[16] I. Ridzki, H. Sucipto, dan O. E. Ditama, "Analisis Koordinasi Sistem Proteksi pada Saluran Transmisi 150 KV Bangil – New Porong," *ELPOSYS J. Sist. Kelistrikan*, vol. 6, no. 2, hal. 91–96, 2019, doi: 10.33795/elposys.v6i2.121.

[17] A. Grid, *Network Protection & Automation Guide Previously called Protective Relays Application Guide*. 2011. [Daring]. Tersedia pada: www.alstom.com/grid/contactcentre%5Cnwww.alstom.com/grid/sas

[18] International Electrotechnical Commission, "IEC 60255-151:2009," 2009, [Daring]. Tersedia pada: www.iec.ch/searchpub/cur_fut-f.htm

[19] D. S. Desnandi Satriya Mustafa, Karnoto, "Analisis Koordinasi Sistem Proteksi *Incoming*, *Outgoing* dan Recloser Trafo 1 Gardu Induk Srondol," *Tek. Elektro*, vol. 10, no. 1, hal. 1–52, 2022, doi:

10.21608/pshj.2022.250026.

[20] A. Nugoho dan T. Sukmadi, "Koordinasi Over Current *Relay* (Ocr) Sisi *Incoming* 1 Dengan Ocr Sisi *Outgoing* Kls 03 Pada Gi Kalisari," *Transmisi*, vol. 19, no. 3, hal. 114, 2017, doi: 10.14710/transmisi.19.3.114-119.

[21] E. Dermawan dan D. Nugroho, "Analisa Koordinasi Over Current *Relay* Dan Ground Fault *Relay* Di Sistem Proteksi Feeder Gardu Induk 20 kV Jababeka," *J. Elektum*, vol. 14, no. 2, hal. 43–48, 2021, [Daring]. Tersedia pada: https://jurnal.umj.ac.id/index.php/elektum/article/view/1737/1464

[22] S. A. Ahmadi, H. Karami, M. J. Sanjari, H. Tarimoradi, dan G. B. Gharehpetian, "Application of hyper-spherical search algorithm for optimal coordination of overcurrent *relay*s considering different *relay* characteristics," *Int. J. Electr. Power Energy Syst.*, vol. 83, hal. 443–449, 2016, doi: 10.1016/j.ijepes.2016.04.042.