

# KOORDINASI RELE DIFFERENSIAL 87GT DAN RELE ARUS LEBIH 51/27 DI GENERATOR-TRANSFORMATOR TERHADAP GANGGUAN HUBUNG SINGKAT UNIT 3 PLTP GUNUNG SALAK

Budi Santosa<sup>1)</sup>, Muchamad Nur Qosim<sup>2)</sup>, Hendrianto Husada<sup>3)</sup>

Teknik Elektro, Sekolah Tinggi Teknik - PLN

<sup>1</sup>budi.santosa@sttpln.ac.id

<sup>2</sup>mn\_qosim@yahoo.com

<sup>3</sup>hendrianto\_h@yahoo.com

**Abstract :** *The power plant has several components one of which is the Generator and Transformer which become the vital equipment in a power plant. Therefore from the reliability and sustainability of a generator and transformer is very dependent on the protection system used. In this studi discusses the adjustment of differential releases and more currents and coordination of both in the event of interference obtained from the data processing. The value of the adjusting current in the differential releases of 1.75 A with 0.2% mismatch and 6.3 A more current releases and the coordination between the differential releases and the overcurrent is limited by the delay time set on the overcurrent current with the TMS value of 0.159 and The greater the noise current the faster the working time of the relay provides a trip signal to the circuit breaker.*

**Keywords:** *Coordination, Differential, More Flow*

**Abstrak :** *Pembangkit listrik memiliki beberapa komponen salah satunya ialah Generator dan Transformator yang menjadi peralatan vital dalam suatu pembangkit tenaga listrik..Maka dari itu keandalan dan keberlangsungan suatu generator dan transformator sangat bergantung pada sistem proteksi yang digunakan. Pada penelitian ini membahas tentang penyetelan rele diferensial dan arus lebih serta koordinasi keduanya saat terjadi gangguan yang diperoleh dari hasil pengolahan data. Besar nilai arus penyetelan pada rele diferensial sebesar 1,75 A dengan mismatch 0,2 % dan rele arus lebih 6,3 A serta koordinasi antara rele diferensial dan arus lebih dibatasi dengan waktu tunda yang sudah disetel pada rele arus lebih dengan nilai TMS 0,159 dan semakin besar arus gangguan maka semakin cepat waktu kerja rele memberikan sinyal trip ke circuit breaker.*

**Kata Kunci :** *Koordinasi, Diferensial, Arus Lebih*

## 1. PENDAHULUAN

Saat ini tenaga listrik telah menjadi kebutuhan pokok baik di bidang perindustrian dalam skala besar hingga rumah tangga dalam skala kecil. Dalam bidang industri, listrik biasa digunakan untuk mengoperasikan motor, kompresor, dll. Serta dalam rumah tangga biasa digunakan untuk menyalakan lampu, pompa, kulkas dll. Seiring dengan pertambahan jumlah penduduk yang semakin meningkat dari tahun ke tahun maka kebutuhan listrik dari tahun ke tahun pun semakin meningkat. Agar dapat selalu memenuhi kebutuhan listrik ke penduduk maka dibangunlah pembangkit-pembangkit energi listrik baik yang bersifat

konvensional maupun terbarukan. Pembangkit yang dibahas dalam penelitian ini ialah pembangkit listrik tenaga panas bumi (PLTP) di Gunung Salak.

Pembangkit listrik memiliki beberapa komponen salah satunya ialah Generator dan Transformator yang menjadi peralatan vital dalam suatu pembangkit tenaga listrik. Generator berfungsi untuk membangkitkan listrik pada suatu pembangkit sedangkan Transformator berfungsi untuk menaikkan dan menurunkan tegangan agar dapat menyalurkan energi listrik sampai ke penduduk. Kedua komponen tersebut harus benar-benar diperhatikan dalam setiap melakukan pemeliharaan. Keandalan dari suatu generator dan transformator sangat bergantung pada

sistem proteksi yang digunakan untuk menghindari atau meminimalisir dari gangguan. Salah satu gangguan yang sering terjadi pada pembangkit tenaga listrik ialah gangguan hubung singkat baik itu hubung singkat di generator maupun di transformator. Untuk mencegah hal ini, maka diperlukan pemasangan proteksi yaitu salah satunya rele diferensial yang merupakan proteksi utama di sistem tenaga listrik dan bekerja secara cepat tanpa waktu tunda serta rele arus lebih yang berperan sebagai proteksi cadangan. Oleh karena itu dibutuhkan suatu pemasangan rele yang baik dan koordinasi kerja rele yang benar antara rele utama dan rele cadangan. Pemasangan rele tersebut tidak akan jauh dari membahas tentang bagaimana penyetelan dari rele itu sendiri akan bekerja dan koordinasi kerja rele utama dan rele cadangan ketika terjadi gangguan hubung singkat di PLTP Gunung Salak.

Tujuan dan manfaat dari penelitian ini adalah untuk Menganalisis penyetelan relai differensial (87GT) serta rele arus lebih (51) untuk pengembangan sistem proteksi generator dan transformator terhadap gangguan hubung singkat di PLTP Gunung Salak.

## 2. LANDASAN TEORI

### 2.1. Sistem Proteksi

Pada sistem tenaga listrik memiliki fasilitas-fasilitas yang penting seperti pembangkitan, transmisi dan distribusi sehingga perlu diatur agar seluruh sistem tidak hanya dioperasikan dengan efisiensi yang tinggi, tetapi seluruh peralatannya juga harus diamankan dan dilindungi agar tidak terjadi kerusakan terutama peralatan-peralatan yang ada di sistem pembangkitan seperti generator dan transformator. Kerusakan pada peralatan-peralatan yang ada di pembangkitan tidak hanya menyebabkan kerugian pada pemasangan peralatan baru, melainkan hasil produksi listrik juga menjadi terhambat dan banyak waktu yang terbuang juga. Oleh karena itu diperlukan suatu perencanaan dan perancang sistem proteksi yang akurat pada sistem pembangkitan.

### 2.2. Peralatan Proteksi

Sistem proteksi pada sistem tenaga didukung oleh beberapa peralatan utama yang berfungsi langsung mengatasi gangguan dan mengisolasi bagian jaringan yang terganggu dari bagian lain yang masih dapat beroperasi dengan baik. Peralatan utama sistem proteksi ini terdiri atas: Instrumen Pengukuran yang berfungsi melakukan pembacaan besaran arus dan tegangan yang kemudian diteruskan ke rele proteksi, Peralatan Pemutus Rangkaian adalah peralatan proteksi yang berfungsi mengisolasi jaringan yang mengalami gangguan diantaranya rele proteksi, *circuit breaker* dan *fuse* termasuk dalam kategori ini.

### 2.3. Instrumen Pengukuran

#### Transformator Arus

Transformator arus merupakan transformator yang dipergunakan untuk menurunkan arus besar pada tegangan tinggi menjadi arus kecil pada tegangan rendah untuk keperluan pengukuran dan pengamanan. Gambar dibawah ini merupakan salah satu contoh dari transformator arus tipe *indoor*.



Gambar 2.2 Transformator Arus tipe indoor

#### Transformator Tegangan

Transformator tegangan memiliki beberapa jenis yaitu transformator tegangan magnetik dan transformator pembagi tegangan kapasitif. Transformator tegangan magnetik merupakan

suatu peralatan listrik yang berfungsi menurunkan tegangan yang tinggi menjadi tegangan yang lebih rendah sesuai dengan nominal tegangan rele. Prinsip kerja trafo jenis ini sama dengan transformator utama namun rancangannya sedikit berbeda dalam beberapa hal antara lain, kapasitasnya kecil (10 sd 150 VA), faktor transformasi dan sudut fasa tegangan primer dan sekunder lebih kecil untuk mengurangi kesalahan pengukuran dan salah satu terminal pada sisi tegangan tinggi dibumikan / ditanahkan.



**Gambar 2.4** Transformator Tegangan Magnetik tipe outdoor dan Pembagi Kapasitif tipe outdoor

#### 2.4. Perhitungan mismatch

Mismatch adalah ketidaktepatan sadapan transformator arus bantu seperti perhitungan teoritis yang diharapkan sehingga menimbulkan ketidakseimbangan arus pada differensial pada relai differensial Rumus perhitungan *mismatch* adalah :

$$M = \left\| \frac{\frac{I_L - T_L}{I_H - T_H}}{S} \right\| \times 100\% \dots \dots \dots 2.1$$

#### 2.5. Rele Arus Lebih 51 V

Merupakan proteksi cadangan yang banyak digunakan di generator. Rele proteksi 51 V dihubungkan pada terminal transformator arus atau ujung netral generator. Rele ini diberi tegangan dari transformator tegangan yang fungsinya mencegah kerja rele sebagai rele arus lebih sampai tegangan terminal generator turun ke tingkat tertentu. Perlu dicatat bahwa meskipun rele ini bekerja dengan besaran arus gangguan dan tegangan namun rele ini tidak merupakan rele arah.

Perangkat pengatur tegangan berfungsi untuk mencegah elemen arus lebih bekerja sampai arus gangguan menurunkan tegangan generator ke harga tertentu, yaitu sampai kira-kira 80 persen dari harga normalnya. Jadi perangkat ini merupakan *restraining* tegangan yang akan mengubah setelan *pick up* rele turun mengikuti pengurangan tegangan generator. Kombinasi ini memungkinkan rele bekerja pada kondisi tegangan rendah meskipun arus kurang dari arus beban maksimum. Inilah prinsip yang digunakan untuk mendeteksi arus gangguan tiga fasa yang bertahan hingga tegangan turun ke harga 80 persen dari tegangan nominalnya.

Rele 51 V dilengkapi dengan pengatur waktu *pick up*, misalnya 50 persen dari rating arus, biasanya lebih mudah dikoordinasikan dengan rele lain dan setelan juga lebih mudah. Sebaliknya rele jenis *voltage restraint* ini lebih kebal terhadap pengaruh arus *start motor* dan pengaruh ayunan daya yang dapat menimbulkan *tripping* yang tidak dikehendaki. tetapi ada juga kekurangannya, terutama pada kondisi dimana tegangan turun hanya dalam waktu singkat sehingga memungkinkan fungsi rele arus lebih menjadi tidak berfungsi.

Umumnya sebagai rele proteksi terhadap gangguan tiga fasa maka unit atau elemen arus lebih 51 V dihubungkan ke salah satu fasa dan tegangan antarfasa. Sementara itu di sisi lain terdapat juga rele arus urutan negative untuk mengamankan generator terhadap

arus ketidakseimbangan. Jadi kembali lagi bahwa waktu kerja *pick up* rele 51 V ini dalam praktiknya harus dikoordinasikan dengan rele-rele lain, termasuk rele urutan negative ini.

### 2.6. Keuntungan dan Kerugian Relai Differensial

Keuntungan relai differensial :

1. Pengamanan sangat selektif.
2. Cepat tidak perlu waktu tunda.

Kerugian relai differensial :

1. Tidak memberikan pengaman cadangan pada seksi-seksi yang berdekatan.
2. Memerlukan kawat penghubung untuk kedua transformator arus tersebut. Ini membatasi penggunaan pada peralatan seperti generator, generator transformator, motor dan pada saluran transmisi dengan panjang tertentu.

## 3. METODE PENELITIAN

### 3.1. Spesifikasi Peralatan

Spesifikasi berikut adalah data-data teknis yang terdapat pada Generator dan Transformator di PLTP Gunung Salak Unit 3 beserta rele differensial dan rele arus lebih sebagai pengaman Generator Transformator yang memiliki data sebagai berikut :

#### Spesifikasi Generator

Pabrik : ANSALDO  
 Fasa : 3  
 Frekuensi : 50 Hz  
 Tegangan : 11,8 KV  
 Arus Beban : 3364 A  
 Putaran/ overspeed : 3000/ 3600 rpm  
 Kapasitas : 68,75 MVA  
 Reaktansi Subtransient ( $X_d''$ ): 16 %

#### Spesifikasi Transformator

Pabrik : ANSALDO  
 Kapasitas : 70 MVA  
 Tegangan : 11,8 / 150 KV  
 Reaktansi Subtransient ( $X_d''$ ): 12 %  
 Vektor Grup : YNd5

#### Spesifikasi Relai Differensial

Pabrik : ANSALDO  
 Type : ABB RADSB  
 Ratio CT : CT1= 4000/5

: CT2=500/5

Arus nominal : 5 A

Arus Setting (Set):  $I_{R(\text{setelan})} = 0,35 \times I_{\text{nom}}$

dan  $I_{\text{US}(\text{setelan})} = 13 \times I_{\text{nom}}$

### Spesifikasi Rele Arus Lebih

Pabrik : ANSALDO

Type : ABB REG 100

Ratio CT : CT1= 4000/5

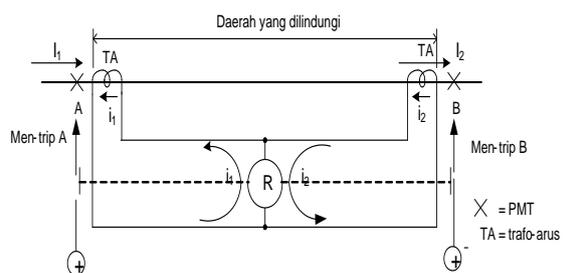
Arus nominal : 5 A

Arus Setting (Set):  $I_{(\text{setelan})} = 1,5 \times I_{\text{nom}}$

### 3.2. Prinsip Relai Differensial

Prinsip kerja rele differensial ialah adanya perbedaan arus yang masuk dan yang keluar dari bagian yang dilindungi, yaitu perbedaan arus dari dua transformator arus yang masuk ke rele. Pada rele differensial, diperlukan dua transformator arus yang dipasang di kedua sisinya, yaitu sisi masuk dan sisi keluar dari bagian yang dilindungi. Jadi besarnya arus yang melewati transformator arus pada sisi masuk akan dibandingkan dengan besarnya arus pada sisi keluar. Dari proses perbandingan didapat :

1. Kedua arus tersebut sama besar, maka tidak ada gangguan atau gangguan terjadi diluar daerah pengaman.
2. Kedua arus tersebut tidak sama, maka gangguan berada di dalam daerah pengaman differensial.



Gambar 3.1 Prinsip kerja rele differensial yang didasarkan pada perbedaan arus sirkulasi

Keterangan Gambar 3.1 :

1. Arus Primer  $I_1$  dan  $I_2$  dideteksi oleh  $CT_1$  dan  $CT_2$ .
2. Disisi sekunder CT, bila  $i_1$  dan  $i_2$  yang masuk ke rele akan saling berlawanan, sehingga rele tidak bekerja.
3.  $I_d = I_1 - I_2 = 0$

### 3.3. Harga Per Unit Dan Persen

Dalam sistem tenaga listrik besaran tegangan, arus, daya KVA, impedansi dan sebagainya dinyatakan dalam harga persen atau per unit. Harga per unit setiap besaran didefinisikan sebagai perbandingan antara harga yang sebenarnya dengan harga atau nilai dasar. Rasio dalam persen adalah 100 kali harga per unit. Kedua satuan ini akan lebih memudahkan perhitungan sistem tenaga listrik dibandingkan dengan menggunakan satuan-satuan konvensional seperti ampere, ohm atau volt.

Satuan per unit khususnya akan lebih menguntungkan dibanding dengan satuan persen, khususnya dalam perkalian dua besaran dimana perkalian dua besaran akan tetap mempunyai satuan per unit, sedangkan perkalian dua besaran dalam persen selalu dibagi dengan 100 untuk mempertahankan satuannya tetap dalam persen. Untuk jelasnya, satuan per unit dapat dinyatakan sebagai berikut :

#### 1. besaran dalam per unit =

$$\frac{\text{nilai sebenarnya besaran}}{\text{nilai dasar dari besaran}} \dots\dots\dots 3.1$$

#### 2. besaran dalam persen =

besaran per unit x 100 .....3.2  
Rumus-rumus yang berhubungan dengan harga-harga diatas, sebagai berikut :

#### Arus dasar

$$= \frac{KVA \text{ dasar}}{\text{Tegangan dasar, } kV_{L-N}} \dots\dots\dots 3.3$$

#### Impedansi dasar

$$= \frac{\text{Tegangan dasar, } kV_{L-N}}{\text{Arus dasar}} \dots\dots\dots 3.4$$

#### Impedansi dasar

$$= \frac{(\text{Tegangan dasar, } kV_{L-N})^2 \times 1000}{KVA \text{ dasar}} \dots\dots\dots 3.5$$

#### Impedansi dasar

$$= \frac{(\text{Tegangan dasar, } kV_{L-N})^2}{MVA \text{ dasar}} \dots\dots\dots 3.6$$

## 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

### 4.1. Perhitungan Transformator Arus Pada Generator dan Transformator

Untuk menghitung arus hubung singkat perlu dipertimbangkan besarnya transformator arus yang terpasang untuk

pengaman utama pada generator dan transformator. Dengan diketahuinya rasio transformator arus, dapat dihitung arus menuju relai pada kondisi normal. Dari data generator dan transformator, besarnya arus nominal pada sisi primer dan sisi sekunder dapat dihitung sebagai berikut :

Tabel 4.1. Besarnya arus nominal

No	Besarnya arus nominal
1	Besarnya rasio transformator arus pada sisi 11,8 kV adalah
	Ratio arus nominal = 5A
	Arus Primer sisi 11,8 kV :
	$I_1 = \frac{70000}{\sqrt{3} \times 11,8} = 3424,95A$
	Arus Sekunder sisi 11,8 kV :
	Karena besarnya arus di primer sebesar 3424,95 A maka rasio transformator arus yang dipilih adalah 4000/5
	$i_1 = \frac{I_1}{R_{TA}} = \frac{3663,79}{\frac{4000}{5}}$
	$i_1 = \frac{I_1}{R_{TA}} = \frac{3663,79 \times 5}{4000}$
$i_1 = \frac{I_1}{R_{TA}} = 4,28 A$	
2	Besarnya rasio Transformator Arus pada sisi 150 kV adalah
	Arus Primer sisi 150 kV :
	$I_2 = \frac{70000}{\sqrt{3} \times 150} = 269,43 A$
	Arus sekunder sisi 150 kV:
	Karena besarnya arus di primer sebesar 269,43 A maka rasio transformator arus yang dipilih adalah 500/5
	$i_2 = \frac{I_2}{R_{TA}} = \frac{269,43}{\frac{500}{5}}$
	$i_2 = \frac{I_2}{R_{TA}} = \frac{269,43 \times 5}{500}$
	$i_2 = \frac{I_2}{R_{TA}} = 2,694 A$
karena pemasangan transformator arus pada sisi 150 kV dihubung delta maka nilai arus sekundernya menjadi	
$i_2 = 2,694 \times \sqrt{3} = 4,66 A$	

dari tabel 4.1 diatas dapat dilihat bahwa terdapat perbedaan nilai arus pada sisi transformator arus 1 dan transformator arus 2 yang masuk ke rele, hal ini menyebabkan rele bekerja. Untuk mengantisipasi hal tersebut maka

digunakan suatu transformator arus bantu untuk meminimalisir selisih arus yang masuk ke dalam rele. Di PLTP Gunung Salak pemasangan transformator arus bantu hanya pada sisi 150 kV saja.

#### 4.2. Penentuan Perbandingan Sadapan Transformator Arus Bantu

Rasio transformator arus bantu yang tersedia di PLTP Gunung Salak antara lain 0,65-2,60/1A , 2,55-10,1/1A dan 2,85-11,2/5A. Transformator arus bantu pada pembahasan ini menggunakan arus nominal di sekunder sebesar 5 A maka yang digunakan adalah 2,85-11A/5A dan hubungan transformator arus bantu Yd. rasio rele arus bantunya adalah :

Rasio transformator arus bantu adalah

$$= \frac{I_L}{I_H} = \frac{4,28}{4,66} = 0,918$$

Berdasarkan data dari SLCE 12 maka sadapan yang dipilih adalah  $\frac{44}{48}$

Tabel 4.2 jumlah lilitan primer

Terminal Sadapan Primer	Jumlah Lilitan		
	Pengenalan Transformator		
	0,65-2,6 / 1 A	2,55-10,1/ 1 A	2,85-11,2/ 5 A
1-2	154	154	42
3-4	16	16	4
5-6	8	8	2

Tabel 4.3 jumlah lilitan sekunder

Terminal Sadapan Sekunder	Jumlah Lilitan		
	Pengenalan Transformator		
	0,65-2,6 / 1 A	2,55-10,1/ 1 A	2,85-11,2/ 5 A
7-8	70	18	22
8-9	30	7	9
9-10	70	18	22
11-12	30	7	9

Dari tabel 4.2.dan tabel 4.3 didapatkan bahwa antara terminal sadapan primer dan sekunder lebih banyak jumlah lilitan sekunder.

#### 4.3. Perhitungan Total Ketidakseimbangan Arus

Total ketidakseimbangan arus adalah penjumlahan dari persentase *mismatch*, persentase magnetisasi, persentase

perubahan sadapan transformator arus bantu dan *error* transformator arus. Untuk perhitungan ini persentase arus magnetisasi diambil 10% dan persentase perubahan sadapan transformator arus bantu 10,5% dan *error* transformator arus 10% sehingga jumlah persentase total ketidak seimbangan arusnya adalah :

$$I_{unb\ tot} = I_{unb\ mag} + I_{unb\ sadapan} + I_{unb\ ct\ error} + I_{unb\ mismatch}$$

$$I_{unb\ tot} = 10\% + 10,5\% + 10\% + 0,2\%$$

$$I_{unb\ tot} = 30,7\% = 0,307\ A$$

Di PLTP Gunung Salak penyetelan relainya adalah  $0,20 \times I_{nom}$ ,  $0,25 \times I_{nom}$ ,  $0,35 \times I_{nom}$  dan  $0,50 \times I_{nom}$ . berdasarkan hasil dari perhitungan arus ketidakseimbangan totalnya maka nilai setelannya adalah :

$$I_{R\ (setelan)} = 0,35 \times I_{nom}$$

$$\text{Dimana } I_{nom} = 5\ A$$

$$I_{R\ (setelan)} = 0,35 \times 5\ A$$

$$I_{R\ (setelan)} = 1,75\ A$$

Nilai tersebut merupakan nilai arus setelan yang menggunakan kumparan penahan (*restrain*) dan untuk nilai arus setelan yang tidak menggunakan kumparan penahan adalah  $8 \times I_{nom}$ ,  $13 \times I_{nom}$  dan  $20 \times I_{nom}$ . Di PLTP Gunung Salak dimana Transformator yang digunakan adalah 70 MVA. Berdasarkan tabel yang terdapat pada data maka termasuk dalam <100 MVA, maka nilai setelannya adalah :

$$I_{us\ (setelan)} = 13 \times I_{nom}$$

$$I_{us\ (setelan)} = 13 \times 5\ A$$

$$I_{us\ (setelan)} = 65\ A$$

#### 4.4. Kerja rele diferensial saat terjadi hubung singkat 3 fasa di titik F2

Besar kontribusi arus hubung singkat tersebut dari sistem:

$$I_{hs} = \frac{Z_G + Z_T}{Z_{total}} \times 10872,847 < -90^\circ\ A$$

$$= \frac{0,4041 < 90^\circ}{0,4431 < 90^\circ} \times 10872,847 < -90^\circ\ A$$

$$I_{hs} = 9915,859 < -90^\circ\ A$$

Sisi sekunder trafo arus mengalir :

$$I_s = 9915,859 \times \frac{5}{500} = 99,15\ A$$

Besar kontribusi arus hubung singkat tersebut dari generator:

$$I_{hs} = \frac{Z_s}{Z_{total}} \times 138213,9783 < -90^\circ\ A$$

$$= \frac{0,039 < 90^\circ}{0,4431 < 90^\circ} \times 138213,9783 < -90^\circ\ A$$

$$I_{hs} = 12165,075 < -90^\circ\ A$$

Sisi sekunder trafo arus mengalir :

$$I_s = 12165,075 \times \frac{5}{4000} = 15,206 \text{ A}$$

Besar arus gangguan yang terjadi dititik F2 didalam daerah pengaman rele differensial, kontribusi dari generator mengalir arus sebesar 15,206, sedangkan kontribusi dari sistem sumber sebesar 99,15 A. Arus yang mengalir kekumparan kerja relai sebesar  $I_d = 99,15 - 15,206 = 83,944 \text{ A}$ . Disini dapat kita lihat bahwa arus yang mengalir kekumparan kerja relai melebihi dari arus penyetelan relai yang sebesar 1,75 A sehingga relai bekerja.

#### 4.5. Kerja Relai Arus Lebih saat terjadi hubung singkat 3 fasa di titik F2

Berdasarkan hasil perhitungan arus hubung singkat di atas maka untuk mengecek waktu kerja rele arus lebih yaitu Karena letak transformator arus rele arus lebih di dekat generator, maka arus hubung singkat yang dipakai adalah arus hubung singkat di kontribusi generator. Cek waktu kerja rele saat arus hubung singkat 3 fasa sebesar 12165,075 A

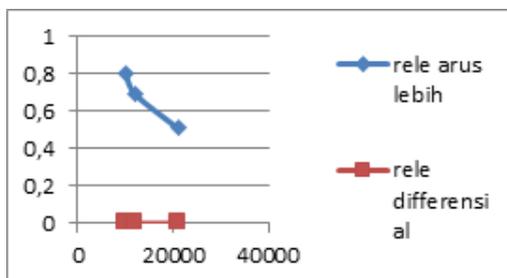
$$T = \frac{0,14}{\left(\frac{I_{hs} 3\phi}{I_{set}}\right)^{0,02} - 1} \times TMS$$

$$T = \frac{0,14}{\left(\frac{12165,075}{2522,5}\right)^{0,02} - 1} \times 0,159$$

$$T = 0,69 \text{ detik}$$

#### 4.6. Grafik hubungan waktu terhadap arus

Dari hasil perhitungan di atas dapat dibuat suatu grafik antara waktu dengan arus. Bila diasumsikan waktu kerja differensial adalah nol maka grafiknya adalah seperti dibawah ini :



Gambar 4.1 grafik hubungan arus dan waktu

Dari grafik di atas, dapat dinyatakan bahwa untuk kerja rele arus lebih, semakin besar arus gangguannya maka semakin cepat waktu kerja untuk

memberikan sinyal trip ke *circuit breaker* sedangkan kerja rele differensial besarnya arus gangguan tidak mempengaruhi pada waktu kerja untuk memberikan sinyal *trip* ke *circuit breaker*.

## 5. KESIMPULAN

1. Penyetelan arus rele diferensial 87 GT untuk mengamankan generator-transformator unit 3 di PLTP Gunung Salak sebesar 1,75 A yang menggunakan kumparan penahan dan 65 A yang tidak menggunakan kumparan penahan.
2. Besarnya nilai mismatch pada penelitian adalah 0,2 %
3. Penyetelan rele arus lebih 51/27 pada unit 3 di PLTP Gunung Salak sebesar 6,3 A ketika tegangan generator turun sampai 80% setelahnya menjadi 3,15 A.
4. Koordinasi rele differensial dan rele arus lebih dapat diatur dengan setelan waktu tunda pada rele arus lebih saat terjadi gangguan.
5. Semakin besar arus gangguan, semakin cepat waktu rele arus lebih untuk memberikan sinyal trip ke *circuit breaker*.
6. Nilai TMS pada rele arus lebih adalah 0,159

## 6. REFERENSI

1. A.R Van C. Warrington; Protective Relays; tahun 1976.
2. Blackburn, J.L, Ed., "Protective Relaying: Principles and Application", Marcel Dekker, Inc, New Yor, 1987
3. Benoltz de Metz-Nobalt; Frederic Dumas;Christope Poulain; Calculation of short circuit current no 158; Schneider Electric. Tahun 2005
4. Djiteng Marsudi, Ir.."Operasi Sistem Tenaga Listrik", Penerbit ISTN, 1990, Jakarta
5. Hasan Basri,Ir.." Proteksi Sistem Tenaga Listrik", Penerbit ISTN, 2003, Jakarta
6. Komari,Ir., Proteksi Sistem Tenaga Listrik,tahun 2003
7. Wahyudi Sarimun.Ir.N.MT. Buku saku Pelayanan Teknik, 2001