

SETTING RELAY DIFFERENSIAL PADA GARDU INDUK KALIWUNGU GUNA MENGHINDARI KEGAGALAN PROTEKSI

Yuniarto^{*)}, Arkhan Subari, and Dinda Hapsari Kusumastuti

PSD III Teknik Elektro Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro
Jl. Prof. Sudharto, SH, Kampus UNDIP Tembalang, Semarang 50275, Indonesia

^{*)}E-mail: yuniartostmt@gmail.com

Abstrak

Proteksi adalah suatu bentuk perlindungan terhadap peralatan listrik yang ada guna menghindari kerusakan peralatan dan juga agar stabilitas penyaluran tenaga listrik tetap terjaga. Bagian dari sistem proteksi adalah trafo arus atau trafo tegangan, pengawatan, dan sumber AC/DC. Trafo arus terbagi menjadi dua fungsi yaitu sebagai pengukuran dan proteksi. Salah satu relay yang digunakan yaitu relay differential yang merupakan pengaman utama transformator yang bekerja tanpa koordinasi dengan relay yang lain. Relay differential sendiri mempunyai beberapa syarat yang harus dipenuhi sebagai pengaman, diantaranya: CT yang digunakan harus mempunyai ratio perbandingan yang sama sehingga $I_p = I_s$ serta sambungan dan polaritas CT1 dan CT2 sama. Yang kedua pemasangan Auxiliary CT yang terhubung Y karena harus membandingkan arus pada dua sisi tanpa perbedaan fasa. Yang terakhir adalah karakteristik kejenuhan CT1 dan CT2 harus sama. Untuk itu perlu dilakukan setting relay differential dengan perhitungan pemilihan ratio CT, perhitungan ACT, setting relay differential itu sendiri dan error mismatch. *Error mismatch* pada trafo arus masih dibawah batas maksimal yaitu 5% karena didapat hasil perhitungan masing-masing trafo arus baik pada sisi 150 kV dan 20 kV sebesar 1,129% dan 0,721%.

Kata kunci: CT, setting, relay differential

Abstract

Protection is a form of protection against existing electrical equipment to avoid damage to the equipment and also that stability electrical power supply is maintained. Part of the system of protection is current transformer or voltage transformer, wiring, and the source of AC / DC. Current transformer is divided into two functions, namely a measurement and protection. One relay used is a differential relay which is a major safety transformer that works without coordination with the other relay. Differential Relay itself has several requirements that must be met as a safety, including: CT used must have the same ratio so that the ratio $I_p = I_s$ as well as connection and CT1 and CT2 same polarity. The second installation connected Auxiliary CT Y having to compare the current on the two sides without a phase difference. The latter is characteristic of CT1 and CT2 saturation should be the same. It is necessary for setting differential relay with a CT ratio electoral calculation, calculation ACT, setting differential relay itself and mismatch error. Error mismatch in the current transformer is still below the maximum limit of 5% as the result of each calculation of the current transformer on either the 150 kV and 20 kV amounting to 1.129% and 0.721%.

Keywords : CT, setting, differential relays

1. Pendahuluan

Proteksi adalah suatu bentuk perlindungan terhadap peralatan listrik yang ada guna menghindari kerusakan peralatan dan juga agar stabilitas penyaluran tenaga listrik tetap terjaga. Ada beberapa persyaratan agar sistem proteksi dikatakan baik, adapun persyaratan itu sebagai berikut : andal, selektif, peka, dan cepat. Sedangkan sistem proteksi itu sendiri terdiri atas beberapa bagian yang apabila salah satunya tidak ada maka tidak dapat dikatakan sistem proteksi. Bagian dari sistem proteksi

adalah trafo arus atau trafo tegangan (CT/PT), *wiring* atau pengawatan, dan sumber AC/DC.

Salah satu proteksi yang paling penting adalah *relay differential*. *Relay differential* sendiri merupakan salah satu proteksi pada transformator. *Relay differential* bekerja tanpa koordinasi dengan *relay* yang lain, karena *relay* ini bekerja tanpa koordinasi dengan *relay* yang lain maka dari itu kerja *relay* ini juga diperlukan waktu yang cepat. *Relay differential* bekerja dengan cepat tanpa ada koordinasi dengan *relay* yang lain. Perbedaan antara *relay*

differential dengan *relay* yang lain adalah sifat dari *relay differential* itu sendiri yaitu : sangat selektif dan cepat dalam mengatasi gangguan, sebagai pengaman utama pada transformator, *relay differential* ini juga tidak dapat digunakan sebagai *backup protection* atau proteksi cadangan dan yang terakhir *relay differential* ini mempunyai daerah pengaman yang dibatasi oleh pemasangan trafo arus (CT).

Berdasarkan uraian diatas maka *relay differential* perlu dilakukan penyettingan yang tepat agar keandalan suatu sitem proteksi dapat terjaga. Karena apabila *setting* yang sudah pernah dilakukan mengalami perubahan maka akan terjadi hal-hal yang kemungkinan akan sangat merugikan. Untuk itu perlu diteliti apakah setting yang dilakukan pada *relay differential* sudah dilakukan dengan benar atau tidak. Apabila setting yang ada ternyata telah mengalami perubahan atau tidak sesuai maka perlu dilakukan *setting* ulang.

2. Metode

2.1 Bahan Pengamatan

Bahan yang diamati pada penelitian ini adalah *relay differential* yang terdapat pada trafo 20 MVA Gardu Induk Kaliwungu yaitu **Relay Differential BBC 202** dan CT atau trafo arus (CT **ABB IMBD 170 A3**) yang merupakan salah satu bagian penting yang menjadi sensor atau pengindra *relay differential*.



Gambar 1 Relay Differential BBC 202

Tabel 1 Data CT Sisi 50 kV

Data CT sisi 150 kV	
Merk	ABB
Type	IMBD 170 A3
No.Seri Phasa R	7754359
No. Seri Phasa S	7754360
No. Seri Phasa T	7754361
Rasio CT	75/1 A

Sedangkan pada sisi 20 kv digunakan CT dengan merk XIAN tipe LRB 20 N.



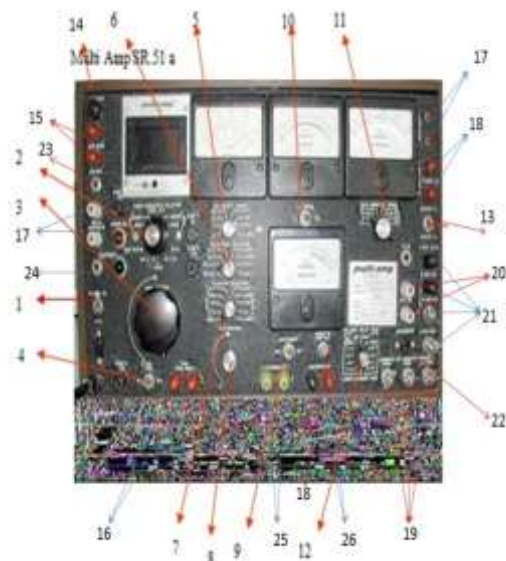
Gambar 2 Trafo Merk XIAN

Tabel 2 Data CT Sisi 20 kV

Data CT 20 kV	
Merk	XIAN
Type	LRB 150 V
No. Seri	A95009
Rasio CT	150/1

2.2 Alat Pengamatan

Alat uji yang digunakan untuk mengetahui *setting* dari *relay differential* itu sendiri adalah Multi Amp SR 51 A

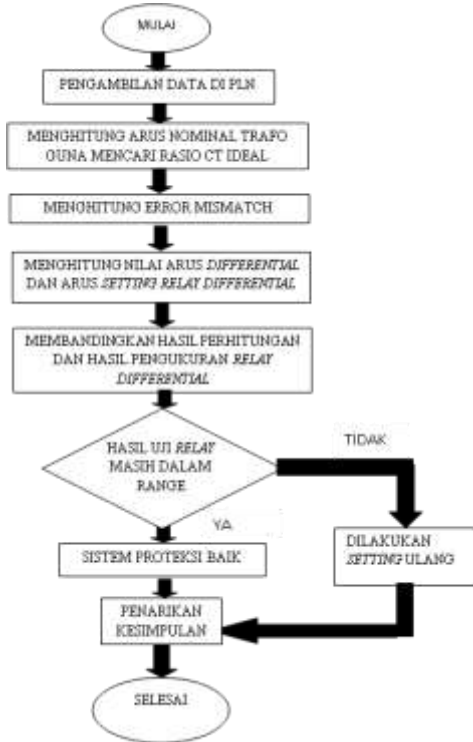


Gambar 3 Alat Uji Multi Amp 51 A Untuk Relay Differential

Peralatan kerja lain yang digunakan dalam pengamatan, yaitu :

- AVO meter
- Radio komunikasi
- Tool set
- Stop kontak / kabel roll
- Kabel test plug
- Buku wiring kubikel

Secara garis besar pengamatan penelitian ini digambarkan secara singkat melalui diagram alir sebagai berikut :



Gambar 4 Diagram Alir Pengamatan

3. Hasil dan Analisa

3.1. Data Lapangan

Tabel 3 Data CT sisi 20 kV

Data CT 20 kV	
Merk	XIAN
Type	LRB 150 V
No Seri	A95009
Rasio CT	800/1

Tabel 4 Data CT sisi 150 kV

Data CT sisi 150 kV	
Merk	ABB
Type	IMBD 170 A3
No Seri Phasa R	7754359
No Seri Phasa S	7754360
No Seri Phasa T	7754361
Rasio CT	75/1 A

Tabel 5 Data Trafo Tenaga

Merk	XIAN
Type	SFZ 20000/150
No Seri	A9500 9/2
Kapasitas Trafo	20 MVA
Tegangan Primer	150 Kv
Tegangan Sekunder	20 Kv
Impedansi Trafo	10.80%

3.2. Hasil Pengujian Relay Differential

Tabel 6. Hasil Uji Pick Up

	1. ARUS PICK UP						
	V%=30; g%=30		R		S		T
Arus setting (Is)	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30
Arus Penahan (Ir)	0.38	0.38	0.39	0.39	0.39	0.39	0.39
Arus kerja (Ip)	0.39	0.39	0.41	0.41	0.41	0.41	0.41
waktu	0.26	0.28	0.28	0.28	0.29	0.29	0.29

Tabel 7 Hasil Uji Karakteristik

2. Karakteristik Relay Differential					
Phasa R					
I1	0.50	0.75	1.00	1.25	1.50
I2	0.92	1.24	1.58	1.92	2.28
If=(I1+I2)/2	0.71	1.00	1.29	1.59	1.89
Id=I1-I2	0.42	0.49	0.58	0.67	0.78
Phasa S					
I1	0.50	0.75	1.00	1.25	1.50
I2	0.93	1.24	1.58	1.92	2.28
If=(I1+I2)/2	0.72	1.00	1.29	1.58	1.88
Id=I1-I2	0.43	0.49	0.58	0.65	0.75
Phasa T					
I1	0.50	0.75	1.00	1.25	1.50
I2	0.93	1.24	1.57	1.91	2.25
If=(I1+I2)/2	0.72	1.00	1.29	1.58	1.88
Id=I1-I2	0.43	0.49	0.57	0.66	0.75

3.3 Perhitungan Ratio CT Ideal

Dalam pemilihan CT Rasio, sebaiknya yang mendekati I rating, maka menghitung I

$$I_{rating} = 110\% \times I_n$$

Dimana :

I_n = Arus Nominal (A)

$$I_n = \frac{S}{v \times \sqrt{3}}$$

S = Daya tersalur (MVA)

V = Sisi tegangan trafo (kV)

$$I_{sekunder CT} = \frac{1}{ratio CT} \times I_n$$

Tabel 8 Perhitungan Ratio Sisi 150 kV

Hasil Hitung Rasio CT Sisi 150 kV	
Inom atau arus nominal	76,98 A
Irating	84,68 A
Isekunder CT	1,02 A
Rasio CT Ideal	150/1 A

Tabel 9 Perhitungan Ratio Sisi 20 kV

Hasil Hitung Rasio CT Sisi 20 kV	
Inom atau arus nominal	577,367
Irating	635096 A
Isekunder CT	0,721 A
Rasio CT Ideal	800/1

Perhitungan Error Mismatch

Error mismatch itu sendiri adalah perhitungan yang dapat ditentukan dengan membandingkan CT yang dipilih atau

CT yang digunakan dan dengan rasio CT ideal yang berasal dari pabrikan yang sering dijumpai dipasaran. Perbandingan kedua CT tersebut boleh dilakukan dengan pertimbangan tidak lebih dari 5% dari besar rasio yang akan digunakan.

$$Error\ mismatch = \frac{CT\ ideal}{CT\ terpasang} \%$$

Perhitungan $I_{differential}$ dan $I_{setting}$

Karena $I_{sekunder}$ CT 150 kV dan $I_{sekunder}$ CT 20 kV telah diketahui nilainya yaitu masing-masing 1,02 A dan 0,721 A maka :

$$I_d = 1,02 - 0,721 = 0,299\ A$$

Sedangkan untuk menghitung arus *setting relay differential* sendiri digunakan rumus :

$$I_{setting} = slope\% \times I_{restrain}$$

Untuk $I_{restrain}$ sendiri dapat dicari menggunakan rumus :

$$I_{restrain} = \frac{(I_{sekunder\ CT\ 150\ kV} + I_{sekunder\ CT\ 20\ kV})}{2}$$

Dari rumus tersebut didapat hasil :

$$I_{restrain} = \frac{(1,02 + 0,721)}{2} = 0,87\ A$$

Untuk menghitung nilai *slope* dapat digunakan rumus :

$$\% Slope = \frac{I_d}{I_r} \times 100\%$$

Dari rumus diatas diperoleh hasil *slope* sebesar :

$$\% Slope\ 1 = \frac{0,299}{0,87} \times 100\% = 34,37\ \%$$

$$\% Slope\ 2 = \left(\frac{0,299}{0,87} \times 2\right) \times 100\% = 68,74\ \%$$

Setelah $I_{restrain}$ dan *slope* didapat maka arus *setting relay differential* dapat dicari sebagai berikut :

$$I_{setting} = 34,37\ \% \times 0,87 = 0,299\ A$$

Maka didapat hasil *setting relay differential* 0,299 A, namun $I_{setting}$ sendiri dibuat 0,3 atau 30% dengan alasan :

- Kesalahan sadapan 10%
- Kesalahan CT 10%
- Mismatch 4%
- Arus eksitasi 1%
- Faktor keamanan 5%

Tabel 10 Hasil perhitungan I_d dan $I_{setting}$

Hasil Perhitungan arus dan setting relay differential	
Id	0,299 A
Irestrain	0,87 A
% slope 1	34,37 %
% slope 2	68,74 %
Isetting	0,299 A

Perhitungan Gangguan Relay dan Toleransi Perubahan Arus :

A. Gangguan Hubung Singkat 3 Fasa Sisi 20 kV

a. Hubung singkat sebesar 32517,81 A

Ketika ada hubung sigkat 3 fasa sehingga In 20 kV menjadi 32517,81 A maka :

$$I_{sekunder\ CT} = (32517,81\ A)/800 = 40,6469\ A$$

$$I_{sekunder\ ACT} = (40,6469\ A)/(0,721) = 56,3757\ A$$

$$I_d = 56,3757 - 1 = 55,3757\ A$$

Karena I setting 0,3 A lebih kecil dari I_d sebesar 55,3757 A maka *relay differential* akan bekerja.

b. Hubung singkat sebesar 580 A

Ketika ada hubung singkat 3 fasa sehingga In 20 kV menjadi 580 A maka :

$$I_{sekunder\ CT} = 580/800 = 0,725\ A$$

$$I_{sekunder\ ACT} = 0,725/0,721 = 1,005\ A$$

$$I_d = 1,005 - 1 = 0,005\ A$$

Karena I setting 0,3 A lebih besar dari I_d sebesar 0,005 A maka *relay differential* tidak akan bekerja.

c. Hubung singkat hingga I_d 0,3 A

Ketika ada hubung singkat sehingga I_d 0,3 A maka :

$$I_{sekunder\ ACT} = 1 + 0,3 = 1,3\ A$$

$$I_{sekunder\ CT} = 1,03 \times 0,721 = 0,9373\ A$$

$$In\ 20\ kV = 0,9373 \times 800 = 749,84\ A$$

B. Toleransi Perubahan Arus Yang Diperbolehkan

Setelah melihat hasil perhitungan hubung singkat pada sisi 20 kV akan didapat berapa toleransi perubahan arus yang diperbolehkan yaitu dengan perhitungan In 20 kV ketika Id 0,3 A dikurangi dengan In 20 kV dalam kondisi normal kemudian hasil itu dibagi dengan In 20 kV pada kondisi normal dikali 100% maka didapat hasil :

$$749,84 - 577,367 = 172,473\ A$$

$$Prosentase = 172,473/577,367 \times 100\% = 29,87\ \%$$

Sedangkan untuk standar PLN sendiri prosentase yang digunakan 30% dengan alasan kesalahan sadapan 10%, kesalahan CT 10%, mismatch 4%, arus eksitasi 1%, dan faktor keamanan 5%

Tabel 11 Perhitungan gangguan dalam

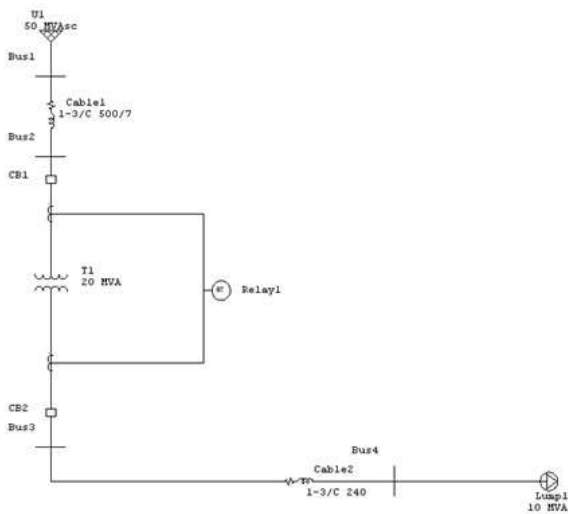
Perhitungan setting relay gangguan dalam	
Ioperasi HV	1,066 A
Irestrain HV	0,8935 A
Isetting	0,3 A

3.4 Perbandingan Hasil Uji dan Perhitungan

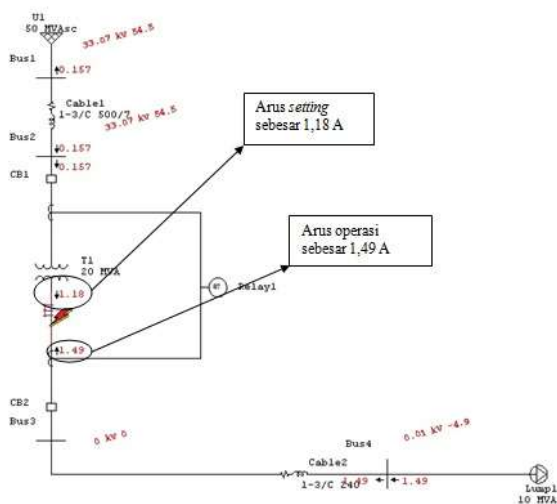
Tabel 12 Perbandingan hasil uji dan perhitungan

	Hasil Perhitungan	Hasil Uji
Id	2,299 A	0,42 A
Irestrain	0,87 A	0,71 A
Isetting	0,299 A	0,3 A

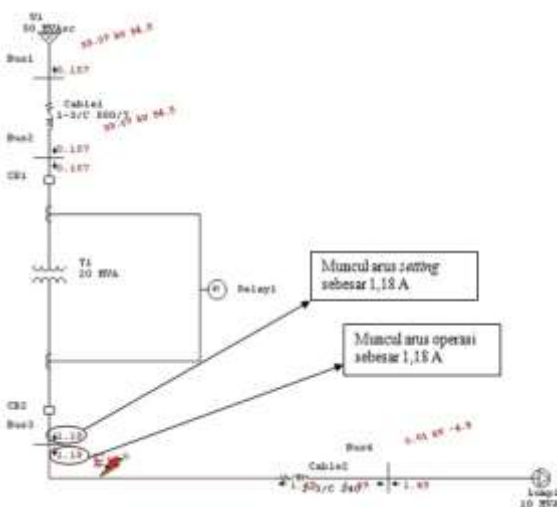
3.5 Etap



Gambar 5 Simulasi etap berdasar hasil hitung



Gambar 6 Simulasi etap gangguan dalam



Gambar 7 Simulasi etap gangguan luar

4. Kesimpulan

Dari pembahasan dan perhitungan pada bab sebelumnya maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Perhitungan setting *relay differential* sangat diperlukan guna mencegah arus gangguan yang dapat menyebabkan kerusakan peralatan dan kontinuitas penyaluran tenaga listrik yang stabil.
2. *Error mismatch* pada trafo arus gardu induk Kaliwungu masih dibawah batas maksimal yaitu 5% karena didapat hasil perhitungan masing-masing trafo arus baik pada sisi 150 kV dan 20 kV sebesar 1,129% dan 0,721%.
3. Dari hasil perhitungan didapatkan hasil arus *differential* sebesar 0,299 A dan arus setting sebesar 0,299 A.
4. Pada saat terjadi gangguan dalam arus operasi atau arus *differential* pada sisi tegangan 150 kV menjadi 1,066 A dan arus setting 0,3. Karena arus setting lebih kecil dari arus *differential* maka *relay differential* akan bekerja.
5. Pada gangguan hubung singkat 3 fasa pada sisi 20 kV dengan arus hubung singkat 32517,81 A didapat I_d sebesar 55,3757 A sehingga *relay* bekerja karena I_d lebih besar dari $I_{setting}$.
6. Pada arus hubung singkat sisi 20 kV sehingga I_n 20 kV sebesar 580 A didapat hasil perhitungan I_d sebesar 0,005 A. Karena $I_{setting}$ 0,3 A lebih besar dari I_d 0,005 A maka *relay differential* tidak bekerja.
7. Ketika ada hubung singkat yang menyebabkan I_d 0,3 A maka didapat arus hubung singkat yang menyebabkan I_n 20 kV sebesar 749,84 A.
8. Dari perhitungan hubung singkat 3 fasa pada sisi 20 kV dapat diketahui bahwa toleransi perubahan arus yang diperbolehkan adalah 29,87% dari I_n trafo sisi 20 kV. Sedangkan untuk standar yang ditetapkan sendiri sebesar 30% dengan melihat kesalahan sadapan 10%, kesalahan CT 10%, *mismatch* 4%, arus eksitasi 1%, dan faktor keamanan 5%.
9. Pada simulasi etap, hasil perhitungan setting yang dilakukan pada *relay differential* yang dimasukkan ke etap, bekerja dengan baik karena mampu mentripkan CB pada saat gangguan didalam daerah kerja *relay differential* dengan indikasi arus setting 1,18 A lebih kecil daripada arus operasi yang besarnya 1,49 A. Sedangkan pada gangguan diluar daerah pengaman *relay*, arus setting yang timbul 1,18 A sama dengan arus operasi yang besarnya 1,18 A sehingga *relay* tidak bekerja.

Referensi

- [1]. Bien, Liem Ek dan Dita Helna. 2007. "STUDI PENYETELAN RELAI DIFERENSIAL PADA TRANSFORMATOR PT CHEVRON PACIFIC INDONESIA". Teknik Elektro. Universitas Trisakti. Jakarta.

- [2]. Hermansyah, Rahman Filzi, ST. 2002. “*PROTEKSI RELAY DIFERNSIAL PADA TRANSFORMATOR PEMBANGKIT PLTP GN SALAK*”. Teknologi Industri. Universitas Gunadarma. Jakarta.
- [3]. Istimaroh, Anna, dkk. 2013. *PENENTUAN SETTING RELE ARUS LEBIH GENERATOR DAN RELE DIFERENSIAL TRANSFORMATOR UNIT 4 PLTA CIRATA II*. Jurnal Reka Elkomika, Volume 1, Nomor 2. Bandung: Institut Teknologi Nasional.
- [4]. Oktavia, Lilia Ragil N. 2013. “*PERHITUNGAN KEJENUHAN TRAFU ARUS (CT) DI KUBIKEL PENYULANG 20 KV TJB 02 GARDU INDUK TANJUNGPATI B GUNA MENGHINDARI KEGAGALAN KINERJA RELAI PROTEKSI*”. Teknik Elektro. Univesitas Diponegoro. Semarang.
- [5]. PT PLN (Persero) Jasa Pendidikan dan Pelatihan Udiklat Semarang. 2006. *PEMELIHARAAN RELAY DIFERENSIAL*.PT PLN (Persero).