

ISSN: 2407-8018
Volume 02/Nomor 02
Maret 2016

AKSARA

Jurnal Ilmu Pendidikan Nonformal

PENGARUH INFLASI, NILAI TUKAR RUPIAH DAN TINGKAT
SUKU BUNGA TERHADAP INDEKS HARGA SAHAM GABUNGAN
J.Herman Sinaulan ✓

SETTING DISTANCE RELAY PADA JARINGAN TRANSMISI
150 KV SISTEM GORONTALO
Ade Irawaty Tolago, Taufiq Yusuf Ismail,
SiLaode Muh. Taslan ✓

ANALISIS PROMOSI UNTUK MENINGKATKAN
PENJUALAN MOTOR SUZUKI
Andi Juanna ✓

PENGARUH EFEKTIVITAS KOMUNIKASI INTERPERSONAL GURU
TERHADAP TINGKAT PRESTASI BELAJAR SISWA SMP NEGERI 5 LUWUK
KECAMATAN LUWUK UTARA KABUPATEN BANGGAI
Ismawati Doembana, Suanti Tunggal ✓

PENGARUH PEMBELAJARAN PENDEKATAN KONTEKSTUAL
TERHADAP KEMAMPUAN PENALARAN MATEMATIKA PESERTA DIDIK
Patima M.Usman ✓

SINERGITAS KECERDASAN INTELEKTUAL, KECERDASAN EMOSIONAL
DAN KECERDASAN SPIRITUAL DALAM PENGEMBANGAN KULTUR
AKADEMIK DAN PENGELOLAAN KONFLIK MAHASISWA
Sutrisno Dj. Yunus dan Abdul Rahmat ✓

MOTIVASI DAN HASIL BELAJAR SISWA PADA
MATA PELAJARAN MATEMATIKA MATERI LUAS BANGUN DATAR
Santoso Misijan ✓

EVALUASI PROGRAM SEKOLAH ADIWIYATA DI SMP NEGERI 2
LIMBOTO GORONTALO
Bahrudin Puyo ✓



PENDIDIKAN LUAR SEKOLAH
PROGRAM PASCASARJANA
UNIVERSITAS NEGERI GORONTALO



SETTING DISTANCE RELAY PADA JARINGAN TRANSMISI 150 KV SISTEM GORONTALO

Ade Irawaty Tolago, Taufiq Yusuf Ismail,
SiLaode Muh. Taslan

Abstract

Disturbance on the transmission line can cause disruption of normal flow of a stream, in the transmission line of the most common disorders are short circuit. Distance relay are used as security for the transmission line because of its ability to quickly eliminate interference. In this research, symmetrical components method is used in to analyzing the single-phase short circuit current and two phase – ground in SUTT 150 kV Gorontalo Transmission System.

The results were obtained, single-phase short circuit at most 1098,11 Ampere and the smallest is 497,67 Ampere and two phase – ground at most $I_b = 1026,91$ Ampere and $I_c = 650,86$ and the smallest is $I_b = 442,63$ Ampere and $I_c = 337,55$ Ampere, while the calculation results setting distance relay it is appropriate to avoid the reach selectivity setting exceeding 80% and avoid looping and time settings on zona1 = 0 s zona2 = 0,4 s and zona3 = 0,8 s according to the impedance value of the secondary $Z_{es\ 1} < Z_{es\ 2}$ as well as on $Z_{es\ 2} < Z_{es\ 3}$.

Keyword: Transmission, Symmetrical Components, Short circuit, Setting Distace Relay

I. PENDAHULUAN

Sistem transmisi merupakan sebuah sistem terbuka yang berguna untuk menyalurkan daya listrik dari pusat pembangkit sampai ke beban yang biasanya berjarak jauh, sehingga kemungkinan besar terjadi gangguan. Gangguan yang terjadi pada saluran transmisi dapat menyebabkan terganggunya aliran arus yang normal. Dalam saluran transmisi gangguan yang paling sering terjadi adalah gangguan hubung singkat. Berdasarkan presentase gangguan pada saluran transmisi menunjukan bahwa kira-kira 70% dan 80% dari gangguan saluran transmisi gangguan tunggal dari saluran ke tanah, yang terjadi karena *flashover* dari satu saluran saja kemenara dan ketanah. Gangguan jenis lain pada saluran transmisi yang terjadi kira-kira 5% adalah gangguan yang melibatkan sekaligus tiga fasa atau disebut gangguan tiga fasa. Gangguan jenis lain pada saluran transmisi adalah gangguan satu saluran dan saluran lain tanpa melibatkan tanah atau biasa disebut gangguan fasa ke fasa dan gangguan dua fasa ke tanah (William D Stevenson, Jr : 1983). Namun perhitungan semua hubung singkat tetap di perlukan untuk penyetingan peralatan- proteksi pada saluran transmisi dan gardu induk, agar meningkatkan keandalan dalam penyaluran daya listrik.

II. LANDASAN TEORI

2.1 Karakteristik Saluran Transmisi

1. Resistansi

Nilai resistansi saluran transmisi dipengaruhi oleh resistivitas konduktor dan temperatur. Resistansi (R) dari sebuah penghantar sebanding dengan panjang l dan berbanding terbalik dengan luas penampangnya.

$$R = \rho \frac{l}{A}$$

(William D. Stevenson, 1984 : 39) dengan

ρ = Resistivitasnya (Ω)

R = Resistansi arus searah (Ω m)

l = Panjang konduktor (m)

A = luas penampang (m^2)

2. Induktansi

Induktansi kawat tiga-fasa pada umumnya berlainan untuk masing-masing kawat. Namun, karena perbedaannya kecil, nilai induktansi dari penghantar yang ditransposisikan yang diambil, bila ketidak-seimbangannya tidak besar.

Untuk susunan kawat seperti tertara pada gambar (1) reaktansi induktif urutan positif (*positive sequence inductive reactance*) dari saluran yang ditransposisikan dinyatakan oleh W. A. Lewis sebagai :

$$X_L = 0,004657 f \log_{10} \frac{GMD}{GMR} \quad (\Omega/\text{mile})$$

(Arismunandar dan Kuwahara, 1993 : 53)

dengan :

f = Frekuensi

GMD = geometric mean distance $\sqrt[3]{D_{ab}D_{bc}D_{ca}}$

GMR = geometric mean radius $= \frac{r}{K}$

R = jari-jari kawat

K = konstanta

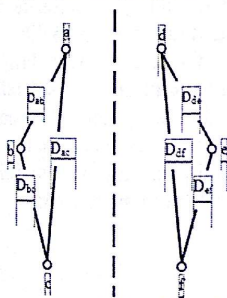
Oleh karena itu maka induktansinya dapat dihitung :

$$L = l + 0,4606 \log 10$$

dengan : (Arismunandar dan Kuwahara, 1993 : 53)

L = induktansi karena fluks magnet dalam kawat

= 0,05 untuk kawat dengan penampang bulat ($\mu=1$)



Sumber : Arismunandar. A, dan Kuwahara. S, 1993:53

Gambar 1. Susunan Kawat Untuk Saluran Ganda

GMR (*geometrical median radius*), GMD (*geometrical median distance*) Radius rata-rata geometris (GMR) dari suatu luas ialah limit dari jarak rata-rata geometris (GMD) antara pasangan elemen dalam suatu luas itu sendiri bila jumlah elemen itu diperbesar sampai tak terhingga.

3. Kapasitansi

Kapasitansi adalah kemampuan dua konduktor yang dipisahkan oleh isolator untuk menyimpan muatan listrik pada tegangan yang diberikan diantara keduanya. Bila pada dua konduktor yang terpisah oleh jarak tertentu dialirkan arus listrik maka akan terbentuk fluks elektrostatik dan dua konduktor tersebut berfungsi sebagai kapasitor. Nilai kapasitansinya semata-mata tergantung dari jari-jari konduktor dan jarak antara kedua konduktor tersebut serta tidak dipengaruhi oleh besarnya medan magnet.

Rumus untuk menentukan kapasitansi saluran adalah :

$$C = \frac{0,02413}{\log \frac{GMD}{r}}$$

(Arismunandar dan Kuwahara, 1993: 55)

dengan :

C = Kapasitansi

GMD = Geometri mean destinance (cm)

r = Jari-jari penghantar

Saluran transmisi mempunyai suatu sistem yang kompleks yang mempunyai karakteristik yang berubah-ubah secara dinamis sesuai keadaan sistem itu sendiri. Adanya perubahan karakteristik ini dapat menimbulkan masalah jika tidak segera dapat diantisipasi. Dalam hubungannya dengan sistem pengamanan suatu sistem transmisi, adanya perubahan tersebut harus mendapat perhatian yang besar mengingat saluran transmisi memiliki arti yang sangat penting dalam proses penyaluran daya.

2.2 Kuantitas Per Unit

$$\text{Arus dasar, } A = \frac{kVA_{1\phi} \text{ dasar}}{\text{tegangandasar, } kV_{LN}}$$

$$\text{Impedansidasar} = \frac{\text{tegangandasar, } V_{LN}}{\text{arusdasar, } A}$$

$$\text{Impedansidasar} = \frac{(\text{tegangandasar, } kV_{LN}) \times 1000^2}{d \text{ sar, } kVA_{1\phi}}$$

$$\text{Impedansidasar} = \frac{(\text{tegangandasar, } kV_{LN})^2}{\text{das } r, MVA_{1\phi}}$$

$$\text{Dayadasar, } kW_{1\phi} = \text{dasar, } kVA_{1\phi}$$

$$\text{Dayadasar, } MVA_{1\phi} = \text{dasar, } MVA_{1\phi}$$

$$\text{Imp dansiper - unit dari} = \frac{\text{impedansisebenarnya, } \Omega}{\text{impedansidasar, } \Omega}$$

Dalam persamaan-persamaan di atas, subkrib 1ϕ dan LN berturut-turut menunjukkan "per fasa" dan "saluran ke netral", untuk persamaan-persamaan berlaku bagi rangkaian tiga-fasa. Jika persamaan-persamaan tersebut dipakai untuk

rangkaian berfasa-tunggal, kV_{LN} berarti tegangan pada saluran berfasa tunggal, atau tegangan saluran ke-tanah jika salahsatu saluran diketanahkan.

Data-data biasanya diberikan sebagai kilovolt-ampere total tiga-fasa atau megafolt-ampere dan kilovolt antar-saluran. Oleh karena itu, mungkin terjadi ketidakseimbangan dalam hubungan antara nilai per-unit dari tegangan saluran dan nilai per-unit dari tegangan fasa. Meskipun tegangan saluran dapat saja dipilih sebagai dasar, untuk rangkaian berfasa-tunggal jawaban yang diperlukan adalah tetap tegangan ke-netral. Tegangan dasar ke netral adalah tegangan dasar antar-saluran dibagi dengan $\sqrt{3}$. Karena ini juga perbandingan antara tegangan antar-saluran dan tegangan saluran-ke-netral dengan tegangan saluran-ke-netral sebagai dasar sama dengan nilai per-unit tegangan antar-saluran pada titik yang sama dengan tegangan antar-saluran sebagai dasar jika sistemnya seimbang. Demikian pula kilovolt-ampere tiga-fasa adalah juga tiga kali dari kilovolt-ampere per fasa. Karena itu, nilai per-unit dari kilovolt-ampere tiga-fasa dengan dasar kilovolt-ampere tiga-fasa identik dengan nilai per-unit dari kilovolt-ampere per-fasa dengan dasar kilovolt-ampere per fasa.

Impedansi dasar dan arus dasar dapat langsung dihitung dari nilai-nilai tiga-fasa untuk kilovolt dasar dan kilovolt-ampere dasar. Jika mengartikan bahwa kilovolt-ampere dasar dan tegangan dasar dalam kilovolt berturut-turut sama dengan kilovolt-ampere dasar untuk total tiga-fasa dan tegangan dasar antar-saluran, maka diperoleh

$$\text{Arusdasar, } A = \frac{kVA_{3\phi} \text{ dasar}}{\sqrt{3} \times \text{tegandasar, } kV_{LL}}$$

Dan dari persamaan

$$\text{Impedans } \angle \text{ dasar} = \frac{(\text{tegandasar, } kV_{LL} / \sqrt{3})^2 \times 1000}{kVA_{3\phi} / 3 \text{ dasar}}$$

$$\text{Impedansidasar} = \frac{(\text{tegandasar, } kV_{LL})^2 \times 1000}{kVA_{3\phi} \text{ dasar}}$$

$$\text{Impedansidasar} = \frac{(\text{tegandasar, } kV_{LL})^2}{MVA_{3\phi} \text{ dasar}}$$

2.3 Mengubah Dasar Kuantitas Per Unit

Impedansi per-unit untuk suatu komponen dari suatu sistem dinyatakan menurut dasar yang berbeda dengan dasar yang dipilih untuk bagian dari sistem dimana komponen tersebut berada. Karena semua impedansi dalam bagian mana pun dari suatu sistem harus dinyatakan dengan dasar impedansi yang sama, maka dalam perhitungannya perlu mempunyai cara untuk dapat mengubah impedansi per-unit dari suatu dasar ke dasar lain.

$$\begin{aligned} \text{Impedansiper - unitdari} &= \\ \text{suatuelemenrangkaiannya} &= \\ \frac{(\text{impedansisebenarnya, } \Omega) \times (kV \text{ Adasar})}{(\text{tegandasar, } kV)^2 \times 1000} \end{aligned}$$

Rumus diatas memperlihatkan bahwa impedansi per-unit berbanding lurus dengan kilovolt-ampere dasar dan berbanding terbalik dengan kuadrat tegangan dasar. Karena itu, untuk mengubah dari impedansi per-unit menurut suatu dasar

yang diberikan menjadi impedansi per-unit menurut suatu dasar yang baru, dapat dipakai persamaan berikut :

$$\begin{aligned} Z_{baru \text{ per-unit}} &= Z_{diberikan \text{ per}} \\ &- \text{unit} \left(\frac{kV_{diberikan \text{ dasar}}}{kV_{baru \text{ dasar}}} \right)^2 \left(\frac{kVA_{baru \text{ dasar}}}{kVA_{diberikan \text{ dasar}}} \right) \end{aligned}$$

Persamaan ini tidak ada sangkut pautnya dengan transfer nilai-ohm impedansi dari suatu sisi ke sisi lain pada sebuah transformator. Perubahan dasar juga dapat diperoleh dengan mengubah nilai per-unit menurut suatu dasar menjadi nilai-ohm dan membaginya dengan impedansi dasar yang baru.

2.4 Komponen Simetris

Menurut IEEE komponen simetris adalah satu set simetris tiga vektor yang digunakan untuk menghitung set simetris dari tiga fase tegangan atau arus. Dalam Sistem tiga fase, satu set tiga vektor sama besarnya menempati dari satu sama lain dengan 120° dalam urutan yang sama seperti set asli vektor simetris. Vektor ini disebut komponen urutan positif. Satu set kedua dari tiga sama besarnya vektor pengungsi dari satu sama lain dengan 120° di urutan terbalik seperti aslinya set vektor simetris. Set vektor ini disebut komponen urutan negatif. Satu set ketiga dari tiga vektor sama besarnya menempati dari satu sama lain dengan 0 derajat. Ini set vektor disebut komponen urutan nol, sesuai standart IEEE Std. 551-2006

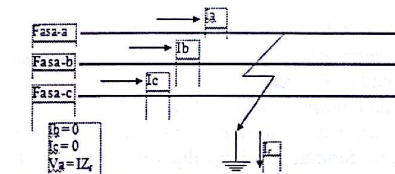
2.5 Gangguan Pada Saluran Transmisi

Berdasarkan ANSI/IEEE Std. 100-1992 gangguan didefinisikan sebagai suatu kondisi fisis yang disebabkan kegagalan suatu perangkat, komponen, atau suatu elemen untuk bekerja sesuai dengan fungsinya. Gangguan hampir selalu ditimbulkan oleh hubung singkat antar fase atau hubung singkat fase ke tanah. Suatu gangguan hampir selalu berupa hubung langsung atau melalui impedansi. Istilah gangguan identik dengan hubung singkat. sesuai standart ANSI/IEEE Std. 100-1992.

2.5.1 Gangguan hubung singkat satu fasa ke tanah

Gangguan satu fasa ke tanah merupakan jenis gangguan yang sering terjadi. Gangguan ini merupakan 85% dari total gangguan pada transmisi saluran udara. Contoh gangguan satu fasa ke tanah adalah gangguan akibat adanya pohon yang menimpa salah satu fasa pada saluran transmisi tenaga listrik. Pada saat terjadi gangguan satu fasa ke tanah pada fasa a maka :

$I_b = 0$, $I_c = 0$ dan $V_a = 0$, jika digambar menjadi :



Gambar 2. Gangguan satu fasa ke tanah

Sehingga persamaan arus dan tegangannya menjadi seperti berikut dari

$I_b = I_c$ maka diperoleh :

$$I_0 + a^2 I_1 + a I_2 = I_0 + a I_1 + a^2 I_2$$

$$(a^2 - a) I_1 = (a^2 - a) I_2$$

Jadi $I_1 = I_2$ Dari $I_b = 0$, diperoleh :

$$I_0 + a^2 I_1 + a I_2 = 0$$

$$I_0 + (a^2 + a) I_1 = 0$$

$$I_0 = -(a^2 + a) I_1$$

Jadi $I_0 = I_1$

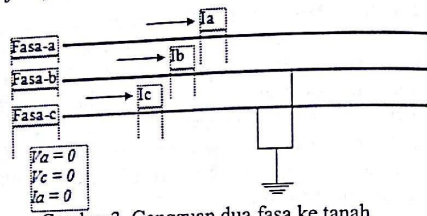
Sehingga diperoleh: $I_0 = I_1 = I_2$

Dari $V_a = I_z f$ diperoleh: $V_0 + V_1 + V_2 = Z_f (I_0 + I_1 + I_2)$

$$\text{Jadi } V_0 + V_1 + V_2 = 3Z_f I_1$$

2.5.2 Gangguan hubung singkat dua fasa ke tanah

Pada gangguan dua fasa ke tanah dengan fasa yang terganggu adalah fasa b dan fasa c maka $V_b = 0$, $V_c = 0$ dan $I_a = 0$



Gambar 3. Gangguan dua fasa ke tanah

Persamaan menjadi sebagai berikut :

$$V_b = V_c = (I_b + I_c) Z_f$$

Dari $I_a = 0$ diperoleh : $I_0 + I_1 + I_2 = 0$

Dan dari $V_b = V_c$, maka:

$$V_0 + a^2 V_1 + a V_2 = V_0 + a V_1 + a^2 V_2$$

$$(a^2 + a) V_1 = (a^2 + a) V_2$$

Jadi $V_1 = V_2$

$$\text{Dari } V_b = V_c = (I_b + I_c) Z_f V_0 + a^2 V_1 + a V_2 = (I_0 + a^2 I_1 + a V_2 + I_0 + a V_2 + a^2 I_1) Z_f$$

$$V_0 - V_1 = 3Z_f \times I_0$$

Dari persamaan diatas dapat dibuat rangkaian ekuivalen urutan hubung singkat dua fasa ke tanah.

2.6 Relai Jarak (Distance Relay)

Distance relay merupakan salah satu jenis rele proteksi yang digunakan sebagai pengamanan pada saluran transmisi karena kemampuannya dalam menghilangkan gangguan (fault clearing) dengan cepat dan penyetelannya yang relatif mudah. Pada prinsipnya, distance relay adalah mengukur nilai arus dan nilai tegangan pada suatu titik tertentu sehingga diperoleh nilai impedansinya ($Z = V/I$), kemudian membandingkannya dengan nilai setting impedansi tertentu dari distance

relay tersebut untuk menentukan apakah rele harus bekerja atau tidak. Pada waktu saluran udara tegangan tinggi (SUTT) terganggu, maka distance relay akan melihat turunnya impedansi dari SUTT, kemudian distance relay pun akan bekerja.

2.7 Prinsip Kerja Rele Jarak (Distance Relay)

Distance relay mengukur tegangan pada titik rele dan arus gangguan yang terlihat dari rele, dengan membagi besaran tegangan dan arus, maka impedansi sampai titik terjadinya gangguan dapat ditentukan.

Distance relay akan bekerja dengan cara membandingkan impedansi gangguan yang terukur dengan setting impedansi pada rele, dengan ketentuan :

- 1) Jika harga impedansi gangguan lebih kecil daripada setting impedansi distance relay, maka distance relay akan bekerja.
- 2) Jika harga impedansi gangguan lebih besar atau sama dengan setting impedansi distance relay, maka distance relay tidak akan bekerja.

2.8 Setting Distance relay

Setting distance relay artinya mengatur nilai Z rele jarak sampai berapa jauh mampu melindungi bagian dari saluran transmisi, dalam praktek biasa disebut dengan penyetelan zone protection dari distance relay. Distance relay pada umumnya mempunyai 3 elemen pengukur dan setiap elemen pengukur mempunyai zone proteksi sendiri, sehingga distance relay memiliki 3 zone protection. Zone satu bertujuan melindungi seksi pertama dari SUTT, yaitu antara rel G.I dimana distance relay berada sampai rel G.I berikutnya terhadap relay. Begitu seterusnya, zone 2 untuk seksi ke 2 dan zone 3 untuk seksi ke 3.

Impedansi yang digunakan sebagai dasar penyetelan distance relay adalah impedansi saluran transmisi pada sisi sekunder trafo arus (CT) dan trafo tegangan (PT) dapat dihitung dengan rumus:

$$Z_s = \frac{\text{Perbandingan CT}}{\text{Perbandingan VT}} \times Z_p$$

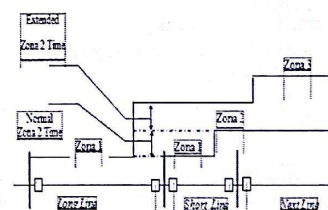
Dimana:

Z_s = Impedansi sisi sekunder CT dan VT (impedansi yang terukur oleh rele)

Z_p = Impedansi sisi primer CT dan VT (impedansi saluran transmisi)

CT = Current Transformator (trafo arus).

VT = Voltage Transformator (trafo tegangan)



Gambar 4 Setelan zona proteksi distance relay

1) Zona 1

Daerah pada zona 1 mencakup sejauh mungkin dari saluran yang diamankan tetapi dengan ketentuan tidak bisa melewati saluran yang ada didepannya. Dengan mempertimbangan adanya kesalahan-kesalahan dari data saluran, CT, PT dan peralatan-peralatan lain sebesar 20%, maka zona 1 rele di setting 80% dari saluran yang diamankan

Dengan $Z_{L1} = 0,8 \cdot Z_{L1}$

Keterangan :

Z_{L1} = Impedansi saluran yang diamankan

2) Zona 2

Daerah ini harus pasti dapat menjangkau sisa saluran transmisi yang tidak dapat diamankan zona satu, tetapi tidak dapat mendahului zona dua dari saluran berikutnya. Zona dua harus di setting dengan waktu tunda atau *time delayed* agar dapat dikordinasikan dengan rele di ujung terminal yang lain, Waktu tunda ini di perlukan untuk menjaga agar rele tidak trip secara langsung (*instantaneous*) untuk gangguan diluar saluran transmisi yang diproteksinya. Dengan mengasumsikan adanya kesalahan-kesalahan seperti pada penyetelan pada zona satu (CT error dan PT error) sekitar 20%, maka didapat penyetelan minimum dan maksimum untuk zona dua sebagai berikut :

$Z_{L2} = 0,8Z_{L1} + k \cdot 0,8xZ_{L2}$

Keterangan :

Z_{L1} = Impedansi saluran transmisi yang diamankan

Z_{L2} = Impedansi saluran transmisi seksi berikutnya yang terpendek

k = Faktor infeed (direkomendasikan 2)

Jika pada saluran transmisi berikutnya terdapat beberapa cabang, untuk mendapatkan selektivitas, maka setting Zona -2 diambil pada saluran transmisi seksi berikutnya yang terpendek (Z_{L2}), hal ini dimaksudkan agar jangkauan zona dua tidak melebihi jangkauan zona berikutnya.

3) Zona 3

Zona tiga *distance relay* dapat berfungsi sebagai pengaman cadangan untuk saluran transmisi seksi berikutnya, sehingga di set agar dapat meliputi seluruh saluran transmisi seksi berikutnya yang terpanjang (Z_{L3}). Penyetelan jangkauan zona tiga adalah :

$Z_{L3} = 0,8 (Z_{L1} + k \cdot 1,2 Z_{L3})$

Keterangan ;

Z_{L1} = Impedansi saluran transmisi yang diamankan

Z_{L3} = Impedansi saluran transmisi seksi berikutnya yang terpanjang.

k = Faktor infeed(direkomendasikan 2)

III. METODE PENELITIAN

1. Pengumpulan Data

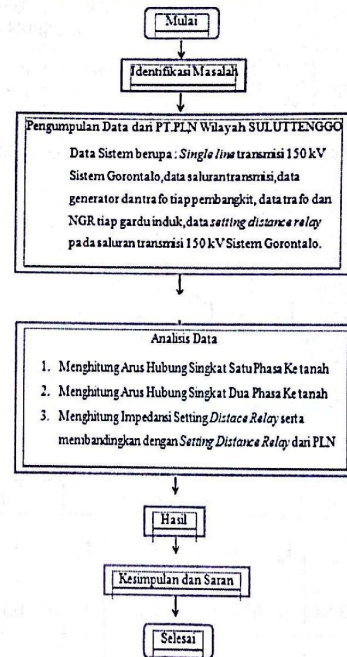
Pengambilan data dilakukan di PT. PLN (Persero) Wilayah SULUTTENGGO. Data yang dibutuhkan antara lain, Data sistem, berupa *single line* transmisi 150 kV Sistem Gorontalo, data generator dan trafo tiap pembangkit, data trafo dan NGR pada tiap Gardu Induk, data saluran taransmisi Sistem Gorontalo, data beban tertinggi transmisi trafo dan penyulang pada tiap-

tiap gardu induk serta data *setting distance relay* pada tiap-tiap jalur pada saluran transmisi yang terdapat pada gardu induk Isimu.

2. Analisis Data

Metode yang digunakan untuk menghitung besar arus hubung singkat yaitu menggunakan metode komponen simetris

Flowchart Penelitian



Gambar 5 Flowchat Penelitian

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil perhitungan arus hubung singkat satu fasa ke tanah dan dua fasa ke tanah pada masing – masing jarak pada saluran transmisi 150 kV Sistem Gorontalo menggunakan tiga equifalen pada masing – masing jarak yang telah di tentukan.

Tabel.1 Impedansi tiap equifalen pada tiap jarak pada masing-masing jalur

Jalur dari GI Isimu	Jarak 25% (A)			Jarak 50%(A)			Jarak 75%(A)		
	Z ₁	Z ₂	Z ₀	Z ₁	Z ₂	Z ₀	Z ₁	Z ₂	Z ₀
GI Boroko	0,508 j0,405	0,014 j0,381	0,133 +j0,473	0,515 +j0,437	0,023 j0,413	165+j0,607	0,522 j0,470	0,032 j0,446	194+j0,712
GI Botupingge	0,0021 +j0,44	0,0055 j0,374	0,124 +j0,383	0,0049 +j0,445	0,0047 j0,371	205+j0,213	0,004 j0,441	0,0046 j0,368	0,105+j0,407
GI Marisa	493 j0,413	0,015 j0,386	0,162 +j0,495	0,487 +j0,454	0,025 j0,422	413+j1,247	0,078 j0,397	0,033 j0,455	217+j0,650

Tabel.2 Hasil Perhitungan Arus Hubung Singkat 1 Fasa ke tanah

Jalur	Jarak 25% (A)			Jarak 50%(A)			Jarak 75%(A)		
	I _a	I _b	I _c	I _a	I _b	I _c	I _a	I _b	I _c
GI Isimu - GI Boroko	812,908 ∠- 62,51°	0	0	713,604 ∠- 64,24°	0	0	644,322 ∠- 65,32°	0	0
GI Isimu - GI Botupingge	952,62 ∠- 83,79°	0	0	1098,11 ∠- 78,25°	0	0	945,69 ∠- 83,72°	0	0
GI Isimu - GI Marisa	792,12 ∠- 62,62°	0	0	497,67 ∠- 66,45°	0	0	750,55 ∠- 77,68°	0	0

Tabel 3. Hasil Perhitungan Arus Hubung Singkat 2 Fasa ke tanah

Jalur dari GI Isimu	Jarak 25% (A)			Jarak 50% (A)			Jarak 75% (A)		
	I _b	I _c	I _a	I _b	I _c	I _a	I _b	I _c	I _a
GI Boroko	529,62 ∠154,10°	783,94	0	677,03	23,92 ∠61°	0	442,63 ∠17°	337,55 ∠7°	0
GI Botupingge	1007,66 ∠	923,37	0	1026,9	650,86 ∠5°	0	968,79 ∠15°	843,31 ∠3°	0
GI Marisa	755,17 ∠1	791,73	0	677,03	611,60 ∠	0	946,46 ∠166,78°	797,51 ∠3	0

Hasil perhitungan *setting distance relay* pada tiap-tiap jarak pada saluran transmisi 150 kV Sistem Gorontalo

Tabel 4. Hasil Perhitungan *Setting Distance Relay* Transmisi 150 kV Sistem Gorontalo

Jalur		Setting Zone			ratio PT	ratio CT	sudut	Line Length
		1	2	3				
GI Isimu Ke GI Botupingge	Feeder IS 3.4 Botupingge	Z _f = 0,013 Ω	Z _f = 0,117 Ω	Z _f = 0,140 Ω	/ V 150.000 /100	/ A 800/1	° 74.3	km 36.284
		Z _{es} = 5,06 Ω	Z _{es} = 7,08 Ω	Z _{es} = 8,10 Ω				
		ts = 0 s	ts = 0.4 s	ts = 0,8 s				
GI Isimu Ke GI Boroko	Feeder IS 3.2 Boroko	Z _f = 0,093 Ω	Z _f = 0,184 Ω	Z _f = 0,236 Ω	/ V 150.000 /100	/ A 800/1	° 74.3	km 72.823
		Z _{es} = 10,17 Ω	Z _{es} = 14,24 Ω	Z _{es} = 16,27 Ω				
		ts = 0 s	ts = 0.4 s	ts = 0.8 s				
GI Isimu Ke GI Marisa	Feeder IS 3.6 Marisa	Z _f = 0,287 Ω	Z _f = 0,479 Ω	Z _f = 0,293 Ω	/ V 150.000 /100	/ A 800/1	° 74.3	km 110.25
		Z _{es} = 15,38 Ω	Z _{es} = 21,54 Ω	Z _{es} = 24,62 Ω				
		ts = 0 s	ts = 0.4 s	ts = 0,8 s				
GI Botupingge (line 2) Ke PLTU Molot abu	Feeder BP 3.2 PLTU Molot abu	Z _f = 0,015 Ω	Z _f = 0,225 Ω	Z _f = 0,251 Ω	/ V 150.000 /100	/ A 800/1	° 74.3	km 24,25
		Z _{es} = 3,38 Ω	Z _{es} = 4,73 Ω	Z _{es} = 5,41 Ω				
		ts = 0 s	ts = 0.4 s	ts = 0,8 s				

V. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

- Dari hasil perhitungan pada gangguan hubung singkat satu fasa ke tanah yang paling terkecil terdapat pada titik 50% jarak dari busbar GI Isimu ke GI Marisa dimana besar arus hubung singkat adalah 497,67Ampere. Sedangkan yang paling besar terdapat pada titik 50% jarak dari busbar GI Isimu ke GI Botupingge dimana besar arus hubung singkat yang terjadi adalah 1098,11Ampere.
- Besar arus hubung singkat dua fasa ke tanah yang paling besar terdapat pada titik 50% pada jalur GI Isimu ke GI Botupingge dimana arus hubung singkat I_b = 1026,91 Ampere dan I_c = 650,86 Ampere, dan yang terkecil terdapat pada titik 75% yang terdapat pada jalur GI Isimu sampai GI Boroko

dimana besar arus hubung singkatnya adalah $I_b = 442,63$ Ampere dan $I_c = 337,55$ Ampere.

3. Hasil perhitungan dari setting relai jarak (*distance relay*) pada zona 1,2 dan 3 di setiap jalur pada jaringan transmisi 150 kV Sistem Gorontalo menunjukkan bahwa adanya selisih antara hasil perhitungan impedansi *distance relay* dengan setting dari pihak PT.PLN. Dimana pada hasil perhitungan jalur GI Isimu – GI Boroko besar impedansi tiap zona adalah $Z_{es\ 1} = 10,17\ \Omega$, $Z_{es\ 2} = 14,24\ \Omega$ dan $Z_{es\ 3} = 16,27\ \Omega$ sedangkan pada *setting* dari PT.PLN yaitu : $Z_{es\ 1} = 9,748\ \Omega$, $Z_{es\ 2} = 13,37\ \Omega$ dan $Z_{es\ 3} = 15,02\ \Omega$, Jalur GI Isimu – GI Marisa besar impedansi tiap zona adalah $Z_{es\ 1} = 15,38\ \Omega$, $Z_{es\ 2} = 21,54\ \Omega$ dan $Z_{es\ 3} = 24,62\ \Omega$ sedangkan pada *setting* dari PT.PLN yaitu : $Z_{es\ 1} = 14,02\ \Omega$, $Z_{es\ 2} = 19,75\ \Omega$ dan $Z_{es\ 3} = 22,74\ \Omega$, Jalur GI Isimu – GI Botupingge besar impedansi tiap zona adalah $Z_{es\ 1} = 5,06\ \Omega$, $Z_{es\ 2} = 7,08\ \Omega$ dan $Z_{es\ 3} = 8,10\ \Omega$ sedangkan pada *setting* dari PT.PLN yaitu : $Z_{es\ 1} = 4,88\ \Omega$, $Z_{es\ 2} = 6,32\ \Omega$ dan $Z_{es\ 3} = 7,88\ \Omega$, dan pada Jalur GI Botupingge – PLTU Molotabu besar impedansi tiap zona adalah $Z_{es\ 1} = 3,38\ \Omega$, $Z_{es\ 2} = 4,73\ \Omega$ dan $Z_{es\ 3} = 5,41\ \Omega$ sedangkan pada *setting* dari PT.PLN yaitu : $Z_{es\ 1} = 3,30\ \Omega$, $Z_{es\ 2} = 4,50\ \Omega$ dan $Z_{es\ 3} = 5,05\ \Omega$ hasil perhitungan telah sesuai dengan selektifitas yang baik untuk menghindari jangkauan *setting* yang melebihi 80% dan menghindari *looping* serta tetapan waktu pada zona1 = 0 s zona2 = 0,4 s dan zona3 = 0,8 s sesuai dengan selektifitas yang baik dimana nilai impedansi sekunder $Z_{es\ 1} < Z_{es\ 2}$ begitu pula pada $Z_{es\ 2} < Z_{es\ 3}$.

5.2 Saran

PT.PLN (Persero) WILAYAH SULUTTENGO diharapkan senantiasa memperhatikan keandalan, selektifitas dan setting impedansi *distance relay* yang digunakan agar bisa tetap relevan dengan kondisi saluran yang diproteksi. Dengan demikian, gangguan pada saluran transmisi bisa diatasi dengan baik dan ketersediaan tenaga listrik bagi konsumen bisa tetap terjamin.

DAFTAR PUSTAKA

- Arismunandar, A. dan Kuwahara, 1993. "Buku Pegangan Teknik Tenaga Listrik". Pradnya Paramita : Jakarta
- Arismunandar, A., 1984. "Teknik Tegangan Tinggi", pradnya paramita : jakarta
- Badarudin, 2012. "Analisi Perhitungan Setting Relai Jarak Sutet 500 kV Krian-Gresik", Jurnal Skripsi
- Hutauruk. T. S, 1991. "Transmisi Daya Listrik". Penerbit Erlangga. Jakarta
- Kadir Abdul, 1998. "Buku Pegangan Transmisi Tenaga Listrik" Universitas Indonesia : Jakarta
- Nurhadi, Slamet, 2005. "Studi keandalan sistem kerja rele Proteksi di GI polehan 70/20 kV", Jurnal Skripsi
- Syafar, A. Muhammad, 2010. "Studi Keandalan Distance Relay Jaringan 150 kV GI Tello – GI Pare-Pare", Jurnal Skripsi
- Stevenson, Jr, William D, 1983. "Analisis Sistem Tenaga Listrik", Erlangga, Jakarta
- PT.PLN (Persero). 2011, "Pedoman SUTT-SUTET", Jakarta

AKSARA	
Jurnal Ilmu Pendidikan Nonformal	
PENGARUH INFLASI, BILAI TUKAR RUPIAH DAN TINGKAT BUKU BUNGA TERHADAP INDEKS HARGA BAHAN GABUNGAN	J. Harnanto, S. S. Harnanto
REVISI KEMERDEKAAN RI PADA JALAN DAN TANGKALAN 100 KV DI BENTENG BONGKALAN	A. H. Harnanto, T. H. Harnanto, T. H. Harnanto, T. H. Harnanto
ANALISIS PROMOSI UNTUK MENDUKUNG PEMERINTAH MUDA MELAKUKAN	A. H. Harnanto
PENGARUH EFEKTIVITAS KEMERDEKAAN BENTENG BONGKALAN TERHADAP TINGKAT KEMERDEKAAN BENTENG BONGKALAN	A. H. Harnanto, T. H. Harnanto, T. H. Harnanto, T. H. Harnanto
PENGARUH PEMERINTAH PEMERINTAH KEMERDEKAAN TERHADAP KEMERDEKAAN PEMERINTAH KEMERDEKAAN	A. H. Harnanto, T. H. Harnanto, T. H. Harnanto, T. H. Harnanto
PENGARUH KEMERDEKAAN BENTENG BONGKALAN DAN KEMERDEKAAN BENTENG BONGKALAN DALAM KEMERDEKAAN BENTENG BONGKALAN	A. H. Harnanto, T. H. Harnanto, T. H. Harnanto, T. H. Harnanto
MOTIVASI DAN KEMERDEKAAN BENTENG BONGKALAN	A. H. Harnanto, T. H. Harnanto, T. H. Harnanto, T. H. Harnanto
EVALUASI PROGRAM PEMERINTAH KEMERDEKAAN BENTENG BONGKALAN	A. H. Harnanto, T. H. Harnanto, T. H. Harnanto, T. H. Harnanto

AKSARA

Jurnal Ilmu Pendidikan Nonformal

ISSN: 2407-8018

