



SNESTIK

Seminar Nasional Teknik Elektro, Sistem Informasi,
dan Teknik Informatika

<https://ejurnal.itats.ac.id/snestik> dan <https://snestik.itats.ac.id>



Informasi Pelaksanaan :

SNESTIK I - Surabaya, 26 Juni 2021

Ruang Seminar Gedung A, Kampus Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya

Informasi Artikel:

DOI : 10.31284/p.snestik.2021.1478

Prosiding ISSN 2775-5126

Fakultas Teknik Elektro dan Teknologi Informasi-Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya
Gedung A-ITATS, Jl. Arief Rachman Hakim 100 Surabaya 60117 Telp. (031) 5945043
Email : snestik@itats.ac.id

Analisa Relay Jarak Pada Saluran Transmisi 150KV Gardu Induk Bangil ke Gardu Induk Lawang

Yossi Asroru Maula¹, Trisna Wati²

Teknik Elektro, FTETI, Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya
e-mail: yossi.asrorumaula@gmail.com

ABSTRACT

At 150kV Substation Bangil, there is a relay replacement of the electromagnetic distance to a numerical distance relay which has overcapacity of protection range in first zone and it able to obtain 85%. Therefore, it necessary to be rearranged because distance relay is the main protection system of transmission line. Transmission line was changing to distance relay replacement was line transmission from Bangil Substation toward Lawang Substation. The review of distance relay setting change on 150kV Bangil - Lawang line would be simulated using fuzzy and compared by old settings which was the application used DigSilent 14.1.3 software. Simulation result showed that distance relay had setting value which was not meeting the standard of old settings in 150kV Bangil Substation, zone 1 protected of 93%, zone 2 protected of 75%, and zone 3 protected more than 133%. Whereas, calculation setting obtained better simulation result and closer to the sandard. Zone 1 protected of 85%, zone 2 protected 68%, and zone 3 protected of 89%. Impedance setting comparison of zone 1, zone 2, and zone 3 were the difference of 0,1414 Ω , 0,18605 Ω , and 0,50689 Ω

Keywords: relay setting; substation; transmission line; distance relay.

ABSTRAK

Pada Gardu Induk Bangil 150kV terdapat penggantian relai jarak elektromagnetik menjadi relai jarak numerik yang mempunyai kelebihan kapasitas jangkauan proteksinya pada zona 1 bisa mencapai 85%, maka dari itu perlu diatur ulang karena relai jarak adalah sistem proteksi utama dari saluran transmisi, saluran transmisi yang terjadi penggantian relai jarak adalah saluran transmisi dari Gardu Induk Bangil ke arah Gardu Induk Lawang. Peninjauan ulang terhadap perubahan *setting* relai jarak pada saluran 150kV Bangil-Lawang akan disimulasikan menggunakan *fuzzy* dan dibandingkan dengan *setting* lama yang

aplikasikan menggunakan *software* DigSilent 14.1.3. Hasil simulasi menunjukkan bahwa relai jarak memiliki nilai *setting* yang tidak sesuai dengan standar pada *Setting* lama Gardu Induk 150 kV Bangil, zona 1 memproteksi sebesar 93%, zona 2 memproteksi 75%, dan zona 3 memproteksi lebih dari 133%. Sedangkan pada *setting* perhitungan mendapatkan hasil simulasi yang lebih baik dan mendekati standar, zona 1 memproteksi 85%, zona 2 melindungi 68%, dan zona 3 melindungi 89%. Perbandingan *setting* impedansi zona 1, zona 2, dan zona 3 terdapat selisih 0,1414 Ω , 0,18605 Ω , dan 0,50689 Ω .

Kata kunci : *setting* relai; gardu induk; saluran transmisi; relai jarak.

PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi sangatlah dibutuhkan tidak terkecuali pada sebuah sistem tenaga listrik, sistem tenaga listrik merupakan sebuah hubungan antara pusat listrik (pembangkit) dan konsumen (beban) dimana diantara keduanya terdapat gardu induk, saluran transmisi, dan saluran distribusi sehingga energi listrik yang dihasilkan dari pusat listrik dapat dipergunakan oleh konsumen. Gardu induk merupakan salah satu bagian dari sistem tenaga listrik, sebagai salah satu bagian dari sistem tenaga listrik, gardu induk mempunyai peranan yang sangat penting dalam pengoperasiannya, tidak dapat dipisahkan dari sistem transmisi secara keseluruhan dikarenakan berdasarkan fungsinya adalah untuk mentransformasikan daya listrik [1]. PT. PLN Persero Gardu Induk Bangil yang berlokasi di jalan Mangga No.68, Pogar, kabupaten Pasuruan merupakan bagian dari sistem transmisi tenaga listrik di daerah Jawa Timur. Pada gardu induk Bangil ini terdapat penggantian relai jarak dengan sistem kerja elektromagnetik menjadi relai jarak digital atau numerik dengan kelebihan mempunyai *record* kinerja relai tersebut serta keandalan dan waktu respon yang lebih baik.

Pada penelitian ini kenapa perlu dilakukan penyetelan ulang terhadap nilai *setting* relai jarak yang baru untuk koordinasi pada Gardu Induk Bangil yaitu dikarenakan jangkauan proteksi relai jarak elektromagnetik pada zona 1 yang diamankan hanya 80% dari panjang saluran sedangkan pada relai digital atau numerik disetel 85% dengan tingkat akurasi yang bisa dipertanggung jawabkan secara aman, perbedaan luasnya jangkauan ini maka berubah pula *setting* relai jaraknya [2], [3]. Maka perlu dilakukan evaluasi *setting* relai jarak untuk mengamankan saluran transmisi dan nilai *setting* relai jaraknya akan dibandingkan dengan simulasi *fuzzy*, dilakukannya perhitungan ulang ini untuk mendapatkan nilai *setting* yang tepat dan handal dalam mengamankan saluran transmisi SUTT, *setting* yang tidak tepat dapat menyebabkan relai tersebut gagal bekerja, sehingga penanganan gangguan membutuhkan waktu yang lebih lama dari waktu yang diharapkan. Untuk menganalisa zona gangguan, simulasi gangguan hubung singkat dan kinerja relai digunakan program simulator yaitu program *DigSilent PowerFactory* 14.1.3.

METODE

Penyetelan relai jarak terdiri dari tiga daerah pengamanan, penyetelan zona 1 dengan waktu kerja relai t_1 , zona 2 dengan waktu kerja relai t_2 , dan zona 3 waktu kerja relai t_3 [4] [5].

Penyetelan Zona 1

Perlindungan zona 1 relai jarak pada saluran udara tegangan tinggi dianggap sebagai pengamanan utama yang memiliki sifat *directional* (mengenal arah) dan dengan mempertimbangkan kesalahan pengukuran pada trafo arus, trafo tegangan, peralatan penunjang lainnya, dan saat penyetelan relai yang mempunyai nilai persentase sebesar 10-15% apabila hal tersebut terjadi, maka cakupan area perlindungan zona 1 mampu melindungi 80-85% dari panjang saluran gardu induk yang di proteksinya. Relai jarak pada zona 1 tidak memiliki perlambatan waktu yang artinya pada seksi pertama perlambatan waktu ($t_1=0$), sehingga membuat reaksinya saat melihat atau mendeteksi adanya gangguan begitu cepat.

$$\text{Zona 1} = 0,85 \times ZL_1 \text{ (Saluran)} \quad (1)$$

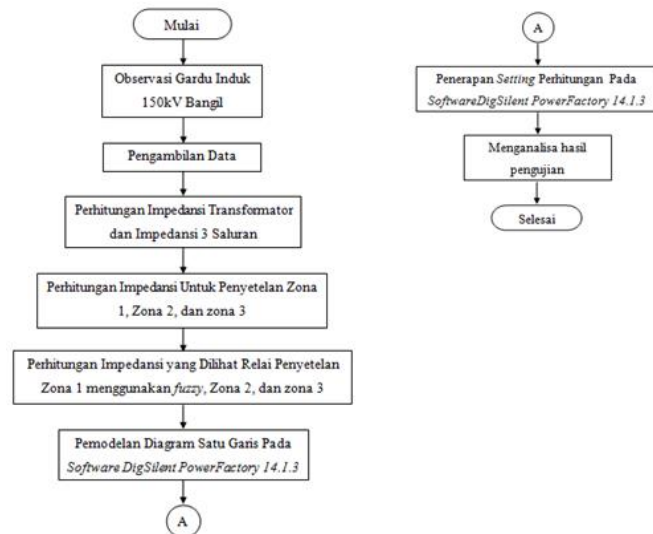
Perhitungan nilai impedansi yang terbaca pada relai :

$$Z_s \text{ Relai} = \text{Zona 1} \times \frac{CT}{PT} \quad (2)$$

CT = Rasio transformator arus PT = Rasio transformator tegangan

Waktu kerja relai seketika, ($t_1 = 0$) tidak dilakukan peyetelan waktu.

Diagram Alur Penelitian



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

Penyetelan Zona 2

Area perlindungan zona 2 relai jarak mencakup 10%-15% daerah yang tidak di proteksi oleh zona 1 di tambah 50% untuk penghantar saluran berikutnya. Sama halnya proteksi zona 1, area proteksi zona 2 juga mempunyai sifat mengenal arah dan di *setting* dengan perlambatan waktu saat pengoperasiannya, sehingga persamaan sistematiknya dapat dituliskan dengan rumus sebagai berikut:

$$\text{Zona 2 min} = 1,2 \times ZL_1 \quad (3)$$

$$\text{Zona 2 maks} = 0,85 \times (ZL_1 + 0,85ZL_2) \quad (4)$$

$$\text{Zona 2 trafo} = 0,85 \times (ZL_1 + 0,5X_T)$$

Dengan :

ZL_1 = Impedansi saluran yang diproteksi (zona 1) X_T = Impedansi trafo.

ZL_2 = Impedansi saluran berikutnya yang terpendek (zona 2)

Perhitungan nilai impedansi yang terbaca oleh relai adalah :

$$Z_s \text{ Relai} = \text{Zona 2} \times \frac{CT}{PT} \quad (5)$$

CT = Rasio transformator arus

PT = Rasio transformator tegangan

Waktu kerja relai $t_2 = 0.4$ s/d 0.8 dt.

Penyetelan Zona 3

Berbeda dengan proteksi Zona 1 dan 2, pada seksi yang ke tiga atau zona 3 relai jarak bersifat tidak mengenal arah maka penentuan perlindungan zona 3 diukur dari sisa penghantar yang tidak terlindungi oleh zona 2 sepanjang 50% dan masih mampu melindungi 25% sampai ke

seksi saluran selanjutnya dengan waktu pengoprasinya lebih lambat (t_3) maka persamaan penulisan sistematika pada Zona 3 dapat dituliskan dalam rumus sebagai berikut :

$$\text{Zona 3 min} = 1,2 \times (Z_{L1} + Z_{L2}) \quad (6)$$

$$\text{Zona 3 mak1} = 0,85 \times (Z_{L1} + 1,2Z_{L2}) \quad (7)$$

$$\text{Zona 3 mak2} = 0,85 \times (Z_{L1} + 0,85(Z_{L2} + 0,85Z_{L3})) \quad (8)$$

$$\text{Zona 3 trafo} = 0,85 \times (Z_{L1} + 0,85X_T) \quad (9)$$

Dengan :

Z_{L1} = Impedansi saluran yang diproteksi (zona 1)

Z_{L2} = Impedansi saluran berikutnya yang terpanjang (zona 2)

Perhitungan nilai impedansi yang terbaca oleh relai adalah :

$$Z_s \text{ Relai} = \text{Zona 3} \times \frac{CT}{PT} \quad (10)$$

Dengan:

CT = Rasio transformator arus

PT = Rasio transformator tegangan

Waktu kerja relai $t_3 = 1.2$ s/d 1.6 dt.

Penyetelan Zona 3 Reverse

Fungsi penyetelan zone-3reverse adalah digunakan pada saat pemilihan teleproteksi pola *blocking*. Dasar peyetelan zone-3 reverse ada dua jenis:

1. Bila Z3rev memberi sinyal trip. Zone-3 rev = $1,5 \times (Z_2 - Z_{L1})$

2. Bila Z3rev tidak memberi sinyal trip. Zone-3 rev = $2 \times (Z_2 - Z_{L1})$

Dengan :

Z_{L1} = Impedansi saluran yang diproteksi (zona 1) Z_{L2} = Impedansi saluran berikutnya yang terpanjang (zona 2)

Perhitungan nilai impedansi yang terbaca oleh relai adalah :

$$Z_s \text{ Relai} = \text{Zona rev} \times \frac{CT}{PT} \quad (11)$$

Dengan :

CT = Rasio transformator arus

PT = Rasio transformator tegangan

Waktu kerja relai $t_3 = 1.2$ s/d 1.6 dt.

Pengukuran Impedansi Gangguan oleh Rele Jarak

Berdasarkan jenis gangguan pada sistem tenaga listrik, gangguan terdiri dari gangguan hubung singkat tiga fasa, dua fasa, dua fasa ke tanah dan satu fasa ke tanah. Rele jarak sebagai pengaman utama harus dapat mendeteksi apapun jenis gangguan dan mampu memisahkan sistem yang terkena gangguan dengan sistem yang tidak terkena gangguan.

1. Gangguan hubung singkat tiga fasa:

$$I_{sc} = \frac{kV/\sqrt{3}}{Z_1} \quad (12)$$

2. Gangguan hubung singkat dua fasa:

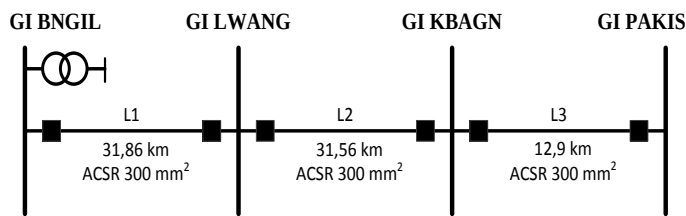
$$I_{sc} = \frac{kV/\sqrt{3}}{Z_1 + Z_2} \quad (13)$$

3. Gangguan hubung singkat satu fasa ke tanah:

$$I_{sc} = \frac{kV/\sqrt{3}}{Z_1 + Z_2 + Z_0} \quad (14)$$

HASIL DAN PEMBAHASAN

Penentuan Jalur Yang Akan Diperhitungkan



Gambar 2. Single Line Diagram Transmisi 150 kV Bangil-Lawang

Keterangan :

GI BNGIL : Gardu Induk Bangil

GI LWANG : Gardu Induk Lawang

GI KBAGN : Gardu Induk Kebun Agung

GI PAKIS : Gardu Induk PAKIS

Menghitung Impedansi Transformator

:

$$X_T = X_{T(pu)} \times \frac{KV^2}{MVA} \quad (16)$$

$$X_T = j0,1062 \times \frac{150^2}{60}$$

$$X_T = j39,825 \Omega$$

Analisis Dan Hasil Setting Relay Berdasarkan Fuzzy Logic

Hasil perbandingan 1 didapatkan: Ketika nilai input zona1 = 3,4 dan CT/PT = 0,09 didapatkan nilai *setting* relay sebesar 0,25 sesuai dengan *setting* rule bahwa jika nilai zona1 ‘minimum’ dan nilai CT/PT ‘kecil’ maka output *setting* relay ‘tidak sesuai’. Pada hasil perbandingan 2 : ketika nilai input zona1 = 3,7 dan CT/PT = 0,15 didapatkan nilai *setting* relay sebesar 0,591 sesuai dengan *setting* rule bahwa jika nilai zona1 ‘normal’ dan nilai CT/PT ‘sedang’ maka output *setting* relay ‘sesuai’. Pada hasil perbandingan 3: ketika nilai input zona1 = 3,9 dan CT/PT = 0,21 didapatkan nilai *setting* relay sebesar 0,75 sesuai dengan *setting* rule bahwa jika nilai zona1 ‘maksimum’ dan nilai CT/PT ‘besar’ maka output *setting* relay ‘over’.

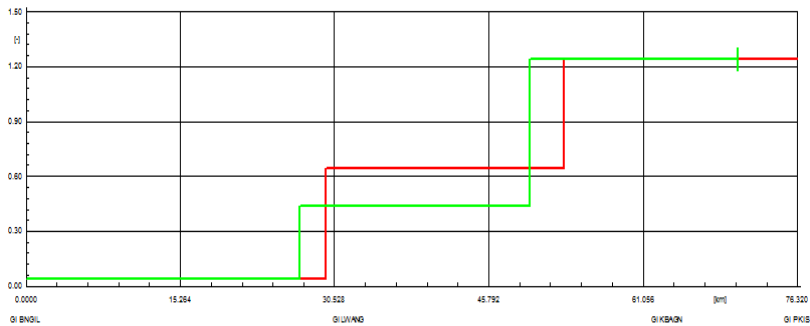
Tabel 4 nilai keluaran dari logika *fuzzy* pada semua *Input*

No	Perbandingan	Nilai keluaran <i>fuzzy</i>
1	Satu	0,25
2	Dua	0,591
3	Tiga	0,75

Tabel 5 Perbandingan Hasil Perhitungan dan *Setting* Terpasang

Zona	Hasil Perhitungan			Setting Terpasang		
	Ω	T	Θ	Ω	T	Θ
1	1,47554978619	0	70,4121957409	1,617	0	
2	2,71795714853	0,4	70,4121957409	2,904	0,6	
3	3,83711597414	1,2	70,4121957409	4,344	1,2	

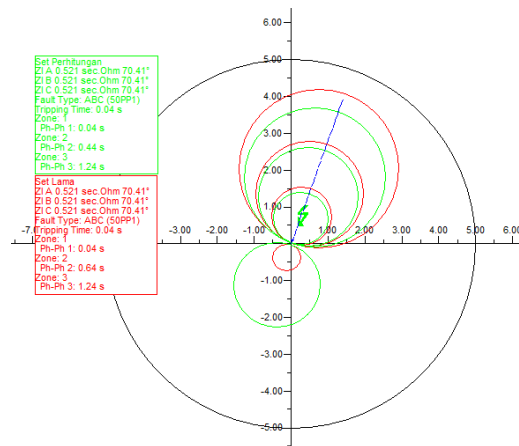
Implementasi *setting* lama dan perhitungan



Gambar 3. Grafik Time Distance Setting Lama Dan Setting Perhitungan

Gangguan Hubung Singkat

Hubung singkat dari hasil simulasi didapatkan *R-X Plot* untuk ketiga *setting* relai seperti dibawah ini :



Gambar 4. *R-X Plot* Setting Relai Gangguan Saluran

KESIMPULAN

Setting lama pada Gardu Induk 150 kV Bangil setelah diaplikasikan dengan *software DigSilent Power Factory 14.1.3*. dapat diketahui nilai *setting* lama tidak sesuai standar, zona 1 memproteksi 93% jangkauan yang diamankan dengan melebihi 8% karena standar zona 1 yaitu 85%, zona 2 memproteksi 75% jangkauan yang diamankan dengan melebihi 10% karena standar zona 2 yaitu 65%, zona 3 memproteksi lebih dari 133% jangkauan yang diamankan dengan melebihi >58% karena standar zona 3 yaitu 75%. *Setting* lama nilai impedansinya yaitu zona 1 = 1,617Ω, zona 2 = 2,904Ω, dan zona 3 = 4,344Ω. Setelah dilakukan perhitungan ulang dengan metode *fuzzy* nilai *setting* hampir mendekati standar, pada zona 1 memproteksi 85% sesuai dengan standar zona 1 yaitu 85%, zona 2 memproteksi 68% kelebihan 3% dari standar zona 2 yaitu 65%, zona 3 memproteksi 89% kelebihan 14% dari standar yaitu 75%, *setting* nilai impedansi zona 1 = 1,47554Ω, zona 2 = 2,71795Ω, dan zona 3 = 3,83711 Ω.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] D. E. Rofianto, E. A. Zuliari, and T. Wati, “Analisa Perencanaan Pemasangan Differential Relay Pada PT.Bramindo Niaga Pratama,” p. 6, 2019.
- [2] “Naspub-libraryums-wahyu.pdf.” Accessed: Jan. 28, 2021. [Online]. Available: <http://eprints.ums.ac.id/54981/3/Naspub-libraryums-wahyu.pdf>.
- [3] J. B. Sepang, L. S. Patras, and F. Lisi, “Analisa Koordinasi Setting Relai Jarak Sistem Transmisi 150 KV Area Gardu Induk Otam – Gardu Induk Isimu,” *J. Tek. Elektro Dan Komput.*, vol. 6, no. 3, Art. no. 3, Dec. 2017, doi: 10.35793/jtek.6.3.2017.18824.
- [4] R. SandeepS, N. Megha, Pavithra, S. C. Biradar, and Thanushree, “Study and Analysis of Modern Numerical Relay Compared to Electromechanical Relay for Transmission of Power,” *undefined*, 2017. /paper/Study-and-Analysis-of-Modern-Numerical-Relay-to-for-SandeepS-Megha/78d27489924b94173b663f2cec7fc05c438da08c (accessed Jan. 28, 2021).
- [5] PT PLN, “Data GI Bangil,” 2016.

- Halaman ini sengaja dikosngkan -