

ANALISA PENENTUAN TITIK LOKASI GANGGUAN PADA RELE JARAK MENGUNAKAN METODE IMPEDANSI

FARITTO¹, YULISMAN²

Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Barat^{1,2}

Email: farittosantoso1705@gmail.com¹, yulisman@umsb.ac.id²

Abstrak: Teknologi adalah salah satu faktor yang mendukung penyebab terjadinya kenaikan kebutuhan dalam energi listrik. Bidang kelistrikan memiliki sistem pembangkit, transmisi, dan distribusi yang terstruktur dalam memasok energi listrik untuk sampai kepada para konsumen. Bidang kelistrikan memiliki sistem pembangkit, transmisi, dan distribusi yang terstruktur dalam memasok energi listrik untuk sampai kepada para konsumen. Pada setiap bidang kelistrikan memiliki berbagai gangguan yang dapat terjadi. gangguan yang terjadi pada transmisi yaitu terjadinya gangguan hubungan singkat atau hubungan arus pendek. Sistem proteksi adalah sistem pengamanan yang digunakan untuk mengamankan semua bagian tertentu pada bidang listrik dan meminimalisir gangguan yang akan terjadi. PT. PLN (Persero) menggunakan proteksi utama Pada sistem transmisi seperti Rele jarak pada saluran transmisi. Rele jarak bisa menentukan titik lokasi gangguan dengan pembagian daerah keamanan zona 1, zona 2, dan zona 3 untuk mengetahui luas jangkauan yang dicapai. Impedansi listrik sering disebutkan sebagai jumlah hambatan listrik sebuah komponen elektronik terhadap aliran arus dalam rangkaian pada frekuensi tertentu.

Kata kunci : *Gangguan Hubung Singkat, Relay Jarak, Metode Impedan*

Abstract: Technology is one of the factors that support the increasing demand for electrical energy. The electricity sector has a structured generation, transmission and distribution system in supplying electrical energy to reach consumers. The electricity sector has a structured generation, transmission and distribution system in supplying electrical energy to reach consumers. In every field of electricity there are various disturbances that can occur. The disturbance that occurs in the transmission is the occurrence of a short circuit or short circuit. The protection system is a security system that is used to minimize all certain parts in the electrical field and disturbances that will occur. PT. PLN (Persero) uses the main protection on transmission systems such as distance relays on transmission lines. The distance relay can determine the point of disturbance by dividing the security area of zone 1, zone 2, and zone 3 to determine the extent of the reach achieved. Electrical impedance is often referred to as the sum of the electrical resistance of an electronic component to the flow of current in a circuit at a certain frequency.

Keywords: *Short Circuit Fault, Distance Relay, Impedance Method*

A. Pendahuluan

Teknologi adalah salah satu faktor yang mendukung penyebab terjadinya kenaikan kebutuhan dalam energi listrik. Meningkatnya permintaan terhadap energi listrik sama dengan semakin majunya teknologi di era modern yang dapat mempermudah kegiatan dalam berbagai aspek bidang dalam berbagai sektor. seperti: sektor perindustrian, sektor pertanian, sektor energi, dll. Pada setiap tahunnya Listrik menjadi kebutuhan utama bagi semua kalangan sehingga menyebabkan semakin meningkatnya energi listrik yang harus dipenuhi untuk para konsumen. PT. PLN (Persero) merupakan salah satu perusahaan utama yang menyediakan listrik di Indonesia. Maka PT. PLN (Persero) lebih dituntut untuk memproduksi energi listrik dalam jumlah besar dengan mutu yang bagus, dan memiliki nilai keefektifan yang tinggi, lebih efisien serta ekonomis. Bidang kelistrikan memiliki sistem pembangkit, transmisi, dan distribusi yang terstruktur dalam memasok energi listrik untuk sampai kepada para konsumen. Pada setiap bidang kelistrikan memiliki berbagai gangguan yang dapat terjadi. Contohnya pada transmisi, gangguan yang terjadi pada transmisi yaitu terjadinya gangguan hubungan singkat atau hubungan arus pendek.

Sebagaimana kita ketahui, Gangguan adalah perubahan bentuk secara tidak wajar yang terjadi yang

disebabkan oleh keadaan yang tidak stabil sehingga mengakibatkan menurunnya kualitas daya listrik yang terkirim, setelah itu berkurangnya tingkat keandalan pada sistem, serta rusaknya beberapa peralatan pemasok listrik. Gangguan yang terjadi harus diatasi untuk mengurangi dan menghindari kerugian yang diakibatkan serta meningkatkan tingkat keandalan untuk memenuhi kebutuhan konsumen dengan baik.

Oleh karena itu, diperlukan rancangan pada sistem tenaga listrik yang aman untuk para pekerja, tersalurnya listrik dengan baik dan dapat meminimalisir kerugian yang terjadi dengan sistem proteksi. Sistem proteksi adalah sistem pengamanan yang digunakan untuk mengamankan semua bagian tertentu pada bidang listrik dan meminimalisir gangguan yang akan terjadi. PT. PLN (Persero) menggunakan proteksi utama Pada sistem transmisi seperti Rele jarak pada saluran transmisi. Rele jarak bisa menentukan titik lokasi gangguan dengan pembagian daerah keamanan zona 1, zona 2, dan zona 3 untuk mengetahui luas jangkauan yang dicapai. Rele jarak tidak selalu tepat dalam menentukan titik lokasi gangguan hal tersebut dikarenakan adanya beberapa faktor tertentu sehingga dibutuhkan perhitungan secara matematis dengan menggunakan sebuah metode untuk mengevaluasi penentuan titik lokasi gangguan secara akurat.

Dengan demikian, panjang jarak jangkauan pada sistem transmisi diperlukan analisa mengenai proteksi rele jarak yang akurat untuk mempercepat proses pemulihan setelah terjadinya gangguan, karena hal tersebut penulis memilih judul *analisa penentuan titik lokasi gangguan hubung singkat menggunakan metode impedansi (studi kasus : saluran transmisi 150 kv payakumbuh – koto panjang)*.

B. Metode

Lokasi penelitian dilakukan di PT. PLN (Persero) Gardu Induk Payakumbuh. Gardu Induk Payakumbuh beralamat di Jalan Ir. Sutami, Payakumbuh Timur, kelurahan sicincin mudiak, Kota Payakumbuh.

Data penelitian yang dilakukan sebelumnya diambil pada data *comtrade*, data *comtrade* merupakan data yang diambil berdasarkan rekaman gangguan yang terbaca pada relay jarak. Pada kasus ini telah terjadi gangguan pada Penghantar Payakumbuh-Koto Panjang pada tanggal 16 Mei 2021 jam 03.44 WIB telah terjadi gangguan satu phase ke tanah yaitu pada phase C dengan nilai arus gangguan 10.6 kA dan tegangan 25.6 kV, untuk nilai R.M.S masing-masing 4.37 kA dan 69 kV dan nilai phasornya yaitu $2,74 \text{ kA} \angle 27,5^\circ$ dan $63 \text{ kV} \angle 51,6^\circ$.

Untuk sisi payakumbuh disini memiliki perbedaan antara arus dan tegangannya tidak drop secara bersamaan karena gangguannya terjadi pada sisi Koto Panjang maka, pada sisi Payakumbuh hanya terjadi Auto Reclose. Sehingga antara arus dan tegangan menyebabkan perbedaan waktu drop selama 0.2 *second*.

Arus gangguan sisi Payakumbuh yaitu 2.67 KA dan tegangan gangguan sebesar 48.7 kV, R.M.S masing-masing 1.13 kA dan 83.9 kV dan untuk nilai phasornya yaitu $0,83 \angle 76,5^\circ$ dan $83,6 \angle 94,9^\circ$

Table 1. Spesifikasi rele jarak

Nama	Uraian	satuan
NR Electric	8541DF	-
Tipe	PCS-902-I-EN-1A	-
Arus nominal	1/5	Ampere
Tegangan nominal	100-120	Volt
Tegangan DC	110	Volt
Frekuensi	50	Hertz

Pada Penelitian ini mendapatkan hasil berupa nilai impedansi *setting* rele jarak untuk area 1, area 2 dan area 3 pada saluran transmisi Gardu Induk 150 kV Payakumbuh-Koto Panjang. Tidak hanya itu saja, pada penelitian ini juga didapatkan hasil perhitungan gangguan satu fasa ke tanah dan gangguan 2 fasa. Rele jarak yang digunakan mempunyai sifat karakteristik Mho.

Jenis penelitian yang dilakukan adalah jenis penelitian kuantitatif yang berbentuk pengolahan data. Penelitian ini akan bertumpu pada sumber data yang diambil melalui rekaman gangguan pada relay jarak (distance rele).

Penelitian ini diawali dengan studi literature. Pada tahapan ini, peneliti akan mengumpulkan data yang terkait dengan penelitian terdahulu, buku teks, dan dokumen atau sumber tertulis lainnya.

Metode penelitian ini berisikan langkah-langkah yang ditempuh penulis dalam menyusun tugas akhir ini. Metode penelitian disusun untuk memberikan arahan dan cara yang jelas bagi penulis sehingga penyusunan tugas akhir ini dapat berjalan dengan lancar.

C. Hasil Dan Pembahasan

Data yang penulis peroleh sebelum melakukan penelitian dari Gardu Induk Payakumbuh sebagai berikut:

1. Gambar map dari saluran transmisi Payakumbuh-Koto Panjang.
2. Data kabel penghantar, parameter trafo dan sumber tenaga.
3. Rasio trafo tegangan (PT/ *potential transformer*) dan rasio trafo arus (CT/ *current transformer*).
4. Data nilai *setting* rele jarak transmisi Payakumbuh-Koto Panjang.

Tabel 2. Spesifikasi kabel penghantar Payakumbuh-Koto Panjang

Item	Uraian	Satuan
Tipe konduktor	ACSR	-
Jenis konduktor	ACSR 240	
Panjang penghantar	84.85	Km
Diameter	21.7	Mm
Luas penampang	281.5	Mm ²
Impedansi	0.0695 + j0.3072	Ω/
Kapasitas arus	457	A

Data <i>setting</i> rele jarak Gar u Induk Payakumbuh-Koto Panjang.	
Impedansi urutan positif	0.1379 + j0.4264
Impedansi urutan negative	0.1379 + j0.4264
Impedansi urutan nol	0.551 + j1.8506

Dibawah ini nilai impedansi sepanjang sistem transmisi Gardu Induk 150 kV Payakumbuh-Koto Panjang dihitung melalui persamaan sebagai berikut :

$$Z_L = \text{panjang saluran} \times Z_{\text{saluran per km}}$$

Nilai impedansi sistem transmisi Gardu Induk 150 kV payakumbuh-Koto panjang:

$$\begin{aligned} Z_L &= 84.85 \times (0.0695 + j0.3072) \\ &= 5.8970 + j26.0659 \Omega \end{aligned}$$

Dibawah ini nilai impedansi untuk area satu berdasarkan persamaan diatas:

a Nilai impedansi area 1

$$\begin{aligned} Z_1 &= 0.8 \times (5.8970 + j26.0659) \\ &= 4.7176 + j20.8527 \Omega \end{aligned}$$

Dengan jangkauan perlindungan yaitu : $0.8 \times 84.85 = 67.88$ Km

Area 1 memiliki *time delay* $T_1 = 0$ detik disebabkan karena pengaman utama sistem transmisi sehingga bekerja secara instan.

b Nilai impedansi area 2

$$\begin{aligned} Z_2 &= 0.8 \times ((5.8970 + j26.0659) + (0.8 \times (5.8970 + j26.0659))) \\ &= 9.4352 + j41.7054 \Omega \end{aligned}$$

Dengan jangkauan perlindungan : $0.8 \times (84.85 - (0.8 \times 84.85)) = 13.57$ km

Area 2 memiliki waktu tunda $T_2 = 0.4 \text{ second}$ disebabkan oleh area 2 dapat bekerja sebagai *backup* dari area 1 yang memiliki waktu kerja yang lama.

c Nilai impedansi area 3

$$Z_3 = 1.2 (4.7176 + j20.8527) + (9.4352 + j41.7054) \\ = 15.0963 + j66.728 \Omega$$

Dengan jangkauan perlindungan : $1.2 \times (67.88 + 13.576) = 84.17 \text{ Km}$.

Pada area 3 memiliki *time delay* $T_3 = 1.2 \text{ second}$, dimana memiliki waktu tunda kerja paling lamadari area 1 dan 2.

Impedansi Yang Dilihat Pada Rele

Nilai impedansi yang dilihat pada rele adalah dalam skala kecil karena berdasarkan rasio PT dan CT. persamaannya dapat ditulis sebagai berikut:

$$Z_{rele} = n \times Z_{area}$$

Rasio trafo arus (CT) : 800/5

Rasio trafo tegangan (PT) : 150.000/110

$$n = \frac{110/150.000}{5/800} = 0.117$$

Area 1	$Z_{1 \text{ sekunder}} = 0.117 \times (4.7176 + j20.8527) \\ = 0.5519 + j2.4397 \Omega$
Area 2	$Z_{2 \text{ sekunder}} = 0.117 \times (9.4352 + j41.7054) \\ = 1.1039 + j4.879 \Omega$
Area 3	$Z_{3 \text{ sekunder}} = 0.117 \times (15.0963 + j66.728) \\ = 2.7662 + j 7.8071 \Omega$

Arus dan Tegangan Gangguan

Misalkan nilai impedansi yang di tunjukkan sebesar 10Ω , maka untuk menghitung nilai gangguan yang terjadi sebagai berikut :

1. Gangguan satu fasa ke tanah

a. Arus gangguan

$$\text{Rumus : } I = 3 \times \frac{\sqrt{3}}{1+2+0+3} \\ I = 3 \times \frac{15000/\sqrt{3}}{(0.1379+0.4264)+(0.1379+0.4264)+(0.551+1806)+(310)} \\ I = 3 \times \frac{8660.25}{30.826+1.8068} \\ I = 839.93 - j49.230 \text{ A}$$

b. Tegangan gangguan

$$V = (839.93 - j49.230) \times (0.1379 + 0.4264) \\ = 136.81 + j351.35 \text{ V}$$

2. Gangguan dua fasa

a. Arus gangguan

$$\text{Rumus : } I = \frac{\sqrt{3}}{1+2+} \\ I = \frac{15000\sqrt{3}}{(0.1379+0.4264)+(0.1379+0.4264)+(10)}$$

$$I = \frac{8660.25}{10.275 + 0.8528}$$

$$I = 837.080 - j69.475 \text{ A}$$

b. Tegangan gangguan

$$V = (837.080 - j69.475) \times (0.1379 + 0.4264) \text{ V} = 145.057 + j 347.35 \text{ V}$$

3. Gangguan tiga fasa

a. Arus gangguan

Rumus :

$$I = \frac{1}{0.1379 + 0.4264} \frac{15000/\sqrt{3}}$$

$$I = \frac{8660.2}{5}$$

$$\frac{0.1379 + 0.4264}{264}$$

$$I = 5946.46 - j18387.03 \text{ A}$$

b. Tegangan gangguan

$$V = (5946.46 - j18387.03) \times (0.1379 + 0.4264) \text{ V} = 1624.64 + j2275.34 \text{ V}$$

Data pencarian di atas merupakan arus dan tegangan yang terganggu dengan nilai impedansi gangguan yaitu 10Ω. Nilai impedansi gangguan yang berbeda memerlukan perhitungan yang berbeda.

Menentukan lokasi gangguan

Untuk menentukan titik lokasi gangguan kita bisa menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$\text{Jarak gangguan} = \frac{\square}{\square 1}$$

menentukan jarak gangguan dengan nilai impedansi :

1. 10 Ω

$$\text{Jarak gangguan} = \frac{10 \frac{1200/5}{800/5} 84.85}{5.8970 + 26.0659} = \frac{1272.75}{5.8970 + 26.0659} = 10.5 \text{ km}$$

2. 20 Ω

$$\text{Jarak gangguan} = \frac{20 \frac{1200/5}{800/5} 84.85}{5.8970 + 26.0659} = \frac{2545.5}{5.8970 + 26.0659} = 21.01 \text{ km}$$

3. 33.65 Ω

$$\frac{33.65}{1200/5} \square 84.85$$

$$\text{Jarak gangguan} = \frac{800^5}{5.8970+26.0659} = \frac{4282.8}{5.8970+26.0659} = 35.3 \text{ km}$$

Berdasarkan hasil yang perhitungan menggunakan metode impedansi, maka diperkirakan jarak 35,3 Km atau sekitar 7 tower dari Gardu Induk Koto Panjang.

Tabel 3. Penentuan letak gangguan dengan nilai impedansi

Nilai Impedansi Gangguan	Jarak Gangguan
10	10.5 km
15	15.76 km
20	21.01 km
25	26.27 km
30	31.52 km
33.65	35.3 km

D. Penutup

Kesimpulan yang dapat di ambil dari hasil penelitian pada penentuan titik lokasi gangguan hubung singkat menggunakan metode impedansi (studi kasus : saluran tranmisi 150 kV Payakumbuh-Koto Panjang) sebagai berikut :

1. Gangguan hubung singkat merupakan suatu kegagalan sistem yang diakibatkan oleh kesalahan baik yang terjadi pada sistem itu sendiri maupun faktor alam dan juga bisa terjadi karena kesalahan manusia.
2. Data gangguan hubung singkat di ambil melalui rekaman gangguan berupa data comtrade yang di ambil pada rele jarak.
3. Hasil penelitian memperlihatkan hasil nilai impedansi dari area 1, area 2 dan area 3 masing – masing yaitu : 67.88 Ω , 13.57 Ω dan 84.17 Ω
4. Penentuan lokasi titik gangguan dengan nilai impedansi : 10 Ω = 10.5 km, 20 Ω = 21.01 km dan 33.65 Ω = 35.3 km.

Untuk menjaga sistem agar selalu pada kondisi aman dan baik, maka perlu dilakukan perawatan pada sistem agar dapat bekerja dengan optimal. Selalu melakukan perawatan jaringan secara berkala supaya sistem bekerja secara baik tanpa ada kendala yang berarti. Sosialisasi terhadap sumber daya manusia mengenai keandalan sistem perlu lebih ditingkatkan agar lebih cekatan dalam mengisolasi *emergency* yang ada.

Daftar Pustaka

- [1] Syofian A." Analisa Perhitungan Titik Gangguan pada Saluran Transmisi Menggunakan Metode Takagi Aplikasi PT.CHEVRON PACIFIC Indonesia,"2017
- [2] T. Park, A. B. S, D. Anton, dan A. Arif, "Deteksi Lokasi Gangguan pada Saluran Transmisi menggunakan Gelombang Berjalan," 2013.
- [3] G. A. P. Yoga, H. Gusmedi, O. Zebua, dan L. Hakim, "Analisa Keandalan Sistem Tenaga Listrik Di Wilayah Lampung Berdasarkan Ketersediaan Daya Pada Tahun 2016," *Konf. Ilm. Nas.*, hal. 1–7, 2017.
- [4] R. SYAHPUTRA, "Estimasi Lokasi Gangguan Hubung Singkat pada Saluran Transmisi Tenaga Listrik," *J. Ilm. Semesta Tek.*, vol. 17, no. 2, hal. 106–115, 2014.
- [5] M. Sanusi, "Analisa proteksi rele jarak pada saluran udarategangan tinggi 150 kv gardu induk rebang baru ke gardu induk pati universitas muhammadiyah surakarta," *E-Jurnal Univ. Muhammadiyah Surakarta*, 2017.
- [6] I. F. Huda dan S. T. A. Supardi, "Analisis Penggunaan Rele sebagai Proteksi Jarak Pada Sistem

Transmisi Dari Gardu Induk 150 KV Gondangrejo-Jajar,” 2018.

- [7] T. A. Al qoyyimi, O. Penangsang, dan N. K. Aryani, “Penentuan Lokasi Gangguan Hubung Singkat pada Jaringan Distribusi 20 kV Penyulang Tegalsari Surabaya dengan Metode Impedansi Berbasis GIS (Geographic Information System),” *J. Tek. ITS*, vol. 6, no. 1, 2017, doi: 10.12962/j23373539.v6i1.21297.