

## STUDI SETTINGAN DISTANCE RELAY PADA SALURAN TRANSMISI 150 KV DI GI PAYAKUMBUH MENGGUNAKAN SOFTWARE MATLAB

Sepannur Bandri

Fakultas Teknologi industry, Institut Teknologi Padang

e-mail: [sepannurbandria@yahoo.com](mailto:sepannurbandria@yahoo.com)

---

### ABSTRACT

*This research analyzes the performance of Distance Relay on the transmission line of 150 kV substation Payakumbuh, this research application of GI Payakumbuh to GI Batusangkar. Distance Relay is one transmission line protection devices as well as the ultimate safety of the transmission line. This study aimed to determine the fault location on the transmission line of 150 kV Substation Payakumbuh, Distance Relay for settings on the transmission line of 150 kV Substation Payakumbuh. From the analysis results showed that short circuit the ground phase, two-phase and three- phase more close to the sources, the current noise interference increases. From the calculation results obtained impedance settings for distance relay is for Zone 1 impedance  $1,61\Omega$  with definite time  $0s$ , zone two with a time  $0,4s$  value is  $3.21\Omega$  impedance, and for three time zones  $1,2-1,6s$   $4.02\Omega$  impedance value is obtained.*

**Keywords :** short circuit , distance relay , 150 kV network

### ABSTRAK

Penelitian ini menganalisis kinerja Distance Relay pada saluran transmisi 150 kV GI Payakumbuh, aplikasi penelitian ini dari GI Payakumbuh ke GI Batusangkar. Distance Relay merupakan salah satu alat proteksi saluran transmisi sekaligus sebagai pengaman utama saluran transmisi. Penelitian ini bertujuan untuk untuk mengetahui lokasi gangguan pada saluran transmisi 150 kV Gardu Induk Payakumbuh, Untuk mendapatkan settingan Relay Distance pada saluran transmisi 150 kV Gardu Induk Payakumbuh. Dari hasil analisa didapatkan bahwa gangguan hubung singkat satu fasa ketanah, dua fasa, dan tiga fasa semakin dekat gangguan kesumber maka arus gangguan semakin besar. Dari hasil perhitungan didapatkan settingan impedansi untuk relay jarak yaitu untuk Zona 1 impedansinya  $1,61\Omega$  dengan waktu definite  $0s$ , Zona dua dengan waktu  $0,4s$  nilai impedansinya adalah  $3,21\Omega$ , dan untuk Zona tiga dengan waktu  $1,2-1,6s$  nilai impedansinya didapatkan  $4,02\Omega$ .

**Kata kunci:** Gangguan hubung singkat, distance relay, jaringan 150 kV

---

### 1. PENDAHULUAN

Gardu Induk adalah peralatan listrik yang berfungsi untuk transformasi tenaga listrik tegangan tinggi yang satu ketegangan tinggi yang lainnya. Pada gardu induk terdiri dari saluran transmisi yang terdiri dari tegangan ekstra tinggi yaitu tegangan 500 kV, 270 kV, dan tegangan tinggi yaitu 150 kV. Sistem transmisi memegang peranan yang sangat penting dalam proses menyalurkan daya listrik.

Saluran udara tegangan tinggi merupakan salah satu komponen dalam sistem tenaga listrik yang sering mengalami gangguan. Gangguan pada saluran udara dapat disebabkan hubung singkat, beban lebih, petir, dan lain- lain. oleh karena itu pengaman pada saluran transmisi perlu

mendapatkan perhatian yang sangat serius dalam perencanaannya.

Saat terjadi gangguan yang permanen tentunya kita membutuhkan waktu untuk penormalannya karna kita harus mencari dimana lokasi gangguan, misalnya terjadi gangguan satu fasa ketanah yang disebabkan oleh pohon yang tumbang atau sebagainya. Lamanya menentukan letak lokasi gangguan dapat menyebabkan pemadaman yang lama, situasi seperti ini otomatis penyaluran daya kekonsumen jadi terganggu. Berdasarkan hal diatas, untuk mengatasinya kita dapat menggunakan relay jarak (*distance relay*), relai jarak merupakan pengaman utama pada SUTT / SUTET, Relai jarak bekerja dengan mengukur besaran impedansi ( $Z$ ) saluran transmisi.

Relai jarak dapat digunakan untuk menentukan letak lokasi gangguan dengan menggunakan perhitungan-perhitungan yang dipengaruhi nantinya oleh nilai impedansi pada saluran itu sendiri, dengan adanya perhitungan ini kita dapat menentukan letak lokasi gangguan. Untuk menentukan lokasi gangguan, dan settingan relay pada saluran transmisi 150 kV di Gardu Induk Payakumbuh, maka dilakukan perhitungan-perhitungan seperti perhitungan impedansi trafo, hubungan singkat

Dengan melakukan perhitungan-perhitungan tersebut dapat kita menentukan settingan relay yang harus dibuat agar relay dapat bekerja dengan baik dan dapat bekerja saat terjadi gangguan.

**2. LANDASAN TEORI**

**2.1 Saluran Transmisi**

Saluran transmisi adalah suatu sistem penyaluran energi listrik berskala besar dari pembangkit ke pusat-pusat beban. Pemakaian saluran transmisi didasarkan atas besarnya daya yang harus disalurkan dari pusat-pusat pembangkit ke pusat beban dengan jarak penyaluran yang cukup jauh antara pusat pembangkit dan pusat beban tersebut. Sistem Transmisi menyalurkan daya dengan tegangan tinggi yang digunakan untuk mengurangi adanya rugi-rugi transmisi akibat jatuh tegangan.

**2.2 Gangguan Hubung Singkat (Short Circuit Fault)**

Hubung singkat adalah terjadinya hubungan penghantar bertegangan atau penghantar tidak bertegangan secara langsung melalui media (resistor/beban) yang tidak semestinya sehingga terjadi aliran arus yang tidak normal (sangat besar). Hubung singkat merupakan jenis gangguan yang sering terjadi pada sistem tenaga listrik, terutama pada saluran 3 fasa. Arus hubung singkat yang begitu besar sangat membahayakan peralatan, sehingga untuk mengamankan peralatan dari kerusakan akibat arus hubung singkat maka hubungan kelistrikan pada seksi yang terganggu perlu diputuskan dengan peralatan pemutus tenaga atau Circuit Breaker (CB). Perhitungan arus hubung singkat sangat penting untuk menentukan kemampuan

pemutus tenaga dan untuk koordinasi pemasangan relai proteksi.

**2.2.1 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.

$$I_{a1} = \frac{E_a}{Z_1 + Z_2 + Z_0} \dots\dots\dots(1)$$

**2.2.2 Hubung Singkat Dua Fasa**

Gangguan dua fasa biasanya disebabkan oleh adanya kawat putus dan mengenai fasa lain. Pada gangguan ini fasa yang terganggu adalah fasa b dan fasa c. Tetapi pada gangguan dua fasa ini tidak terhubung dengan tanah sehingga arus urutan nol bernilai nol.

$$I_{a1} = \frac{E_a}{Z_1 + Z_2 + Z_0} \dots\dots\dots(2)$$

**2.2.3. Gangguan Gangguan Tiga Fasa.**

Gangguan tiga fasa merupakan gangguan simetris, karena kesimetrisan tegangan dan arus pada saat terjadinya gangguan. Jenis gangguan ini dapat disebabkan oleh kegagalan isolasi pada peralatan atau adanya flashover pada saluran yang disebabkan oleh petir atau kesalahan operasi dari petugas. Gangguan ini merupakan jenis gangguan yang paling jarang terjadi namun harus diperhitungkan dalam perencanaan, karena gangguan ini mengakibatkan mengalirnya arus yang sangat tinggi pada peralatan proteksi sehingga harus dapat dideteksi oleh relay.

Sifat arus gangguan simetris ialah transien, artinya arus gangguan akan menuju ke keadaan steady state, tetapi tetap terganggu. Pada gangguan tiga fasa, karena kesimetrisannya maka secara teori tidak akan terdapat arus sehingga persamaan arusnya menjadi:

$$I_a = \frac{V_f}{Z_1} \dots\dots\dots(3)$$

**2.3 Distance Relay ( Relay Jarak )**

Pada proteksi saluran udara tegangan tinggi, rele jarak digunakan sebagai pengamanan utama sekaligus sebagai pengamanan cadangan

untuk saluran transmisi yang berdekatan. Hal ini didasarkan bahwa impedansi saluran transmisi berbanding lurus dengan jaraknya sehingga memungkinkan dilakukan pengukuran impedansi berdasarkan panjang salurannya. Prinsip dasar dari rele jarak atau distance relay adalah berdasarkan rasio perbandingan tegangan dan arus gangguan yang terukur pada lokasi rele terpasang (*apparent impedance*), untuk menentukan apakah gangguan yang terjadi berada di dalam atau di luar zona yang diproteksinya. Rele jarak hanya bekerja untuk gangguan yang terjadi antara lokasi rele dan batas jangkauan (*reach setting*) yang telah ditentukan. Rele jarak juga dapat bekerja untuk mendeteksi gangguan antar fasa (*phase fault*) maupun gangguan ke tanah (*ground fault*). Rele jarak pada umumnya telah dilengkapi elemen *directional* untuk menentukan arah atau letak gangguan sehingga membuat rele menjadi lebih selektif

*Distance relay* merupakan salah satu jenis relay proteksi yang digunakan sebagai pengamanan pada saluran transmisi karena kemampuannya dalam menghilangkan gangguan (*fault clearing*) dengan cepat dan penytelannya yang relatif mudah. Pada prinsipnya, *distance relay* adalah mengukur nilai arus dan nilai tegangan pada suatu titik tertentu sehingga diperoleh nilai impedansinya.

$$Z = \frac{V}{I} \dots\dots\dots (4)$$

**2.4 Penyetelan Distance Relay**

**2.4.1 Zona 1.**

Daerah proteksi/zone I berfungsi sebagai proteksi utama untuk saluran yang dilindunginya dan tergolong sebagai *instantaneous relay* karena reaksinya yang cepat. Daerah proteksi *distance relay* ini sejauh 80%-90% dari panjang saluran gardu induk. Penyetelan perlambatan waktu untuk daerah proteksi ini (*t1*) umumnya tanpa perlambatan waktu dengan maksud bahwa penyetelan waktu adalah nol. Untuk menghitung zona 1, dapat dituliskan sebagai berikut :

$$\text{Zona 1} = 0,8 \times \text{Zab} \dots\dots\dots (6)$$

**2.4.2 Zona 2**

Daerah proteksi II berfungsi untuk melindungi 15%- 20% bagian dari jaringan

yang tidak diproteksi oleh daerah proteksi I ditambah 50% dari saluran berikutnya dengan perlambatan waktu (*t2*). Zona 2 berfungsi sebagai pengamanan cadangan seksi berikutnya, zona 2 memiliki waktu tunda (*waktu kerja*) = 0,4 – 0,8 detik. Untuk menghitung zona 2, dapat dituliskan sebagai berikut:

$$\text{Zona2 min} = 1,2 \times \text{Zab} \dots\dots\dots (7)$$

$$\text{Zona2 maks} = 0,8 (\text{Zab} + 0,8 \times \text{Zbc}) \dots\dots (8)$$

**2.4.3 Zona 3**

Daerah proteksi III mencakup 50% dari saluran yang tidak terjangkau oleh daerah proteksi II, dengan waktu operasi yang lebih lambat (*t3*), Zona 3 merupakan pengamanan cadangan jauh untuk saluran transmisi seksi berikutnya yang terpanjang. Waktu kerja dari zona 3 adalah 1,2-1,6 detik.

$$\text{Zona 3min} = 1,2 (\text{Zab} + \text{Zcd}) \dots\dots\dots (9)$$

$$\text{Zona3maks} = 0,8 (\text{Zab} + 1,2 \times \text{Zbc}) \dots\dots (10)$$

**3. HASIL DAN PEMBAHASAN**

**Tabel 1.** Data Saluran Transmisi GI Payakumbuh- GI Batusangkar

Data Saluran	Panjang Saluran	Z1(ohm/km)		Z2(ohm/km)		Z0(ohm/km)	
		R	X	R	X	R	X
GI Payakumbuh- GI Batusangkar 1	26,10 km	0,085	0,41	0,08	0,412	0,552	1,830
			2		5		

**Tabel 2.** Data relay distance

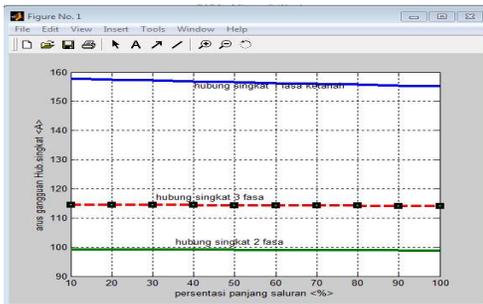
No	Data relay yang digunakan	Ratio CT	PT
1	Sisi 150 kV	1.250/5 A	150√3/110√3

**Tabel 3.** Perbandingan perhitungan arus hubung singkat

Titik gangguan	pebandingan perhitungan arus hubung singkat (A)					
	Manual			Matlab		
	1fasa ketanah	2fasa	3fasa	1fasa ketanah	2fasa	3fasa
10 %	157,791	99,205	114,552	157,7907	99,2049	114,5520
20 %	157,498	99,158	114,498	157,4977	99,1586	114,4984
30 %	157,203	99,112	114,444	157,2034	99,1120	114,4447
40 %	156,908	99,065	114,390	156,9077	99,0653	114,3908
50 %	156,611	99,018	114,336	156,6108	99,0185	114,3367
60 %	156,312	98,971	114,282	156,3127	98,9716	114,2825
70 %	156,013	98,924	114,228	156,0133	98,9245	114,2281
80 %	155,713	98,877	114,173	155,7128	98,8772	114,1736
90 %	155,411	98,830	114,119	155,4111	98,8298	114,1189
100 %	155,108	98,782	114,064	155,1084	98,7823	114,0640

Dari tabel diatas terlihat bahwa semakin dekat gangguan kesumber atau dengan persentase 10% panjang saluran maka arus gangguan semakin besar.

Dari perhitungan yang dilakukan dengan menggunakan software dibandingkan dengan perhitungan manual maka data hubung singkat yang didapatkan sama, jadi kesimpulan yang didapat adalah bahwa perhitungan yang dilakukan sudah benar atau errornya dianggap nol.



**Gambar1.** Gangguan saluran hubung singkat

Dari gambar 3 terlihat bahwa arus hubung singkat satu fasa ketanah lebih besar dibandingkan arus hubung singkat 2 fasa dan arus hubung singkat 3 fasa.

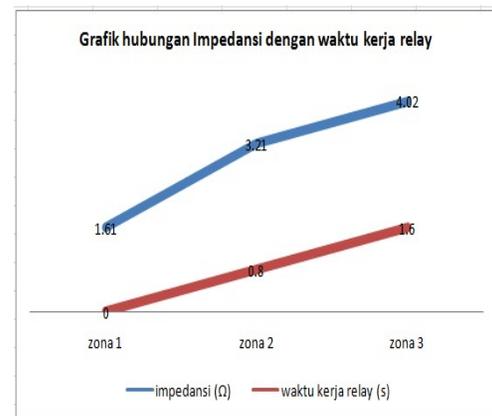
$$\begin{aligned} \text{Zona 1} &= 0,8 \times \text{Zab} \\ &= 1,6187,04 \Omega \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Zona 2 min} &= 1,2 \times \text{Zab} \\ &= 2,414987,04 \Omega \\ \text{Zona 2 maks} &= 0,8 (\text{Zab} + 0,8 \times \text{Zbc}) \\ &= 3,218787,04 \Omega \\ \text{Zona 3 min} &= 1,2 (\text{Zab} + \text{Zcd}) \\ &= 2,628288,11 \Omega \\ \text{Zona 3 maks} &= 0,8 (\text{Zab} + 1,2 \times \text{Zbc}) \\ &= 4,02387,04 \Omega \end{aligned}$$

**Tabel 4.** Data setingan Relay Jarak

Nama relay	Setting Zone Proteksi (Ohm)		Settingan Waktu Kerja Relay
	GI Payakumbuh	Hasil perhitungan	
Distance relay			Waktu definite relay
Merk relay : Areva			
SER	Zone 1	1,49	1,61
No:2785872/10/07	Zone 2	2,98	3,21
	Zone 3	6,78	4,02
			0 s
			0,4 s
			1,2 - 1,6 s

Dari tabel 4 terlihat bahwa setingan zona proteksi untuk zona 1 dengan waktu 0s, dari hasil perhitungan didapatkan 0,12 ohm lebih besar dari setingan yang ada di GI Payakumbuh, setingan untuk zona 2 dengan waktu 0,4s didapatkan 0,23 ohm lebih besar dari setingan yang ada di GI Payakumbuh, sedangkan untuk setingan pada zona 3 dengan waktu 1,2-1,6 s adalah 2,76 ohm lebih besar setingan yang ada di GI Payakumbuh dibandingkan setingan yang didapat dari hasil perhitungan.



**Gambar 2.** Hubungan Impedansi dengan Waktu kerja relay

Dari gambar 2 terlihat bahwa pada waktu 0 s untuk zona 1 impedansinya adalah 1,61 ohm, pada waktu 0,8 s pada zona 2 impedansinya adalah 3,21 ohm, dan pada waktu 1,6 s pada zona 3 impedansinya adalah 4,02 s.

#### 4. KESIMPULAN

Dari analisa distance relay pada saluran transmisi 150 kV Gardu Induk Payakumbuh dalam penelitian ini dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Pada gangguan hubung singkat satu fasa ketanah dapat disimpulkan bahwa semakin dekat gangguan ke sumber atau pada titik gangguan 10 % dari panjang saluran yaitu 2,61 km maka arus hubung singkat ketanah semakin besar yaitu 157,791 A
2. Pada gangguan dua fasa dapat disimpulkan bahwa semakin dekat gangguan ke sumber atau pada titik gangguan 10 % dari panjang saluran yaitu 2,61 km maka arus gangguan dua fasa adalah sebesar 99,205 A
3. Pada gangguan tiga fasa dapat disimpulkan bahwa semakin dekat gangguan ke sumber atau pada titik gangguan 10 % dari panjang saluran yaitu 2,61 km maka arus gangguan dua fasa adalah sebesar 114,064 A.
4. Dari setiap gangguan yang terjadi baik gangguan hubung singkat satu fasa ketanah , hubung singkat dua fasa, dan hubung singkat tiga fasa maka arus terbesar terjadi pada gangguan satu fasa ketanah yaitu pada titik gangguan 10 % dari panjang saluran yaitu dengan panjang 2,61 km arus gangguannya adalah 157,791 A
5. Dari hasil analisa perhitungan yang dilakukan bahwa perhitungan untuk settingan zona proteksi adalah perhitungan zona satu tidak jauh berbeda dengan settingan pada Gardu induk Payakumbuh, begitu juga pada zona dua hasil perhitungannya tidak

jauh berbeda dengan settingan pada Gardu induk Payakumbuh, kecuali pada zona tiga dari hasil perhitungan settingan impedansinya ( $Z$ ) lebih kecil 2,76 ohm dari settingan yang ada pada Gardu induk Payakumbuh, untuk itu perlu dilakukan peninjauan ulang agar relay jarak dapat berfungsi dengan baik.

6. Dari perhitungan yang dilakukan dengan menggunakan software dibandingkan dengan perhitungan manual maka data hubung singkat yang didapatkan sama, jadi kesimpulan yang didapat adalah bahwa perhitungan yang dilakukan sudah benar atau errornya dianggap nol.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] Halomoan Cristof N, 2008, Studi Konsep Adaptif, FT UI.
- [2] Mardensyah Adrial: 2008, Studi Perencanaan Koordinasi, FT UI.
- [3] Muhammad Syafar.A, 2010, Studi Keandalan Distance Relay Jaringan 150 kV GI Tello- GI Pare-pare, Media Elektrik.
- [4] Pandjaitan, Bonar, 2012, Pratik-praktik Proteksi Sistem Tenaga Listrik”, Andi Offset, Yogyakarta.
- [5] Amirah. 2014, Studi Analisis Gangguan Hubung Singkat 1 Fasa keTanah pada SUTT 150 kV Untuk Setting Relay OCR (Aplikasi GI PIP- Pauh Limo), Institut Teknologi Padang.
- [6] Zuhul. 1988, Dasar Teknik Tenaga Listrik Dan Elektronika Daya”, PT Gramedia. Jakarta.
- [7] Zulkarnaini, 2008, System Proteksi Tenaga Listrik, Diktat Kuliah Proteksi Sistem Tenaga Listrik.