



ANALISIS PEMBAGIAN ZONA PROTEKSI PADA JARINGAN DISTRIBUSI 20 kV PENYULANG MERANTI GI BUNGERAN UNTUK MENINGKATKAN PELAYANAN KE KONSUMEN

Dina Fitria¹, Muhammad Arif Maulana²

^{1,2} Program Studi Teknik Elektro Universitas Tridinianti

chiwa.dina@gmail.com¹, ariefmam13@gmail.com²

ABSTRAK Tidak semua penyulang jaringan distribusi 20 kV pembagian zona proteksinya bekerja dengan baik, salah satunya adalah penyulang Meranti. Penyulang Meranti memiliki kegagalan koordinasi zona proteksi yang masih tinggi. Penyulang dengan pembagian 6 zona proteksi tersebut memiliki kegagalan koordinasi zona proteksi sebanyak 33 kali pada tahun 2017. Dimana proteksi pada zona 4, zona 5 dan zona 6 selalu trip bersamaan dengan proteksi zona 3. Hal ini menyebabkan *continuitas* pelayanan terganggu karena daerah yang tidak terganggu juga ikut padam. Dari hasil analisis didapatkan bahwa kegagalan koordinasi relay proteksi pada zona 4, zona 5 dan zona 6 disebabkan karena pada proteksi zona 3 besaran setting waktunya sama dengan zona 4, zona 5 dan zona 6 yaitu 0,05 tms. Dan koordinasi setting proteksi dikatakan baik apabila setting relai disisi hilir lebih cepat dari sisi hulu, sehingga dalam melakukan setting relai pada penyulang Meranti dimulai dari relai proteksi paling ujung dengan waktu paling cepat (0,05 tms) dan ke hulu dapat naik setiap tahap sebesar 0,3 detik.

Kata Kunci : *Proteksi, Setting, Relay, Zona, Penyulang*

ABSTRACT Not all feeders of the 20 kV distribution network distribution of the protection zone work well, one of which is the Meranti feeder. Meranti feeders have a high failure of protection zone coordination. The feeder with the division of 6 protection zones has failed coordination of the protection zone 33 times in 2017. Where protection in zone 4, zone 5 and zone 6 always trips together with protection zone 3. This causes the continuity of service to be disrupted because the area is not disturbed too. go out too. From the analysis, it is found that the failure of coordination of protection relays in zone 4, zone 5 and zone 6 is caused because in zone 3 protection the amount of time setting is the same as zone 4, zone 5 and zone 6, namely 0.05 tms. And the coordination of the protection settings is said to be good if the downstream relay setting is faster than the upstream side, so that in setting the relay on the Meranti feeder it starts from the end protection relay with the fastest time (0.05 tms) and upstream can increase each stage by 0 , 3 seconds.

Keywords: *Protection, Settings, Relay, Zone, Feeder*

PENDAHULUAN

Listrik memiliki peran yang sangat penting dan strategis bagi kehidupan, oleh karena itu dalam penyediannya harus memenuhi aspek andal dan aman. Ukuran keandalan suatu sistem dapat diketahui dari seberapa sering sistem mengalami padam, berapa lama padam terjadi dan seberapa cepat waktu yang dibutuhkan untuk memulihkan kondisi dari padam.

PT. PLN (Persero) Rayon Ampere Palembang sebagai penyedia pasokan energi listrik di wilayah Palembang harus mampu memberikan pasokan energi listrik yang andal dengan memanfaatkan pembagian zona proteksi. Akan tetapi tidak semua penyulang jaringan distribusi 20 kV pembagian zona proteksinya bekerja dengan baik, salah satunya adalah penyulang Meranti yang ada pada GI Bungaran. Penyulang Meranti memiliki kegagalan koordinasi zona proteksi yang masih tinggi. Penyulang tersebut memiliki panjang total 35,6 km. Penyulang dengan pembagian 6 zona proteksi tersebut memiliki kegagalan koordinasi zona proteksi sebanyak 33 kali pada tahun 2017. Dimana proteksi pada zona 4,

zona 5 dan zona 6 selalu trip bersamaan dengan proteksi zona 3. Hal ini menyebabkan kontinuitas pelayanan terganggu karena daerah yang tidak terganggu juga ikut padam.

Berdasarkan permasalahan diatas, maka penulis bermaksud ingin melakukan penelitian yang berjudul : “Analisis Pembagian Zona Proteksi Pada Jaringan Distribusi 20 kV Penyulang Meranti GI Bungaran Untuk Meningkatkan Pelayanan Ke Konsumen”.

TINJAUAN PUSTAKA

1. Sistem Distribusi Tenaga Listrik

Sistem distribusi tenaga listrik merupakan salah satu bagian dari suatu sistem tenaga listrik yang dimulai dari PMT incoming di gardu induk sampai dengan alat penghitung dan pembatas (APP) di instalasi konsumen yang berfungsi untuk menyalurkan dan mendistribusikan tenaga listrik dari gardu induk sebagai pusat beban ke pelanggan secara langsung atau melalui gardu distribusi (gardu trafo) dengan mutu yang memadai sesuai standar pelayanan yang berlaku.

2. Sistem Proteksi

Pada umumnya sistem proteksi mempunyai pengertian suatu sistem yang dapat mengamankan peralatan terhadap gangguan, lalu melokalisir bagian-bagian yang terganggu sekecil mungkin, dan membatasi dampak maupun pengaruhnya terhadap sistem. Dengan mengisolir bagian yang terganggu dengan yang tidak terganggu maka stabilitas sistem penyaluran tenaga listrik dapat dipertahankan.

3. Perangkat Proteksi^[4]

Yang dimaksud perangkat sistem proteksi adalah rangkaian peralatan proteksi antara komponen satu dengan lainnya sehingga membentuk suatu sistem pengamanan yang dapat berfungsi sesuai dengan maksud pengamanan/ proteksi.

4. Gangguan Hubung Singkat

Gangguan hubungan singkat yang mungkin terjadi dalam jaringan sistem kelistrikan adalah:

1. Gangguan hubungan singkat tiga fasa
2. Gangguan hubungan singkat dua fasa
3. Gangguan hubungan singkat satu fasa ke tanah

5. Impedansi Sumber

Arus gangguan hubung singkat pada sisi 20 kV diperoleh dengan cara mengkonversikan nilai impedansi sumber pada bus 150 kV ke sisi 20 kV.

6. Perhitungan Arus Gangguan Hubung Singkat

- a. Perhitungan arus gangguan hubung singkat tiga fasa

Rangkaian gangguan tiga fasa pada jaringan yang terhubung dengan transformator tenaga YY dengan netral ditanahkan melalui suatu tahanan.

- b. Perhitungan arus gangguan hubung singkat dua fasa

Gangguan hubung singkat 2 fasa pada saluran tenaga dengan hubungan transformator YY dengan netral ditanahkan melalui R_{NGR}.

- c. Perhitungan arus gangguan hubung singkat satu fasa ke tanah

Gangguan hubung singkat 1 fasa ke tanah pada saluran tenaga dengan hubungan transformator YY dengan netral ditanahkan melalui R_{NGR}.

7. Relay Arus Lebih (OCR)

Relay proteksi arus lebih adalah sistem pengamanan yang bekerja terhadap perubahan parameter arus dan waktu, perubahan arus tersebut disebabkan oleh peralatan atau sistem yang mengalami gangguan. Pada sistem ini, pengamanan akan bekerja ketika terjadi peningkatan nilai arus yang di indera melebihi nilai pengaturan yang telah ditentukan. Proteksi arus lebih meliputi proteksi terhadap gangguan hubung singkat antar fasa-fasa dan satu fasa ke tanah.

8. Relay Hubung Tanah (GFR)

Relay hubung tanah yang atau GFR (*Ground Fault Relay*) pada prinsipnya sama dengan relay arus lebih (OCR) namun memiliki perbedaan dalam kegunaannya. Pada relay OCR berfungsi mendeteksi adanya hubung singkat antar fasa, maka GFR berfungsi mendeteksi adanya hubung singkat ke tanah.

METODE PENELITIAN

1. Dokumentasi

Pada penelitian ini dokumentasi sangat dibutuhkan untuk menghimpun data yang diperlukan sebagai bahan analisis. Data tersebut didapat dari arsip asset data PT. PLN (Persero) Rayon Ampera Palembang

2. Observasi

Pada penulisan skripsi ini salah satu metode penelitian yang di gunakan adalah observasi. Dengan melakukan pengamatan secara langsung kondisi penyulang Meranti dan melakukan pengumpulan data di lapangan terkait penyulang Meranti.

3. Wawancara

Wawancara dan konsultasi yang dilakukan adalah tanya jawab dan diskusi dengan Supervisor Operasi Distribusi PT. PLN (Persero) Rayon Ampera sebagai penanggung jawab teknik peralatan maupun jaringan

PEMBAHASAN

1. Perbaikan Setting Relay Proteksi Penyulang By Meranti

Untuk melakukan perbaikan koordinasi setting relay proteksi pada penyulang Meranti dilakukan perhitungan setting mulai dari proteksi paling ujung dan selanjutnya menuju proteksi yang lebih hulu, hal ini bertujuan agar proteksi paling ujung waktu tripnya tidak lebih besar dari proteksi yang lebih hulu sehingga koordinasi proteksinya tetap terjaga.

A. Perhitungan setting relay OCR

Sesuai British standard [4] untuk relay inverse biasa diset sebesar 1,05 sampai dengan 1,3 kali arus beban. Untuk penyulang Meranti arus bebannya 220 ampere tetapi penyulang ini memiliki kebutuhan manuver ke penyulang lain apabila dibutuhkan sebesar 100A. Sehingga faktor pengalinya menjadi 1,8 kali arus beban.

a. Setting arus pada relay OCR

Tabel 1. Nilai setting arus pada relay OCR

Proteksi	I set primer (1,8 x Ibeban)	I set sekunder (Iset pri / CT)
Recloser	$1,8 \times 50 \text{ A} = 90 \text{ A}$	$90 \text{ A} / (500/1) = 0,18 \text{ A}$
GH 2	$1,8 \times 130 \text{ A} = 234 \text{ A}$	$234 \text{ A} / (400/5) = 2,9 \text{ A}$

GH 1	$1,8 \times 180 \text{ A} = 324 \text{ A}$	$324 \text{ A} / (400/5) = 4,05 \text{ A}$
Outgoing	$1,8 \times 220 \text{ A} = 396 \text{ A}$	$396 \text{ A} / (800/5) = 2,47 \text{ A}$
Incoming	$1,2 \times 1.732 \text{ A} = 2.078 \text{ A}$	$2.78 / (2000/5) = 5,19 \text{ A}$

b. Setting waktu (tms) pada relay OCR

Kaidah dasar dalam koordinasi setting relay OCR adalah dengan menyetel relay disisi hilir lebih cepat dari sisi hulu dengan beda waktu minimal 0,3 sampai dengan 0,4 detik [2]. Oleh karena itu untuk menentukan setting waktu (tms) setiap relay proteksi perlu diketahui waktu trip relay paling ujung terlebih dahulu. Karena Recloser merupakan proteksi paling ujung maka setting waktunya harus paling kecil yaitu 0,05 tms dan untuk menentukan setting relay yang lebih hulu minimal harus di tambah 0,3 detik.

Tabel 2. Nilai Setting waktu (tms) pada relay OCR

Proteksi	Jeda waktu	Waktu trip	Setting waktu
Recloser	0,2	0,2	0,05
GH 2	0,3	$0,2 + 0,3 = 0,5$	0,08
GH 1	0,4	$0,5 + 0,4 = 0,9$	0,01
Outgoing	1,4	$0,9 + 0,6 = 1,5$	0,13
Incoming	1,0	1,0	0,08

B. Perhitungan setting relay GFR

a. Setting arus pada relay GFR

Setting arus pada relay GFR dapat di setel mulai 6 % sampai dengan 12 % dari nilai arus hubung singkat 1 fasa paling ujung. Nilai ini untuk mengantisipasi jika penghantar tersentuh pohon dimana tahanan pohon besar (26 ohm s/d 52 ohm) yang dapat memperkecil besarnya arus gangguan hubung singkat 1 fasa ke tanah

Tabel 3. Nilai Setting arus pada relay GFR

Proteksi	I set primer 6% s/d 12% x If 1 fasa	I set sekunder (Iset pri / CT)
Recloser	$6 \% \times 330,3 \text{ A} = 20 \text{ A}$	$20 \text{ A} / (500/1) = 0,04 \text{ A}$
GH 2	$9 \% \times 330,3 \text{ A} = 30 \text{ A}$	$30 \text{ A} / (400/5) = 0,37 \text{ A}$
GH 1	$12 \% \times 330,3 \text{ A} = 40 \text{ A}$	$40 \text{ A} / (400/5) = 0,5 \text{ A}$
Outgoing	$0,2 \times \text{In CT}$ $0,2 \times 800 \text{ A} = 160 \text{ A}$	$160 \text{ A} / (800/5) = 1 \text{ A}$
Incoming	$0,4 \times \text{In Trafo}$ $0,4 \times 1.732 \text{ A} = 693 \text{ A}$	$693 / (2000/5) = 1,73 \text{ A}$

b. Setting waktu (tms) pada relay GFR

Untuk menentukan setting waktu (tms) setiap relay proteksi perlu diketahui waktu trip relay paling ujung terlebih dahulu. Karena Recloser merupakan proteksi paling ujung maka setting waktunya harus paling kecil yaitu 0,05 tms dan untuk menentukan setting relay yang lebih hulu minimal harus di tambah 0,3 detik.

Tabel 4. Nilai Setting waktu (tms) pada relay GFR

Proteksi	Jeda waktu (Detik)	Waktu trip (Detik)	Setting waktu (tms)
Recloser	0,1	0,1	0,05
GH 2	0,3	$0,1 + 0,3 = 0,4$	0,14
GH 1	0,4	$0,5 + 0,4 = 0,9$	0,21
Outgoing	0,5	0,5	0,13
Incoming	1	1	0,05

C. Perhitungan setting relay OCR Moment

Setting moment didasarkan setting arus besar yang diambil berdasarkan arus hubung singkat 3 fasa pada jaringan. Fungsinya sebagai pengaman peralatan proteksi dari arus hubung singkat yang besar. Pada penyulang Meranti setting moment akan dihitung berdasarkan arus hubung singkat terbesar di zonanya dikali dengan 0,9 sebagai faktor kali.

Tabel 5. Nilai Setting relay OCR Moment

Proteksi	I set primer Ifault max x 0,9	I set sekunder (Iset pri / CT)	Setting waktu (tms)
Recloser	$1.582 \times 0,9 = 1.423 \text{ A}$	$1.423 / (500/1) = 2,84 \text{ A}$	0,0
GH 2	$1.795,3 \times 0,9 = 1.615 \text{ A}$	$1.615 / (400/5) = 20,2 \text{ A}$	0,0
GH 1	$2.481,7 \times 0,9 = 2.233 \text{ A}$	$2.233 / (400/5) = 27,9 \text{ A}$	0,0
Outgoing	$3.665,8 \times 0,9 = 3.299 \text{ A}$	$3.299 / (800/5) = 20,6 \text{ A}$	0,0
Incoming	In trafo x 4 $1.732 \times 4 = 6.928 \text{ A}$	$6.928 / (2000/5) = 17,3 \text{ A}$	0,4

D. Perhitungan setting relay GFR Moment

Setting moment pada relay GFR didasarkan dari arus hubung singkat 1 fasa ke tanah. Sama dengan setting relay OCR moment maka arus hubung singkat 1 fasa terbesar di zonanya dikalikan dengan 0,9. Maka didapatkan hasil perhitungan sebagai berikut :

Tabel 6. Nilai Setting relay GFR Moment

Proteksi	I set primer Ifault max x 0,9	I set sekunder (Iset pri / CT)	Setting waktu (tms)
Recloser	$610,3 \times 0,9 = 549 \text{ A}$	$549 / (500/1) = 1,1 \text{ A}$	0,0
GH 2	$640,3 \times 0,98 = 627 \text{ A}$	$627 / (400/5) = 7,8 \text{ A}$	0,0
GH 1	$794,8 \times 0,9 = 715 \text{ A}$	$715 / (400/5) = 8,9 \text{ A}$	0,0
Outgoing	Block	Block	Block
Incoming	Block	Block	Block

E. Analisis Waktu Kerja Relay Proteksi Penyulang Meranti

Setelah dilakukan perubahan koordinasi setting relay proteksi untuk menguji kinerjanya maka dilakukan perhitungan kembali waktu tripnya pada arus hubung singkat 3 fasa, 2 fasa dan 1 fasa.

Tabel 7. Waktu kerja Relay OCR pada arus hubung singkat 3 fasa.

Panjang (%)	Waktu Trip Relay (Detik)				
	INC.	OUT	GH 1	GH 2	REC.
0	1,0	0,4	Tidak kerja	Tidak kerja	Tidak kerja
25	Tidak kerja	0,6	0,4	Tidak kerja	Tidak kerja
50	Tidak kerja	0,8	0,5	0,3	0,1
75	Tidak kerja	1,1	0,7	0,4	0,1
100	Tidak kerja	1,5	0,9	0,5	0,2

Dari hasil table diatas waktu kerja relay tidak ada yang saling mendahului, relay ujung trip lebih cepat dari pada yang hulu.

Tabel 8. Waktu kerja Relay OCR pada arus hubung singkat 2 fasa.

Panjang (%)	Waktu Trip Relay (Detik)				
	INC.	OUT	GH 1	GH 2	REC.
0	1,3	0,4	Tidak kerja	Tidak kerja	Tidak kerja
25	Tidak kerja	0,6	0,4	Tidak kerja	Tidak kerja
50	Tidak kerja	0,9	0,6	0,4	0,1
75	Tidak kerja	1,2	0,7	0,4	0,2
100	Tidak kerja	1,9	1,0	0,6	0,2

Dari hasil table diatas waktu kerja relay pada arus hubung singkat 2 fasa tidak ada yang saling mendahului, relay ujung trip lebih cepat dari pada yang hulu.

Tabel 9. waktu kerja Relay GFR pada arus hubung singkat 1 fasa.

Panjang (%)	Waktu Trip Relay (Detik)				
	INC	OUT	GH 1	GH 2	REC.
0	1,2	0,5	Tidak kerja	Tidak kerja	Tidak kerja
25	Tidak kerja	0,6	0,5	Tidak kerja	Tidak kerja
50	Tidak kerja	0,8	0,6	0,3	0,1
75	Tidak kerja	1,0	0,6	0,4	0,1
100	Tidak kerja	1,2	0,7	0,4	0,1

waktu kerja relay pada arus hubung singkat 1 fasa ke tanah tidak ada yang saling mendahului, relay ujung trip lebih cepat dari pada yang hulu.

Tabel 10. waktu kerja Relay OCR Moment pada arus hubung singkat 3 fasa.

Panjang (%)	Waktu Trip Relay (Detik)				
	INC.	OUT	GH 1	GH 2	REC.
0	Tidak kerja	0,0	Tidak kerja	Tidak kerja	Tidak kerja
13	Tidak kerja	Tidak kerja	0,0	Tidak kerja	Tidak kerja
30,5	Tidak kerja	Tidak kerja	Tidak kerja	0,0	Tidak kerja
34,5	Tidak kerja	Tidak kerja	Tidak kerja	Tidak kerja	0,0
100	Tidak kerja	Tidak kerja	Tidak kerja	Tidak kerja	Tidak kerja

waktu kerja relay OCR Moment pada arus hubung singkat 3 fasa sudah sesuai, dimana relay hanya akan bekerja apabila ada arus hubung singkat di zonanya masing-masing.

Tabel 11.waktu kerja Relay OCR Moment pada arus hubung singkat 2 fasa.

Panjang (%)	Waktu Trip Relay (Detik)				
	INC.	OUT	GH 1	GH 2	REC.
0	Tidak kerja	0,0	Tidak kerja	Tidak kerja	Tidak kerja
13	Tidak kerja	Tidak kerja	0,0	Tidak kerja	Tidak kerja
30,5	Tidak kerja	Tidak kerja	Tidak kerja	0,0	Tidak kerja
34,5	Tidak kerja	Tidak kerja	Tidak kerja	Tidak kerja	0,0
100	Tidak kerja	Tidak kerja	Tidak kerja	Tidak kerja	Tidak kerja

waktu kerja relay OCR Moment pada arus hubung singkat 2 fasa sudah sesuai, dimana relay hanya akan bekerja apabila ada arus hubung singkat di zonanya masing-masing.

Tabel 12. waktu kerja Relay GFR Moment pada arus hubung singkat 1 fasa.

Panjang (%)	Waktu Trip Relay (Detik)				
	INC.	OUT	GH 1	GH 2	REC.
0	Tidak kerja	0,0	Tidak kerja	Tidak kerja	Tidak kerja
13	Tidak kerja	Tidak kerja	0,0	Tidak kerja	Tidak kerja
30,5	Tidak kerja	Tidak kerja	Tidak kerja	0,0	Tidak kerja
34,5	Tidak kerja	Tidak kerja	Tidak kerja	Tidak kerja	0,0
100	Tidak kerja	Tidak kerja	Tidak kerja	Tidak kerja	Tidak kerja

waktu kerja relay GFR Moment pada arus hubung singkat 2 fasa sudah sesuai, dimana relay hanya akan bekerja apabila ada arus hubung singkat di zonanya masing-masing.

analisis waktu kerja di atas dapat dilihat dari 0 % panjang jaringan sampai dengan 100 % panjang jaringan arus hubung singkat 3 fasa, 2 fasa dan 1 fasa sudah dapat terproteksi pada zonanya masing-masing . Sehingga disimpulkan untuk memperoleh koordinasi setting relay proteksi yang baik maka setting relay proteksi harus bertahap. Dimana waktu trip relay proteksi paling ujung harus lebih cepat dari pada relay proteksi yang lebih hulu.

KESIMPULAN

Dari penelitian yang dilakukan “Analisis Pembagian Zona Proteksi Pada Jaringan Distribusi 20 Kv Penyulang Meranti GI Bungaran Untuk Meningkatkan Pelayanan Ke Konsumen” adalah :

1. Kegagalan koordinasi relay proteksi pada zona 4, zona 5 dan zona 6 disebabkan karena pada GH 2 (zona 3) besaran setting waktunya sama dengan Recloser yaitu 0,05 tms. Sehingga pada saat dilakukan perhitungan waktu kerjanya, Recloser selalu trip bersamaan GH 2 dengan waktu 0,2 detik pada relay OCR dan 0,1 detik pada relay GFR.
2. Koordinasi setting proteksi dikatakan baik apabila setting relay disisi hilir lebih cepat dari sisi hulu, sehingga dalam melakukan setting relay pada penyulang Meranti dimulai dari relay proteksi paling ujung dengan waktu paling cepat (0,05 tms) dan ke hulu dapat naik setiap tahap sebesar 0,3 detik.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Rayon Ampera.2017. *Laporan Gangguan Penyulang Semester I Tahun 2017*. PT. PLN (Persero) Rayon Ampera
- [2] PT. PLN (Persero) Penyaluran & Pusat Pengatur Beban Jawa Bali. 2012.*Kesepakatan Bersama Pengelolaan Sistem Proteksi Trafo-Penyulang 20 kV Tahun 2014*.
- [3] Sarimun,Wahyudi,Ir.2011.*Buku Saku Pelayanan Teknik*. Depok:Garamond.
- [4] Sarimun,Wahyudi,Ir.2012.*Buku Saku Sistem Proteksi*. Depok:Garamond.
- [5] SPLN No. 52 – 3:1983. *Pola Pengaman Sistem Distribusi 6 kV dan 20 kV*. Jakarta. Departemen Pertambangan dan Energi Perusahaan Umum Listrik Negara. Tahun 1983.
- [6] SPLN No.59 :1985. *Keandalan pada system distribusi 20 kV dan 6 kV*. Jakarta. Departemen Pertambangan dan Energi Perusahaan Umum Listrik Negara. Tahun 1985.
- [7] SPLN No.88 .1991.*Pembumian Netral Sistem 20 kV*. Jakarta. PT. Perusahaan Listrik Negara.Tahun 1991.
- [8] SPLN 64 .1985. *Impedansi Penghantar Pada system distribusi 20 kV dan 6 kV*. Jakarta. Departemen Pertambangan dan Energi Perusahaan Umum Listrik Negara.Tahun 1985.