

Studi Analisa Proteksi OCR dan GFR di Kubikel 20 kV Penyulang RSUD pada PT. PLN (Persero) Rayon Kuranji

Zulkarnaini, Zuriman Anthony, Kartiria, Ayu Elsa Afriyanti
Program Studi Teknik Elektro, Institut Teknologi Padang, Padang
E-mail: zulkarnainieva@gmail.com

Informasi Artikel

Diserahkan tanggal:

10 November 2021

Direvisi tanggal:

17 Desember 2021

Diterima tanggal:

12 Januari 2022

Dipublikasikan tanggal:

31 Januari 2022

Digital Object Identifier:

10.21063/JTE.2022.31331106



Abstrak

Penyulang RSUD merupakan penyulang yang ada di wilayah kerja PT. PLN (Persero) Rayon Kuranji. Penyulang RSUD memiliki panjang 19,92 kms dengan menggunakan kawat AAAC diameter 150 mm². Penelitian ini membahas tentang arus hubung singkat yang terjadi pada saat lokasi gangguan 0 %, 25 %, 50 %, 75 % dan 100 % dari panjang penyulang serta setting TMS OCR dan GFR yang akan mengamankan arus hubung singkat tersebut. Dari hasil penelitian didapatkan bahwa arus gangguan yang terbesar terjadi pada saat gangguan tiga fasa dengan arus gangguan sebesar 1306,222 Ampere pada saat lokasi gangguan 100 % dari panjang penyulang. Sementara untuk gangguan hubung singkat dua fasa besar arus gangguan hubung singkat saat lokasi gangguan 100 % dari panjang penyulang adalah sebesar 1131,222 Ampere. Sedangkan, untuk arus hubung singkat yang terkecil terjadi pada saat gangguan hubung singkat satu fasa ke tanah dengan arus hubung singkat sebesar 444,971 Ampere. Untuk mengamankan arus gangguan hubung singkat tersebut perlu dipasang OCR dan GFR pada sisi penyulang dan pada sisi masukan. Setting TMS untuk OCR pada sisi penyulang adalah 0,178 detik. Sedangkan, setting TMS pada sisi masukan adalah selama 0,285 detik. Untuk TMS GFR pada sisi penyulang disetting selama 0,105 detik dan untuk setting TMS GFR pada sisi masukannya adalah selama 0,297 detik.

Kata kunci: *Proteksi, ocr, gfr.*

1. PENDAHULUAN

Penyulang RSUD merupakan penyulang yang berada di wilayah kerja PT. PLN (Persero) Rayon Kuranji yang terletak di kota Padang. Penyulang RSUD adalah salah satu penyulang dengan pertumbuhan beban yang tinggi. Dengan meningkatnya pertumbuhan beban, maka persentasi terjadinya gangguan juga meningkat.

Sistem distribusi tenaga listrik merupakan sistem tenaga listrik yang menyalurkan energi listrik ke konsumen. Untuk sistem distribusi tenaga listrik harus memiliki keandalan yang tinggi. Untuk memperoleh keandalan sistem yang tinggi perlu dipasang peralatan proteksi untuk meminimalisir gangguan yang terjadi. Proteksi harus memiliki tingkat selektifitas, ekonomis, kecepatan bereaksi dan tingkat kepekaan yang tinggi sistem proteksi yang dipasang dapat dikatakan handal. Peralatan proteksi digunakan sebagai pengaman pada peralatan listrik pada saat terjadinya gangguan. Sehubungan dengan pentingnya kelistrikan pada RSUD, maka perlu ditinjau ulang proteksi yang ada pada penyulang RSUD. Hal ini dilakukan agar kelistrikan pada RSUD dan sekitarnya tetap handal.

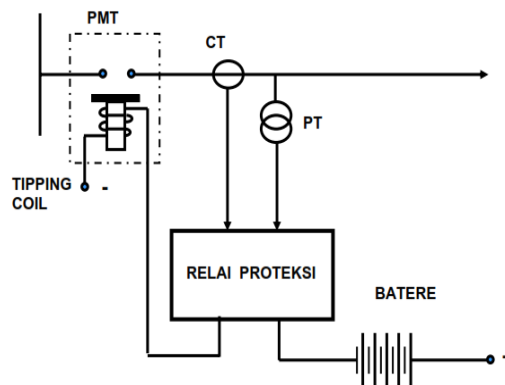
Gangguan yang sering terjadi pada jaringan distribusi tenaga listrik adalah gangguan hubung singkat. Alat proteksi yang dapat mengatasi gangguan tersebut adalah OCR (Over Current Relay) yang mengatasi hubung singkat antar fasa dan GFR (Ground Fault Relay) yang mengatasi hubung singkat ke tanah. Relai ini merupakan relai yang bekerja apabila arus setting yang mengalir melebihi nilai settingnya. Relai ini memerintahkan pemutus (PMT) untuk trip apabila terjadi gangguan hubung singkat. Apabila rating OCR dan GFR ini tidak sesuai standart, maka akan terjadi gangguan hubung singkat pada

sistem. Untuk mendapatkan sistem proteksi yang handal, maka perlu dilakukan perhitungan setting koordinasi relai proteksi OCR.

2. METODOLOGI PENELITIAN

Sistem Proteksi Pada sistem tenaga listrik, adalah perlindungan atau isolasi pada bagian yang memungkinkan akan terjadi gangguan atau bahaya. Tujuan utama proteksi adalah untuk mencegah terjadinya gangguan atau memadamkan gangguan yang telah terjadi dan melokalisirnya, dan membatasi pengaruh-pengaruhnya, biasanya dengan mengisolir bagian-bagian yang terganggu tanpa mengganggu bagian-bagian yang lain.[2]

Sistem proteksi ini mendeteksi kondisi abnormal dalam suatu rangkaian listrik dengan mengukur besaran-besaran listrik yang berbeda antara kondisi normal dengan kondisi abnormal. Sistem proteksi tenaga listrik pada umumnya terdiri dari beberapa komponen yang di rancang untuk mengidentifikasi kondisi sistem tenaga listrik dan bekerja berdasarkan informasi yang diperoleh dari sistem tersebut seperti arus, tegangan atau sudut fasa antara keduanya. Informasi yang diperoleh dari sistem tenaga listrik akan digunakan untuk membandingkan besarnya dengan besaran ambang-batas (*threshold setting*) pada peralatan proteksi. Apabila besaran yang diperoleh dari sistem melebihi setting ambang-batas peralatan proteksi, maka sistem proteksi akan bekerja untuk mengamankan kondisi tersebut. Peralatan proteksi pada umumnya terdiri dari beberapa elemen yang dirancang untuk mengamati kondisi sistem dan melakukan tindakan berdasarkan kondisi sistem yang diamati.



Gambar. 1 Komponen relai proteksi

Relay bertugas menerima atau mendeteksi besaran tertentu untuk mengeluarkan perintah sebagai tanggapan (*respons*) atas besaran yang dideteksinya pada masing-masing elemen. *Over Current Relay* (OCR) merupakan peralatan yang mensinyalir adanya arus lebih, baik yang disebabkan oleh adanya gangguan hubung singkat atau *overload* yang dapat merusak peralatan sistem tenaga yang berada dalam wilayah proteksinya. Prinsip kerja relai OCR adalah berdasarkan adanya arus lebih yang dirasakan relai, baik disebabkan adanya gangguan hubung singkat atau *Overload* (beban lebih) untuk kemudian memberikan perintah trip ke PMT sesuai dengan karakteristik waktunya. Untuk pengaturan arus pada OCR dapat dihitung dengan menggunakan persamaan berikut:

$$I_{\text{set (primer)}} = 1,05 \times I_{\text{beban}} \quad (1)$$

$$I_{\text{set (sekunder)}} = I_{\text{set (primer)}} \times \frac{1}{\text{Rasio CT}}$$

Untuk menghitung *setting* waktu OCR dengan karakteristik *invers time* menggunakan *Time Multiple Setting* (TMS). Untuk menentukan nilai TMS dapat dihitung dengan menggunakan persamaan berikut:

$$\text{TMS} = \frac{t \times \left[\left(\frac{I_{\text{fault}}}{I_{\text{set}}} \right)^\alpha - 1 \right]}{\beta} \quad (2)$$

Untuk menghitung waktu kerja *relay* saat terjadi gangguan dapat dihitung dengan persamaan berikut:

$$t = \frac{\alpha}{\left(\frac{I_{\text{fault}}}{I_{\text{set}}}\right)^{\beta} - 1} \quad (3)$$

Ground Fault Relay (GFR) memiliki prinsip kerja yang hampir sama dengan prinsip kerja OCR. Hanya saja GFR merupakan *relay* yang berfungsi untuk mendeteksi gangguan arus lebih fasa dengan tanah. Untuk pengaturan arus pada GFR dapat dihitung dengan menggunakan persamaan berikut:

$$I_{\text{set (primer)}} = 10\% \times I_{f1\phi (\text{min})} \quad (4)$$

$$I_{\text{set (sekunder)}} = I_{\text{set (primer)}} \times \frac{1}{\text{rasio CT}}$$

Untuk menghitung *setting* waktu OCR dengan karakteristik *invers time* menggunakan *Time Multiple Setting* (TMS). Untuk menentukan nilai TMS dapat dihitung dengan menggunakan persamaan berikut:

$$\text{TMS} = \frac{t \times \left[\left(\frac{I_{\text{fault}}}{I_{\text{set}}}\right)^{\alpha} - 1\right]}{\beta} \quad (5)$$

Untuk menghitung waktu kerja *relay* saat terjadi gangguan dapat dihitung dengan persamaan berikut:

$$t = \frac{\alpha}{\left(\frac{I_{\text{fault}}}{I_{\text{set}}}\right)^{\beta} - 1} \quad (6)$$

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada penelitian ini, gangguan hubung singkat yang terjadi diasumsikan pada saat 0 %, 25 %, 50 %, 75 % dan 100 % dari panjang penyulang. Berdasarkan perhitungan yang telah dilakukan, maka didapatkan besar arus hubung singkat pada saat 0 %, 25 %, 50 %, 75 % dan 100 % dari panjang penyulang pada tabel 1.

Tabel 1. Arus Hubung Singkat

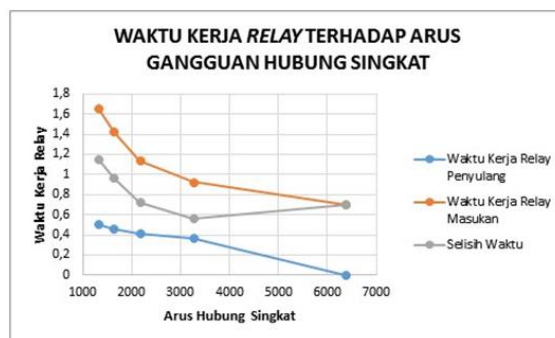
Titik (%)	1Φ(A)	2Φ	3Φ (A)
0	490,596	5524,862	6379,558
25	479,992	2816,901	3252,676
50	468,755	1872,659	2162,359
75	455,983	1405,481	1624,051
100	444,971	1131,222	1306,222



Gambar 2. Waktu Kerja *Relay* pada saat gangguan hubung singkat satu fasa ke tanah

Berdasarkan kurva di atas dapat dilihat bahwa waktu kerja pada sisi penyulang lebih cepat dibandingkan dengan waktu kerja relai pada sisi masukan. Waktu kerja pada sisi penyulang pada lokasi gangguan 0 % dari panjang penyulang adalah selama 0 detik dan pada sisi masukan adalah selama 0,703 detik dengan selisih waktu 0,703 detik untuk dengan arus hubung singkat sebesar 490,596 A. Untuk lokasi gangguan 100 % dari panjang penyulang dengan besar arus gangguan hubung singkat sebesar 444,971 A, besar waktu kerja pada sisi penyulang adalah sebesar 0,312 detik dan 0,729 detik untuk waktu kerja sisi masukan dengan selisih waktu 0,417 detik.

Sementara itu, gambar 3 menunjukkan bahwa waktu kerja pada sisi penyulang lebih cepat dibandingkan dengan waktu kerja relai pada sisi masukan. Waktu kerja *relay* pada sisi penyulang adalah selama 0 detik dan 0,7 detik dengan selisih waktu 0,7 detik untuk waktu kerja *relay* pada sisi masukan untuk lokasi gangguan 0 % dari panjang penyulang dengan arus gangguan hubung singkat sebesar 6379,558 A. Untuk lokasi gangguan 100 % dari panjang penyulang dengan arus gangguan sebesar 1306,222 A, besar waktu kerja pada sisi penyulang adalah sebesar 0,508 detik dan 1,662 detik untuk waktu kerja sisi masukan dengan selisih waktu 1,154 detik.



Gambar 3. Waktu Kerja *Relay* pada saat gangguan hubung singkat tiga fasa

Pengujian dilakukan dengan simulasi menggunakan *software* ETAP 12.6. Nilai arus gangguan hubung singkat satu fasa ke tanah pada jarak 0 % dari panjang penyulang adalah sebesar 569 A, arus gangguan hubung singkat dua fasa sebesar 5840 A dan arus gangguan hubung singkat tiga fasa yang terjadi pada lokasi 0 % dari panjang penyulang adalah sebesar 6740 A. Untuk lokasi gangguan 100 % dari panjang penyulang, nilai arus gangguan hubung singkat satu fasa ke tanah adalah sebesar 370 A, sebesar 1110 A untuk gangguan hubung singkat dua fasa dan sebesar 1290 A untuk arus gangguan hubung singkat tiga fasa.

Tabel 2. Arus hubung singkat berdasarkan simulasi

Titik (%)	1 Φ (A)	2 Φ (A)	3 Φ (A)
0	569	5840	6740
25	515	2810	3240
50	461	1870	2160
75	412	1400	1620

Tabel 3. Waktu kerja *relay* hasil simulasi

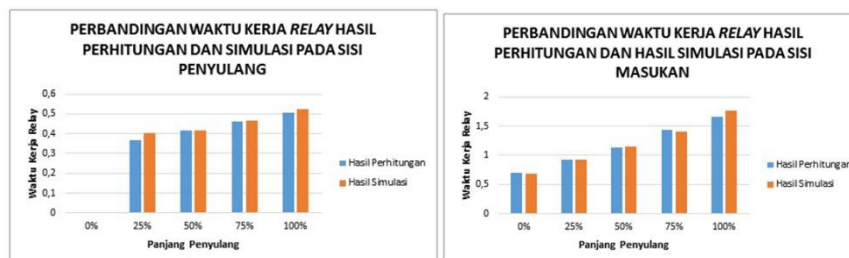
Titik (%)	Arus Hubung Singkat (A)	Waktu Kerja pada Sisi Penyulang (detik)	Waktu Kerja pada Sisi Masukan (detik)
0	6740	0,000	0,684
25	3240	0,404	0,929
50	2160	0,418	1,150
75	1620	0,467	1,400
100	1290	0,526	1,760

Waktu kerja *relay* pada gangguan tiga fasa pada lokasi gangguan 0 % adalah 0 detik pada *relay* sisi penyulang dan 0,684 detik pada sisi penyulang. Pada saat lokasi gangguan 100 % pada sisi penyulang, waktu kerja dari *relay* adalah sebesar 0,526 detik pada sisi masukan dan 1,76 detik pada sisi penyulang. Berdasarkan hasil simulasi, didapatkan bahwan semakin besar nilai arus hubung singkat yang terjadi, maka akan semakin cepat waktu kerja pada *relay*. Sebaliknya, semakin kecil nilai arus hubung singkatnya, maka waktu kerja *relay* akan semakin lama.



Gambar 4. Perbandingan arus hubung singkat satu fasa ke tanah, dua fasa ke tanah dan tiga fasa ke tanah

Untuk gangguan satu fasa ke tanah, pada titik gangguan 0 %, nilai arus hubung singkat pada hasil perhitungan adalah sebesar 490,596 A dan nilai arus hubung singkat berdasarkan hasil simulasi adalah sebesar 569 A. Hal ini dikarenakan perbedaan impedansi jaringan pada urutan nol. Untuk gangguan tiga fasa, nilai arus hubung singkat pada saat 0 % panjang penyulang, berdasarkan hasil perhitungan adalah sebesar 6379,558 Ampere. Sedangkan arus hubung singkat berdasarkan hasil simulasi adalah sebesar 3240 Ampere. Untuk arus gangguan hubung singkat tiga fasa pada saat 100 % dari panjang penyulang adalah sebesar 1306,222 Ampere berdasarkan perhitungan yang dilakukan. Berdasarkan hasil simulasi, nilai arus hubung singkatnya adalah sebesar 1290 Ampere.



Gambar 5. Diagram perbandingan waktu kerja *relay* sisi penyulang dan masukan

Perbedaan waktu kerja relay pada sisi masukan dan penyulang berdasarkan hasil perhitungan memiliki sedikit perbedaan. Hal ini dikarenakan perbedaan besar arus gangguan hubung singkat berdasarkan hasil perhitungan dan hasil simulasi. Pada hasil perhitungan relay pada sisi penyulang yang bekerja di titik gangguan 100 % dari panjang penyulang adalah selama 0,508 detik. Sementara berdasarkan hasil simulasi, waktu kerja relay pada sisi penyulang adalah selama 0,526 detik. Untuk waktu kerja relay pada sisi masukan adalah selama 1,662 detik untuk hasil perhitungan dan 1,76 detik untuk hasil simulasi.

4. KESIMPULAN

Besar arus gangguan hubung singkat dipengaruhi oleh jarak lokasi gangguan. Semakin jauh lokasi gangguan yang terjadi, maka semakin kecil arus hubung singkat yang terjadi. Sebaliknya, semakin dekat lokasi gangguan dari sumber, semakin besar arus gangguan hubung singkat yang terjadi. Pada lokasi gangguan 0 % dari panjang penyulang, nilai arus gangguan hubung singkat satu fasa ke tanah adalah sebesar 490,596 A, nilai arus gangguan hubung singkat dua fasa adalah sebesar 5524,862 A dan nilai arus gangguan hubung singkat tiga fasa adalah sebesar 6379,558 A. Sedangkan, untuk lokasi gangguan 100 % dari panjang penyulang didapatkan arus hubung singkat satu fasa ke tanah sebesar 444,971 A, nilai arus gangguan hubung singkat dua fasa adalah sebesar 1131,222 A

dan nilai arus hubung singkat tiga fasa adalah sebesar 1306,222 A. Semakin besar arus hubung singkat yang terjadi, maka akan semakin cepat waktu kerja relay dan semakin kecil arus gangguan hubung singkat yang terjadi, maka akan semakin lama waktu kerja relay. Waktu kerja relay yang pada sisi penyulang lebih cepat dibandingkan dengan waktu kerja relay yang pada sisi masukan. Pada titik gangguan 0 % dari panjang penyulang, arus hubung singkat tiga fasa yang terjadi adalah sebesar 6379,558 A dengan waktu kerja relay pada sisi masukannya adalah sebesar 0,7 detik.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] F. Tasiam, *Proteksi sistem tenaga listrik*. Yogyakarta: Teknosain, 2017.
- [2] E. I. Hardiansyah, I. R. Gianto, and D. Ph, "Evaluasi Sistem Proteksi Saluran Udara Tegangan Menengah (SUTM) 20 kV (Studi Kasus: Penyulang Durian 1 Radak)."
- [3] L. M. Noveri, B. K. Panjang, B. T. Lembu, and T. Lembu, "Analisis Kinerja Sistem Proteksi Berdasarkan Frekuensi Gangguan Di Gardu Induk 150 KV Garuda Sakti," *FTEKNIK*, vol. 4, no. 1, 2017.
- [4] J. Toni Agus Setiawan, M. Iqbal Arsyad, "Evaluasi Rele Arus Lebih dan Rele Gangguan Tanah pada Penyulang Transkalimantan di Gardu Induk Sei. Raya," pp. 1–11, 2018.
- [5] E. Dermawan and D. Nugroho, "Analisa Koordinasi Over Current Relay Dan Ground Fault Relay Di Sistem Proteksi Feeder Gardu Induk 20 kV Jababeka," *J. Elektrum*, vol. 14, no. 2, pp. 43–48.
- [6] A. Akmal and K. Abimanyu, "Studi Pengaturan Relay Arus Lebih dan Relay Hubung Tanah Penyulang Timor 4 pada Gardu Induk Studi Kasus : Gardu Induk Dawuan," *INFOTRONIK*, vol. 2, no. 1, pp. 34–43, 2017.
- [7] T. Aziz, A. Qoyyimi, O. Penangsang, and N. K. Aryani, "Penentuan Lokasi Gangguan Hubung Singkat pada Jaringan Distribusi 20 kV Penyulang Tegalsari Surabaya dengan Metode Impedansi Berbasis GIS (Geographic Information System)," *Tek. ITS*, vol. 6, no. 1, 2017.
- [8] M. Noer and Y. Marniati, "Analisa Setting Over Current Relay Pada Penyulang Banteng Gardu Induk Bukit Siguntang," *Tek. ELEKTRO ITP*, vol. 8, no. 1, pp. 45–49, 2019.
- [9] B. Wirawan, "Setting Koordinasi Over Current Relay pada Trafo 60 MVA 150 / 20 Kv dan Penyulang 20 KV," *SINERGI*, vol. 18, no. 3, pp. 134–140, 2014.
- [10] N. G. Pahiyanti and S. Sukmajati, "Proteksi Arus Lebih pada Penyulang Lengah (SKTM) dan Penyulang Aum (SUTM)," *ENERGI & KELISTRIKAN*, vol. 7, no. 2, pp. 144–149, 20
- [11] Zulkarnaini "SISTEM PROTEKSI TENAGA LISTRIK". Bahan ajar Intitut Teknologi Padang, 2018.