

STUDI RECLOSER UNTUK MEMAKSIMALKAN KINERJA SISTEM TENAGA LISTRIK PADA JARINGAN DISTRIBUSI DI PT. PLN (PERSERO) UNIT LAYANAN PELANGGAN BEUREUNUEN

Afrah Fathia, Badriana, Dedi Fariadi, Andik Bintoro

Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Malikussaleh Lhokseumawe, Muara Satu, Aceh Utara, Aceh, Indonesia
E-mail : badriana@unimal.ac.id

Abstrak—Listrik merupakan salah satu kebutuhan penting bagi masyarakat Indonesia, oleh karena itu PT. PLN sebagai BUMN yang mengendalikan dan menyalurkan kebutuhan listrik kepada masyarakat Indonesia. Sistem distribusi selalu dituntut agar mempunyai keandalan yang baik, tingkat keandalan ini disebabkan oleh gangguan yang terjadi. Gangguan ini umumnya dipengaruhi oleh kondisi alam dan makhluk hidup di sekitar saluran yang mendistribusikan energi listrik. Untuk mengatasi hal tersebut diperlukan alat pelindung untuk mengatasi gangguan yaitu recloser. Recloser merupakan alat pelindung yang digunakan untuk mengurangi area yang terkena gangguan. Alat pelindung ini bekerja secara otomatis untuk melindungi sistem dari arus lebih yang ditimbulkan karena gangguan hubung singkat. Penelitian ini dilakukan pada PT. PLN (Persero) Unit Layanan Pelanggan Beureunuen dengan memanfaatkan aplikasi Software ETAP 19.0.1 untuk gangguan arus hubung singkat. Pada penyulang MT-03, hasil dari simulasi dengan memakai software ETAP 19.0.1 nilai arus hubung singkatnya lebih kecil dibandingkan dengan perhitungan manual. Dengan jarak yang sama 14,583 km pada bus 30, pada hasil simulasi arus hubung singkatnya sebesar 1,284 kA dan pada perhitungan manual senilai 1,7066 kA dengan waktu kerja recloser sebesar 0,4005 detik.

Keywords— *recloser, arus hubung singkat, software ETAP 19.0.1*

I. PENDAHULUAN

Listrik merupakan salah satu kebutuhan penting bagi masyarakat Indonesia, oleh karena itu PT. PLN sebagai BUMN yang mengendalikan dan menyalurkan kebutuhan listrik kepada masyarakat Indonesia. PT. PLN memiliki tiga sistem supaya kebutuhan listrik kepada konsumen bisa tersalurkan diantaranya sistem pembangkit, sistem transmisi, dan sistem distribusi. Pelayanan yang sangat baik terhadap konsumen adalah suatu hal penting yang dilakukan tingkat keandalan ini disebabkan oleh gangguan yang terjadi oleh PT. PLN pada saluran distribusi. Sistem distribusi selalu dituntut agar mempunyai keandalan yang baik. Gangguan ini umumnya dipengaruhi oleh kondisi alam dan makhluk hidup di sekitar saluran yang mendistribusikan energi listrik.

Untuk mengatasi hal tersebut diperlukan alat pelindung untuk mengatasi gangguan yaitu recloser. Recloser merupakan alat pelindung yang digunakan untuk mengurangi area yang terkena gangguan. Pengamanan sistem tenaga listrik untuk menjamin distribusi energi listrik, yaitu jika terjadi gangguan (seperti gangguan terhadap sistem distribusi yang sering terjadi) sebisa mungkin tidak menyebabkan pemadaman listrik, atau jika terpaksa, pemutusan dibuat sesingkat mungkin[1].

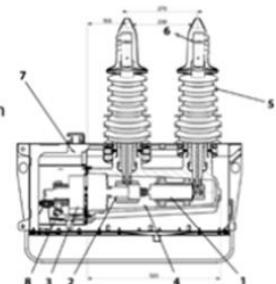
Alat pelindung ini bekerja secara otomatis untuk melindungi sistem dari arus lebih yang ditimbulkan karena gangguan hubung singkat. Mode operasinya yaitu menutup balik dan membuka dengan otomatis, yang dapat disesuaikan dengan interval waktu masing-masing.

II. LANDASAN TEORI

Dalam distribusi tenaga listrik, recloser atau automatic recloser merupakan pemutus arus dengan mekanisme otomatis yang bisa menutup jika terjadinya gangguan. Dengan kata lain adalah trip recloser yang dipakai dalam Saluran Udara Tegangan Menengah (SUTM) untuk melacak dan mengamankan apabila adanya gangguan sementara.

Recloser dapat dengan cepat mengisolasi jaringan atau wilayah yang terganggu karena sistem dan meminimalkan wilayah yang terganggu jika terjadi gangguan sesaat. Recloser memblokir sementara wilayah gangguan sesaat sampai masalah dianggap hilang. Recloser kemudian menutup kembali sesuai dengan pengaturan agar jaringan diaktifkan kembali secara otomatis[13].

1. Vacuum interrupter
2. Push rod - insulating
3. Actuator
4. Epoxy housing
5. Silicone bushing extension
6. Terminal
7. Tank
8. Auxiliary switches



Gambar 2.1 Lay Out Recloser

Penggunaan recloser dalam jaringan distribusi ini tergantung kepada peralatan listrik jaringan distribusi juga koordinasinya dengan perangkat proteksi hubung singkat ataupun arus lebih yang lainnya. Recloser juga sebagai alat pelindung yang meningkatkan keandalan pada saluran udara, baik untuk saluran listrik tegangan tinggi (SUTT) maupun saluran udara tegangan menengah (SUTM). Namun, dalam penulisan ini hanya mencakup SUTM. Jenis gangguan SUTM diketahui terdiri dari gangguan sementara dan juga gangguan permanen[16].

Gangguan sementara disebabkan oleh misalnya arus susulan pada isolator yang disebabkan sambaran petir, polusi/pencemaran isolator, hewan yang melintasi saluran, saluran yang bersentuhan dengan ranting/cabang dan sebagainya. Gangguan secara terus-menerus antara lain diakibatkan oleh gangguan konduksi, isolator yang putus dan lain sebagainya. Apabila terjadi gangguan sementara, pemutus tenaga bisa masuk kembali setelah pemutus dibuka dan kesalahan diperbaiki. Sementara untuk gangguan permanen, setelah pemutus sirkuit gagal dan terbuka, pemutus sirkuit tidak dapat menutup kembali hingga kesalahan diperbaiki.

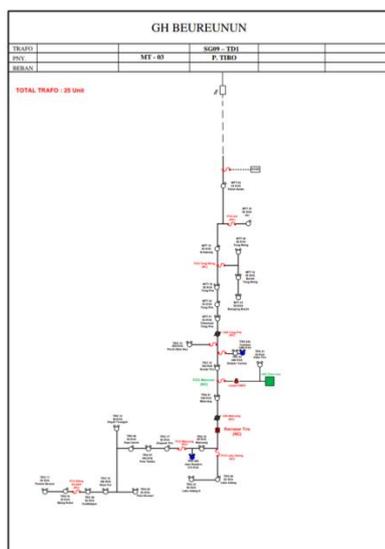
III. METODE PENELITIAN

3.1 Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian pengambilan data dilaksanakan di PT. PLN (Persero) Unit Layanan Pelanggan Beureunuen Jalan Rumah Sakit Umum Abdullah Syafi'i No 1, Kecamatan Mutiara Timur, Kabupaten Pidie, Aceh. Penelitian mengenai Studi Penempatan Recloser akan dilaksanakan mulai bulan Februari 2023 sampai dengan selesai.

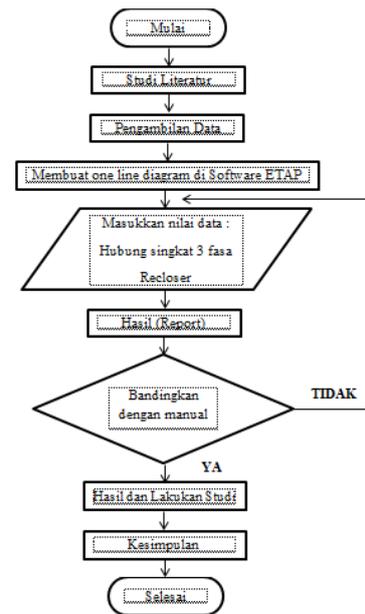
3.2 Objek Penelitian

Uji formulasi yang disampaikan dalam studi sistem jaringan distribusi 20 kV di PT. PLN (Persero) Unit Layanan Pelanggan Beureunuen dilakukan pada penyulang MT-03. Konfigurasi jaringan penyulang MT-03 dapat kita lihat pada gambar 3.1 berikut:



Gambar 3.1 Konfigurasi jaringan penyulang MT-03

3.3 Bagan Alir Penelitian (Flowchart)



Gambar 3.2 Diagram alir penelitian

3.4 Teknik Pengumpulan Data

Teknik pengumpulan data yaitu langsung di lapangan. Hal inilah yang penulis lakukan dengan mengumpulkan informasi dari PT. PLN (Persero) Unit Layanan Pelanggan Beureunuen adapun data-data tersebut meliputi :

1. Data beban
2. Data impedansi kabel yang digunakan pada jaringan distribusi
3. Data saluran terhadap penyulang seperti nilai panjang saluran dan kabel

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Analisis Hubung Singkat

Pada analisis hubung singkat ini dilakukan dengan dua metode yaitu menggunakan perhitungan secara manual dan juga simulasi dengan menggunakan software ETAP 19.0.1.

Adapun data pada trafo dapat dilihat sebagai berikut :

1. Daya hubung singkat
 - $P_{hs} = 1200 \text{ MVA}$
2. Rating Trafo Daya
 - Daya = 60 MVA
 - Tegangan = 150/20 kV
 - Tegangan primer = 150 kV
 - Tegangan sekunder = 20 kV
 - Impedansi = 12,5 %
 - Panjang saluran = 38,079 Km

Berdasarkan informasi yang diterima, jenis kabel yang digunakan pada penyulang MT-03 yaitu memakai kabel dengan tipe A3C berukuran 150 mm² dengan nilai $Z_1 = Z_2 (0,2162 + j0,3305 \text{ Ohm/Km})$ dan $Z_0 (0,3631 + j1,6180)$.

Nilai impedansi penyulang MT-03 bisa dihitung menggunakan persamaan berikut :

$$Z_1 = Z_2 = (R_1 + jX_1) \times \text{jarak}$$

$$Z_0 = (R_0 + jX_0) \times \text{jarak}$$

1. Menghitung Impedansi Penyulang MT-03 pada Bus 30

$$Z_1 = Z_2 \text{ (AAAC 150 mm}^2\text{)} \times \text{jarak}$$

$$= (0,2162 + j0,3305 \text{ Ohm/km}) \times 14,583 \text{ km}$$

$$= 3,1528 + j4,8196 \text{ Ohm}$$

$$Z_0 = \text{(AAAC 150 mm}^2\text{)} \times \text{jarak}$$

$$= (0,3631 + j1,6180 \text{ Ohm/km}) \times 14,583 \text{ km}$$

$$= 5,2950 + j23,5952 \text{ Ohm}$$

Tabel 4.1 Hasil perhitungan impedansi penyulang urutan positif, negatif dan nol

Bus	Jarak (km)	Z ₁ =Z ₂		Z ₀	
		R	jX	R	jX
30	14,583	3,1528	4,8196	5,2950	23,5952
33	15,402	3,3299	5,0903	5,5924	24,9204
51	16,884	3,6503	5,5801	6,1305	27,3183
56	17,310	3,7424	5,7209	6,2852	28,0075
58	17,968	3,8846	5,9384	6,5241	29,0722

2. Menghitung Impedansi Penyulang dalam Satuan Per Unit (PU)

Berikut ini merupakan perhitungan untuk impedansi pada bus 30

a. Menghitung impedansi penyulang ke satuan PU

$$X_s = \frac{kV \text{ (sisi primer)}^2}{MVA_{sc} \times 1200} = \frac{150^2}{1200} = 18,7500 \text{ j Ohm}$$

$$\text{Pada sisi 20 kV} = \frac{20^2}{150^2} \times 18,75 = 0,3333 \text{ j Ohm}$$

b. Menghitung reaktansi trafo

$$X_t = \frac{kV^2}{MVA_{trafo}} \times \% \text{ trafo} = \frac{20^2}{60} \times 12,5\% = 0,8333 \text{ j Ohm}$$

c. Menghitung I_{base} dan Z_{base}

$$I_{base} = \frac{MVA}{\sqrt{3} \times kV_{base}} = \frac{100}{\sqrt{3} \times 20} = \frac{100}{34,64} = 2,8868 \text{ kA}$$

$$Z_{base} = \frac{kV_{base} \cdot \sqrt{3}}{I_{base}} = \frac{20 \cdot \sqrt{3}}{2,8868} = \frac{11,5471}{2,8868} = 3,9999 \text{ Ohm}$$

d. Sehingga didapat nilai R dan X dalam Per Unit (PU)

Pada bus 30

$$Z_{1eq} = R + X + X_s + X_t$$

$$= 3,1528 + j4,8196 + j0,3333 + j0,8333$$

$$= 3,1528 + j5,9862$$

$$R_{pu} = \frac{R}{Z_{base}} = \frac{3,1528}{3,9999} = 0,7882 \text{ pu}$$

$$X_{pu} = \frac{X}{Z_{base}} = \frac{5,9862}{3,9999} = 1,4965 \text{ pu}$$

$$Z_{0eq} = R + X + X_s + X_t$$

$$= 5,2950 + j23,5952 + j0,3333 + j0,8333$$

$$= 5,2950 + j24,7618$$

$$R_{pu} = \frac{R}{Z_{base}} = \frac{5,2950}{3,9999} = 1,3237 \text{ pu}$$

$$X_{pu} = \frac{X}{Z_{base}} = \frac{24,7618}{3,9999} = 6,1906 \text{ pu}$$

Tabel 4.2 Hasil perhitungan impedansi penyulang MT-03 urutan positif, negatif dan nol dalam satuan per unit

Bus	Jarak (km)	Z _{1eq} =Z _{2eq}		Z _{0eq}		Z _{1eq} =Z _{2eq}		Z _{0eq}	
		R	jX	R	jX	R (pu)	jX (pu)	R (pu)	jX (pu)
30	14,583	3,1528	5,9862	5,2950	24,7618	0,7882	1,4965	1,3237	6,1906
33	15,402	3,3299	6,2569	5,5924	26,087	0,8324	1,5642	1,3981	6,5219
51	16,884	3,6503	6,7467	6,1305	28,4849	0,9125	1,6867	1,5326	7,1214
56	17,310	3,7424	6,8875	6,2852	29,1741	0,9356	1,7219	1,5713	7,2937
58	17,968	3,8846	7,105	6,5241	30,2388	0,9711	1,7762	1,6310	7,5598

3. Menghitung Arus Hubung Singkat

Dibawah ini adalah perhitungan arus hubung singkat pada bus 30

$$I_{3fasa} \text{ (pu)} = \frac{Ea}{Z_{1eq}} = \frac{1}{\sqrt{0,7882^2 + 1,4965^2}}$$

$$= \frac{1}{\sqrt{0,6212 + 2,2395}}$$

$$= \frac{1}{\sqrt{2,8607}}$$

$$= \frac{1}{1,6913}$$

$$= 0,5912 \text{ pu}$$

$$I_{3fasa} \text{ (A)} = I_{3fasa} \text{ (pu)} \times I_{base}$$

$$= 0,5912 \times 2,8868 \text{ kA}$$

$$= 1,7066 \text{ kA}$$

Tabel 4.3 Hasil perhitungan arus hubung singkat 3 fasa

Bus	Jarak (km)	I _{3fasa} (pu)	I _{3fasa} (kA)
30	14,583	0,5912	1,7066
33	15,402	0,5643	1,6290
51	16,884	0,5214	1,5051
56	17,310	0,5103	1,4731
58	17,968	0,4939	1,4257

4.2 Perhitungan Waktu Tunda Recloser

Arus beban 55,28 A

$$I_{set} = 1,05 \times \text{Ibeban}$$

$$= 1,05 \times 55,28 \text{ A}$$

$$= 58,044 \text{ A}$$

Dimana T_d adalah waktu tunda yang disetting untuk lamanya pemutusan saat ada gangguan, besar waktu tunda bergantung terhadap arus gangguannya, semakin tinggi/besar arus gangguannya maka semakin cepat waktu pemutusannya.

Setelan waktu (Tms) pada bus 30

$$T_d = \frac{0,14 \times Tms}{\left(\frac{I_f}{I_{set}}\right)^{0,02} - 1}$$

$$= \frac{0,14 \times 0,2}{\left(\frac{1706,6}{58,044}\right)^{0,02} - 1}$$

$$= \frac{0,028}{1,0699 - 1}$$

$$= \frac{0,028}{0,0699}$$

$$= 0,4005 \text{ s}$$

Tabel 4.4 Hasil perhitungan waktu tunda recloser

Bus	I_f (A)	Tms (s)	I_{set} (A)	K	A	TD (S)
30	1706,6	0,2	58,044	0,14	0,02	0,4005
33	1629	0,2	58,044	0,14	0,02	0,4063
51	1505,1	0,2	58,044	0,14	0,02	0,4166
56	1473,1	0,2	58,044	0,14	0,02	0,4191
58	1425,7	0,2	58,044	0,14	0,02	0,4236

4.3 Analisa Hubung Singkat Menggunakan Software ETAP 19.0.1

Tabel 4.5 Hasil simulasi arus gangguan hubung singkat 3 fasa menggunakan software ETAP

Bus	Jarak (km)	$I_{3\text{fasa}}$ (pu)	$I_{3\text{fasa}}$ (kA)
30	14,583	0,5912	1,284
33	15,402	0,5643	0,932
51	16,884	0,5214	0,731
56	17,310	0,5103	0,601
58	17,968	0,4939	0,552

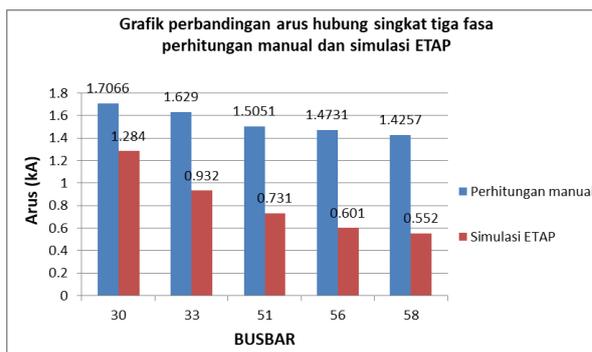
4.4 Analisa Perbandingan Perhitungan dan Simulasi

Tabel 4.6 Hasil perhitungan manual arus hubung singkat

Bus	Jarak (km)	$I_{3\text{fasa}}$ (kA)
30	14,583	1,7066
33	15,402	1,6290
51	16,884	1,5051
56	17,310	1,4731
58	17,968	1,4257

Tabel 4.7 Hasil simulasi menggunakan software ETAP

Bus	Jarak (km)	$I_{3\text{fasa}}$ (kA)
30	14,583	1,284
33	15,402	0,932
51	16,884	0,731
56	17,310	0,601
58	17,968	0,552



Gambar 4.1 Grafik Perbandingan arus hubung singkat tiga fasa perhitungan manual dan simulasi ETAP

Dari grafik diatas terdapat perbedaan antara hasil perhitungan manual dengan hasil simulasi menggunakan software ETAP 19.0.1. Dimana hasil perhitungan manual pada bus 30 arus hubung singkatnya lebih besar dibandingkan dengan perhitungan memakai software ETAP 19.0.1. Selisih dari keduanya berkisar 0,4 kA. Perbedaan hasil dari keduanya dikarenakan sistem perhitungan yang berbeda.

V. KESIMPULAN

5.1 Kesimpulan

Adapun kesimpulan yang dapat diambil dari analisis diatas adalah sebagai berikut :

1. Semakin dekat dengan jarak lokasi/titik gangguan hubung singkat, maka akan semakin besar nilai arus hubung singkatnya. Begitupun sebaliknya, jika semakin jauh jarak titik/lokasi gangguan hubung singkat maka akan semakin kecil pula nilai arus hubung singkatnya.
2. Saat terjadinya arus gangguan hubung singkat dengan nilai 1706,6 A maka setting waktu tunda recloser selama 0,4005 detik. Sedangkan saat arus gangguan hubung singkatnya semakin kecil yaitu 1425,7 A maka setting waktu tunda recloser akan semakin lama yaitu 0,4236 detik.
3. Perbandingan hasil arus hubung singkat perhitungan manual dengan simulasi menggunakan software ETAP 19.0.1 tidak jauh berbeda. Pada perhitungan manual $I_{3\text{fasa}}$ yang didapat pada bus 30 sebesar 1,7066 kA. Sedangkan pada simulasi ETAP $I_{3\text{fasa}}$ yang didapat pada bus 30 sebesar 1,284 kA. Jadi perbedaan hasil dari keduanya berkisar 0,4226 kA.

VI. REFERENSI

- [1] M. Bahri, "Analisa Penempatan Recloser dan Fuse Cut Out Terhadap Keandalan Sistem Tenaga Listrik Di jaringan Distribusi di PT. PLN (PERSERO) RAYON Rimo," *Univ. Muhammadiyah Sumatra Utara Medan*, pp. 1–43, 2018.
- [2] H. P. Purwanto, "Analisis Koordinasi Over Current Relaydan Recloser Pada Sistem Distribusi 20 Kv Penyulang 9 Gardu Induk Jajar," 2019.
- [3] A. Putra, "Analisa Penggunaan Recloser Untuk Pengaman Arus Lebih Pada Jaringan Distribusi 20 kv Gardu Induk Garuda Sakti," vol. 4, no. 1, pp. 1–10, 2017.
- [4] P. R. A. Wulandari, "ANALISIS KINERJA PMT DAN RECLOSER DI JARINGAN DISTRIBUSI 20 kV PADA PT PLN (PERSERO) UP3 KLATEN," 2022.
- [5] J. E. Yolnasdi, Fadhli Palaha, "Perencanaan Penempatan Recloser Berdasarkan Gangguan Di Jaringan Distribusi 20 kV Menggunakan ETAP 12.6," *SainETIn (Jurnal Sain, Energi, Teknol. Ind., vol. 5, no. 1, pp. 27–34, 2020.*
- [6] I. N. Sunaya, "ANALISIS POSISI RECLOSER TERHADAP KEANDALAN KINERJA PENYULANG SEMPIDI BERBASISAKAN SOFTWARE ETAP POWERSTATION," vol. 17, no. 3, pp. 136–141, 2017.
- [7] W. Kusuma, "Analisis Perencanaan Pemasangan Recloser pada Penyulang untuk Meminimiliser Pemandaman," *ELPOSYS J. Sist. Kelistrikan*, vol. 8, no. 3, pp. 76–80, 2021.

- [8] Machfudiah, "Analisis Alir Daya Sistem Distribusi Radikal Dengan Metode Topology Network Berbasis Graphical User Interface (GUI) Matlab," pp. 07–38, 2019.
- [9] M. R. Sanaky, "Peningkatan Indeks Keandalan dengan Penambahan Recloser pada Sistem Distribusi di PLTD Subaim Menggunakan Metode Section Technique," pp. 1–14, 2017.
- [10] M. Fadil, "Analisa Penyaluran Energi Listrik Di Penyulang 20 Kv Pada Gardu Induk Boom Baru," vol. 1, no. 69, pp. 5–24, 2017.
- [11] D. Ariadi and P. Hasugian, "Optimasi Penempatan Recloser Terhadap Keandalan Pada Sistem Distrbusi Di PT.PLN (Persero) Kota Subulussalam Aceh," 2020.
- [12] A. H. A. Tarech, "Analisa Pengaruh Konfigurasi Ulang Jaringan Terhadap Rugi-Rugi Daya Gardu Distribusi 20 Kv Pada Penyulang Kelud Di Pt. Pln (Persero) Ulp Indralaya," vol. VI, no. 7, pp. 4–28, 2021.
- [13] P. E. Sahisnu, W. Suryono, and L. S. Moonlight, "Rancang Bangun Kontrol Dan Monitoring Recloser Berbasis Smart Relay Via Telegram Sebagai Media Pembelajaran Di Politeknik Penerbangan Surabaya," no. September, pp. 1–5, 2018.
- [14] H. Anggara, "Simulasi Dan Monitoring Koordinasi Recloser Dan Sectionalizer Pada Sistem Proteksi Tenaga Listrik Jaringan Tegangan Menengah 20kv Berbasis Arduino Mega 2560 Dan Vtscada," pp. 10–62, 2018.
- [15] C. F. Hutabarat, "Analisa Penggunaan Recloser Pada Sutm 20 Kv Sistem 3 Fasa 4 Kawat Di Pt Pln (Persero) Ulp Siborongborong," pp. 1–38, 2022.
- [16] R. Nugraha, "Analisa Koordinasi Auto Recloser Dan Ocr (Over Current Relay) Untuk Gangguan Hubung Singkat Pada Penyulang Distribusi 20kv Gi Dukong," 2019.
- [17] I. Wato and S. Priyambodo, "Studi Penggunaan Recloser Pada Jaringan Distribusi 20 kV Di PT.PLN (Persero) Area Yogyakarta," vol. 4, no. 1, pp. 1–9, 2017.
- [18] 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)," vol. 6, no. 1, 2017.
- [19] I. G. P. Arka, N. Mudiana, and G. K. Abasana, "Analysis of Short Circuit Current in the 20 Kv Feeder By Using Over Current Relay (Ocr) and Ground Fault Relay (Gfr)," *J. Log.*, vol. 16, no. 1, pp. 46–52, 2016.
- [20] B. Badaruddin, "Analisa Gangguan Hubung Singkat Dengan Menggunakan Etap 12.6.0 Pada Pt X," *J. Tek.*, vol. 5, no. 1, 2017, doi: 10.31000/jt.v5i1.338.