



SNESTIK

Seminar Nasional Teknik Elektro, Sistem Informasi,
dan Teknik Informatika

<https://ejurnal.itats.ac.id/snestik> dan <https://snestik.itats.ac.id>



Informasi Pelaksanaan :

SNESTIK IV - Surabaya, 27 April 2024

Ruang Seminar Gedung A, Kampus Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya

Informasi Artikel:

DOI : 10.31284/p.snestik.2024.5545

Prosiding ISSN 2775-5126

Fakultas Teknik Elektro dan Teknologi Informasi-Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya
Gedung A-ITATS, Jl. Arief Rachman Hakim 100 Surabaya 60117 Telp. (031) 5945043
Email : snestik@itats.ac.id

Analisa Koordinasi Relay Proteksi OCR dan Recloser Pada Sistem Distribusi 20kV

Agung Prastyo, Trisna Wati

Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya

e-mail: agungprastyo62@gmail.com, trisnaw@itats.ac.id

ABSTRACT

Based on data from the PT PLN Bojonegoro main substation, there were 3 disruptions a month, which caused several distribution feeders to trip. One of the causes of a trip in this protection system is due to an error in the coordination settings between the Over Current Relay (OCR) and the recloser. The aim of this research is to review the value of the OCR and recloser settings on the 20 kV distribution channel at the Bojonegoro Main Substation to maximize how the protection equipment works in the event of a disturbance. The calculation results for the recloser are 0.07 seconds, the incoming OCR is 0.27 seconds, and the outgoing OCR is 0.11 seconds. Meanwhile, the existing TMS OCR and recloser values are 0.1 seconds, the incoming OCR is 0.25 and the outgoing OCR is 0.2 seconds. . Comparison of the TMS OCR incoming, OCR Outgoing, and recloser value settings has a difference of 0.03 seconds, 0.02 seconds, and 0.09 seconds.

Keywords: Distribution, Protection, OCR, Recloser.

ABSTRAK

Berdasarkan pada data Gardu Induk PT PLN Bojonegoro terdapat 3 kali gangguan dalam sebulan, yang menyebabkan beberapa penyulang distribusi terjadi trip. Salah satu penyebab terjadi trip pada sistem proteksi ini dikarenakan kesalahan setting koordinasi antara Over Current Relay (OCR) dan recloser. Tujuan penelitian ini melakukan peninjauan ulang nilai setting OCR dan recloser pada saluran distribusi 20 kV Gardu Induk Bojonegoro untuk memaksimalkan cara kerja peralatan proteksi jika terjadi gangguan. Hasil perhitungan pada recloser sebesar 0,07 detik, OCR incoming sebesar 0,27 detik, dan pada OCR outgoing sebesar 0.11 detik, Sedangkan nilai TMS OCR dan recloser saat existing sebesar 0,1 detik, OCR incoming sebesar 0.25 dan OCR outgoing sebesar 0.2 detik. Perbandingan setting nilai TMS OCR incoming, OCR Outgoing, dan recloser memiliki selisih 0,03 detik, 0,02 detik, dan 0,09 detik.

Kata kunci: Distribusi, Proteksi, OCR, Recloser.

PENDAHULUAN

Listrik kini menjadi salah satu kebutuhan utama di era globalisasi, baik untuk rumah tangga maupun industri besar. Pada Gardu Induk Bojonegoro mengalami pemadaman listrik yang dapat mengganggu kegiatan sehari-hari masyarakat, bisnis, maupun industri. Pemadaman listrik ini tidak lepas dari gangguan, gangguan tersebut dapat berupa gangguan arus berlebih yang dapat merusak peralatan listrik. Agar penyaluran energi listrik tetap terjaga tanpa gangguan, maka sistem proteksi yang dipasang pada jaringan distribusi energi listrik harus berfungsi secara optimal. Maka dari itu perlu parameter yang sesuai harus diterapkan pada komponen proteksinya, yaitu recloser, over current relay (OCR) dan ground fault relay (GFR) [1].

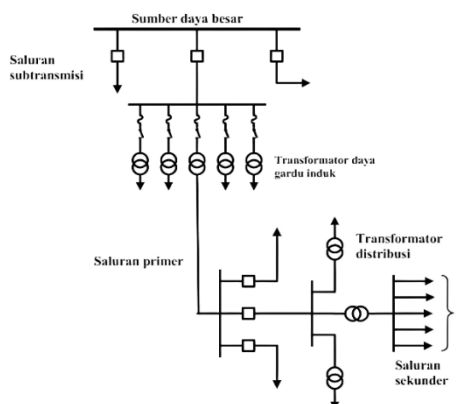
Kesalahan dalam koordinasi proteksi suatu sistem dapat diselesaikan dengan mengkaji ulang analisis koordinasi sistem proteksi. Perlu dilakukannya perhitungan ulang ini untuk mendapatkan nilai setting yang tepat dan handal dalam mengamankan saluran transmisi, setting yang tidak tepat dapat menyebabkan relai tersebut gagal bekerja, sehingga penanganan gangguan membutuhkan waktu yang lebih lama dari waktu yang diharapkan [2].

Penelitian ini berlokasi di Gardu Induk Bojonegoro tepat pada sistem distribusinya mengalami short circuit sehingga menyebabkan OCR pada penyulang distribusi memutuskan arus tegangan pada pelanggan. Namun mengalami kegagalan koordinasi antar OCR dan recloser yang menyebabkan kegagalan sistem. kegagalan koordinasi sistem proteksi ini harus diinvestigasi guna meningkatkan sistem keamanan agar berjalan sesuai dengan yang diharapkan.

SISTEM DISTRIBUSI

Sistem distribusi tenaga listrik merupakan kelanjutan dari penyaluran sistem tenaga listrik hingga sampai ke konsumen yang sebelumnya dikirimkan dari pembangkit listrik melewati sistem transmisi listrik. Berdasarkan definisi tersebut, sistem distribusi dibagi menjadi beberapa komponen - komponen meliputi:

1. Sistem subtransmisi
2. Gardu Induk distribusi
3. Penyulang distribusi atau Penyulang primer
4. Transformator distribusi
5. Jaringan sekunder
6. Layanan Pelanggan



Gambar 1. Diagram single line system distribusi [3]

Gangguan hubung singkat adalah gangguan yang terjadi pada sistem yang disebabkan karena adanya kesalahan pada bagian-bagian yang teraliri arus listrik. Gangguan hubung singkat

dapat juga terjadi akibat adanya isolasi yang tembus atau rusak karena tidak tahan terhadap tegangan lebih, baik yang berasal dari dalam maupun berasal dari luar (akibat sambaran petir). Gangguan yang bersifat sementara akan hilang secara alami dengan memutus sementara bagian tempat terjadinya gangguan dari catu daya. Gangguan yang bersifat permanen untuk membebaskannya diperlukan tindakan perbaikan dan atau menyingkirkan penyebab tersebut[3].

1. Gangguan Hubung Singkat Satu Fasa ke Tanah

$$If = \frac{3 \times V_{ph}}{Z_{0eq} + Z_{1eq} + Z_{2eq}} \dots\dots\dots(1)$$

2. Gangguan Hubung Singkat Dua Fasa ke Tanah

$$If = \frac{V_{ph-ph}}{Z_{1eq} + Z_{2eq}} \dots\dots\dots(2)$$

3. Gangguan Hubung Singkat Tiga Fasa

$$If = \frac{V_{ph}}{Z_{1eq}} \dots\dots\dots(3)$$

SETTING NILAI OCR DAN RECLOSER

Pada dasarnya rumus dalam mencari nilai setting kedua relay ini sangat identik yang berarti persamaan dalam mencari nilai setting arus maupun nilai setting waktunya sama. Maka dari itu kita bisa menjadikan ini satu sub bab untuk menjadikannya lebih mudah untuk dipahaminya.

1. Setting Arus

Dalam setting nilai arus pada peralatan pengamanan distribusi sebaiknya tidak boleh bekerja saat beban maksimum. Setting arusnya harus lebih besar dari arus beban maksimum. Setting arus pada dapat dihitung menggunakan persamaan sebagai berikut [4]:

$$I_{set (primer)} = 1,05 - 1,3 \times I_{nominal} \dots\dots\dots(4)$$

$$I_{set (sekunder)} = I_{set (primer)} \times \frac{1}{Ratio CT} \dots\dots\dots(5)$$

2. Time Multiple Setting (TMS)

Time multiple setting (TMS) yaitu sebuah persamaan kurva arus gangguan terhadap waktu kerja *relay*. Untuk mengetahui itu kita bisa melihat persamaan sebagai berikut [5]:

$$TMS = \frac{\left(\frac{If}{I_{set (prim)}}\right)^{0,02} - 1}{0,14 \times t} \dots\dots\dots(6)$$

KARAKTERISTIK TRANSFORMATOR TENAGA

1. Arus Transformator

Pada setiap transformator memiliki spesifikasi beban maksimal yang dapat ditanggungnya ini semua bergantung pada besar kecilnya kapasitas trafo tenaga tersebut, semakin besar kapasitas beban yang dimiliki trafo tenaga semakin besar juga nilai arus yang ditanggung. Untuk menghitung nilai arus trafo baik dari sisi primer maupun sisi sekunder dapat menggunakan persamaan - persamaan sebagai berikut [6]:

$$I_s = \frac{MVA}{kV\sqrt{3}} \dots\dots\dots(7)$$

$$I_p = \frac{MVA}{kV\sqrt{3}} \dots\dots\dots(8)$$

2. Impedansi Sumber

Untuk mendapatkan nilai impedansi suatu trafo yang dipakai hanya nilai reaktansinya saja, sedangkan nilai hambatannya diabaikan saja karena mempunyai nilai yang kecil. Maka nilai impedansi trafo dapat dihitung menggunakan persamaan sebagai berikut [6]:

$$Z_{dasar} = \frac{kV^2}{MVA} \dots\dots\dots(9)$$

$$Z_s = \frac{kV^2}{MVA_{hs}} \dots\dots\dots(10)$$

3. Reaktansi Transformator

Hasil perhitungan pada persamaan perhitungan Reaktansi Trafo merupakan pada kondisi 100%. Nilai reaktansi trafo urutan positif tertera pada papan nama (name plate) trafo, besaran nilainya tergantung dari kapasitas trafo tenaga itu sendiri dalam satuan persen (%). Berikut ini cara untuk mendapatkan nilai reaktansi urutan positif menggunakan persamaan dibawah ini [7] :

$$X_{T1} = X_{T2} = \%X_T \times \frac{kV^2}{MVA} \dots\dots\dots(11)$$

- Reaktansi trafo tenaga urutan nol belitan ΔY

$$X_{T0} = 3 \times X_{T1} \dots\dots\dots(12)$$

- Reaktansi trafo tenaga urutan nol belitan YY

$$X_{T0} = 9 - 14 \times X_{T1} \dots\dots\dots(13)$$

4. Impedansi Penyulang

Nilai dari impedansi penyulang tergantung dari jarak impedansinya per km dan besar kecil nilai penyulangnya terdapat berbagai negatif yaitu dari bahan yang digunakan pada penghantar, besar kecilnya ukuran dari penghantar serta negatif penghantarnya. Untuk membantu

mendapatkan nilai besarnya impedansi penyulang dapat ditentukan dengan rumus sebagai berikut [7]:

- Urutan Positif dan Negatif

$$Z_{1\text{ Penyulang}} = Z_1 = Z_2 = n \times l_p \times Z_{p1} \dots\dots\dots(14)$$

- Urutan Nol

$$Z_{0\text{ Penyulang}} = n \times Z_0 \times l_p \dots\dots\dots(15)$$

5. Impedansi Ekvivalen Penyulang

Impedansi ekivalen penyulang dapat dihitung menggunakan persamaan - persamaan sebagai berikut [7]:

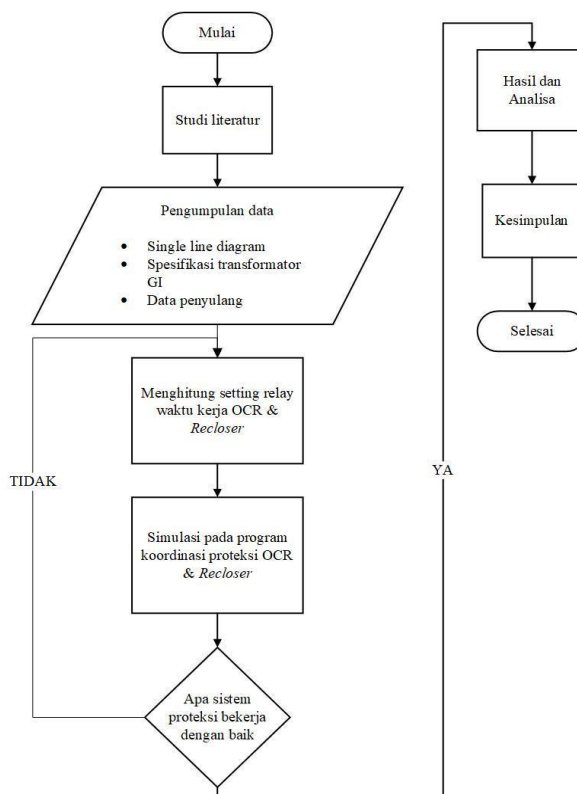
- Impedansi ekivalen urutan positif dan negatif

$$Z_{1eq} = Z_{2eq} = Z_s + X_{T1} + Z_{1\text{ Penyulang}} \dots\dots\dots(16)$$

- Impedansi ekivalen urutan nol

$$Z_{0eq} = X_{T_0} + 3 R_N + Z_{0\text{ Penyulang}} \dots\dots\dots(17)$$

METODE

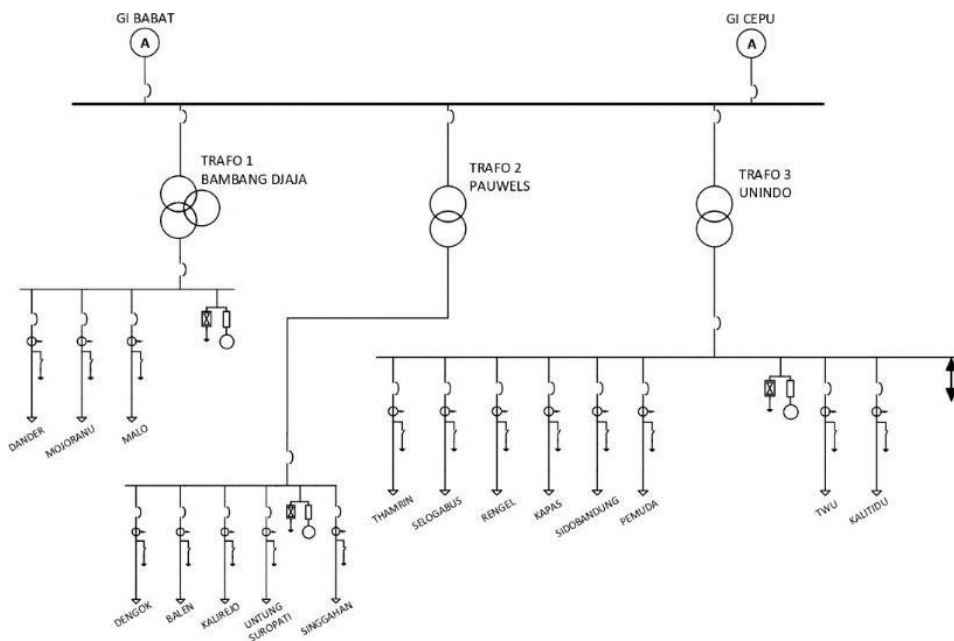


Gambar 2. Diagram Alir Penelitian

Melakukan pengamatan pada objek penelitian serta mengumpulkan data di Gardu Induk Bojonegoro pengambilan data CT dan PT, data penghantar, dan data impedansi untuk dianalisis. Langkah selanjutnya adalah penentuan proses analisa dengan menggunakan metoda perhitungan secara matematis.

Pengumpulan data dari Gardu Induk Bojonegoro

Data yang dipakai pada penelitian ini terdiri dari Single Line Diagram Gardu Induk Bojonegoro, spesifikasi transformator tenaga, data spesifikasi penyulang, data beban penyulang setiap gardu distribusi, , spesifikasi *recloser* dan spesifikasi *relay OCR incoming* maupun *outgoing*. Karena keterbatasan data maka penelitian ini beracuan data pada penelitian sebelumnya [8].



Gambar 3. Single Line Diagram Gardu Induk Bojonegoro

HASIL DAN PEMBAHASAN

Perbandingan nilai *existing* dan hasil perhitungan

Tabel 1. Perbandingan Nilai TMS Existing dan Hasil Perhitungan

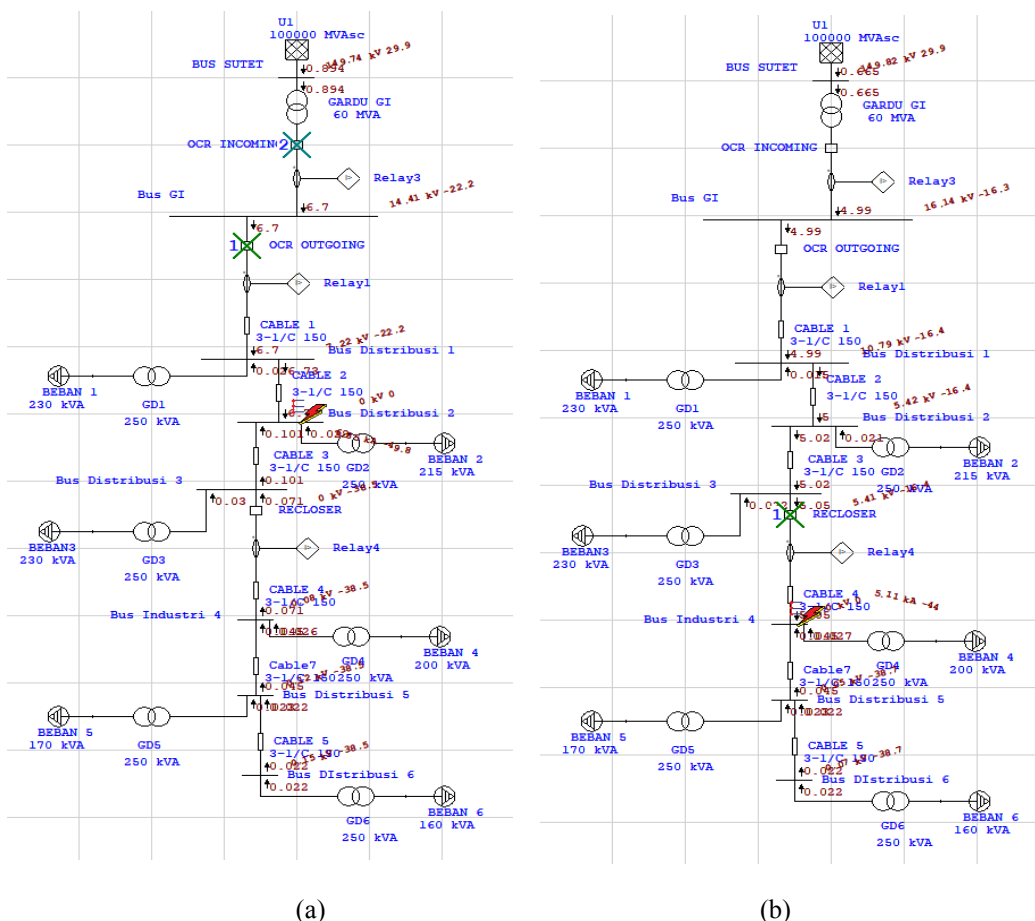
Setting	<i>Existing</i>	Hasil Perhitungan
	(TMS)	(TMS)
Recloser	0,1	0,07
OCR Incoming	0,25	0,27
OCR Outgoing	0,2	0,11

Pada tabel 1 menunjukkan perbandingan antara nilai TMS *existing* atau nilai yang digunakan oleh gardu induk saat ini dengan nilai TMS dari hasil perhitungan yang telah dilakukan.

Analisa Kerja OCR dan Recloser

Pada sub bab ini akan menganalisa dari hasil perhitungan yang telah ditelaah dilakukan di sub bab sebelumnya, yaitu dengan cara mensimulasikannya lewat program simulasi yang tersedia. Berikut penerapan dari hasil perhitungan yang kemudian disimulasikan sistem pada program:

- Simulasi sistem saat terjadi gangguan



Gambar 4. a) Saat terjadi gangguan pada OCR *outgoing*, b) Saat terjadi gangguan pada *recloser*.

Pada gambar 4.a mensimulasikan koordinasi OCR *incoming* dan OCR *outgoing*, gangguan akan diletakkan pada bus distribusi 2 dimana letaknya berada dekat dengan OCR *outgoing* sehingga yang akan melakukan trip terlebih dahulu yaitu OCR *outgoing*. Hal ini bertujuan untuk pengamanan utama dari sistem ini dan sebagai pemisah antara bus yang mengalami gangguan dan bus yang tidak mengalami gangguan. OCR *outgoing* ini berlokasi dekat dengan bus distribusi 1, bus distribusi 2 dan bus distribusi 3 sehingga untuk bus yang jauh dari lokasi gangguan akan bekerja normal dan meminimalisir pemutusan energi listrik.

Sedangkan pada gambar 4.b disimulasikan bahwa jika terjadi gangguan di area terdekat pada sisi recloser untuk menguji coba dari nilai setting dari hasil perhitungan sudah bekerja dengan selayaknya. Gangguan diletakkan pada bus distribusi 4 yang dimana letak gangguan tersebut mendekati dari recloser sehingga yang akan melakukan trip untuk pertama kali yaitu recloser. Hal ini bertujuan sebagai pemisah antara bus bagian lanjutan dari recloser untuk trip namun pada bus bagian sebelum penempatan recloser atau dalam hal ini area dari pengamanan OCR *outgoing*, sistem itu tetap tertutup sehingga tidak terjadi pemadaman pada area tersebut. Gambar 4.b menjelaskan bahwa koordinasi recloser dengan OCR sudah berjalan dengan baik

dimana saat recloser terjadi trip namun OCR tidak bekerja sehingga saluran pada bus distribusi 1, bus distribusi 2 dan bus distribusi 3 tetap teraliri energi listrik.

KESIMPULAN

Dari hasil penelitian yang telah dilakukan ini, maka dapat diambil kesimpulan dari hasil perhitungan dan simulasi adalah sebagai berikut :

1. Nilai TMS OCR dan recloser saat existing diketahui sebesar recloser 0,1 detik, OCR *incoming* sebesar 0.25 dan OCR *outgoing* sebesar 0.2 detik, Sedangkan nilai *setting* TMS yang dari hasil perhitungan pada *recloser* sebesar 0,07 detik, OCR *incoming* sebesar 0,27 detik, dan pada OCR *outgoing* sebesar 0.11 detik
2. Pada hasil simulasi menunjukkan relay pengaman akan bekerja pada nilai arus gangguan sebesar 9,865 kA dengan waktu 27 ms pada sisi OCR *incoming* dan dengan nilai arus gangguan sebesar 9,865 kA dengan waktu 70 ms pada sisi OCR *outgoing*, sedangkan recloser akan bekerja jika arus gangguan sebesar 5,045 kA dengan waktu 110 ms. Dari hasil tersebut memungkinkannya untuk diterapkan pada sistem Gardu Induk Bojonegoro, Karena dalam mengamankan sistem saat terjadi gangguan koordinasi antar OCR dan recloser bekerja sesuai dengan nilai TMS yang telah diatur

DAFTAR PUSTAKA

- [1] R. Andriyan and R. Adzin Murdiantoro, "Analisis Koordinasi Over Current Relay (OCR) Dan Ground Fault Relay (GFR) Pada Sistem Distribusi 20 KV Studi Kasus di PT. PLN (Persero) ULP Sidareja," *JEEPA*, pp. 1–7, 2022.
- [2] I. Bakara, I. Baskara, I. W. Sukerayasa, and W. G. Ariastina, "Studi koordinasi peralatan proteks OCR DAN GFR pada Penyulang Tibubeneng," *Teknologi Elektro*, vol. 14, no. 2, pp. 1–7, 2018.
- [3] Saputra FA, "Analisis setting Over Current Relay (OCR) Ground Fault Relay (GFR) DAN Recloser feeder di PT. PLN (PERSERO) Rajapolah dengan aplikasi ETAP 16.0.0," Universitas Siliwangi, Tasikmalaya, 2022.
- [4] W. Wijana, I. Ketut Wijaya, and I. M. Mataram, "Analisis koordinasi relay arus lebih (OCR) dan Recloser pada sistem eksisting Penyulang Bukit Jati," *SPEKTRUM*, vol. 5, no. 2, pp. 1–6, 2018.
- [5] W. P. Perdana, "Evaluasi Keandalan Sistem Tenaga Listrik Pada Jaringan Distribusi Primier Tipe Radial Gardu Induk Blimbing," *ECCIS*, vol. III, Jun. 2019.
- [6] Arifin Muchammad, "Analisi koordinasi sistem proteksi Over Current Relay dan Recloser pada penyulang MJO5 DI PT PLN UP3 Klaten menggunakan aplikasi ETAP 12.6.0," Thesis, Universitas Muhammadiyah Surakarta, Surakarta, 2022.
- [7] Mahsur Irham, "Analisis gangguan SUTM Dan dampak terhadap energi tidak tersalur pada Penyulang Pasar Karisa PT PLN ULP Jeneponto," Tesis, Universitas Muhammadiyah Makassar, Makassar, 2021.
- [8] Adi Lukmanul Khakim, "Analisa kedip tegangan saluran distribusi 20 kV akibat hubung singkat asimetris menggunakan metode thevenin di Gardu Induk PT PLN Bojonegoro," Thesis, Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya, Surabaya, 2020.