

# Perhitungan Jatuh Tegangan Pada Gardu Distribusi ULP Kota Fajar Aceh Selatan

Yahya<sup>1\*)</sup>, Muliadi<sup>2)</sup>, dan Syukri<sup>3)</sup>

<sup>1, 2, 3)</sup>Program Studi Teknik Elektro Universitas Iskandar Muda  
Jl. Kampus UNIDA, Surien, Meuraxa, Kota Banda Aceh, Aceh, 23234

\*Corresponding author E-mail: [yahyandesbapratama@gmail.com](mailto:yahyandesbapratama@gmail.com)

## ABSTRACT

*Voltage drop is one of the problems in the power distribution channel due to the length of the medium voltage feeder. If the voltage drops beyond the standard limit, it can cause losses for the community and PLN. This final assignment is to analyze/calculate the voltage drop that occurs in the Jambo Manyang Kota Fajar ULP Feeder by performing manual calculations, then adjusting to the voltage drop calculation permitted by PLN and by the SPLN where the voltage drop must not exceed +5% and -10%. The Jambo Manyang Kota Fajar ULP Feeder is a feeder for the Subulussalam Substation to the KLU 06 Ujung Batu feeder which is 21.9 kms long. The results of the analysis of the calculation of the largest voltage drop (Drop Voltage) occurred in the S phase of the secondary transformer network at the KLU 06 - 046 distribution substation with a large voltage drop of 15% caused by the resistance of the network length and cross-sectional area also caused by other factors such as tree branches that spread to the conductor wire and overload.*

**Keywords:** Distribution network, feeder, distribution substation, voltage drop, overload.

## ABSTRAK

*Jatuh tegangan merupakan salah satu permasalahan yang terjadi pada saluran distribusi tenaga listrik akibat panjangnya penyulang pada tegangan menengah. Jika tegangan turun melebihi batas standar maka dapat menimbulkan kerugian baik bagi masyarakat maupun PLN. Tugas akhir ini adalah menganalisa/perhitungan jatuh tegangan yang terjadi pada Penyulang ULP Jambo Manyang Kota Fajar dengan melakukan perhitungan secara manual, selanjutnya disesuaikan dengan perhitungan jatuh tegangan yang diizinkan oleh PLN dan sesuai dengan SPLN yang mana jatuh tegangan tidak boleh melebihi +5% dan -10%. Penyulang ULP Jambo Manyang Kota Fajar merupakan penyulang Gardu Induk dari Subulussalam ke penyulang KLU 06 Ujung Batu yang panjang adalah 21,9 kms. Hasil dari analisa perhitungan jatuh tegangan (Drop Voltage) terbesar terjadi di fasa S jaringan sekunder trafo pada gardu distribusi KLU 06 – 046 dengan besar jatuh tegangan yaitu 15% disebabkan oleh resistansi panjang jaringan dan luas penampang juga disebabkan oleh faktor lain seperti ranting pohon yang merambat ke kawat penghantar serta overload.*

**Kata Kunci:** Jaringan distribusi, penyulang, gardu distribusi, jatuh tegangan, overload.

## I. PENDAHULUAN

Seiring dengan meningkatnya kebutuhan energi listrik dan kemajuan teknologi, permasalahan pada jaringan distribusi tenaga listrik pun semakin meningkat sehingga berdampak pada penyaluran tenaga listrik dari gardu induk ke pelanggan. Jaringan distribusi terdiri dari jaringan distribusi Primer yang memiliki tegangan kerja 20 kV dan jaringan distribusi sekunder yang memiliki tegangan kerja 380/220 Volt [1][2][3][4]. Penyaluran energi listrik dari pusat pembangkit ke konsumen seringkali terganggu akibat penurunan tegangan yang melebihi batas standar PLN yaitu -10% dan +5%. Jatuh tegangan merupakan salah satu ukuran efisiensi atau tidak efisiensinya suatu sistem pendistribusian tenaga listrik [5][6].

Penyebab adanya jatuh tegangan dikarenakan jalur jaringan distribusi yang sangat panjang dan penampang penghantar yang memiliki tahanan serta jarak yang terlalu jauh antara sumber dan beban [7][8]. Pada penelitian ini saya

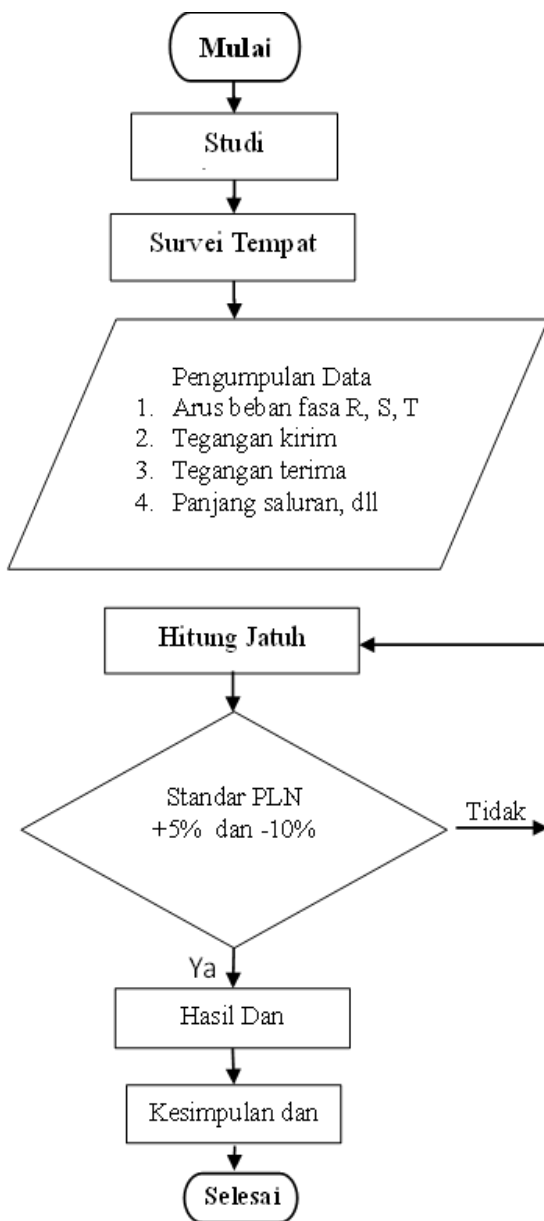
ingin perhitungan jatuh tegangan pada jaringan distribusi yang terdapat di daerah Kabupaten Aceh Selatan, yaitu Kecamatan Kluet Utara Desa Jambo Manyang kode KLU 06 Ujung Batu yang memiliki panjang saluran jaringan distribusi sekitar 21,9 kms dan memiliki trafo 17 buah untuk melayani pelanggan. Pada penelitian ini, metode yang digunakan adalah perhitungan pengaruh panjang saluran jaringan distribusi primer 20 kV terhadap jatuh tegangan yang terdapat pada penyulang Jambo Manyang ULP Kota Fajar yang memiliki 17 gardu distribusi untuk melayani pelanggan dimana jaraknya yang bervariasi.

Berdasarkan permasalahan yang terjadi di atas maka peneliti ingin melakukan perhitungan berapa besar jatuh tegangan yang terjadi pada saluran distribusi penyulang Jambo Manyang ranting ULP Kota Fajar. Selanjutnya, manfaat dari penelitian ini adalah dapat mengurangi penyebab jatuh tegangan serta memperkecil peluang jatuh tegangan pada saluran jaringan distribusi penyulang Jambo Manyang ranting ULP Kota Fajar.

## II. METODE

Metode penelitian yang digunakan adalah metode kuantitatif karena penelitian ini berisikan angka-angka numerik yang berupa fakta hasil pengukuran dan *output* yang dihasilkan. Adapun hasil yang didapat semuanya dari permasalahan jatuh tegangan pada sisi ujung gardu distribusi KLU 06 Penyulang Desa Jambo Manyang yang berada dibawah pengawasan ULP Kota Fajar Aceh Selatan.

Perhitungan jatuh tegangan pada gardu distribusi penyulang Desa Jamboe Manyang dilakukan dengan menggunakan pendekatan matematis. Adapun data-data yang diambil dalam penelitian ini, yaitu berasal dari PT. PLN (Persero) Unit Layanan Pelanggan (ULP) Kota Fajar yang beralamat di Jl. Teuku Meurah Adam, Ds. Simpang Empat, Kec. Kluet Utara, Aceh Selatan. Data-data tersebut berupa *single line diagram*, parameter transformator, parameter jaringan, rating tegangan primer/sekunder. Untuk langkah-langkah penelitian selengkapnya seperti ditunjukkan pada Gambar 1 berikut ini.



Gambar 1. Diagram alur penelitian

### A. Jatuh Tegangan

Jatuh tegangan merupakan selisih antara tegangan pangkal kirim dengan tegangan ujung terima atau besar tegangan yang hilang pada penghantar listrik yang dinyatakan dalam persen atau volt [9][10]. Menurut standar PLN (SPLN), nilai toleransi jatuh tegangan adalah +5 dan -10% [11][12]. Secara matematis, jatuh tegangan dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$\Delta V = \frac{V_s - V_r}{V_s} \times 100 \% \quad (1)$$

Keterangan:

$V_s$  = Tegangan Kirim

$V_r$  = Tegangan Terima

Jatuh tegangan adalah selisih antara tegangan ujung pengiriman dan ujung penerimaan, hal ini bisa memberikan kerugian kepada konsumen dan perlu dibatasi untuk menjamin kontinuitas penyaluran listrik ke konsumen. Maka batas toleransi tegangan yang diperbolehkan adalah minimum +5% dan maksimum -10% terhadap tegangan nominalnya[13][14][15].

## III. HASIL DAN PEMBAHASAN

### A. Hasil Pengukuran Tegangan dari PHB-TR dan Ujung Jaringan

Perhitungan besarnya persentase jatuh tegangan (*voltage drop*) pada gardu distribusi ULP Kota Fajar Aceh Selatan dapat dilakukan setelah diketahui nilai tegangan yang berada pada masing-masing fasa R, S, dan T. Untuk mengetahui jumlah tegangan pada masing-masing fasa tersebut perlu dilakukan pengukuran baik dari sisi Papan Hubung Bagi Tegangan Rendah (PHB-TR) maupun pada sisi ujung jaringan. Adapun hasil pengukuran yang didapatkan pada masing-masing Gardu Distribusi dari KLU 06-039 s.d. KLU 06-055 selengkapnya ditunjukkan pada Tabel 1.

TABEL 1. HASIL PENGUKURAN TEGANGAN PADA GARDU DISTRIBUSI KLU 06 PENYULANG DESA JAMBO MANYANG

No	Kode Gardu	Lokasi	Phasa	Teg. Pada PHB-TR (V)	Teg. Pada Ujung Jaringan (V)
1	KLU 06 - 039	Jambo Manyang	R	229	222
			S	232	218
			T	232	219
2	KLU 06 - 40	Pulo Lee	R	220	200
			S	220	194
			T	220	197
3	KLU 06 - 041	Krueng Batee	R	222	205
			S	225	212
			T	224	195
4	KLU 06 - 042	Krueng Batee	R	224	215
			S	225	212
			T	221	212
5	KLU 06 - 043	Krueng Batee	R	221	204
			S	220	195
			T	222	193

6	KLU 06 - 044	Krueng Batee	R	230	216
			S	226	200
			T	226	200
7	KLU 06 - 045	Fajar Harapan	R	229	222
			S	232	218
			T	232	219
8	KLU 06 - 046	Jambo Manyang	R	231	218
			S	228	194
			T	226	197
9	KLU 06 - 047	Suak Bugeh	R	220	200
			S	220	194
			T	220	197
10	KLU 06 - 048	Kuala Ba'u	R	220	200
			S	230	194
			T	230	197
11	KLU 06 - 049	Pasio Kuala Ba'u	R	229	222
			S	232	218
			T	232	218
12	KLU 06 - 050	Pulo Ie Dalam	R	222	205
			S	225	212
			T	224	195
13	KLU 06 - 051	Ladang Luah	R	220	200
			S	222	195
			T	222	198
14	KLU 06 - 052	Pulo Kuala Asahan	R	224	215
			S	225	212
			T	221	212
15	KLU 06 - 053	Gunong Pulo	R	229	220
			S	228	200
			T	227	200
16	KLU 06 - 054	Pasio Asahan	R	220	210
			S	224	197
			T	222	197
17	KLU 06 - 055	Pasio Asahan	R	220	200
			S	220	198
			T	220	197

Tabel 1 menunjukkan bahwa nilai tegangan pada sisi PHB-TR gardu yang paling tinggi terdapat pada gardu KLU 06 - 039, KLU 06 - 045, dan KLU 06 - 049, yaitu sebesar 232 volt sedangkan nilai tegangan paling rendah terdapat pada gardu KLU 06 - 40, KLU 06 - 043, KLU 06 - 047, KLU 06 - 048, KLU 06 - 051, KLU 06 - 054, dan KLU 06 - 054, yaitu sebesar 220 volt. Dari hasil pengukuran tersebut diketahui bahwa nilai tegangan pada sisi PHB-TR gardu masih dalam kondisi normal. Selanjutnya, nilai tegangan pada sisi ujung jaringan yang paling tinggi terdapat pada gardu KLU 06 - 039, KLU 06 - 045, dan KLU 06 - 049, yaitu sebesar 222 volt sedangkan nilai tegangan paling rendah hanya terdapat pada gardu KLU 06 - 043, yaitu sebesar 193 volt.

## B. Perhitungan Persentase Jatuh Tegangan Pada Gardu Distribusi KLU 06 Penyulang Desa Jambo Manyang

Perhitungan jatuh tegangan pada gardu distribusi KLU 06 dilakukan berdasarkan dari data hasil pengukuran yang yang terdapat pada Tabel 1. Dengan menggunakan persamaan (1) maka persentase jatuh tegangan dapat dihitung. Sebagai contoh perhitungannya maka diambil gardu distribusi KLU 06-039 yang berlokasi di Jambo Manyang dengan perhitungan sebagai berikut:

Diketahui :

$$(V_s-R) = 229 \text{ V}; \quad (V_r-R) = 222 \text{ V}$$

$$(V_s-S) = 232 \text{ V}; \quad (V_r-S) = 218 \text{ V}$$

$$(V_s-T) = 232 \text{ V} \quad (V_r-T) = 219 \text{ V}$$

Maka  $\Delta V_R$ ,  $\Delta V_S$ , dan  $\Delta V_T$  adalah:

$$\Delta V = \frac{V_s - V_r}{V_s} \times 100 \%$$

$$\bullet \Delta V_R = \frac{229 - 222}{229} \times 100 \%$$

$$\Delta V_R = 3 \%$$

$$\bullet \Delta V_S = \frac{232 - 218}{229} \times 100 \%$$

$$\Delta V_S = 6 \%$$

$$\bullet \Delta V_T = \frac{232 - 218}{229} \times 100 \%$$

$$\Delta V_T = 5 \%$$

Dari hasil perhitungan maka diketahui persentase jatuh tegangan pada fasa R, S, dan T di Gardu Distribusi KLU 06-039 adalah sangat rendah dan masih dalam batas toleransi yang telah ditentukan oleh standarisasi SPLN 1:1995, yaitu minimum +5% dan maksimum -10% terhadap tegangan nominalnya. Dengan menggunakan persamaan dan metode perhitungan yang sama maka hasil persentase jatuh tegangan semua gardu distribusi KLU 06 dapat ditunjukkan pada Tabel 2.

TABEL 2. HASIL PERHITUNGAN PERSENTASE JATUH TEGANGAN PADA GARDU DISTRIBUSI KLU 06 PENYULANG DESA JAMBO MANYANG

No	Kode Gardu	Lokasi	Phasa	Jatuh Tegangan (%)
1	KLU 06 - 039	Jambo Manyang	R	3
			S	6
			T	5
2	KLU 06 - 40	Pulo Lee	R	9
			S	12
			T	10
3	KLU 06 - 041	Krueng Batee	R	8
			S	6
			T	13
4	KLU 06 - 042	Krueng Batee	R	4
			S	6
			T	4

5	KLU 06 - 043	Krueng Batee	R	8
			S	13
			T	13
6	KLU 06 - 044	Krueng Batee	R	10
			S	11
			T	11
7	KLU 06 - 045	Fajar Harapan	R	3
			S	6
			T	6
8	KLU 06 - 046	Jambo Manyang	R	6
			S	15
			T	10
9	KLU 06 - 047	Suak Bugeh	R	9
			S	12
			T	10
10	KLU 06 - 048	Kuala Ba'u	R	9
			S	13
			T	14
11	KLU 06 - 049	Pasio Kuala Ba'u	R	3
			S	6
			T	6
12	KLU 06 - 050	Pulo Ie Dalam	R	7
			S	5
			T	12
13	KLU 06 - 051	Ladang Luah	R	9
			S	12
			T	10
14	KLU 06 - 052	Pulo Kuala Asahan	R	4
			S	6
			T	4
15	KLU 06 - 053	Gunong Pulo	R	4
			S	12
			T	12
16	KLU 06 - 054	Pasio Asahan	R	4
			S	12
			T	11
17	KLU 06 - 055	Pasio Asahan	R	9
			S	10
			T	10

Dari Tabel 2, menunjukkan bahwa persentase jatuh tegangan yang terjadi pada Gardu Distribusi KLU 06-039 masih dalam kondisi normal dan standar. Sedangkan persentase jatuh tegangan yang terjadi pada fasa S di Gardu Dsistribusi KLU 06 - 040 sangat besar, (tidak sesuai dengan standarisasi yang sudah di tetapkan oleh SPLN 1: 1995) dan pada fasa R dan T masih dalam batas toleransi yang telah ditentukan oleh standarisasi PLN yaitu minimum +5% dan maksimum -10% terhadap tegangan nominalnya. Selanjutnya pada Gardu Dsistribusi KLU 06 – 041 dan KLU 06 – 050, persentase jatuh tegangan yang terjadi di fasa T cukup besar

(tidak sesuai dengan standarisasi yang sudah di tetapkan oleh SPLN 1 : 1995), yaitu masing-masing sebesar 13% dan 12%. Sedangkan pada fasa R dan S masih dalam batas toleransi yang telah ditentukan oleh standarisasi PLN yaitu minimum +5% dan maksimum -10% terhadap tegangan nominalnya.

Tabel 2 juga menunjukkan bahwa persentase jatuh tegangan yang terjadi pada fasa R, S, dan T di Gardu Dsistribusi KLU 06 – 042, KLU 06 – 045, KLU 06 – 049, KLU 06 – 052, dan KLU 06 – 055 sangat rendah dan masih sesuai dengan standarisasi PLN yaitu minimum +5% serta maksimum -10% terhadap tegangan nominalnya. Sedangkan persentase jatuh tegangan yang terjadi pada fasa S dan T di Gardu Distribusi KLU 06 – 043 dan KLU 06 - 044 sangat besar, yaitu masing-masing 13% dan 11% (tidak sesuai dengan standarisasi yang sudah ditetapkan oleh SPLN 1: 1995). Sedangkan fasa R masih dalam batas toleransi minimum +5% dan maksimum -10%, yaitu masing-masing sebesar 8% dan 10%.

Selanjutnya, pada Tabel 2 menunjukkan bahwa persentase jatuh tegangan yang terjadi pada Gardu Distribusi KLU 06 – 046, KLU 06 – 047 dan KLU 06 – 051 di fasa R dan T masih dalam nilai toleransi standar SPLN 1: 1995 yaitu masing-masing 6% dan 9% serta 10%, sedangkan fasa S memiliki persentase jatuh tegangan yang cukup besar yaitu masing-masing sebesar 15% dan 12% dan sudah melebihi standarisasi yang dibolehkan.

Dari hasil perhitungan yang terdapat dalam tabel menunjukkan bahwa persentase jatuh tegangan yang terjadi pada fasa R di Gardu Distribusi KLU 06 – 048, KLU 06 – 053, dan KLU 06 – 054 masih dalam batas tegangan toleransi yang telah ditentukan oleh standarisasi PLN yaitu minimum +5% dan maksimum -10% terhadap tegangan nominalnya sedangkan pada fasa S dan T persentase jatuh tegangannya sangat besar, yaitu masing-masing sebesar 11%, 12%, 13% dan 14%.

#### IV. KESIMPULAN

Dari hasil pengukuran dan analisa perhitungan yang telah dilakukan maka dapat disimpulkan bahwa persentase jatuh tegangan terbesar terjadi pada fasa S di Gardu Distribusi KLU 06 – 046, yaitu sebesar 15% dan persentase jatuh tegangan terbesar terjadi pada fasa T di Gardu Distribusi KLU 06 – 048, yaitu sebesar 14%. Persentase jatuh tegangan terendah terjadi pada fasa R di Gardu Distribusi KLU 06 – 039, KLU 06 – 045, dan KLU 06 – 049 masing-masing sebesar 3% serta sesuai dengan peraturan SPLN 1:1995 bahwa toleransi persentase jatuh tegangan minimum -10% dan kenaikan tegangan maksimum +5%.

#### REFERENSI

- [1] Arsuyono, "Analisis Perbaikan Jatuh Tegangan (Voltage Drop) Pada Penyulang Lubuk Jambi Di Area Pelayanan PT. PLN (Persero) ULP Taluk Kuantan," pp. 1–131, 2021.
- [2] Ishak Kasim, Chairul Gagarin Irianto, and Fachrizal, "Perbaikan Jatuh Tegangan Pada Feeder B Kb 31p Setiabudi Jakarta Dengan Metode Pecah Beban," *Jetri*, vol. 11, no. 1, pp. 107–119, 2018.
- [3] Murisal, A.T., Syukri, Ammar, F., "Analisis Sistem Pengaman Pada Gardu Distribusi Penyulang BA-30 PT. PLN (Persero) Banda Aceh," *AJEETECH (Acheh Journal of Electrical Engineering and Technology)*, 4(1), 8–12, 2024.
- [4] S. Syukri, T. M. Asyadi, M. Muliadi, and F. Moesnadi, "Analisa Pembebanan Transformator Distribusi 20 kV Pada Penyulang LS5 Gardu LSA 249," *Jambura J. Electr. Electron. Eng.*, vol. 4, no. 2, pp. 202–206, 2022.

- [5] Hendrawanto, D., "Perbaikan Jatuh Tegangan Pada Tegangan Menengah Dengan Metode Pecah Beban," Institut Teknologi - PLN Jakarta, 2020.
- [6] H. Rudito, "Analisis Pengaruh Ketidakseimbangan Beban Trafo Distribusi 20 kV Terhadap Rugi-Rugi Daya dan Efisiensi pada Penyulang Hertasning Baru PT PLN (Persero) ULP Panakukkang Makassar," no. September, pp. 6–11, 2021.
- [7] S. F. C. Trahman Sitepu, "Studi Gangguan Transformator pada Jaringan Distribusi 20 kV di PT. PLN (Persero) Rayon Medan Baru," vol. 15, no. 1, 2022.
- [8] Lufritayanti and Annisa, "Studi Perbaikan Jatuh Tegangan Pada Jaringan Tegangan Rendah Dengan Pemasangan Gardu Sisi Di Gardu Cpt Zas Penyulang Murid, Up3 Cikokol," Pengetah. dan Sikap Dalam Penelit. Kesehat., no. 11150331000034, pp. 1–147, 2013.
- [9] M. S. Etap, "Analisis Drop Tegangan dan Manuver Jaringan pada Penyulang SGN11 dan Penyulang SGN14," vol. 5, no. 01, 2022.
- [10] I. Ilyas and H. Yulianto, "Analisis Tegangan Drop Jaringan Tegangan Rendah Dengan Metode Pembagian Beban," vol. 32, no. 4, pp. 9–18, 2022.
- [11] Suprianto, "Analisa Tegangan Jatuh pada Jaringan Distribusi 20 kV PT.PLN Area Rantau Prapat Rayon Aek Kota Batu," J. Electr. Technol., vol. 3, no. 2, pp. 64–72, 2018.
- [12] A. Yusra, Muliadi, and Syukri, "Analisa Jatuh Tegangan dan Losses Pada Sistem Distribusi 20 kV Penyulang Simpang Rima," Ajeetech, vol. 2, no. 2, pp. 1–6, 2022.
- [13] N. Septiani, S. Thaha, and N. Muchtar, "Analisis Drop Tegangan Pada Jaringan Tegangan Rendah PT . PLN ( Persero ) Unit Layanan Pelanggan ( ULP ) Panakkukang" Semin. Nas. Tek. Elektro dan Inform., vol. 3, no. September, pp. 129–135, 2021
- [14] R. Daya, D. A. N. , (2018). Analisis Beban Takseimbang Terhadap Rugi-Rugi Daya Dan Efisiensi Transformator KI0005 Jaringan Distribusi Sekunder Pada Penyulang Klungkung," vol. 5, no. 2, pp. 310–317.
- [15] Muliadi, Syukri, Asyadi, Teuku Murisal, & Salim, A., "Analisa Pengaruh Ketidakseimbangan Beban Pada Trafo Distribusi Penyulang Mibo Rayon Merduati," AJEETECH (Aceh Journal of Electrical Engineering and Technology), 2(2), 7–12, 2022.