

Analisa Pembebanan Generator Caterpillar dan MTU Di PLTD Lasikin

Nurlaila Amna¹, Teuku Murisal Asyadi*², Ilyas³

^{1,2,3} Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Iskandar Muda, Banda Aceh, Aceh
e-mail: ¹nurlaila.amna@gmail.com, *²teukumurisal@gmail.com, ³ilyas08oktober@gmail.com

Abstrak

Kebutuhan listrik terus meningkat seiring dengan pertumbuhan populasi. Generator adalah komponen sistem pembangkit dan sering mengalami fluktuasi karena jumlah beban yang berbeda saat beroperasi. Ini berdampak pada efisiensi kinerja generator pada PLTD. Penelitian ini dilakukan untuk menganalisa pembebanan generator caterpillar tipe 3512 (prime 1020 kW 1275 kVA) PLTD Lasikin. Dari hasil penelitian yang telah dilakukan maka untuk meningkatkan efisiensi daya listrik dari masing-masing generator di PLTD Lasikin yaitu dengan meningkatkan daya output generator hingga mencapai daya output maksimal dari pembangkit tersebut. Setelah dilakukan perbaikan efisiensi daya listrik pada unit generator pada PLTD Lasikin, efisiensi daya output generator menjadi meningkat yaitu CAT 01 dari 66% menjadi sebesar 78%, MTU 02 dari 52% menjadi sebesar 57%, CAT 03 dari 70% menjadi sebesar 79%, CAT 06 dari 54% menjadi sebesar 62%, CAT 09 dari 65% menjadi sebesar 69%, MTU 10 dari 41% menjadi sebesar 47% dan MTU 13 dari 69% menjadi sebesar 74%. Keseluruhan daya listrik pada sistem PLTD yang beroperasi disinabang awalnya memiliki kekurangan daya sebesar 122 kW ketika berada pada beban puncak. Setelah dilakukan perbaikan efisiensi daya pada generator, maka daya pada sistem PLTD disinabang menjadi meningkat sebesar 800 kW.

Kata kunci— Generator, PLTD, Efisiensi daya, Fluktuasi, Jumlah beban

Abstract

Electricity demand continues to increase along with population growth. Generators are a component of the power generation system and often experience crashes due to varying loads during operation. This impacts the efficiency of generator performance at the PLTD. This study was conducted to analyze the loading of the Caterpillar type 3512 generator (prime 1020 kW 1275 kVA) PLTD Lasikin. Based on the results of the research that has been conducted, to improve the electrical power efficiency of each generator at PLTD Lasikin, namely by increasing the generator's power output to reach the maximum output power of the generator. After the improvement of electrical power efficiency in the generator unit at the Lasikin PLTD, the generator output power efficiency increased, namely CAT 01 from 66% to 78%, MTU 02 from 52% to 57%, CAT 03 from 70% to 79%, CAT 06 from 54% to 62%, CAT 09 from 65% to 69%, MTU 10 from 41% to 47% and MTU 13 from 69% to 74%. The total electrical power in the PLTD system operating in Sinabang initially had a power shortage of 122 kW when at peak load. After the improvement of power efficiency in the generator, the power in the PLTD system in Sinabang increased by 800 kW.

Keywords— Generator, PLTD, Power Efficiency, Fluctuation, Load Amount

1. PENDAHULUAN

Listrik adalah bentuk energi sekunder yang paling praktis digunakan pada manusia, yang dihasilkan dari konversi bahan baku seperti batu bara, minyak, gas, panas bumi, angin, dan air [1]. Listrik sangat bermanfaat baik untuk kebutuhan rumah tangga maupun bisnis. Kebutuhan listrik terus meningkat seiring dengan pertumbuhan populasi. Dibangunlah pembangkit listrik untuk memenuhi kebutuhan energi nasional [2][3]. Pembangkit listrik jelas sangat penting karena memainkan peran yang sangat besar dalam semua sektor kehidupan masyarakat [4].

Salah satu komponen yang memiliki peranan sangat penting dalam sistem pembangkit listrik adalah generator. Generator menghasilkan daya listrik dengan mengubah energi mekanik dari mesin diesel atau peralatan penggerak lainnya [5]. Rotor generator memutar, menghasilkan energi listrik. Dalam pengoperasian generator, fluktuasi yang disebabkan oleh variasi beban sering terjadi, sehingga biasanya ada dua atau lebih generator yang dapat digunakan secara bersamaan [6] [7].

Efisiensi generator adalah rasio antara daya keluaran atau daya yang dihasilkan oleh generator dengan daya masukan generator. Daya masukan generator setara dengan daya yang dihasilkan oleh mesin diesel. Untuk menentukan efisiensi daya pada generator, perlu dilakukan pengukuran terhadap daya input serta daya rugi-rugi atau daya output dari generator [8] [9].

Efisiensi dari generator akan mempengaruhi kinerja dari sistem PLTD. Semakin besar efisiensi generator maka dapat dikatakan bahwa generator tersebut dalam kondisi yang baik. Namun apabila semakin kecil efisiensi generator maka generator tersebut dalam kondisi kurang baik. Penurunan efisiensi dapat dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti melemahnya kemampuan kerja generator, rugi-rugi panas pada kumparan (winding) dan rugi-rugi pada inti generator (core), serta rugi-rugi mekanik [12][14].

2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan pendekatan kuantitatif dan kualitatif. Pendekatan kuantitatif dilakukan dengan mengambil data awal daya generator di PLTD Lasikin yang memiliki 14 unit pembangkit atau generator, namun hanya 7 unit yang dapat beroperasi karena mesin pembangkit lainnya dalam keadaan off akibat mengalami kerusakan dan ada yang sedang dalam perbaikan. Pendekatan kualitatif dilakukan melalui observasi lapangan serta wawancara mendalam dengan pihak terkait untuk memahami kondisi nyata di lapangan. Kombinasi pendekatan ini dilakukan agar hasil analisis menjadi komprehensif serta menghasilkan rekomendasi solusi yang adaptif serta relevan untuk diterapkan di lapangan.

Tabel 1 Neraca Daya Generator di PLTD Lasikin

No	Merk	Tipe	Daya (kW)		Keadaan
			Terpasang	Mampu	
1	CAT-01	3512 B	965	750	Operasi
2	MTU-02	12V 2000 G62	528	300	Operasi
3	CAT-03	3512 B	1.080	850	Operasi
4	CAT-06	3412 C	648	400	Operasi
5	CAT-09	3516 B	1.600	1.100	Operasi
6	MTU-10	12V 4000 G61	1.060	500	Operasi
7	MTU-13	12V 4000 G23	1.080	800	Operasi
TOTAL			14.241	4.700	

Tabel 2 Laporan Beban Pembangkit Bulan November 2024

No	Unit	Type	kW	Volt	Arus (A)			Hz	Cos μ	Rpm	Stand kWh Produksi
					R	S	T				
1	CAT-01	3512 B	630	387	902	949	915	50	0,97	1.500	21.967,69
2	MTU-02	12V 2000 G62	268	384	390	425	398	50	0,97	1.500	21.729,08
3	CAT-03	3512 B	750	396	1.159	1.187	1.168	50	0,94	1.500	14.453,58
4	CAT-06	3412 C	349	386	520	518	523	50	0,96	1.500	9.942,73
5	CAT-09	3516 B	1.025	394	1.559	1.578	1.615	50	0,95	1.500	21.784,33
6	MTU-10	12V 4000 G61	434	392	845	845	830	50	0,92	1.500	5.337,96
7	MTU-13	12V 4000 G23	754	384	1.120	1.183	1.153	50	0,96	1.500	268.344,43

Tabel 3 Laporan Beban Pembangkit Bulan Desember 2024

No	Unit	Type	kW	Volt	Arus (A)			Hz	Cos μ	Rpm	Stand kWh Produksi
					R	S	T				
1	CAT-01	3512 B	646	396	944	968	952	50	0,98	1.500	21.986,85
2	MTU-02	12V 2000 G62	280	383	398	439	415	50	0,96	1.500	21.887,93
3	CAT-03	3512 B	763	395	1.172	1.191	1.185	50	0,93	1.500	14.495,25
4	CAT-06	3412 C	364	393	545	538	550	50	0,98	1.500	9.925,55
5	CAT-09	3516 B	1.037	393	1.575	1.583	1.625	50	0,90	1.500	21.891,98
6	MTU-10	12V 4000 G61	452	390	866	861	857	50	0,98	1.500	5.322,15
7	MTU-13	12V 4000 G23	765	385	1.145	1.193	1.174	50	0,97	1.500	268.364,15

2.1 Rugi – rugi Daya

Rugi-rugi daya adalah kebocoran daya atau daya yang hilang di sepanjang jalur penyaluran tenaga listrik, hal ini disebabkan oleh resistansi yang ada pada bahan pembentuk konduktor. Sedangkan jatuh tegangan adalah kondisi tegangan diujung titik terima yang lebih rendah daripada ujung kirim [9][10]. Kedua kondisi ini perlu diperhatikan di setiap jalur distribusi tenaga listrik, karena indikator baik atau tidaknya kualitas daya yang diterima oleh konsumen dipengaruhi oleh besarnya tegangan jatuh dititik terima atau lebih dekat ke area konsumen. Tahanan dalam suatu konduktor akan menghasilkan jatuh tegangan yang sebanding dengan panjang konduktor (kabel), jatuh tegangan berpengaruh pada ujung penerimaan (beban) [12][13].

Apabila suatu penghantar dialiri arus listrik secara terus menerus akan menimbulkan panas yang timbul akibat adanya energi listrik yang mengalir pada penghantar tersebut dan menyebabkan kerugian pada daya listrik tersebut. Semakin lama arus mengalir maka semakin panas juga penghantar dan semakin banyak juga energi listrik yang hilang. Hal inilah yang merugikan, karena jika energi hilang, maka tegangan pada ujung penghantar tersebut akan berkurang [11];

$$P_{\text{rugi-rugi}} = P_{\text{in}} - P_{\text{out}} \quad (1)$$

Keterangan :

$P_{\text{rugi-rugi}}$ = Daya rugi –rugi pada generator (watt)

P_{in} = Daya masukan per fasa pada rotor generator (watt)

P_{out} = Daya keluaran per fasa pada rotor generator (watt)

2.2 Efisiensi Generator

Efisiensi generator yaitu perbandingan antara keluaran daya yang digunakan dengan masukan daya total. Input generator merupakan daya mekanis dari turbin, sedangkan output generator merupakan daya listrik yang di suplai [10][11]. Daya masukan generator sama dengan gaya yang dihasilkan oleh turbin karena turbin dengan generator dikopel dan bekerja bersama. Sebagian energi yang diberikan pada generator diubah menjadi energi panas sehingga sebagian energi ada yang terbuang. Jadi keluaran yang digunakan tidak pernah sebesar masukan total. Selalu saja ada kerugian yang tidak dapat dihindarkan sekalipun dalam konstruksi mesin yang paling sempurna [13][14].

Mutu sebuah generator sangat ditentukan oleh besarnya efisiensi generator tersebut. Efisiensi generator dihitung berdasarkan perbandingan antara daya keluaran generator terhadap daya masukan awal generator, sehingga dapat dijabarkan sebagai berikut [11] ;

$$\eta = \frac{P_{out}}{P_{in}} \times 100\% \quad (2)$$

Keterangan :

- η = Efisiensi daya generator (%)
- P_{IN} = Daya masukan per fasa pada rotor generator (watt)
- P_{OUT} = Daya keluaran per fasa pada rotor generator (watt)

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil penelitian yang telah diperoleh dari perhitungan efisiensi dan peningkatan daya listrik yang dihasilkan dari generator Merk Caterpillar dan MTU di PLTD Lasikin, yaitu dengan:

3.1 Perhitungan Rugi-rugi daya dan Efisiensi Generator Bulan November dan Desember

1. Generator CAT-01

a. Rugi-rugi Daya

$$P_{in} = 965 \text{ kW}$$

$$P_{out} = 630 \text{ kW}$$

$$P_{rugi-rugi} = P_{in} - P_{out}$$

$$= 965 - 630 = 336 \text{ kW}$$

b. Efisiensi

$$P_{in} = 965 \text{ kW}$$

$$P_{out} = 630 \text{ kW}$$

$$\eta = \frac{P_{out}}{P_{in}} \times 100\%$$

$$\eta = \frac{630}{965} \times 100\% = 65 \%$$

Tabel 4 Hasil Perhitungan Rugi-rugi Daya dan Efisiensi Generator November dan Desember

No	Unit Generator	November		Desember		Rata-rata Efisiensi (%)
		Rugi-rugi Daya (kW)	Efisiensi Awal (%)	Rugi-rugi Daya (kW)	Efisiensi Awal (%)	
1	CAT-01	336	65	319	67	66
2	MTU-02	260	51	248	53	52
3	CAT-03	330	69	608	71	70
4	CAT-06	229	69	284	56	55

5	CAT-09	575	64	315	71	64,5
6	MTU-10	625	41	608	43	41
7	MTU-13	326	70	315	71	70,5

3.2 Perbaikan Efisiensi Daya PLTD Laskin dan Sistem Sinabang

3.2.1 Perbaikan Efisiensi Daya PLTD Laskin

1. Generator CAT-01

a. Rugi-rugi Daya

$$P_{in} = 965 \text{ kW}$$

$$P_{out} = 750 \text{ kW}$$

$$P_{\text{rugi-rugi}} = P_{in} - P_{out} = 965 - 760 = 215 \text{ kW}$$

b. Efisiensi

$$P_{in} = 1.600 \text{ kW}$$

$$P_{out} = 1.100 \text{ kW}$$

$$\eta = \frac{P_{out}}{P_{in}} \times 100\%$$

$$\eta = \frac{750}{965} \times 100\% = 78 \%$$

Tabel 5 Perbandingan Daya Efisiensi Sebelum dan Setelah Dilakukan Perbaikan

No	Unit Generator	Daya Awal (kW)	Daya Akhir (kW)	Efisiensi Awal (%)	Efisiensi Akhir (%)
1	CAT-01	638	750	66	78
2	MTU-02	271	300	52	57
3	CAT-03	756	850	70	79
4	CAT-06	349	400	54	62
5	CAT-09	1.032	1.100	65	69
6	MTU-10	438	500	41	47
7	MTU-13	749	800	69	74

Setelah dilakukan perbaikan efisiensi terhadap unit pembangkit di PLTD Lasikin dengan menaikkan daya listrik unit generator hingga mencapai daya maksimal maka didapat hasil yaitu daya listrik yang dihasilkan oleh unit pembangkit di PLTD Lasikin meningkat, dari daya rata-rata awal hanya sebesar 4.233 kW meningkat menjadi 4.700 kW.

3.2.2 Perbaikan Efisiensi Daya Sistem Sinabang

Dengan meningkatnya efisiensi daya pada sistem Sinabang, tentu berdampak pada kenaikan beban pembangkit. Hasil perbaikan efisiensi dari sistem Sinabang dapat dilihat pada tabel 6 berikut ini.

Tabel 6 Daya Pembangkit pada Sistem Sinabang Setelah Dilakukan Perbaikan

PLTD LASIKIN				
Unit	Merk / Type	No Seri	Daya (kW)	Keterangan
CAT-01	CATERPILLAR 3512	1 KZ 00996	750	Operasi
MTU-02	MTU 12V 2000 G62	535 102 107	300	Operasi
CAT-03	CATERPILLAR 3512	1KZ01031	850	Operasi

CAT-06	CATERPILLAR 3412	1 EZ 03829	400	Operasi
CAT-09	CATERPILLAR 3516	N 2 JW 00347	1.100	Operasi
MTU-10	MTU 12V 4000 G61	526101962	500	Operasi
MTU-13	MTU 12V 4000 G23	526108686	800	Operasi
Jumlah-I			4.700	
PLTD KAMPUNG AIE				
Unit	Merk / Type	No Seri	Daya (kW)	Keterangan
01	MTU 12V 4000 G23	526108260	600	Operasi
02	MTU 12V 4000 G23	526108417	700	Operasi
04	MTU 12V 4000 G61	526101292	600	Operasi
05	MTU 12V 4000 G61	526101101	550	Operasi
Jumlah-II			2.450	
PLTD SIBIGO				
Unit	Merk / Type	No Seri	Daya (kW)	Keterangan
01	DAF OKT 1160 A	F. 58206	250	Operasi
Jumlah-III			250	
TOTAL DAYA PEMBANGKIT SISTEM SINABANG				
Daya Mampu (kW)	Daya Operasi (kW)	Beban Puncak Sistem (kW)	Surplus (kW)	
7.400	7.400	6.600	800	

Daya surplus yang awalnya mengalami kekurangan daya sebesar 122 kW ketika beban puncak, setelah dilakukan perbaikan efisiensi dengan menaikkan daya output masing-masing pada pembangkit hingga mencapai daya maksimum pembangkit tersebut, daya surplus pembangkit pada sistem Sinabang meningkat menjadi sebesar 800 kW. Dengan meningkatkan efisiensi dari pembangkit, daya surplus yang awalnya terjadi kekurangan daya ketika beban puncak, dapat teratasi dengan adanya daya lebih dari pembangkit tersebut. Sehingga walau dalam keadaan daya beban puncak, pembangkit yang ada di sistem Sinabang masih memiliki daya lebih sebesar 800 kW.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan mengenai efisiensi serta cara meningkatkan daya listrik yang dihasilkan generator Merk Caterpillar dan MTU di PLTD Lasikin, maka dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Hasil perhitungan menunjukkan bahwa 7 generator yang ada di PLTD Lasikin sebelum dilakukan perbaikan masing-masing memiliki efisiensi yaitu CAT 01 sebesar 66%, MTU 02 sebesar 52%, CAT 03 sebesar 70%, CAT 06 sebesar 54%, CAT 09 sebesar 65%, MTU 10 sebesar 41% dan MTU 13 sebesar 69%.
2. Untuk meningkatkan efisiensi daya listrik pada masing-masing generator dengan cara meningkatkan daya output dari setiap generator hingga mencapai daya maksimum.
3. Setelah dilakukan perbaikan efisiensi daya listrik pada masing-masing generator pembangkit di PLTD Lasikin, efisiensi daya output generator meningkat menjadi yaitu CAT 01 sebesar 78%, MTU 02 sebesar 57%, CAT 03 sebesar 79%, CAT 06 sebesar 62%, CAT 09 sebesar 69%, MTU 10 sebesar 47% dan MTU 13 sebesar 74%.
4. Keseluruhan daya listrik pada sistem PLTD yang beroperasi disinabang awalnya memiliki kekurangan daya sebesar 122 kW ketika berada pada beban puncak. Setelah dilakukan

perbaikan efisiensi daya pada generator, maka daya pada sistem PLTD disinabang menjadi meningkat sebesar 800 kW.

5. SARAN

Berdasarkan hasil penelitian saran yang dapat penulis berikan sehubungan dengan hasil penelitian yang telah dilakukan adalah sebagai berikut :

1. Sebaiknya mengoperasikan unit pembangkit atau generator hingga mencapai daya mampu unit pembangkit, agar daya yang dihasilkan oleh unit pembangkit memenuhi daya beban yang harus dilayani oleh pembangkit tersebut, terutama ketika dalam keadaan beban puncak. Kemudian unit pembangkit yang beroperasi pun jumlahnya lebih sedikit sehingga dapat menghemat bahan bakar yang terbatas.
2. Selalu rutin melakukan pemeriksaan dan pemeliharaan kinerja dari komponen pembangkit, agar komponen dari pembangkit yang mengalami gangguan atau kerusakan dapat langsung dilakukan perbaikan sehingga unit pembangkit dapat beroperasi dengan optimal.

DAFTAR PUSTAKA

1. Syukri, Asyadi, Teuku Murisal, Muliadi, & Moesnadi, F., "Analisa Pembebanan Transformator Distribusi 20 kV Pada Penyulang LS5 Gardu LSA 249." *JJEEE (Jambura Journal of Electrical and Electronics Engineering)*, Vol. 4, No. 2, pp. 202–206, 2022.
 2. Muliadi, Syukri, & Asyadi, Teuku Murisal, "Pengaruh Tingkat Kelembaban Terhadap Kinerja Pemisah (PMS) 150 kV Pada Gardu Induk." *JJEEE (Jambura Journal of Electrical and Electronics Engineering)*, Vol. 4, No. 1, pp. 92–98, 2022.
 3. Muhammad Noer, "Analisis pengaruh Pengaruh Pembebanan terhadap Effisiensi Generator di PLTG Borang dengan menggunakan Software Matlab." *Politeknik Negeri Sriwijaya*, Vol. 2, No. 2, 2017.
 4. Fauzi, Subhan, Muliadi, Syukri, Asyadi, Teuku Murisal, & Arief Setya Budi, "Pengaruh Tingkat Kelembaban Terhadap Kinerja Pemisah (PMS) 150 kV Pada Gardu Induk." *JJEEE (Jambura Journal of Electrical and Electronics Engineering)*, Vol. 5, No. 1, pp. 48–54, 2023.
 5. 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)*, Vol. 2, No. 2, pp. 7–12, 2022.
 6. Subhan, Fauzi, Asyadi, Teuku Murisal, Muliadi, Syukri & Masrurha, Febriza, "Analisa Perbaikan Tegangan Ujung pada Jaringan Distribusi 20 kV di GH Tangse ULP Beureunuen," *JTT (Jurnal Teknologi Terpadu)*, Vol. 11, No. 1, pp. 40-47, 2023.
 7. I. Refaldi, Y. Basir, D.U. Yusa Wardhani, "Analisis Fluktuasi Beban terhadap Effisiensi Generator Sinkron di PT. Pembangkit Listrik Palembang Jaya." *Universitas Tridinanti Palembang*, Vol. 6, No. 2, 2021.
 8. Martunis, Muliadi, Syukri, Asyadi, Teuku Murisal, & Miswar, ABD., "Penentuan Kapasitas Transformator Sisip Untuk Mengatasi Beban Lebih Pada ULP Merduati Kota" *Jurnal ELKOM (Teknik Elektro dan Komputasi)*, Vol. 5, No. 2, pp. 196–203, 2023.
 9. Hafizh Aulia Nanda, Muliadi, Syukri, & Asyadi, Teuku Murisal, "Analisis Kinerja Recloser Pada Penyulang MK04 dan MK06 di ULP Meulaboh Kota," *AJEETECH (Aceh Journal of Electrical Engineering and Technology)*, Vol. 3, No. 2, pp. 1–8, 2023.
 10. E. F. Palaha, M. and E. Harda, "Analisa Karakteristik Generator Sinkron Terhadap Perubahan Beban Daya Aktif," *Surya Teknika*, vol. 10, pp. 698-705, 2023.
 11. Nurlaila Amna, Asyadi, Teuku Murisal, Muliadi, & Muzafar, "Rekonfigurasi Jaringan Untuk Mengurangi Losses Dan Jatuh Tegangan Pada Penyulang Krueng Cut," *AJEETECH (Aceh Journal of Electrical Engineering and Technology)*, Vol. 4, No. 1, pp. 13–21, 2024.
-

12. Asyadi, Teuku Murisal, Syukri, & Faisal Ammar, "Analisis Sistem Pengaman Pada Gardu Distribusi Penyulang BA-30 PT. PLN (Persero) Banda Aceh," *AJEETECH (Aceh Journal of Electrical Engineering and Technology)*, Vol. 4, No. 1, pp. 8–12, 2024.
 13. Annisa, Winarso, Wakhyu Dwiono, " Analisis Pengaruh Perubahan Beban Terhadap Karakteristik Generator Sinkron", *Jurnal Riset Rekayasa Elektro*, Vol.1, No.1, pp. 37-53, 2019.
 14. Asyadi, Teuku Murisal, Nurlaila Amna, Muliadi, & Syukri, "Analisa Kerja Recloser Pada Penyulang KB-04 Alue Ie Mirah PT. PLN (Persero)," *Jurnal ELKOM (Teknik Elektro dan Komputasi)*, Vol. 7, No. 2, pp. 251 - 262, 2025.
 15. M. H. F. I. Sitorus, A. Bintoro , A. and F. Zulyanti, "Analisis Pengaruh Perubahan Beban Terhadap Karakteristik Generator Di PLTMGG Sumbagut 2 Peaker 250 MW," *Jurnal Energi Elektrik*, vol. 11, pp. 18-24, 2022.
 16. Nurlaila Amna, Asyadi, Teuku Murisal, T. Mahmuda Rahmat R., "Analisa Pemasangan Arrester Pada Gardu Distribusi Penyulang Meureubo ULP Meulaboh Kota," *Jurnal ELKOM (Teknik Elektro dan Komputasi)*, Vol. 8, No. 1, pp. 92-101, 2026.
-