

Analisa Jatuh Tegangan Pada Jaringan Tegangan Rendah di PT. PLN (Persero) ULP Lembata

Fadly Lamataro¹, Titiek Suheta², M. Rizki Wicaksono³, Yani Ikhwanunnadzir⁴, Elfira Dyah Ekawati⁵

Jurusan Teknik Elektro Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya^{1,2,3,4,5}
e-mail: elfiradyah10@gmail.com

ABSTRACT

We need good service quality in the electric power operating system, such as providing a good voltage value to customers and no voltage drop disturbance. This study determined the relationship between load balancing and voltage drop. It involved literature, observation, and interview methods. The analysis results at the LB.06 substation obtained the load value before load balancing on holidays in the morning and evening by 37.95% and 42.13%, while effective days gained 41.99% and 44.15%. The voltage drops after load balancing in holiday achieved R-phase 2.15%; 3.41%; S- phase 2.58%; 1.74%; and T-phase 3.56%; 5.98%. Meanwhile, effective days achieved R-phase 3.43%;4.27%, S-phase 1.73%;0.43%, and T-phase 2.60%;1.28%. In conclusion, load balancing was effective enough to reduce load and voltage drop values.

Kata kunci: voltage drop, load balancing, phase

ABSTRAK

Kita memerlukan kualitas yang baik pada sistem pengoperasian tenaga listrik. Dengan contoh memberikan nilai tegangan yang baik pada pelanggan tanpa ada gangguan drop tegangan. penelitian ini disusun untuk mengetahui hubungan dari penyeimbangan beban terhadap jatuh tegangan yang terjadi. metode yang peneliti gunakan yaitu metode observasi, literatur serta wawancara. Dari data analisa pada Gardu LB.06 didapatkan nilai prosentase beban sebelum penyeimbangan beban hari libur pada pagi dan malam hari 37,95 % ; 42,13 serta hari efektif 41,99 % ; 44,15 %. Nilai prosentase jatuh tegangan sesudah penyeimbangan beban hari libur masing-masing fasa R 2,15 % ; 3,41 %, fasa S 2,58 % ; 1,74 % dan fasa T 3,56 % ; 5,98 %, dan hari efektif pada fasa R 3,43 % ; 4,27 %, fasa S sebesar 1,73 % ; 0,43 %, serta fasa T 2,60 % ; 1,28 %. Dapat dikatakan dengan penyeimbangan beban cukup efektif untuk menurunkan nilai beban dan jatuh tegangan.

Kata kunci: Automasi, contoh, *embedded system*, kendaraan air, sistem dinamis.

Kata Kunci: Jatuh Tegangan, Penyeimbangan Beban, Fasa

PENDAHULUAN

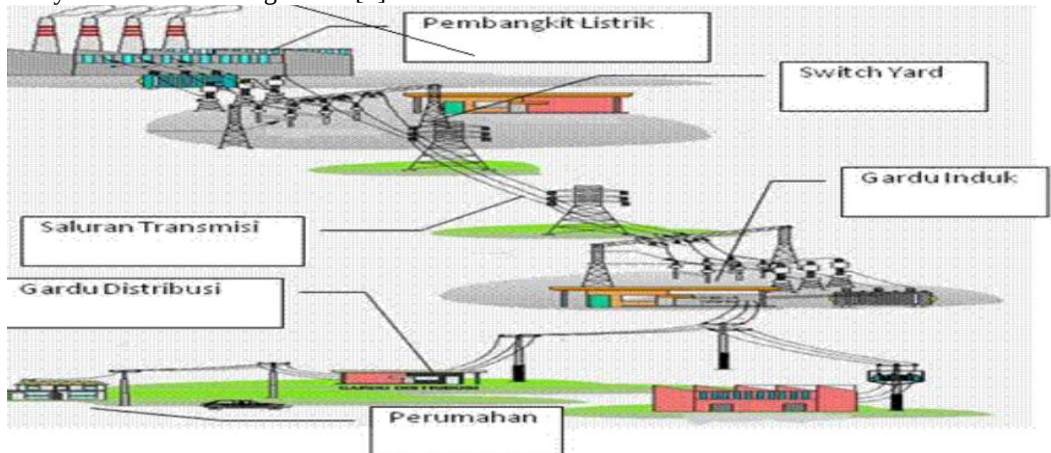
Penyaluran energi listrik melalui pembangkit menuju pusat beban serta sistem distribusi atau transmisi dapat menimbulkan jatuh tegangan pada sepanjang jalan yang di lewati, hal tersebut terjadi karena saluran yang panjang, luas penampang pada tahanan jenis, terdapat sambungan yang buruk dan arus yang terjadi di penghantar. untuk mencari solusi pada jatuh tegangan yang diambil oleh pelanggan maka dilakukan evaluasi berdasarkan Standar SPLN dengan batas yang ditetapkan yaitu maksimal senilai +5% dan minimal senilai -10% dari tegangan nominal [1][2][3][4].

Pada penelitian ini masyarakat kota Lewoleba mengalami gangguan jatuh tegangan berdasarkan informasi PT. PLN (Persero) ULP Lembata, sehingga berdampak pada gangguan alat-alat elektronik yang tidak dapat berfungsi dengan maksimal. Untuk permasalahan tersebut harus segera diatasi dan diselesaikan agar nilai tegangan yang terjadi di kota tersebut sesuai yang ditentukan oleh SPLN dan kepuasan pelanggan tetap terjaga dengan baik.

TINJAUAN PUSTAKA

Sistem Tenaga Listrik

Terdiri dari beberapa komponen seperti generator, transformator, beban dan lain-lain, serta pengaturan yang saling terhubung menjadi suatu sistem yang berfungsi membangkitkan dan menyalurkan energi listrik. Pada dasarnya kumpulan dari beberapa tenaga listrik yaitu Transmisi, Pembangkit serta Distribusi, dimana bagian-bagian tersebut harus saling mendukung sehingga dapat menyalurkan listrik dengan baik[5].



Gambar 1. Sistem Tenaga Listrik[6]

Fungsi dari komponen-komponen dari gambar 1[7]:

1. Pembangkitan merupakan komponen berfungsi untuk memberikan perubahan energi yang asalnya dari sumber energi yang lain, seperti: batu bara, air, minyak bumi, panas bumi ke energi listrik.
2. Fungsi transmisi untuk menghantarkan energi atau daya yang berasal dari pusat pembangkit menuju pusat beban.
3. Distribusi mempunyai fungsi menyalurkan energi listrik ke pemakai energi Listrik.
4. Beban adalah peralatan-peralatan listrik yang berada pada tempat konsumen yang menggunakan energi listrik.

Sistem Distribusi

Merupakan elemen sistem penyaluran yang beroperasi untuk menyambung jaringan-jaringan ke pengguna tegangan menengah (20 kV) yang memiliki pola radial dilengkapi kawat udara dengan sistem tegangan rendah (220 – 380 V) atau tiga fasa tiga kawat, dengan pola radial yang memiliki sistem tiga fasa empat kawat yang netral, yang mana tegangan tersebut sebelumnya ditransformasikan oleh transformator distribusi yang semula 20 kV berubah menjadi 380/220 kV, yang dikenal dengan jaringan distribusi sekunder[5][8]. Dalam pendistribusiannya ke pelanggan, tegangan bervariasi, hal ini tergantung dari jenis pelanggan yang membutuhkan[9].

Jaringan Tegangan Rendah (JTR)

Merupakan tegangan yang terdiri dari bagian jaringan tersebut serta perlengkapannya mulai dari sumber penyaluran tegangan rendah tidak termasuk SLTR dan Jenis penghantar yang digunakan merupakan kabel yang tidak memakai isolasi seperti kabel ACSR[10] dan AAAC. Penyambungan JTR merupakan sambungan rumah (SR) penghantar di atas tanah atau di bawah tanah dari titik penyambungan tiang JTR hingga alat pembatas serta pengukur (APP)[11][8][12].

Jatuh Tegangan

Merupakan selisih tegangan oleh sumber serta beban dari suatu instalasi listrik, jika ukuran tegangan listrik dari sumber 380 Volt, kemudian disalurkan oleh kabel penghantar ke berbagai ujung peralatan listrik, sehingga besar tegangan yang didapat peralatan listrik akan rendah (kurang dari 380V). Nilai tegangan yang mengalami proses penurunan disebut tegangan jatuh[13][14].

Tegangan jatuh dapat dirumuskan[9]:

$$V_d = I \cdot Z$$

V_d = Jatuh Tegangan
 I = Arus (Ampere)
 Z = Impedansi (ohm)

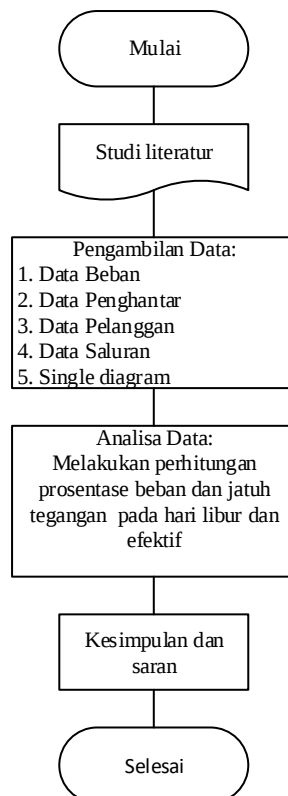
METODE

Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di wilayah kerja PT.PLN (Persero) ULP Lembata tepatnya Gardu LB.06

Kolior bulan Juni 2022.

Tahapan Penelitian



Gambar 2. Diagram alir Penelitian

HASIL DAN PEMBAHASAN

Dalam penelitian ini, penulis mengumpulkan data gardu distribusi LB. 06 Kolior, adalah salah satu transformator distribusi yang ada pada PT. PLN (Persero) ULP Lembata, dengan menggunakan tipe gardu cantol.

Sebelum penyeimbangan beban

Data pengukuran Gardu LB. 06

Tabel 1. Pada Hari Libur

No	Tanggal Ukur	Waktu	Jam	Beban (Ampere)				Tegangan (Volt)					
				R	S	T	N	R-S	R-T	S-T	R-N	S-N	T-N
1	11 Juni 2022	Pagi	9.00	168	155	139	77	400	398	399	230	228	231
2		Malam	18.00	229	171	168	72	398	398	398	233	228	234

Tabel 2. Pada Hari Efektif

No	Tanggal Ukur	Waktu	Jam	Beban (Ampere)				Tegangan (Volt)					
				R	S	T	N	R-S	R-T	S-T	R-N	S-N	T-N
1	13 Juni 2022	Pagi	10.00	137	124	104	64	399	398	398	232	232	229
2		Malam	18.00	171	156	142	71	396	398	398	234	229	231

Data Pengukuran Jatuh Tegangan Pada Gardu LB.06

Tabel 3. Pada Hari Libur dan Efektif

Hari	Waktu	Jam	Fasa	Tegangan (V)
Libur	Pagi	10.15	R	198
		10.15	S	170
		10.15	T	155
	Malam	18.05	R	192
		18.05	S	162
		18.05	T	138
Efektif	Pagi	09.10	R	170
		09.10	S	166
		09.10	T	151
	Malam	18.15	R	168
		18.15	S	158
		18.15	T	134

Setelah penyeimbangan beban
Data pengukuran Gardu LB. 06

Tabel 4. Pada Hari Libur

No	Tanggal Ukur	Waktu	Jam	Beban (Ampere)				Tegangan (Volt)					
				R	S	T	N	R-S	R-T	S-T	R-N	S-N	T-N
1	18 Juni 2022	Pagi	9.00	100	86	77	24	402	401	401	232	232	231
2		Malam	18.00	104	98	90	27	399	398	401	234	229	234

Tabel 5. Pada Hari Efektif

No	Tanggal Ukur	Waktu	Jam	Beban (Ampere)				Tegangan (Volt)					
				R	S	T	N	R-S	R-T	S-T	R-N	S-N	T-N
1	16 Juni 2022	Pagi	10.00	124	90	77	20	401	400	401	233	230	230
2		Malam	18.00	137	98	71	76	399	399	399	234	230	233

Data Pengukuran Jatuh Tegangan Pada Gardu LB.06

Tabel 6. Pada Hari Libur dan Efektif

Hari	Waktu	Jam	Fasa	Tegangan (V)
Libur	Pagi	10.15	R	227
		10.15	S	226
		10.15	T	223
	Malam	18.05	R	226
		18.05	S	225
		18.05	T	220
Efektif	Pagi	09.10	R	225
		09.10	S	226
		09.10	T	224
	Malam	18.15	R	224
		18.15	S	229
		18.15	T	230

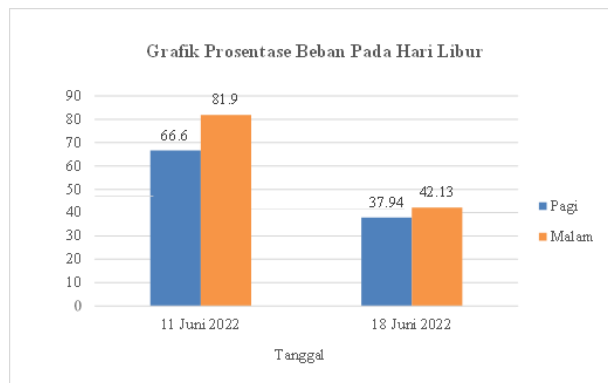
Hasil perhitungan prosentase beban

Besarnya Arus beban:

$$I_{FL} = \frac{S}{\sqrt{3} \times V} = \frac{160}{\sqrt{3} \times 400} = \frac{160}{692} = 231A$$

Tabel 7. Pada Hari Libur Sebelum dan Sesudah Keseimbangan Beban

Waktu	Tanggal	Irata-rata (A)		Prosentase Beban (%)	
		Sebelum	Sesudah	Sebelum	Sesudah
Pagi	11 Juni 2022	154		66.6	
Malam		189.3		81.9	
Pagi	18 Juni 2022		87.7		37.94
Malam			97.33		42.13

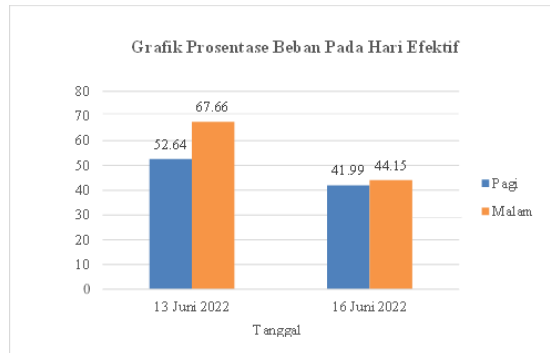


Gambar 3. Grafik Prosentase Beban pada Hari Libur Sebelum dan Sesudah Keseimbangan Beban

Dari gambar 3. Prosentase beban sebelum dan sesudah penyeimbangan beban sebesar 66,6 % ; 81,9 % menjadi 37,95 %; 42,13 %.

Tabel 8. Pada Hari Efektif Sebelum dan Sesudah Keseimbangan Beban

Waktu	Tanggal	Irata-rata (A)		Prosentase Beban (%)	
		Sebelum	Sesudah	Sebelum	Sesudah
Pagi	13 Juni 2022	121.6		52.64	
Malam		156.3		67.66	
Pagi	16 Juni 2022		97		41.99
Malam			102		44.15



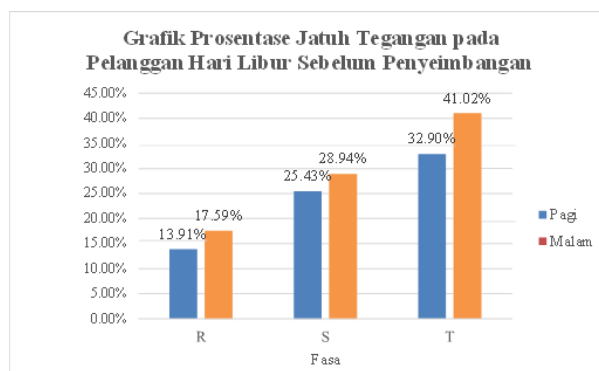
Gambar 4. Grafik Prosentase Beban pada Hari Efektif Sebelum dan Sesudah Keseimbangan Beban

Sesudah dilakukan penyeimbangan beban pada gambar 4, grafik menunjukkan prosentase beban pada pagi hari mengalami penurunan yang semula 52,64 % menjadi 41,99 % dan pada malam hari 67,66 % menjadi 44,15%.

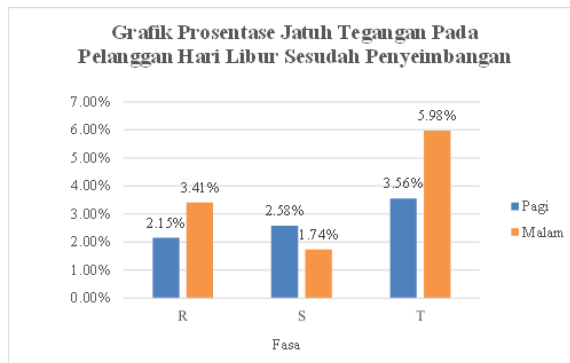
Hasil perhitungan prosentase jatuh tegangan Pada hari libur

Tabel 9. Data prosentase jatuh tegangan sebelum dan sesudah penyeimbangan

Tanggal	Waktu	Fasa	ΔV (%)	
			Sebelum	Sesudah
11 Juni 2022	Pagi	R	13.91%	
		S	25.43%	
		T	32.90%	
	Malam	R	17.59%	
		S	28.94%	
		T	41.02%	
18 Juni 2022	Pagi	R		2.15%
		S		2.58%
		T		3.56%
	Malam	R		3.41%
		S		1.74%
		T		5.98%



Gambar 5. Grafik Prosentase Jatuh Tegangan Antar Fasa sebelum Penyeimbangan



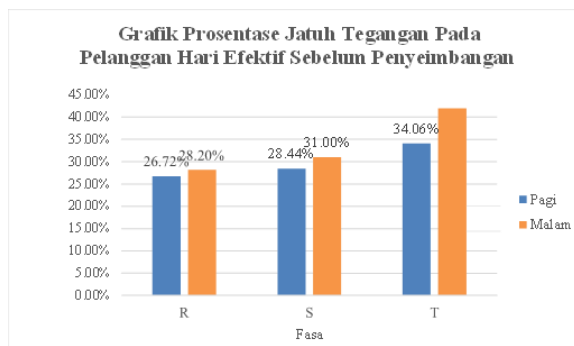
Gambar 6. Grafik Prosentase Jatuh Tegangan Antar Fasa sesudah Penyeimbangan

Dari gambar grafik 5 dan 6, hasil analisa prosentase jatuh tegangan pada Hari Libur sebelum penyeimbangan beban masing-masing fasa pada pagi hari 13,91 % ; 25,43 % ; 32,90 % dan malam hari 17,59 % ; 28,94 % ; 41,02 %. Setelah penyeimbangan prosentase Jatuh tegangan pada pagi hari sebesar 2,15 % ; 2,58 % ; 3,56 % dan malam hari sebesar 3,41 % ; 1,74 % ; 5,98%.

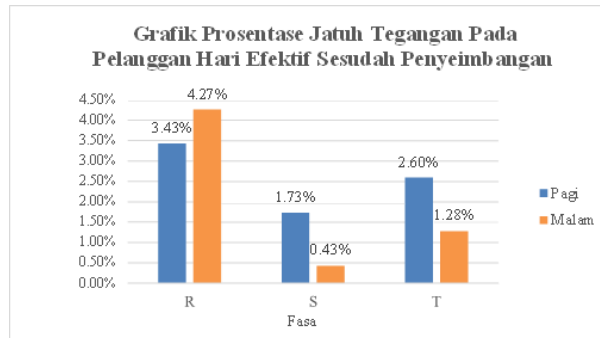
Hari efektif

Tabel 10. Data prosentase jatuh tegangan sebelum dan sesudah penyeimbangan

Tanggal	Waktu	Fasa	ΔV (%)	
			Sebelum	Sesudah
11 Juni 2022	Pagi	R	26.72%	
		S	28.44%	
		T	34.06%	
	Malam	R	28.20%	
		S	31.00%	
		T	41.99%	
18 Juni 2022	Pagi	R		3.43%
		S		1.73%
		T		2.60%
	Malam	R		4.27%
		S		0.43%
		T		1.28%



Gambar 7. Grafik Prosentase Jatuh Tegangan Antar Fasa sebelum Penyeimbangan



Gambar 8. Grafik Prosentase Jatuh Tegangan Antar Fasa setelah Penyeimbangan

Dari gambar 7 dan 8, hasil analisa prosentase jatuh tegangan pada hari efektif sebelum penyeimbangan masing-masing fasa pada pagi hari sebesar 26.72% ; 28.44% ; 34.06% dan malam hari 28.20% ; 31.00% ; 41.99%. Setelah penyeimbangan prosentase Jatuh tegangan pada pagi hari sebesar 3.43% ; 1.73% ; 2.60% dan malam hari sebesar 4.27% ; 0.43% ; 1.28%.

KESIMPULAN

Dari pembahasan hasil pengamatan Drop Tegangan Sistem Jaringan tegangan Rendah (JTR) oleh Gardu LB. 06 Kollior pada PT.PLN (Persero) ULP Lembata, maka dapat disimpulkan bahwa:

1. Prosentase jatuh tegangan antar fasa pada hari libur, pagi hari masing-masing sebesar 2,15 % (fasa R), 2,58 % (fasa S) ; 3,56 % (fasa T), dan malam hari sebesar 3,41 % (R), 1,74 % (S) dan 5,98 % (fasa T).
2. Untuk hari efektif, pagi hari sebesar 3,43 % (R), 1,73 % (S), 2,60 % (T) dan malam hari 4,27 % (R), 0,43 % (S) ; 1,28 % (fasa), masih dalam batas toleransi jatuh tegangan yang di ijinakan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] I. Roza, "Analisis Tegangan Jatuh Lokasi Penempatan Trafo Distribusi 20 kV Untuk Penyaluran Energi," *Jesce*, vol. 1, no. 2, 2018, [Daring]. Tersedia pada: <http://ojs.uma.ac.id/index.php/jesce>.
- [2] I. Hajar, N. Pasra, dan D. Rusmansyah, "Analisis Voltage Drop Pada Jaringan Tegangan Rendah Dengan Metode Pecah Beba Pada Gardu KH 007 Di PT PLN (Persero) UP3 Pamekasan," *Sutet*, vol. 10, no. 2, hal. 99–111, 2020, doi: 10.33322/sutet.v10i2.1306.
- [3] N. Septiani, S. Thaha, dan 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, hal. 129–135, 2021.
- [4] H. L. Latupeirissa, H. Muskita, dan C. Leihitu, "Analisis Kerugian Tegangan Pada Jaringan Tegangan Rendah (Jtr) 380/220 Volt Gardu Distribusi Politeknik Negeri Ambon," *J. Simetrik*, vol. 8, no. 1, hal. 46–51, 2018, doi: 10.31959/js.v8i1.79.
- [5] S. P. Nurullah dan A. Hariyanto, "Analisis Perbaikan Jatuh Tegangan Pada JTR Dengan Metode Pemerataan Beban Di Gardu KD26A PT. PLN (Persero) Area Pondok Kopi," hal. 79, 2020.
- [6] R. Syahputra, "TRANSMISI DAN DISTRIBUSI TENAGA LISTRIK," *Long Range Plann.*, vol. 28, no. 4, hal. 131, 1995, doi: 10.1016/0024-6301(95)94318-s.
- [7] S. Suripto, "Buku Ajar Sistem Tenaga Listrik," *Univ. Muhammadiyah Yogyakarta*, hal. 1–59, 2016.
- [8] O. Kati, A. Khafabin, dan Suparno, "Studi Evaluasi Distribusi Jaringan Tegangan Rendah (JTR) pada Gardu JPR 047 Penyulang Merak," *Elsains J. Elektro*, vol. 3, no. 1, 33 | 9

- hal. 31–36, 2021, [Daring]. Tersedia pada: <https://jurnal.untag-sby.ac.id/index.php/EL-SAINS/article/view/31-36#:~:text=Sistem distribusi Jaringan Tegangan Rendah,mutu tegangan dan tingkat keandalan>.
- [9] S. Hidayat, S. Legino, dan N. F. Mulyanti, “Penyeimbangan beban pada jaringan tegangan rendah gardu distribusi CD 33 penyulang Sawah di PT PLN (Persero) Area Bintaro,” *J. Ilm. sutet*, vol. 8, no. 1, hal. 21–27, 2018, [Daring]. Tersedia pada: <https://stt-pln.e-journal.id/sutet/article/view/712>.
- [10] I. wayan Suartika Made, Arta Wijaya, “Memperbaiki Drop Tegangan Di Daerah Banjar Tulangnyuh Klungkung,” *Jur. Tek. Elektro, Fak. Tek. Univ. Udayana*, vol. 9, no. Universitas Udayana Kampus Bukit Jimbaran, Bali, hal. 7, 2010.
- [11] A. Azis dan H. A. Nurdin, “Analisa Jarak Lindung Lighting Arrester Terhadap Transformator Daya 20 Mva Gardu Induk Sungai Juaro Palembang,” *Tek. J. Tek.*, vol. 7, no. 1, hal. 106, 2020, doi: 10.35449/teknika.v7i1.134.
- [12] Perusahaan Listrik Negara, “Standar Konstruksi Jaringan Tegangan Menengah Tenaga Listrik,” *PT. PLN*, hal. 3–4, 2010.
- [13] Amalia Yunia Rahmawati, “ANALISIS TEGANGAN JATUH (DROP VOLTAGE) PADA UNIT BOILER DI PPSDM MIGAS CEPU MENGGUNAKAN ETAP,” no. July, hal. 1–23, 2020.
- [14] H. Asy, “PERBAIKAN JATUH TEGANGAN DAN REKONFIGURASI BEBAN PADA PANEL UTAMA PRAMBANAN,” *Seminar*, vol. 2011, no. Semantik, hal. 1–5, 2011.