



## ***POWER FLOW ANALYSIS OF HIGH-VOLTAGE NETWORKS AT PT. PLN ULP SERANG USING ETAP 19.0***

### **ANALISIS ALIRAN DAYA JARINGAN TEGANGAN TINGGI PADA PT. PLN ULP SERANG MENGGUNAKAN ETAP 19.01**

**Abdi Rafidan Saputra<sup>1</sup>, Dimas Pramudya<sup>2</sup>, M. Naufal Gibran<sup>3</sup>, Teddy Kurniawan<sup>4</sup>**

<sup>123</sup> Faculty of Science and Technology, Department of Electrical Engineering, Sultan Syarif Kasim State Islamic University

Corresponden E-Mail: [2022310054.nabila@itp.ac.id](mailto:2022310054.nabila@itp.ac.id)

*Makalah: Diterima 19 June 2024; Diperbaiki 25 September 2024; Disetujui 25 November 2024  
Corresponding Author: Abdi R.F*

#### **Abstrak**

Penelitian ini membahas analisis aliran daya jaringan tegangan tinggi pada PT. PLN ULP Serang menggunakan program ETAP 19.0.1. Tujuan penelitian ini adalah untuk meningkatkan kualitas jaringan distribusi tenaga listrik dengan mengurangi jatuh tegangan. Penelitian ini dilakukan di PT. PLN ULP Serang, Kota Serang, Banten. Data yang digunakan meliputi single line diagram sistem 20 kV, data trafo distribusi, data penghantar, dan data pembebanan trafo distribusi. Penulis melakukan perhitungan dan simulasi perbaikan penampang penghantar menggunakan program ETAP. Hasil simulasi menunjukkan bahwa uprating penghantar dapat mengurangi jatuh tegangan dan rugi-rugi daya pada jaringan. Penelitian ini berharap dapat memberikan kontribusi pada peningkatan kualitas jaringan distribusi tenaga listrik dan meningkatkan kepuasan pelanggan

**Keyword: Aliran Daya, ETAP 19.0.1, Trafo Distribusi**

#### **Abstract**

This research discusses the analysis of high voltage network power flow at PT PLN ULP Serang using ETAP 19.0.1 program. The purpose of this research is to improve the quality of the power distribution network by reducing voltage drops. This research was conducted at PT PLN ULP Serang, Serang City, Banten. The data used includes single line diagram of 20 kV system, distribution transformer data, conductor data, and distribution transformer loading data. The author performs calculations and simulations of conductor cross-section improvements using the ETAP program. The simulation results show that uprating the conductor can reduce voltage drops and power losses in the network. This research hopes to contribute to improving the quality of the power distribution network and increasing customer satisfaction.

**Keywords: Power Flow, ETAP 19.0.1, Distribution Transformer.**

#### **1. Pendahuluan**

PT. PLN (Persero) adalah penyedia energi terbesar di negara ini. Karena tenaga listrik sangat penting, distribusi tenaga listrik yang baik, aman, andal, dan berkualitas tinggi sangat penting untuk mencapai kepuasan pelanggan. Jatuh tegangan, yang didefinisikan sebagai perbedaan antara tegangan kirim dan terima, merupakan salah satu masalah pendistribusian tenaga listrik PT. PLN (Persero). Tegangan di ujung jaringan yang menuju pelanggan dapat melampaui batas toleransi karena faktor-faktor seperti ukuran penampang penghantar yang tidak sesuai, arus yang mengalir, atau jaringan yang terlalu panjang. Faktor utama yang menentukan seberapa baik atau buruk sistem penyaluran dan distribusi tenaga listrik adalah kualitas tegangan yang diterima oleh konsumen.

Meningkatkan ukuran penampang penghantar adalah salah satu cara untuk mengurangi jatuh tegangan. Oleh karena itu, penulis melakukan perhitungan dan simulasi perbaikan penampang penghantar dengan menaikkan penghantar JTR pada Gardu Distribusi GD KRDB. Mereka melakukan ini dengan menggunakan program ETAP, yang merupakan singkatan dari Electrical Transient Analysis Program.

## 2. Tinjauan Pustaka

Pengaruh Penambahan Jaringan Terhadap Drop Tegangan adalah penelitian yang dilakukan pada tahun 2013 oleh Erhaneli dan Aldi Riski dari Institut Teknologi Padang. Studi ini menyelidiki bagaimana penambahan jaringan berdampak pada penurunan tegangan, atau drop tegangan, dalam sistem distribusi tenaga listrik. Kerugian yang memiliki sifat teknis adalah penurunan tegangan. Adanya faktor impedansi ( $Z$ ) di sepanjang saluran atau penghantar yang dilalui arus listrik dapat menyebabkan penurunan tegangan. Nilai drop tegangan pada sistem jaringan distribusi berbeda setiap saat. Ini terjadi ketika nilai tegangan pada awal jaringan (pusat tenaga, gardu induk, gardu hubung, dan trafo tiang) berbeda dengan nilai tegangan pada ujung jaringan (beban atau konsumen). Hal ini dapat terjadi karena besarnya nilai penghalang saat ini.

Untuk analisa Alternatif Perbaikan untuk Mengatasi Drop Tegangan adalah penelitian yang dilakukan pada tahun 2016 oleh Muhammad Fadli Biya Lubis dan Nurhalim dari Universitas Riau. Dengan mengubah luas penampang kabel yang digunakan untuk mendapatkan kualitas jaringan yang baik, penelitian ini berfokus pada perbaikan kualitas jaringan distribusi. Dengan meningkatkan luas penampang dari 70 mm<sup>2</sup> menjadi 150 mm<sup>2</sup>, nilai tegangan masing-masing bus dapat ditingkatkan setinggi mungkin. Selain itu, dapat mengurangi kerugian daya yang terjadi pada jaringan distribusi.

Untuk Penelitian yang dilakukan pada tahun 2015 oleh Agung Nugroho dan Eko Setiawan dari Universitas Diponegoro berjudul "Analisa Perbaikan Losses dan Jatuh Tegangan Pada Jaringan SR dengan ETAP" membahas tentang fakta bahwa semakin banyak tarikan sambungan rumah ke sambungan layanan pelanggan, semakin besar losses (susut daya) yang dihasilkan, dan ini jelas berkorelasi dengan semakin banyak kerugian yang ditanggung.

Untuk Studi 2013 berjudul "Analisis Perhitungan Losses Pada Jaringan Tegangan Rendah Dengan Perbaikan Pemasangan Kapasitor" dilakukan oleh Ratih Novalina Putri dan Hari Putranto dari Universitas Negeri Malang. Tujuan penelitian ini adalah untuk mempelajari sistem distribusi listrik, bagian terdekat dengan konsumen. Akibatnya, untuk mencegah susut energi, juga dikenal sebagai losses, yang akan merugikan konsumen pengguna listrik dan PT. PLN (Persero), diperlukan peningkatan pelayanan terhadap konsumen tenaga listrik pada penyaluran Sistem Distribusi Listrik. Losses jaringan adalah perbedaan antara KWH yang dibeli PLN Distribusi dan KWH yang dijual ke pelanggan. Losses dapat dikategorikan menjadi dua kategori: losses teknis dan non-teknis. Losses non-teknis adalah kerusakan yang disebabkan oleh kesalahan pemasangan dan kerusakan material atau peralatan jaringan. Losses teknis adalah kerusakan yang disebabkan oleh sifat material atau peralatan jaringan. Jatuh tegangan pada tiang ujung meningkatkan arus jaringan, meningkatkan kehilangan jaringan.

Untuk Analisis Kerugian Tegangan Pada Jaringan Tegangan Rendah (JTR) 380/220 Volt Gardu Distribusi adalah penelitian yang dilakukan oleh Hamles L. Latupeirissa dari Politeknik Negeri Ambon pada tahun 2018. Studi ini membahas bagaimana panjang dan luas penampang penghantar sangat mempengaruhi seberapa besar presentasi jatuh tegangan atau regulasi tegangan pada saluran penghantar. Ini karena semakin panjang penghantar dan semakin kecil luas penampangnya, semakin besar hambatan atau resistansi penghantar. Tegangan akan turun di ujung penerimaan konsumen karena jarak dan luas penampang saluran yang kecil. Apabila ada penurunan tegangan yang melebihi batas toleransi, maka secara teknis akan menyebabkan peralatan listrik konsumen tidak berfungsi dengan baik.

### A. Jaringan Tegangan Rendah

Pada tegangan distribusi, jaringan tegangan rendah adalah bagian hilir dari sistem tenaga listrik. Jaringan tegangan rendah menyalurkan tenaga listrik ke konsumen tegangan rendah dari Gardu Distribusi. Sekarang, jaringan tegangan rendah biasanya menggunakan penghantar twisted cable low voltage (LVTC). PT. PLN (persero) menggunakan tegangan rendah 220/380 V. Jenis kabel ini direntangkan di antara tiang penyangga, dengan bagian utamanya adalah tiang, kabel, dan bracket penyangga yang menahan kabel pada tiang. Karena dianggap lebih handal, kabel jenis ini sekarang banyak digunakan dalam pemasangan JTR baru

## 3. Metode Penelitian

Fokus penelitian adalah PT.PLN (Persero) UP2K Banten. Salah satu tugas perusahaan adalah membangun jaringan listrik ke wilayah-wilayah pelosok Banten. Dengan permintaan energi yang terus meningkat, tentunya Sampai di halaman rumah, masyarakat sangat membutuhkan jaringan listrik. Perbaikan jaringan listrik di Desa Tembong, Kecamatan Cipocok, Kota Serang, khususnya di wilayah kerja PT.PLN (Persero) ULP Serang Kota, adalah subjek penelitian ini.

Data yang diperlukan untuk menyelesaikan masalah dievaluasi berdasarkan metode yang digunakan dalam proses pengumpulan data. Data berikut dikumpulkan oleh penulis karena program ETAP digunakan sebagai alat simulasi dalam penelitian ini:

- Single line diagram sistem 20 kV PT PLN (Persero)ULP Serang Kot a khususny a single line diagram untuk penyulang Palim a yang menyuplai GD KRDB di Desa Tembong Kecamatan Cipocok Kota Serang
- Data trafo distribusi GD KRDB yang berada pada penyulang Palima
- Data penghantar serta luas penampang yang digunakan
- Data pembebanan trafo distribusi

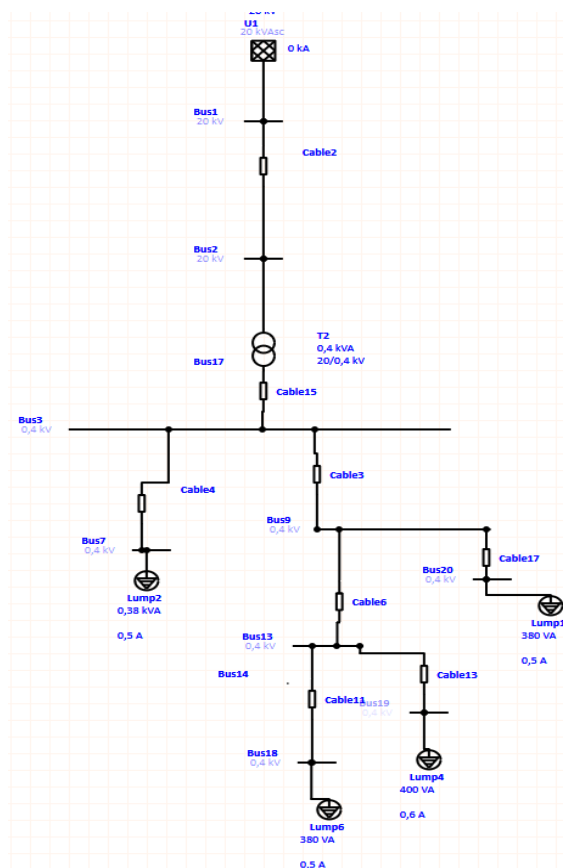
A. Penggunaan ETAP

Jurusan	R	X	Panjang Kabel	Arus rata2	Tegangan Operasi	Drop Tegangan	Rugi Daya
	( $\Omega$ /km)	( $\Omega$ /km)	(meter)	(Ampere)	Volt	%	(KW)
1	0.509	0.079	0.75	80.33	322	86%	53.753
2	0.509	0.079	0.70	56.00	341	91%	34.973

Metode perhitungan menggunakan ETAP merupakan metode yang digunakan untuk mengamati perbedaan kondisi kelistrikan sebelum dan sesudah jaringan dilakukan perbaikan menggunakan aplikasi software. Metode perhitungan ini meliputi pengamatan kondisi tegangan, dan rugi-rugi daya.

Langkah-langkah dalam metode menggunakan ETAP yaitu:

- Membuat One-Line Diagram dari sumber tegangan GI sampai gardu distribusi sesuai dengan gambar diagram lokasi. One-Line yang dibuat pada ETAP terdiri atas beberapa komponen yaitu



- Menginputkan data jaringan pada masing- masing komponen, seperti panjang jaringan, jenis penghantar, luas penampang penghantar, kapasitas pada gardu distribusi, beban pada gardu distribusi.
- Memilih Icon Load Flow Analysis pada toolbar untuk menjalankan analisis aliran beban, sehingga diketahui jatuh tegangan dan rugi-rugi daya pada jaringan. Pada kondisi pertama disimulasikan pola jaringan sebelum dilakukannya perbaikan penghantar

Nama GD	Lokasi	Kapasitas (KVA)	Hasil Pengukuran									
			Beban (Ampere)				Tegangan Sumber (Volt)					
			R	S	T	N	R-N	S-N	T-N	R-S	R-T	S-T
KRDB	Desa Tembong Kec. Cipocok Kota Serang	Utama	146	130	133	64	218	216	217	376	377	374
		Jurusan 1	75	76	90	42	218	216	217	376	377	374
		Jurusan 2	71	54	43	22	218	216	217	376	377	374

Mengeluarkan hasil dari Load Flow Analysis dengan mengklik Report Manager.



- Melakukan simulasi sesudah perbaikan penampang penghantar dengan uprating
- Mengeluarkan hasil dari Load Flow Analysis setelah Up rating apabila terjadi masalah dengan mengklik Report Manager.
- Membandingkan dua antara dua hasil simulasi tersebut, Berdasarkan hasil tersebut diketahui uprating yang dilakukan bisa berdampak pada perubahan tegangan

#### 4. Hasil dan Pembahasan

Untuk menganalisis aliran daya dibutuhkan beberapa data, data yang peneliti dapatkan berupa data sekunder berdasarkan studi literatur yaitu.

##### A. Data Sekunder Penelitian

Gen. Cat.	%V	Vangle	MW	Mvar	%PF	Gmax	Gmin
1 Design	100	0					
2 Normal	100	0					
3 Shutdown	100	0					
4 Emergency	100	0					
5 Standby	100	0					
6 Startup	100	0					
7 Accident	100	0					
8 Summer Load	100	0					
9 Winter Load	100	0					
10 Gen Cat. 10	100	0					

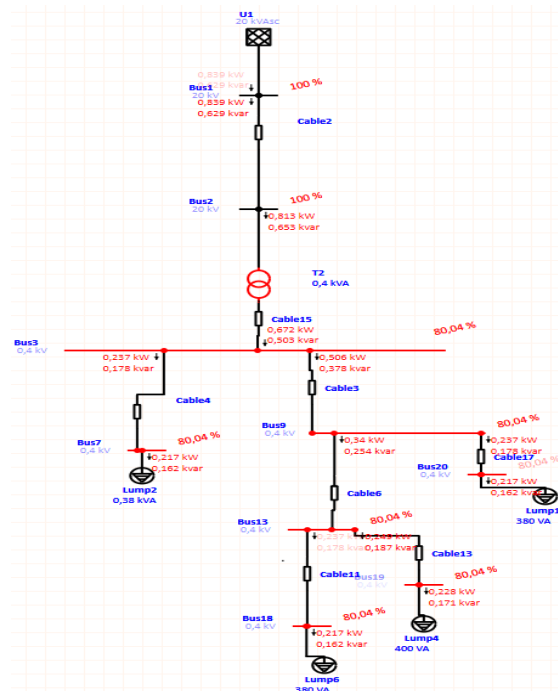
Operating: %V: 100, Vangle: 0, MW: 0.0008, Mvar: 0.0006

Gambar 1. Spesifikasi generator

Voltage Rating		FLA	Nominal Bus kV	Z Base
Prim:	20	0.012	20	kVA
Sec:	0.4	0.577	0.4	0.4
Power Rating		Alert - Max		
Rated: 0.4		kVA		
Other 65		0.4		
Derated: 0.4		Derated kVA		
		User-Defined		

Gambar 2. Spesifikasi Transformator

B. Simulasi Pada Aplikasi ETAP



Gambar 3. Simulasi Aliran Daya

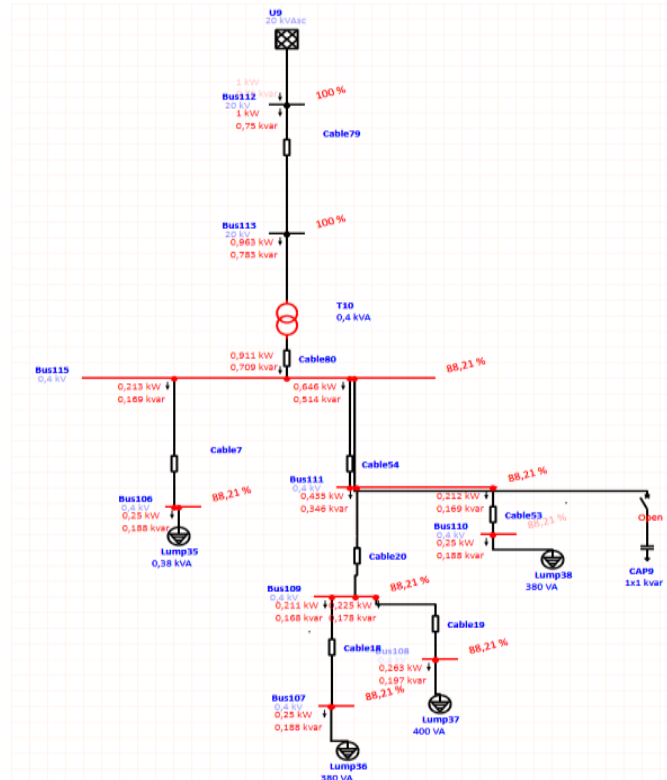
Gambar 3 merupakan simulasi aliran daya yang dilakukan pada software ETAP 19.0. Dari hasil simulasi aliran daya didapatkan bahwa tegangan yang mengalir pada bus 1 20 kV, kemudian ketika melewati trafo step down menjadi 0,4 kV. Dari trafo menuju bus 3 tegangan mengalami penurunan menjadi 80,04% atau dari 0,4Kv menjadi 0,35 Kv. Hal tersebut merupakan sesuatu yang tidak diinginkan karena terjadi drop tegangan. Untuk mengatasi drop tegangan tersebut salah satunya dengan cara menambah luas penampang pada kabel. Pada saat ini luas penampang kabel yang digunakan 70mm<sup>2</sup> dan mengalami drop tegangan karena panjangnya saluran transmisi. Pada penelitian ini merubah luas penampang menjadi 120 mm<sup>2</sup>.

Cable Editor - Cable15						
Sizing - Phase	Sizing - GND/PE	Reliability	Routing	Remarks	Comment	
Info	Physical	Impedance	Configuration	Loading	Capacity	Protection
BS6004	Non-Mag.	50 Hz	Code : 70			
Polyvinyl Chloride	100 %	0,7 kV	1/C CU	70	mm <sup>2</sup>	

Gambar 4. Luas penghantar kabel 70mm<sup>2</sup>

Cable Editor - Cable73						
Sizing - Phase	Sizing - GND/PE	Reliability	Routing	Remarks	Comment	
Info	Physical	Impedance	Configuration	Loading	Capacity	Protection
BS6004	Non-Mag.	50 Hz	Code : 120			
Polyvinyl Chloride	100 %	0,7 kV	1/C CU	120	mm <sup>2</sup>	

Gambar 5. Luas penghantar kabel 120mm<sup>2</sup>



Gambar 6. Aliran daya setelah kabel 120mm<sup>2</sup>

Pada Gambar 4 diatas bahwa setelah luas penampang kabel diubah menjadi 120mm tegangan yang awalnya mengalami penurunan menjadi 80,04% berubah menjadi 88,21%.

Tabel 1. Output aliran daya menggunakan kabel 70mm<sup>2</sup>.

UKURAN KABEL		BUS 1		
70mm <sup>2</sup>	Daya Aktif	Daya Reaktif	<b>Tegangan</b>	
	0,506 kW	0,378 kvar	<b>80,04%</b>	
<b>BUS 2</b>				
	Daya Aktif	Daya Reaktif	<b>Tegangan</b>	
	0,217 kW	0,162 kvar	<b>80,04%</b>	
<b>BUS 3</b>				
	Daya Aktif	Daya Reaktif	<b>Tegangan</b>	
	0,237 kW	0,178 kvar	<b>80,04%</b>	
<b>BUS 4</b>				
	Daya Aktif	Daya Reaktif	<b>Tegangan</b>	
	0,217 kW	0,162 kvar	<b>80,04%</b>	
<b>BUS 5</b>				
	Daya Aktif	Daya Reaktif	<b>Tegangan</b>	

	0,209 kW	0,187 kvar	<b>80,04%</b>
<b>BUS 6</b>			
	Daya Aktif	Daya Reaktif	<b>Tegangan</b>
	0,228 kW	0,171 kvar	<b>80,04%</b>
<b>BUS 7</b>			
	Daya Aktif	Daya Reaktif	<b>Tegangan</b>
	<b>0,217 kW</b>	<b>0,162 kvar</b>	<b>80,04%</b>

Berdasarkan tabel diatas dapat dilihat nilai dari output aliran daya menggunakan kabel 70mm setelah dilakukan simulasi menggunakan ETAP 19.0.1, setiap bus memiliki drop tegangan yang sama yaitu sebesar 80,04%. Kemudian output dari daya aktif dan reaktif setiap bus memiliki nilai yang berbeda-beda, yang mana hasilnya akan mengalami perubahan ketika ukuran kabel sudah diganti menjadi 120mm.

Tabel 2. Output aliran daya menggunakan kabel 120mm<sup>2</sup>.

<b>UKURAN KABEL</b>	<b>BUS 1</b>		
<b>120mm<sup>2</sup></b>	Daya Aktif	Daya Reaktif	<b>Tegangan</b>
	0,646 kW	0,514 kvar	<b>88,21%</b>
	<b>BUS 2</b>		
	Daya Aktif	Daya Reaktif	<b>Tegangan</b>
	0,25 kW	0,188 kvar	<b>88,21%</b>
	<b>BUS 3</b>		
	Daya Aktif	Daya Reaktif	<b>Tegangan</b>
	0,212 kW	0,169 kvar	<b>88,21%</b>
	<b>BUS 4</b>		
	Daya Aktif	Daya Reaktif	<b>Tegangan</b>
	0,25 kW	0,188 kvar	<b>88,21%</b>
	<b>BUS 5</b>		
	Daya Aktif	Daya Reaktif	<b>Tegangan</b>
	0,225 kW	0,178 kvar	<b>88,21%</b>
	<b>BUS 6</b>		
	Daya Aktif	Daya Reaktif	<b>Tegangan</b>
	0,263 kW	0,197 kvar	<b>88,21%</b>
	<b>BUS 7</b>		
Daya Aktif	Daya Reaktif	<b>Tegangan</b>	
<b>0,25 kW</b>	<b>0,188 kvar</b>	<b>88,21%</b>	

Berdasarkan tabel diatas dapat dilihat nilai aliran daya setelah melakukan simulasi menggunakan ETAP 19.0.1 dan juga melakukan perubahan terhadap ukuran kabel menjadi 120mm<sup>2</sup>. Dapat dilihat pada setiap bus mengalami penurunan tegangan hilang yang awalnya sebesar 19,96% menjadi 11,79% dan juga mengalami kenaikan daya aktif dan reaktif untuk setiap bus nya. Dapat disimpulkan bahwa ketika menggunakan kabel 120mm<sup>2</sup> tegangan hilang mengalami penurunan sebesar 8,17%. Demikian luas penampang (ukuran kabel) dapat mempengaruhi suatu aliran daya, yang mana mempengaruhi output daya aktif, reaktif dan tegangan hilang

#### 4. Kesimpulan

Dalam kesimpulan, penelitian ini menunjukkan bahwa uprating penghantar dapat mengurangi jatuh tegangan dan rugi-rugi daya pada jaringan. Penelitian ini berharap dapat memberikan kontribusi pada peningkatan kualitas jaringan distribusi tenaga listrik dan meningkatkan kepuasan pelanggan. Setelah melakukan perubahan terhadap ukuran kabel, didapatkan bahwa tegangan hilang mengalami penurunan sebesar 8,17%. Oleh karena itu penggantian terhadap luas penampang (ukuran kabel) dapat meningkatkan kualitas suatu aliran daya agar mendapatkan tegangan yang dapat mencukupi kebutuhan beban.

#### Daftar Pustaka

- [1] Direksi PT. PLN (Persero). 1997. Kursus Operasi dan Pemeliharaan Distribusi TR. Tuntungan: PT. PLN (Persero).
- [2] Firmansyah. 2012. Sistem Distribusi Daya Listrik. Padang: Politeknik Negeri Padang.
- [3] Sarimun, Wahyudi. 2011. Buku Saku Pelayanan Teknik (Yantek) Edisi Edisi Kedua. Cibening: Garamond
- [4] SPLN No.1. 1995. Tegangan-Tegangan Standar. Jakarta : PT. PLN (Persero).
- [5] SPLN No.72. 1987. Spesifikasi Desaint untuk Jaringan Tegangan Menengah (JTM) dan Jaringan Tegangan Rendah (JTR). Jakarta : PT. PLN (Persero).
- [6] Suhadi, dkk. 2008. Teknik Distribusi Tenaga Listrik Jilid 1. Jakarta : Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Kejuruan.
- [7] Sukmawidjaja, Maula. 2008. Perhitungan Profil Tegangan pada Sistem Distribusi Menggunakan Matrix Admitansi dan Matrix Impedansi Bus.
- [8] Andreansyah, L., Sukoco, B., Islam Sultan Agung Semarang, U., & Raya Kaligawe, J. (2019). Prosiding KONFERENSI ILMIAH MAHASISWA UNISSULA (KIMU) 2 Analisis Relai Jarak Sebagai Proteksi Pada Jaringan Transmisi Saluran Udara Tegangan Tinggi 150 Kv Gardu Induk Randu Garut-Weleri.
- [9] Utomo, T., & Rohmadi, F. (n.d.). Analisis Aliran Daya Sebelum dan Setelah Uprating Kapasitas Busbar 150 kV pada Sistem Jaringan SUTT Banyuwangi. In Jurnal EECCIS (Vol. 15, Issue 3).
- [10] Komputer, K. J., Informasi, T., & Elektro, D. T. (2022). @2022 kitekro (Vol. 7, Issue 1).
- [11] [1] Febriana Pratiwi, N., Pudir, A., & Mursanto, W. B. (2022). *Prosiding The 13th Industrial Research Workshop and National Seminar Bandung*.
- [12] Cok Indah Purnama Putri, I Made Ari Nnartha, Ida Bagus Fery Citarsa.2024, ANALISIS ALIRAN DAYA SISTEM KELISTRIKAN LOMBOK UNTUK MENGETAHUI PENGARUH SISIPAN GARDU INDUK MATARAM.
- [13] Ambon, P. N. (n.d.). Marceau A F Haurissa. 2023, SIMULASI ALIRAN DAYA BERBASIS ETAP MENGGUNAKAN METODE NEWTONRAPHSON PADA JARINGAN DISTRIBUSI 20KV PENYULANG LATERI 2 DAN LATERI 3.