



## Penggunaan Kapasitor Bank untuk Perbaikan Profil Tegangan Pada Penyulang Makariki Area Masohi

Dita Arisandy Muzakkir<sup>1</sup>, Marceau A F Haurissa<sup>2</sup>, Marselin Jamlaay<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup> (Teknologi Rekayasa Sistem Kelistrikan Minyak dan Gas – Politeknik Negeri Ambon)

[ditamuzakir06@gmail.com](mailto:ditamuzakir06@gmail.com)<sup>1</sup>, [haurisamarceau@gmail.com](mailto:haurisamarceau@gmail.com)<sup>2</sup>, [marselin90@gmail.com](mailto:marselin90@gmail.com)<sup>3</sup>

### ARTICLE HISTORY

Received:

August 14, 2025

Revised

December 16, 2025

Accepted:

December 16, 2025

Online available:

December 24, 2025

**Keyword:** Voltage Profile, Capacitor Bank, Makariki Feeder, Etap Software

\*Correspondence:

Name: Marceau A F Haurissa

E-mail:

[haurisamarceau@gmail.com](mailto:haurisamarceau@gmail.com)

Kantor Editorial

Politeknik Negeri Ambon

Pusat Penelitian dan Pengabdian

Masyarakat

Jalan Ir. M. Putuhena, Wailela-

Rumahtiga, Ambon Maluku,

Indonesia

Kode Pos: 97234

### ABSTRACT

*In the implementation of electric power distribution, various issues are frequently encountered. The distribution of electric energy through the distribution network often faces problems such as voltage drops. Power delivery through the distribution network to the load is prone to several challenges, particularly voltage drop. The Makariki feeder is classified as a relatively long radial feeder, with a total line length from the ULPL Masohi substation to the terminal point in Beben, Moti, measuring 63.37 km. Therefore, an analysis is needed to determine the voltage profile both before and after the use of a capacitor bank on the Makariki feeder distribution network. The longer the distribution line, the greater the voltage drop it experiences. The single-line diagram of the Makariki feeder was modeled in ETAP based on the obtained data. The simulation results showed that the voltage drop in the Makariki feeder under installed load conditions was 6.30%, under peak load conditions was 4.25%, and under off-peak load conditions was 3.25%. Based on these results, it can be seen that the voltage drop under installed load conditions exceeds the SPLN NO. 72 standard of 1987, which sets a maximum of 5%. After corrective measures using capacitor banks were applied to the installed load condition, voltage drops were reduced to 3.60% in scenario 1, 1.55% in scenario 2, and 2.85% in scenario 3. Among the three scenarios, all improvements showed a reduction in voltage drop on the Makariki feeder voltage profile under installed load conditions. However, the voltage drop percentages differed across scenarios. Scenario 2 demonstrated the most effective reduction in voltage drop among the three.*

**Keywords:** Voltage Profile, Capacitor Bank, Makariki Feeder, Etap Software

### 1. PENDAHULUAN

ULP (Unit Layanan Pelanggan) Masohi memiliki 5 Penyulang yaitu Penyulang Kota A, Penyulang Kota B, Penyulang Amahai, Penyulang Makariki, Penyulang Tamilow, dari data yang di lihat pada ULP Masohi tercatat jumlah pelanggan yang menggunakan listrik kurang lebih sebanyak 37.876 pelanggan. Energi listrik yang disalurkan dari gardu induk sebesar 57.846.445 kWh, sedangkan energi listrik yang terjual sebesar 51.916.602 kWh, perbedaan jumlah tersebut dikarenakan adanya gangguan baik dari sistem ataupun

di luar sistem saat penyaluran energi listrik sehingga mengakibatkan penurunan energi listrik. Dari data kondisi awal profil tegangan di penyulang Makariki area Masohi mengalami penurunan tegangan yang cukup besar yaitu 6,3 %, Menurut buku SPLN 72:1987 mengenai pengaturan tegangan dan jatuh tegangan dinyatakan besarnya turun tegangan pada JTM (Jaringan Tegangan Menengah) yang diperbolehkan adalah 2% dari tegangan kerja dengan sistem yang tidak memanfaatkan STB, yaitu *spindle* dan gugus serta 5% dari tegangan kerja bagi sistem yang memanfaatkan



STB, yaitu sistem radial diatas tanah dan sistem simpul. Berdasarkan permasalahan itu maka dilakukan penelitian dengan **judul** Penggunaan Kapasitor Bank Untuk Perbaikan Profil Tegangan Pada Penyulang Makariki Area Masohi. Dengan ini penulis melihat atau meneliti kondisi awal dari profil tegangan pada penyulang makariki area masohi sebelum dan sesudah pemasangan kapasitor bank. Hal ini dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui kondisi awal profil tegangan penyulang Makariki sebelum dan sesudah pemasangan kapasitor bank.

## 2. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Sistem Tenaga Listrik

Kecenderungan sistem tenaga listrik saat ini adalah terbentuknya sistem interkoneksi antara satu pusat pembangkit dengan pembangkit lainnya dengan tujuan untuk meningkatkan keandalan sistem tenaga listrik, yang selalu dituntut untuk dapat menyediakan dan menyalurkan energi listrik secara terus menerus kepada konsumen dalam jumlah dan mutu yang baik. (Reihand Arizal, 2022).

Sistem tenaga listrik terdiri dari 3 komponen utama yaitu pembangkit tenaga listrik, transmisi dan distribusi. Pada pusat listrik dilakukan pembangkitan tenaga dengan cara memanfaatkan generator sinkron. (Akbar Abadi., dkk., 2015).

### 2.2 Sistem Distribusi

Distribusi adalah semua bagian yang termasuk dalam peralatan sistem tenaga listrik yang mendistribusikan tenaga listrik dari gardu induk hingga ke kWh meter pada konsumen melalui *system* jaringan tegangan menengah dan sistem jaringan tegangan rendah. Sistem tenaga listrik dikatakan sebagai kumpulan atau gabungan yang terdiri dari komponen-komponen atau alat-alat listrik seperti generator, transformator, saluran transmisi, saluran distribusi dan beban yang saling berhubungan dan merupakan satu kesatuan sehingga membentuk suatu sistem.

### 2.3 Jatuh Tegangan

Penurunan tegangan merupakan gangguan yang sering terjadi pada sistem distribusi. Hal ini dikarenakan letak pusat beban yang jauh dari generator atau gardu induk (semakin panjang saluran distribusi) dan konfigurasi jaringan distribusi yang umumnya radial. Besarnya beban juga mempengaruhi penurunan tegangan, semakin besar beban maka arus yang mengalir juga semakin besar. (Marceau A.F. Haurissa., dkk., 2024).

### 2.4 Aliran daya

Studi aliran daya ialah analisis yang digunakan untuk menentukan dan menghitung tegangan, arus, daya, dan faktor daya atau daya reaktif

yang terdapat pada berbagi titik dalam suatu jaringan listrik pada keadaan pengoperasian normal, baik yang sedang berjalan maupun yang diharapkan akan terjadi di masa yang akan datang. Analisa aliran daya sangat penting dalam perencanaan pengembangan suatu sistem tersebut banyak tergantung pada efek interkoneksi dengan sistem tenaga yang lain, beban yang baru, stasiun pembangkit baru, serta saluran transmisi baru, sebelum semuanya dipasang. (Arnawan Hasibuan., dkk., 2020).

### 2.5 Kapasitor Bank

Pemasangan bank kapasitor berfungsi untuk memperbaiki faktor daya jaringan menjadi satu. Untuk mengetahui lokasi penempatan yang paling optimal, perlu dilakukan pengujian dengan menempatkan bank kapasitor yang telah dihitung pada setiap gardu distribusi di sepanjang *feeder* tempat bank kapasitor akan dipasang. (Marceau A.F. Haurissa., dkk., 2024). Kapasitor bank digunakan secara luas pada sistem tenaga listrik untuk perbaikan faktor daya dan profil tegangan. Dengan pemasangan kapasitor bank, beban akan mendapatkan suplai daya reaktif. Kompensasi yang dilakukan oleh kapastor bank, dapat mengurangi penyerapan daya reaktif sistem oleh beban. Dengan demikian jatu tegangan pada sistem dapat di kurangi.

Namun perlu diperhatikan bahwa dalam pemasangan kapasitor perlu dibatasi dengan limitasi kapasitas dari kapasitor hanya boleh maksimal atau lebih kecil dari *demand* daya reaktif pada sistem. Karena ketika kapasitas yang dipasang terlalu besar, maka susut pada jaringan akan terjadi karena arus reaktif yang kembali mengalir disebabkan oleh kapasitas kapasitor yang terlalu besar, sistem yang awalnya *lagging* menjadi *leading*. (Aprianto, A., dkk., 2023).

### 2.5.3 Optimasi Kapasitor

Optimasi Kapasitor digunakan untuk menentukan dimana lokasi yang cocok dan berapa besar kapasitas kapasitor yang harus dipasang. Tujuan optimasi ini adalah untuk meminimalkan biaya total yang diakibatkan oleh biaya kVA *Substation*, rugi-rugi energi sistem dan investasi kapasitor.

## 3. METODOLOGI

Penelitian dilakukan pada jaringan distribusi tegangan menengah 20 kV di penyulang Makariki area Masohi dengan melakukan studi literatur, pengumpulan data, observasi dan wawancara. Setelah data terkumpul, data tersebut dimasukan pada perangkat lunak *Electric Transient Analysis Program* (ETAP) untuk dilakukan analisa aliran daya, agar dapat mengetahui kondisi pada penyulang Makariki.

Proses analisa data pada perangkat lunak *Electric Transient Analysis Program* (ETAP) diawali



dengan menggambar desain diagram garis tunggal penyulang Makariki, setelah itu data yang telah dikumpulkan dimasukkan pada diagram garis tunggal yang telah digambar sesuai dengan parameter yang dibutuhkan untuk analisa aliran daya.

Kemudian hasil simulasi diagram garis tunggal dilakukan analisa untuk menghitung penurunan tegangan dengan menggunakan metode *Optimal Capacitor Placement* (OCP) pada penyulang Makariki. Untuk fitur *Optimal Capacitor Placement* yang ada pada perangkat lunak Electric Transient Analysis Program (ETAP), dalam hal ini diagram garis tunggal sudah harus jadi terlebih dahulu untuk bisa di analisa penempatan dan jumlah serta besaran kapasitas kapasitor bank yang dibutuhkan. Pilih sala satu bus yang ditentukan untuk dilakukannya simulasi, kemudian masuk pada fitur *run optimal capacitor placement*, fitur ini dijalankan ketika fitur *optimal capacitor placement* dan edit *study case* sudah diterapkan. Fitur ini menjalankan perintah optimal capacitor placement menganalisa penempatan dan jumlah serta besaran kapasitor bank yang akan digunakan pada diagram garis tunggal.

analisa aliran daya dilakukan untuk kondisi Beban Terpasang, Waktu Beban Puncak, Luar Waktu Beban Puncak dan kondisi setelah perbaikan.

#### 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

##### 4.1 Hasil Penelitian

PLTMG Seram Speaker merupakan sebuah pembangkit listrik di area pulau seram tepatnya di Masohi yang menggunakan gas sebagai bahan bakar untuk menghasilkan energi listrik. Dengan kemampuan mesin bertenaga 10 MW buatan Jerman. Penyulang makariki adalah salah satu penyulang yang bersumber dari PLTMG Seram Speaker yang merupakan

penyulang dengan jaringan yang cukup panjang pada Sistem Distribui Kota Masohi dengan melayani wilayah perkampungan seperti, Desa waipo, Makariki, KM1 sampai KM 12 dan lainnya

Panjang saluran Penyulang Makariki dari pangkal sumber PLTMG Seram Speaker hingga ke ujung beban Desa Moti adalah 63,371 kms. Untuk jaringan transmisi, penampang penyulang Makariki menggunakan jenis AAAC-S dengan diameter saluran 50 mm<sup>2</sup> dan 70 mm<sup>2</sup> serta jenis AAAC dengan diamet saluran 50mm<sup>2</sup> dan 70 mm<sup>2</sup>. Terdapat 67 gardu aktif dengan 2 beban 0 dan 1 gardu non aktif.

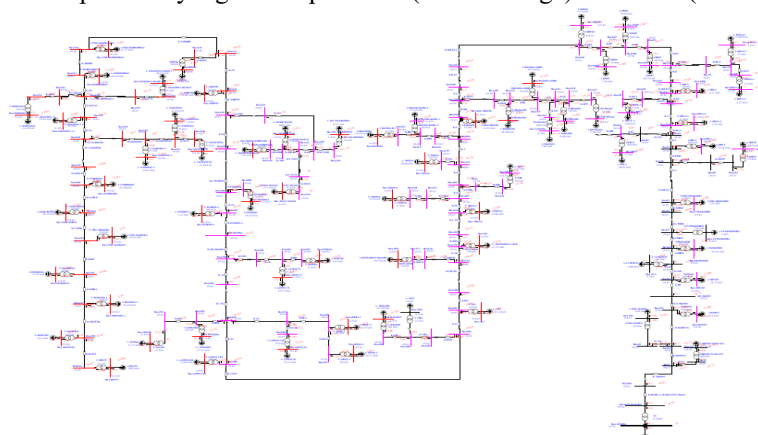
**Tabel 1. Jenis Penghantar AAAC**

Jenis Penghantar	Diameter Penghantar
AAAC	50mm <sup>2</sup>
AAAC	70mm <sup>2</sup>

**Tabel 2. Jenis Penghantar AAAC-S**

Jenis Penghantar	Diameter Penghantar
AAAC-S	70mm <sup>2</sup>

Setelah data yang akan dimasukkan, maka langkah selanjutnya adalah membuat diagram garis tunggal pada perangkat lunak *Electric Transient Analysis Program* (ETAP) 21.0.1. Komponen yang dipakai atau digunakan dalam rangkaian diagram garis tunggal penelitian ini adalah Generator/Pembangkit, *Transformator*, *Busbar*, *Kabel*, *Fuse*, *Switch* dan Beban (*Lump Load*). Pengaturan simulasi peringatan diperlukan nilai batasan tegangan dengan menggunakan batas critical dan marginal yang telah ditentukan berdasarkan standar PLN (SPLN 1 : 1995) dimana batas critical tegangan yang diatur dalam simulasi yaitu + 5% (Over Voltage) dan – 10% (Under Voltage) dan untuk batas marginal tegangan yaitu + 2% (Over Voltage) dan – 5% (Under Voltage).



Sumber : Simulasi hasil ETAP, 2024

**Gambar 1. Hasil simulasi Penyulang Makariki di software ETAP (Dita Muzakkir., 2024)**



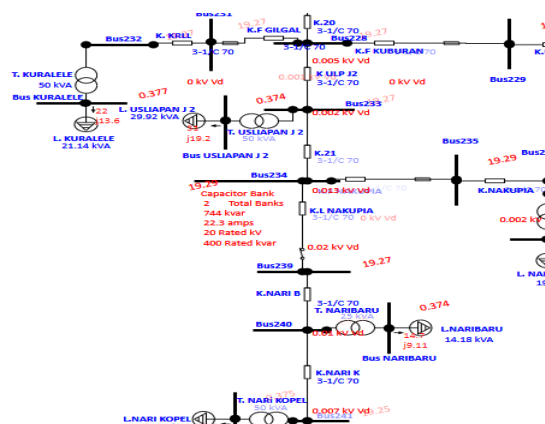
#### 4.2 Arus dan Tegangan

Pada tabel 3 didapatkan besar nilai arus dan tegangan pada penyulang Makariki sebagai berikut :

**Tabel 3. Arus dan Tegangan penyulang Makariki**

Penyulang	Arus (A)	Tegangan Sumber 20,04 (kV)								Jatuh Tegangan Pangkal & Ujung	
		Pangkal		Tengah				Ujung			
Makariki	55,7	Gh Ulpl Masohi		Gh Waipo		Gh Waipia		B.Moty		kV	%
		19,91	0,43%	19,75	1,26%	19,03	4,84%	18,65	6,73%	1,26	6,30





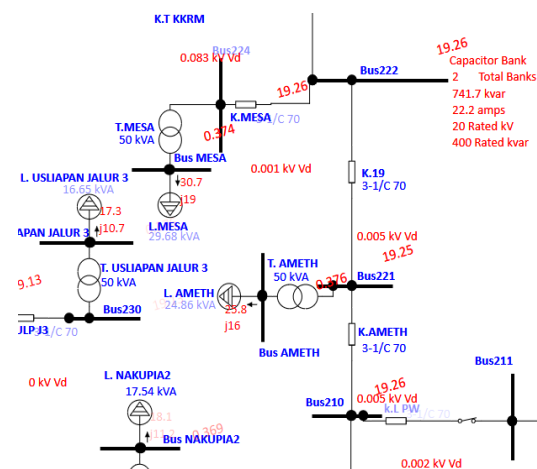
Sumber : Simulasi hasil ETAP, 2024

**Gambar 4.29 Simulasi metode OCP pada bus 234 (Dita Muzakkir., 2024)**

Perhitungan kapasitor bank pada bus 234 dengan metode Optimal Capacitor Placement (OCP) yang ada pada perangkat lunak Electric Transient Analysis Program (ETAP), Setelah di lakukan perhitungan dengan metode OCP, terlihat spesifikasi kapasitas kapasitor bank yang cocok untuk ditempatkan di bus 234 dengan total 2 buah kapasitor sebesar 400 kvar untuk masing – masing kapasitor dan dapat dilihat kenaikan tegangan menjadi 19,29 kV.

#### 4.7.3 Hasil Skenario 3 OCP

Perhitungan dengan metode OCP ini dilakukan pada beban terpasang atau beban tetap pada penyulang Makariki, terlihat setelah penempatan kapasitor bank pada bus 222 bus tegangan naik secara drastis pada bus.



Sumber : Simulasi hasil ETAP, 2024

**Gambar 4.36 Simulasi metode OCP pada bus 222 (Dita Muzakkir., 2024)**

Perhitungan kapasitor bank pada bus 222 dengan metode Optimal Capacitor Placement (OCP) yang ada pada perangkat lunak Electric Transient Analysis Program (ETAP), Setelah di lakukan perhitungan dengan metode OCP, terlihat spesifikasi kapasitas kapasitor bank yang cocok untuk ditempatkan di bus 222 dengan total 2 buah kapasitor sebesar 400 kvar untuk masing – masing kapasitor dan dapat dilihat kenaikan tegangan menjadi 19,26 kV.

#### 4.8 Tegangan dan Arus

Perbandingan Sebelum dan Setelah dilakukan simulasi didapat besar nilai arus dan penurunan tegangan pada penyulang Makariki sebagai berikut :

**Tabel 4. Perbandingan Arus dan Tegangan penyulang Makariki Sebelum dan sesudah pemasangan Capacitor Bank**

Penyulang	Arus (A)	Tegangan Sumber 20 (kV)								Jatuh Tegangan Pangkal & Ujung	
		Pangkal		Tengah				Ujung			
Sebelum Pemasangan Cap Bank	55,7	Gh Ulpl Masohi		Gh Waipo		Gh Waipia		B.Moty		kV	%
		19,91	0,43%	19,75	1,26%	19,03	4,84%	18,65	6,73%	1,26	6,3%
Setelah Pemasangan Cap Bank, Skenario 1	32,8	Gh Ulpl Masohi		Gh Waipo		Gh Waipia		B.Moty		kV	%
		19,98	0,11%	19,83	0,85%	19,28	3,58%	18,65	19,98%	0,72	3,6%
Setelah Pemasangan Cap Bank, Skenario 2	34,1	Gh Ulpl Masohi		Gh Waipo		Gh Waipia		B.Moty		kV	%
		20,04	0%	19,91	0,44%	19,53	2,35%	18,65	20,04%	0,26	1,55%
Setelah Pemasangan Cap Bank, Skenario 3	33,9	Gh Ulpl Masohi		Gh Waipo		Gh Waipia		B.Moty		kV	%
		20	0%	19,91	0,43%	19,54	2,29%	19,43	2,85%	0,57	2,85%

Sumber : (Simulasi hasil ETAP, 2024)



#### 4.9 Hasil Perbandingan

Berdasarkan hasil penelitian terkait penggunaan kapasitor bank untuk perbaikan profil tegangan di penyulang Makariki area Masohi, dapat dilihat kondisi awal dari penyulang Makariki mengalami penurunan tegangan yang cukup besar yaitu 6,3 %, presentase ini tentunya melebihi batas yang di tentukan yaitu 5 % pada standar SPLN 72 : 1987. Kemudian setelah melakukan perbaikan menggunakan kapasitor bank dengan metode *optimal capacitor placement* pada software ETAP, dilakukan 3 skenario penempatan kapasitor bank yaitu pada bus moty skenario 1, bus 234 skenario 2 dan pada bus 222 skenario 3, pada 3 skenario ini presentase penurunan tegangan mengalami penurunan dari kondisi awal yaitu skenario 1 sebesar 3,60%, skenario 2 sebesar 1,55 %, dan skenario 3 sebesar 2,85%.

Dari ketiga skenario yang diterapkan didapat hasil dengan presentase penurunan tegangan yang berbeda namun sama – sama dapat menurunkan jatuh tegangan sehingga profil tegangan pada kondisi beban terpasang penyulang makariki semakin membaik. Namun terdapat perbedaan daya reaktif dan *power factor* Skenario 1 berbeda dengan skenario 2 dan 3, selain itu adapun perbedaan pada penurunan tegangan critical alert yang ada pada skenario 1, skenario dan skenario 3 yaitu, Skenario 1 pada bus Sambungan WTT penurunan tegangan awal 18,654 kV naik menjadi 19,250 kV dan pada bus Moty penurunan tegangan awal 18,653kV naik menjadi 19,260 kV. Skenario 2, Pada bus Sambungan WTT penurunan tegangan awal 18,654 kV naik menjadi 19,610 kV dan pada bus Moty penurunan tegangan awal 18,653 kV naik menjadi 19,610 kV. Skenario 3, Pada bus Sambungan WTT penurunan tegangan awal 18,654 kV naik menjadi 19,430 kV dan pada bus Moty penurunan tegangan awal 18,653 kV naik menjadi 19,430 kV.

Jika dilihat lagi dari ketiga skenario ini, penurunan tegangan pada skenario 2 turun jauh dari drop tegangan awal yang artinya profil tegangan pada skenario 2 setelah pemasangan kapasitor bank jauh lebih membaik. Namun jika dilihat dari berbagai permasalahan tertulis maupun tidak tertulis skenario 1 adalah titik pemasangan yang paling tepat.

#### 5. PENUTUP

##### 5.1. Kesimpulan

Dari penelitian ini dapat disimpulkan bahwa :

- 1).Kondisi eksisting pada penyulang makariki di area masohi memiliki nilai tegangan yang cukup tinggi sebesar 6,3 % yang mana nilai tersebut sudah melebihi persentase Standar SPLN 72: 1987 sebesar 5%, sehingga diperlukan perbaikan.
- 2).Setelah dilakukan perbaikan menggunakan kapasitor bank dengan tiga skenario mendapatkan hasil

penurunan tegangan sebesar 3,60%, 1,55 % dan 2,85% yang mana presentase ini sudah memenuhi Standar SPLN 72 : 1987. Namun terdapat perbedaan pada penurunan tegangan *critical alert* skenario 2 jauh lebih meningkatkan tegangan pada bus yang mengalami critical alert dibanding dengan skenario 1 dan 3, skenario 2 juga jauh menurunkan penurunan tegangan dibanding dengan dua skenario lainnya.

#### 5.2. Saran

- 1). Perlu mengevaluasi titik tertentu pada penyulang makariki yang terindikasi mengalami penurunan tegangan .
- 2). Memperbaiki titik yang terindikasi penurunan tegangan baik menggunakan kapasitor bank ataupun dengan cara lain.
- 3). Melakukan perawatan dan evaluasi secara berkala.

Pada penelitian berikutnya diharapkan untuk dapat mengumpulkan data - data selengkap mungkin agar pada saat pengolahan dan analisis data dapat memudahkan dan tidak terhambat.

Saran adalah mengungkapkan kondisi khusus yang harus dilakukan bila penelitian ini akan dilaksanakan ulang atau merupakan pernyataan yang merupakan pedoman untuk penelitian selanjutnya dari masalah ini. Saran ditulis dalam satu paragraf.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Ade. I., Abra. T., dan Usaha. S., 2019, *Analisis Profil Tegangan dan Rugi Daya Jaringan Distribusi 20 KV PT PLN (PERSERO) Rayon Siak Sri Indrapura dengan Beroperasinya PLTMG Rawa Minyak*. SainETIn (Jurnal Sain, Energi, Teknologi & Industri), Vol. 4 No 1.
- A. F. Haurissa, M., Jamlaay, M., & Parera, L. M., 2024, *Evaluation of Voltage Profile in ETAP (Electric Transient And Analysis Program) at Ahuru Feeder 20 kV Medium Voltage Distribution*. International Journal of Science, Technology & Management, 5(2), 460-466. <https://doi.org/10.46729/ijstm.v5i2.1066>. [Accessed 5 jully 2025].
- Akbar. A dan Syafii., 2015, *Analisa Perbaikan Profil Tegangan Sstem Tenaga Listrik Sumbar Menggunakan Kapasitor Bank dan TAP Transformator*. Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Andalas.
- Aprianto. A., Azis. A dan Evindra. A., 2023, *Analisis Perbaikan Profil Tegangan 20 kV pada Jaringan Distribusi Studi Kasus Perbaikan Profil Tegangan Ujung Penyulang BTL02 Gardu Induk Batulicin dengan Pembangunan*



- Penyulang 20 kV Baru dan Pemasangan Kapasitor*. Jurnal Energi Dan Ketenagalistrikan, 1(2).
- Arizal. R., 2020, *Analisis Profil Tegangan Pada Penyulang Karpan 1 Akibat Penambahan Gardu Induk Sirimau*. Jurnal Elko (Elektrikal Dan Komputer), 3(1).
- Duyo. R. A., 2020, *Analisis Penyebab Gangguan Jaringan Pada Distribusi Listrik Menggunakan Metode Fault Tree Analysis Di PT.PLN (Persero) Rayon Daya Makassar*. Vertex Elektro, 12(12), Teknik Elektro, Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makasar.
- Hasan. B., Purwoharjono., dan Abidin. Z., 2022, *Perbaikan Profil Tegangan Dan Jatuh Tegangan Menggunakan Distributed Generation (Pada Feeder Sejangkung Di PT. PLN (Persero) Ulp Sambas*. Journal of Electrical Engineering, Energy, and Information Technology (J3EIT).
- Hasibuan. A., Muzamir. I dan Mohd. I. Y dan Siti. R. A. R., 2020, *Analisa Aliran Daya Pada Sistem Tenaga Listrik Dengan Metode Fast Decoupled Menggunakan Software Etap*. Jurnal Teknik Elektro.
- Mohamad. I. A. D., 2017, *Perbaikan Profil Tegangan Pada Sistem Distribusi Tegangan Menengah 20 Kv Dengan Pemasangan Svc (Static Var Compensator) Menggunakan Simulasi Etap 12.6.0 (Gi Ungaran Fedder Ung-3 Dan Ung-8)*. Fakultas Teknologi Industri, Semarang.
- Satria Abimanyu dan Irrine Budi Sulistiawati., 2019, *Perbaikan Profil Tegangan Menggunakan Ocp Untuk Penempatan Kapasitor Pada Sistem Kelistrikan PT. Kutai Timber Indonesia Probolinggo*. Institut Teknologi Nasional, Malang, Indonesia.
- Wardoyo. B., Hardianto. D dan Mangera.P., 2018, *Study Rele Gangguan Tanah Pada Jaringan Distribusi Primer Di PLN(PERSERO) Wilayah Papua Cabang Merauke*. Ejournal.Unmus.ac.id. Vol.1.
- Wijaya. K., Ruah. J., M. Mieftah dan Awan. S., 2022, *Analisa Keandalan System Distribusi 20kV Pada Penyulang Pujon PT. PLN (PERSERO) ULP Batu*. jurnal sistem kelistrikan, Politeknik Negeri Malang.
- Yusmartato. R dan Nasution. A., 2018, *Penggunaan Kapasitor Bank Pada Gardu Induk 275 Kv / 33 Kv (Aplikasi PT. Indonesia Asahan Aluminium)*. Teknik Elektro, Fakultas Teknik USU.