

# Analisa Aliran Sistem Distribusi Listrik *Power Plant* ke Kilang PPSDM Migas Menggunakan *Software* Etap

Muhammad Hasyim Pribadi  
*PPSDM MIGAS, Cepu*

## INFORMASI NASKAH

Diterima : 1 Juli 2024  
Direvisi : 25 Oktober 2024  
Disetujui : 29 Oktober 2024  
Terbit : 25 November 2024

Email korespondensi:  
[muhammad.pribadi@esdm.go.id](mailto:muhammad.pribadi@esdm.go.id)

Laman daring:  
<https://doi.org/10.37525/mz/2024-2/619>

## ABSTRAK

PPSDM MIGAS memiliki sarana Kilang beserta Utilitas Pendukung, yaitu *Boiler Plant* sebagai penyedia uap bertekanan, *Water Treatment Plant* sebagai penyedia air pendingin, dan *Power Plant* sebagai penyedia sumber daya listrik. Keberlangsungan proses di Kilang salah satunya bergantung dari operasional *Power Plant*. Dengan kebutuhan beban puncak sekitar 450 kW, kehandalan *Power Plant* yang saat ini *single operation*, 1 (satu) *Genset* 1000 kVA setiap harinya tentunya juga tergantung dari sistem distribusinya. Gangguan *internal* dan *eksternal* yang terjadi dapat menyebabkan terjadinya *black out* di *Power Plant*, dan terganggunya operasional Kilang PPSDM MIGAS. Kualitas daya yang terjaga sangat dibutuhkan untuk sumber tegangan bagi operasional peralatan listrik. Nilai tegangan yang nominal, tercukupinya kebutuhan daya serta frekuensi yang konstan perlu dipastikan untuk menjaga operasi normal. Adanya tegangan jatuh yang terjadi sepanjang sistem distribusi *radial* ini perlu dipastikan masih sesuai dengan nilai standar, salah satunya standar Perusahaan Listrik Negara (PLN) yaitu SPLN no 72 Tahun 1987 maksimal sebesar 5 %. Mengingat usia peralatan, analisa aliran daya sistem distribusi listrik *Power Plant* ke Area Kilang diperlukan untuk melihat kehandalan sistem distribusi tersebut.

**Kata kunci:** Distribusi listrik, *Power Plant*, Kehandalan, Aliran Daya, ETAP

## ABSTRACT

*PPSDM MIGAS has refinery facilities and supporting utilities, namely the Boiler Plant as a provider of pressurized steam, the Water Treatment Plant as a provider of cooling water, and the Power Plant as a provider of electrical resources. The continuity of the process at the refinery depends on the operation of the Power Plant. With a peak load requirement of around 450 kW, the reliability of the Power Plant which is currently single operation, 1 (one) 1000 kVA Generator every day of course also depends on the distribution system. Internal and external disturbances that occur can cause black outs at the Power Plant, and disrupt the operations of the PPSDM MIGAS Refinery. Maintained power quality is needed as a voltage source for the operation of electrical equipment. Nominal voltage values, adequate power requirements and constant frequency need to be ensured to maintain normal operation. The existence of voltage drops that occur along the radial distribution system needs to be ensured that it still complies with standard values, one of which is The National Electricity Company (PLN) standard, namely SPLN no. 72 of 1987, a maximum of 5%. Considering the age of the equipment, analysis of the power flow of the Power Plant electricity distribution system to the Refinery Area is necessary to see the reliability of the distribution system.*

**Keywords:** *Electric Distribution, Power Plant, Reliability, Power Flow, ETAP*

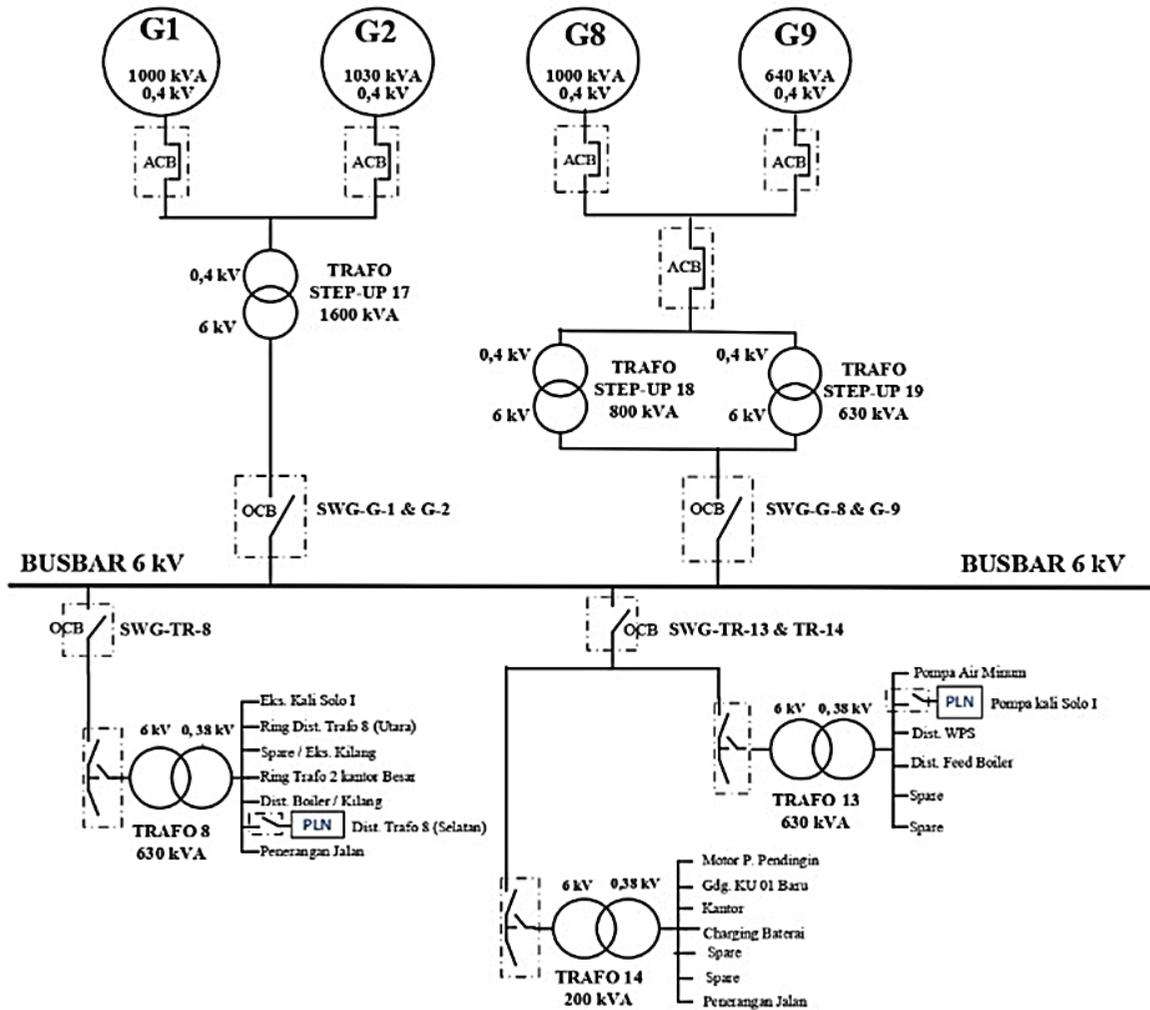
## PENDAHULUAN

Operasi di Kilang PPSDM MIGAS membutuhkan sumber tegangan listrik untuk beroperasinya peralatan – peralatan listrik, mulai dari motor listrik penggerak pompa, motor listrik penggerak kompresor, sistem kontrol dan monitoring di *control room*, sampai sistem penerangan yang ada. Sumber tegangan listrik ini di suplai dari *Power Plant* yang berlokasi di koordinat *Latitude* 7° 8'38.56"S dan *Longitude* 111°36'10.50"E. Kondisi peralatan – peralatan di *Power Plant* yang sudah beroperasi sejak tahun 1973 membutuhkan regenerasi peralatan yang lebih modern. Dengan terbatasnya pengadaan peralatan yang lebih baru, *Power Plant* diharapkan tetap bisa beroperasi dengan baik menggunakan peralatan – peralatan yang tersedia.

Saat ini di *Power Plant* PPSDM MIGAS terdapat 4 (empat) buah *Genset*, yaitu *Genset* dan dengan *Tag Number Genset* 1, *Genset* 2, *Genset* 8 *Genset* 9 yang setiap harinya hanya 1 (satu)

*Genset* yang beroperasi kontinyu untuk pelayanan sumber tegangan listrik. Terdapat 6 (enam) buah *Transformator Daya*, 3 (tiga) buah sebagai *Transformator Step Up*, yaitu Trafo 17, Trafo 18, Trafo 19 untuk menaikkan tegangan dari 400 V ke 6 kV, serta 3 (tiga) buah sebagai *Transformator Step Down*, yaitu Trafo 8, Trafo 13, Trafo 14 untuk menurunkan tegangan dari 6 kV ke 380 V, seperti ditunjukkan dalam *single line diagram* pada gambar 1. Data *Generator* ditunjukkan pada tabel 1 dan data *Transformator* ditunjukkan pada tabel 2.

Jenis distribusi yang digunakan adalah sistem radial, yaitu sistem distribusi tenaga listrik yang hanya menggunakan satu jalur untuk menyalurkan tenaga listrik dari pembangkit ke konsumen. Jaringan distribusi radial biasa digunakan untuk melayani daerah dengan kepadatan beban yang rendah. Sistem ini memiliki beberapa keunggulan, seperti kesederhanaan teknis dan biaya awal pembuatan yang murah (Kersting, 2002).



Gambar 1. Single line Diagram Power Plant PPSDM MIGAS

Data 4 (empat) buah Genset di Power Plant PPSDM Migas.

Tabel 1. Data Generator

Genset	Kapasitas	Tahun Pengadaan
1	1000 kVA	1997
2	1030 kVA	2007
8	1000 kVA	1997
9	640 kVA	2003

Data 6 (enam) buah Transformator Step Up dan Transformator Step Down PPSDM Migas

Tabel 2. Data Transformator

Transformator	Kapasitas	Tahun Pengadaan
17	1600 kVA	1993
18	800 kVA	1993
19	630 kVA	1992
8	630 kVA	1992
13	630 kVA	1997
14	200 kVA	1975

Dalam distribusi tenaga listrik perlu memperhatikan kualitas daya agar dapat memperpanjang umur layan peralatan sesuai dengan spesifikasinya. Istilah kualitas daya listrik merupakan suatu konsep yang memberikan gambaran tentang baik atau buruknya mutu daya listrik akibat adanya beberapa jenis gangguan yang terjadi pada sistem kelistrikan. Setiap masalah daya listrik yang berbentuk penyimpangan tegangan, arus atau frekuensi yang mengakibatkan kegagalan ataupun kesalahan operasi pada peralatan-peralatan yang terjadi pada konsumen energi listrik (Dugan, McGranaghan, Santoso & Beaty, 2004).

Daya adalah suatu nilai dari energi listrik yang dikirimkan dan di distribusikan, dimana besarnya daya listrik tersebut sebanding dengan perkalian besarnya tegangan dan arus listriknya. Sistem

suplai daya listrik dapat dikendalikan oleh kualitas dari tegangan, dan tidak dapat dikendalikan oleh arus listrik karena arus listrik berada pada sisi beban yang bersifat individual, sehingga pada dasarnya kualitas daya adalah kualitas dari tegangan itu sendiri (Dugan, McGranaghan, Santoso & Beaty, 2004).

Pengaturan tegangan dan turun tegangan yang dibolehkan sesuai SPLN 72;1987 pasal 4 butir 19.1 adalah sebesar 5% dari tegangan kerja bagi sistem yang memanfaatkan sadapan tanpa beban (STB) yaitu sistem *radial* di atas tanah dan sistem simpul.

Analisa kualitas tegangan aliran sistem distribusi listrik dari *Power Plant* PPSDM MIGAS ke Kilang dan *Utilitas* membutuhkan suatu perangkat lunak, yang dalam penelitian analisa ini digunakan *software* ETAP. *Software* ETAP adalah *software* yang digunakan untuk simulasi jaringan listrik guna menyelesaikan studi aliran beban suatu sistem distribusi tenaga listrik. Berdasarkan simulasi *software* ETAP akan diketahui besarnya tegangan jatuh pada sistem tenaga listrik. Pada penelitian ini digunakan ETAP 16.0.

## METODE PENELITIAN

Metodologi penelitian yang digunakan adalah sebagai berikut :

### 2.1 Pengumpulan Data

Pengumpulan data dilakukan di *Power Plant* PPSDM MIGAS, yaitu berasal dari data single line diagram, data *Genset*, data

*Transformer*, data distribusi dan data – data beban terpasang di Kilang dan *Utilitas* PPSDM MIGAS.

### 2.2 Pembuatan model dan Simulasi

Data yang dikumpulkan dibuat suatu permodelan dan simulasi dengan *software* ETAP dengan tujuan mengetahui profil beban, besarnya tegangan pada sisi terima sistem distribusi listrik, penyesuaian setting tapping *Transformer* agar tegangan di sisi terima sesuai dengan kebutuhan peralatan.

### 2.3 Analisa dan Evaluasi

Setelah hasil simulasi diketahui, akan dibuat analisa penyebab tegangan jatuh dan penanganannya agar tegangan sesuai dengan kebutuhan peralatan listrik di lapangan.

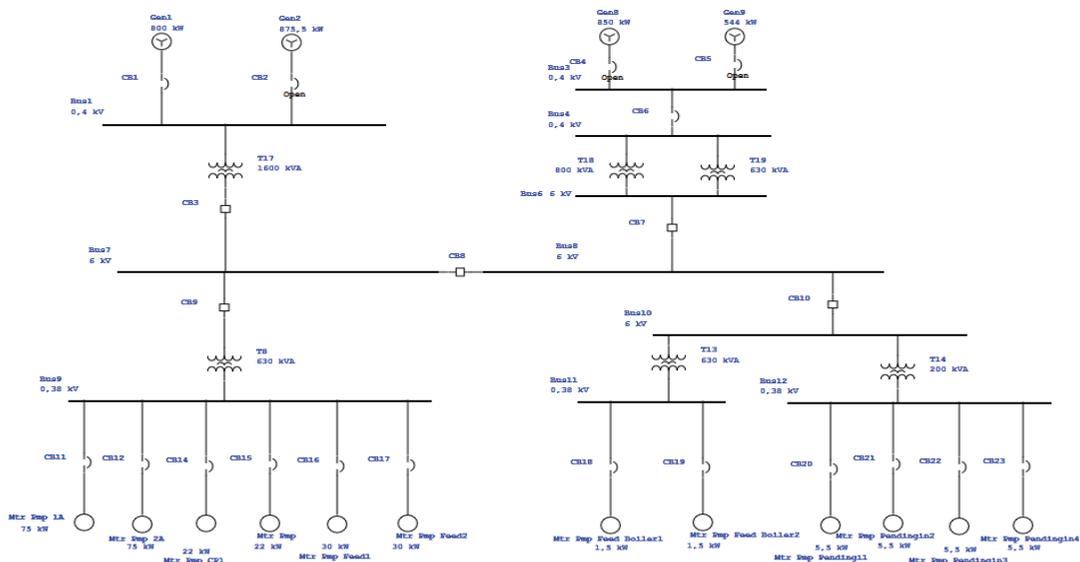
## HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Dalam penelitian ini membahas pembuatan permodelan sistem, simulasi dan analisa data dengan rincian sebagai berikut :

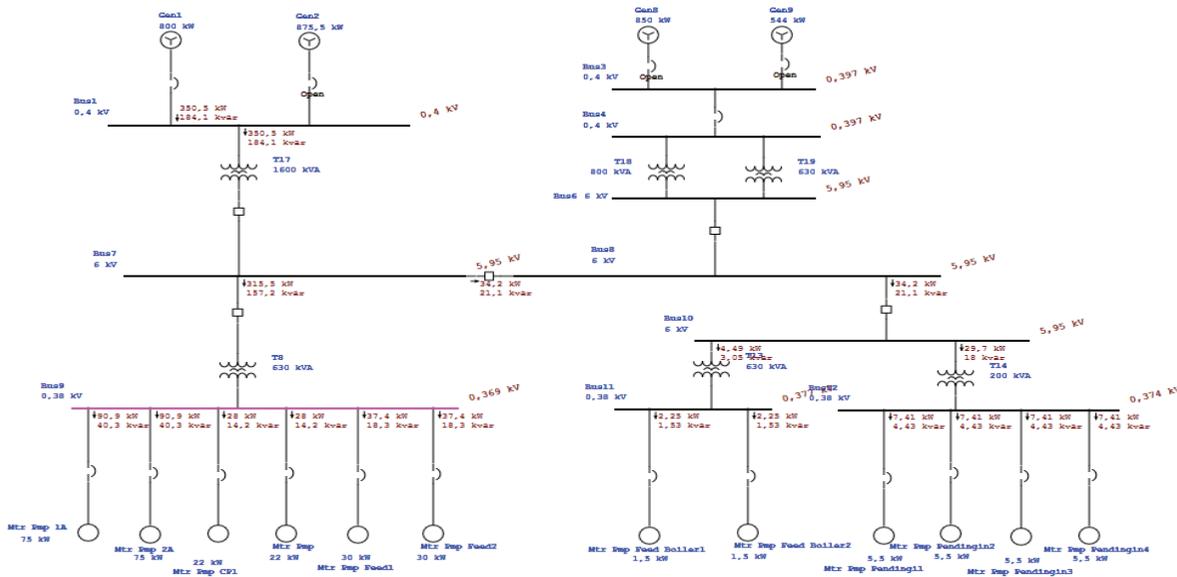
### 3.1 Permodelan Sistem Distribusi

Pembuatan model sistem distribusi dilakukan dengan menggunakan *software* ETAP mengacu pada single line diagram *Power Plant* PPSDM MIGAS yang dalam pembuatannya menyertakan spesifikasi peralatan secara detail untuk kebutuhan simulasi, seperti ditunjukkan dalam *single line diagram* pada gambar 2.

Hasil simulasi aliran daya menggunakan *software* ETAP ditunjukkan dalam *single line diagram* pada gambar 3.



Gambar 2. Hasil *Single Line Diagram* menggunakan *software* ETAP



Gambar 3. Hasil simulasi aliran daya menggunakan software ETAP

3.2 Simulasi dan Analisa

Simulasi dilakukan dengan melakukan pengoperasian perhitungan aliran daya pada aplikasi ETAP yang nantinya akan dibuat daftar kondisi abnormal dan di analisa untuk menentukan tindakan perbaikannya.

Rincian hasil analisa kondisi aliran daya pada Bus dirangkum dalam tabel 3.

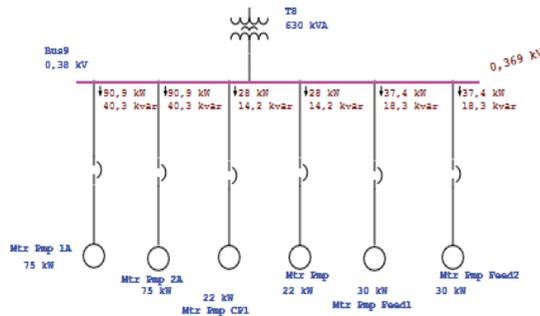
Tabel 3. Hasil analisa kondisi aliran daya pada Bus

Bus ID	Nominal kV	Output kV	% Voltage
Bus3	0,4	0,397	99,16
Bus4	0,4	0,397	99,16
Bus6	6	5,95	99,16
Bus7	6	5,95	99,16
Bus8	6	5,95	99,16
Bus9	0,38	0,369	97
Bus10	6	5,95	99,16
Bus11	0,38	0,377	99,13
Bus12	0,38	0,374	98,72

Terdapat dua kondisi hasil simulasi yaitu kondisi *critical* yang ditandai dengan komponen berwarna merah yang artinya perlu dilakukan evaluasi segera agar sistem tetap aman dan kondisi *marginal* yang ditandai dengan komponen berwarna ungu yang artinya masih dalam batas toleransi keadaan aman namun tetap dilakukan evaluasi sehingga dapat dicegah sejak dini potensi

terjadinya gangguan di kemudian hari.

Dari hasil simulasi hanya terdapat kondisi *marginal* seperti ditunjukkan pada gambar 4.



Gambar 4. Kondisi *marginal* hasil simulasi

Besarnya prosentase tegangan jatuh pada Bus Bus seperti ditunjukkan dalam tabel 4 berikut :

Tabel 4. Prosentase tegangan jatuh pada Bus

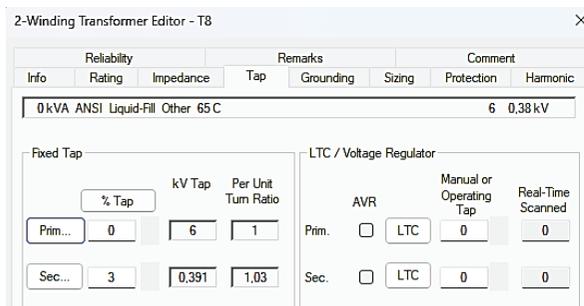
Bus ID	% Drop Voltage
Bus3	0,84
Bus4	0,84
Bus6	0,84
Bus7	0,84
Bus8	0,84
Bus9	3
Bus10	0,84
Bus11	0,87
Bus12	1,28

Dari SPLN No.72 Tahun 1987 terkait besarnya turun tegangan yang diperbolehkan pada JTM adalah 5 % dari tegangan kerja untuk sistem *radial* diatas tanah dan sistem simpul tergantung kepadatan beban, maka kondisi turun tegangan pada Bus 9 masih dalam batas acuan standar SPLN tersebut, sesuai gambar 5.

**Marginal Report**

Device ID	Type	Condition	Rating/Limit	Unit	Operating	% Operating
Bus9	Bus	Under Voltage	0.380	kV	0.369	97.0

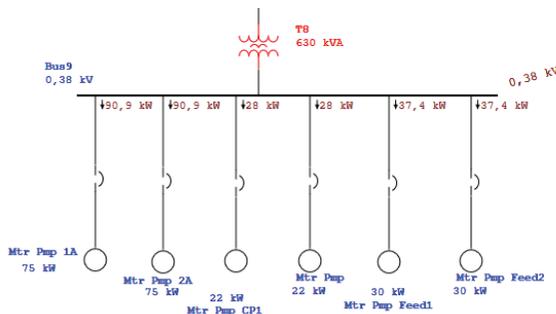
Gambar 5. Marginal Report Bus 9



Gambar 6. Perbaikan setting tap Trafo 8

Tindakan perbaikan tegangan jatuh ini dapat dilakukan dengan cara setting tap pada *Transformer – Transformer* yang terindikasi terjadi tegangan jatuh pada Bus distribusinya, seperti diperlihatkan pada gambar 6.

Setting prosentase tap pada sisi sekunder trafo sebesar 3 % menjadikan setting tap nilai tegangan naik sebesar 391 V. Dengan kondisi pembebanan pada Trafo 8, nilai tegangan pada peralatan listriknya menjadi sebesar 380 V, seperti ditunjukkan pada gambar 7.



Gambar 7. Nilai tegangan pada Bus 9 sebesar 380 V

## KESIMPULAN

Berdasarkan analisa yang telah dilakukan dalam penelitian simulasi aliran sistem distribusi listrik *Power Plant* ke Kilang dan *Utilitas* PPSDM MIGAS maka diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

1. Dari hasil simulasi dapat disimpulkan terdapat turun tegangan paling tinggi pada Bus 9, yaitu sebesar 3,02 %, tetapi kondisi masih diperbolehkan karena masih dibawah standar tegangan jatuh PLN.
2. Tindakan perbaikan yaitu dengan merubah setting tap *Transformer* sehingga didapatkan nilai nominal 380 V pada Bus – Bus saluran distribusi sesuai yang dibutuhkan peralatan listriknya.

## DAFTAR PUSTAKA

- Efendi, Juri. (2018). "Analisis Aliran Beban Pada Sistem Tenaga Listrik Menggunakan *Software* ETAP 12.6". Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- Hadi Saadat, (1999), "Power System Analysis" McGraw-Hill, Singapore
- Kumulo, Cahyo. (2018). "Analisis Aliran Beban Pada Sistem Tenaga Listrik Di KSO XYZ Menggunakan *Software* ETAP 12.6", PT. Prolindo Aditya Prima Surabaya. Surabaya.
- Marsudi, Djiteng, Ir. (2005). "Pembangkitan Energi Listrik", Erlangga. Jakarta.
- R. C. Dugan, M. F. McGranaghan, S. Santoso and H. W. Beaty. (2004), "Electrical Power systems Quality," 2nd Edition, McGraw-Hill, New York.
- Sepannur Bandri, Rafika Andari & Fithia Ezra Mustika. (2021). "Analisis Perbaikan Drop Tegangan Melalui Perubahan Pola Operasi Pada Penyulang Koto Tingga", 9(2), 221-233 <https://doi.org/10.37971/radial.v9i2.238>
- SJ. Masykur. Ir. MT. (2016). "Analisis Sistem Tenaga Listrik", USU Press. Medan.
- W. H. Kersting. (2002), "Distribution System Modeling and Analysis", CRC Press, New Mexico.
- Widiarto, H. (2023). Analisis Aliran Daya Pada Sistem Tenaga Listrik Di Bandara Internasional Supadio Menggunakan *Software* Etap 19. 3(4), 307-318. <https://doi.org/10.51878/knowledge.v3i4.2585>
- Wijaya Kusuma, Ruwah Joto, Mochammad Mieftah, Awan Setiawan. (2022). "Analisis Keandalan Sistem Distribusi 20kV Pada Penyulang Pujon PT. PLN (PERSERO) ULP Batu", 9(2), 161-166 <https://doi.org/10.33795/elposys.v9i3.651>
- Zuhal. (1982). "Dasar Tenaga Listrik", ITB. Bandung.