

ANALISA DROP TEGANGAN PADA SISTEM JARINGAN TEGANGAN MENENGAH PT. PLN (PERSERO) APJ YOGYAKARTA 20 KV MENGGUNAKAN SOFTWARE ETAP 16.0

Muhammad Avie Ansori¹, Wiwik Handajadi², dan Gatot Santoso³
Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknologi Industri
Institut Sains Dan Teknologi AKPRIND Yogyakarta
Jl. Kalisahak No. 28, Balapan, Yogyakarta, Indonesia
avieansori@gmail.com¹, wiwikhan2@gmail.com², gatsan@akprind.ac.id³

ABSTRACT

Electricity is a daily necessity and is almost never separated from human life so it is necessary to provide good electricity to meet the electricity service. PT. PLN (Persero) APJ Yogyakarta is one of the companies engaged in the field of electrical energy distribution services in Yogyakarta. The electricity distribution system is part of the location near the consumer so it is necessary to channel reliable electrical energy, it should be noted that interference with the 20 kV medium voltage distribution system is the voltage drop / voltage loss on a side-sent conductor, the voltage drop causes losses to the party PT. PLN (Persero) and lack of optimal service to consumers. This study aims to determine the voltage drop that occurs in the distribution system is still within the standard tolerance of PT. PLN allowed +/-5% in SPLN No. 72 of 1987, using ETAP 16.0 software simulation as a simulation of load power flow from the distribution system to the consumer power transformer.

Based on the results of the study of voltage drop on feeder BNL 01, the highest voltage drop value on S1-82 / 8D transformer pole is 21.5 volt with a percentage of voltage drop of 0.11% and simulation using ETAP 16.0 software highest voltage drop value of 21.9 volt with a percentage of 0.11% on the same pole number S1-82 / 8D. The results of the voltage drop research show that the value of the voltage drop that occurs in the BNL 01 feeder is still limited to the SPLN tolerance of No.72 of 1987.

Keywords: voltage drop, ETAP 16.0, distribution system 20 kv.

INTISARI

Listrik merupakan kebutuhan sehari-hari dan hampir tak pernah lepas dari kehidupan manusia sehingga diperlukan penyaluran listrik yang baik untuk memenuhi pelayanan energi listrik. PT. PLN (Persero) APJ Yogyakarta salah perusahaan yang bergerak dalam bidang jasa penyaluran energi listrik diarea Yogyakarta. Sistem distribusi listrik merupakan bagian letaknya dekat konsumen maka diperlukan penyaluran energi listrik yang handal, perlu diperhatikan gangguan pada sistem distribusi tegangan menengah 20 kV yaitu drop tegangan/hilangnya tegangan pada suatu penghantar dari sisi yang dikirim ke sisi diterima, terjadinya drop tegangan menyebabkan kerugian pada pihak PT. PLN (Persero) dan kurangnya pelayanan yang optimal terhadap konsumen. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui drop tegangan yang terjadi pada sistem distribusi masih berada batas standart toleransi PT. PLN yang diperbolehkan +/-5% pada SPLN No.72 Tahun 1987, menggunakan simulasi *software* ETAP 16.0 sebagai simulasi aliran daya beban dari sistem distribusi ke trafo daya konsumen.

Berdasarkan hasil penelitian drop tegangan pada *feeder* BNL 01 didapat nilai drop tegangan tertinggi pada no tiang trafo S1-82/8D sebesar 21,5 volt dengan persentase drop tegangan 0,11% dan simulasi menggunakan *software* ETAP 16.0 nilai drop tegangan tertinggi sebesar 21,9 volt dengan persentase 0,11% pada no tiang yang sama S1-82/8D. Hasil penelitian drop tegangan menunjukkan bahwa nilai drop tegangan yang terjadi pada *feeder* BNL 01 masih berada dibatas toleransi SPLN N0.72 Tahun 1987.

Kata Kunci: drop tegangan, ETAP 16.0, sistem ditribusi 20 kv.

I. PENDAHULUAN

Listrik merupakan hal yang sangat penting dalam kebutuhan manusia dan hampir mendekati kebutuhan primer manusia sandang, pangan, papan (tempat tinggal). Walaupun belum melebihi kepentingan ketiganya tetapi jika ketiga kebutuhan primer di atas terpenuhi, tentunya listrik sangatlah juga dibutuhkan. Saat ini, listrik yang berwujud benda abstrak ini, tidak dapat terpisahkan dari kehidupan manusia. Karena hampir semua piranti memerlukan listrik untuk dapat bekerja. Piranti-piranti itu sangatlah bersinggungan dengan kehidupan manusia sehari-hari.

Saat ini permasalahan yang menimpa kelistrikan di Indonesia sangatlah kompleks. Dari masalah teknik maupun masalah non teknik. Masalah-masalah itu antara lain penolakan warga masyarakat yang tempat tinggalnya dilalui jalur Saluran Udara Tegangan Ekstra Tinggi (SUTET), kurangnya dana untuk pembangunan proyek 10.000MW sebagai upaya penanggulangan krisis listrik, listrik yang sering mengalami pemadaman di beberapa daerah nusantara, maupun permasalahan teknik mengenai penyaluran atau distribusi tenaga listrik sendiri yaitu misalnya drop tegangan listrik, peralatan listrik seperti *transformator*, *recloser*, PMT dan lain sebagainya yang mengalami kerusakan, dan masih banyak permasalahan-permasalahan yang lain. PLN, sebagai pemegang sistem kelistrikan di Indonesia yang terbesar, tentunya selama ini telah bekerja keras untuk mencapai keandalan penyaluran tenaga listrik untuk menjadi lebih baik. (Wibowo, 2018)

Salah satu gangguan yang terjadi pada saluran distribusi adalah tegangan jatuh atau sering disebut drop tegangan. Jatuh tegangan adalah besarnya tegangan yang hilang pada suatu penghantar. Gangguan tersebut terjadi karena panjangnya suatu penghantar pada saluran distribusi tegangan menengah, karena dampak gangguan ini berakibat pada buruknya pelayanan ke konsumen. Analisis drop tegangan diperlukan untuk mengetahui besar kecilnya jatuh tegangan sepanjang saluran distribusi, tegangan jatuh secara umum adalah tegangan yang hilang pada suatu penghantar.

Tegangan jatuh ditimbulkan oleh arus yang mengalir melalui tahanan kawat

II. METODOLOGI

Metodologi menjelaskan urutan proses-proses metode penelitian yang digunakan meliputi:

A. Alat dan Bahan

Dalam penyelesaian masalah penelitian ini perlu adanya alat dan bahan sebagai penunjang kelancaran dalam menyelesaikan penelitian. Adapun alat pendukung dan bahan pendukung yang digunakan penyusun yaitu:

Tabel 1 Alat yang digunakan dalam penelitian

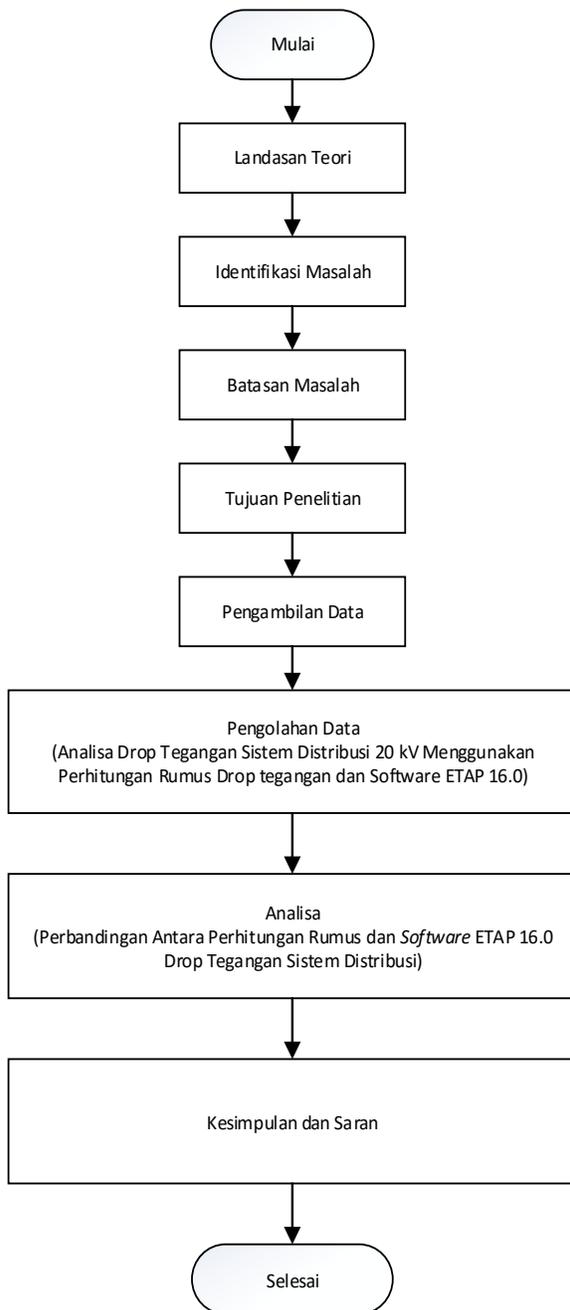
| No | Nama Alat | Keterangan |
|----|-----------|---|
| 1 | Ms.Word | Penyusunan laporan |
| 2 | Ms. Excel | Pengolahan data untuk perhitungan |
| 3 | Ms. Visio | Membuat diagram alir (<i>flowchart</i>) |
| 4 | Etap 16.0 | Membuat simulasi untuk mengetahui nilai drop tegangan |

Tabel 2 Bahan yang digunakan dalam penelitian

| No | Data Bahan |
|----|--|
| 1 | Data beban trafo distribusi Rayon Yogyakarta |
| 2 | Data topologi trafo distribusi Rayon Yogyakarta |
| 3 | Jenis penghantar yang digunakan PT. PLN (Persero) APJ Yogyakarta |
| 4 | Diameter penghantar yang digunakan PT. PLN (Persero) APJ Yogyakarta |
| 5 | Impedansi penghantar yang digunakan PT. PLN (Persero) APJ Yogyakarta |
| 6 | <i>Single line diagram</i> PT. PLN (Persero) APJ Yogyakarta |

B. Tahapan Penelitian

Pada bagian ini, menjelaskan tahapan penelitian dapat dilihat di Gambar 1.:



Gambar 1. Flowchart tahapan penelitian

C. Cara Analisis

Analisis data merupakan bagian penting dalam penelitian, karena dengan analisis data yang diperoleh mampu memberikan arti dan makna untuk memecahkan masalah dan

mengambil kesimpulan penelitian. Dalam penelitian ini teknik analisis data yang digunakan adalah analisis matematis untuk mendapatkan hasil penelitian. Analisis ini adalah mengadakan perhitungan-perhitungan berdasarkan rumus yang berlaku didalam perhitungan untuk mengetahui beban arus transformator dan drop tegangan (Yunus, 2013):

- a. Arus beban transformator 3 fasa

$$I = \frac{S}{\sqrt{3} \times V_{LL}} \quad (1)$$

- b. Arus beban transformator 1 fasa

$$I = \frac{S}{V_{LN}} \quad (2)$$

Dimana $V_{LN} = \frac{V_{LL}}{\sqrt{3}}$

Maka untuk saluran distribusi primer, perhitungan besar drop tegangan pada saluran distribusi primer untuk sistem tiga fasa adalah:

$$c. \Delta V \text{ 3 Fasa} = \sqrt{3} \times I \times l \times (R \cos \theta + X \sin \theta) \quad (3)$$

Besar persentasi drop tegangan pada saluran transmisi dapat dihitung dengan :

$$d. \% \Delta V = \frac{\Delta V}{V_{LL}} \times 100\% \quad (4)$$

Keterangan:

- I = Arus
- S = Daya terpakai transformator (kva)
- V_{LL} = Tegangan *line to line*/fasa-fasa (kv)
- V_{LN} = Tegangan *line to neutral*/fasa-fasa (kv)
- ΔV = Drop tegangan
- l = Panjang penghantar (km)
- R = Resistansi saluran (Ω)
- X = Reaktansi saluran (Ω)

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada bagian ini berisi tentang hasil, analisis dari perhitungan drop tegangan perhitungan dan simulasi menggunakan ETAP 16.0.

A. Data Hasil Arus Beban Trafo Daya Distribusi

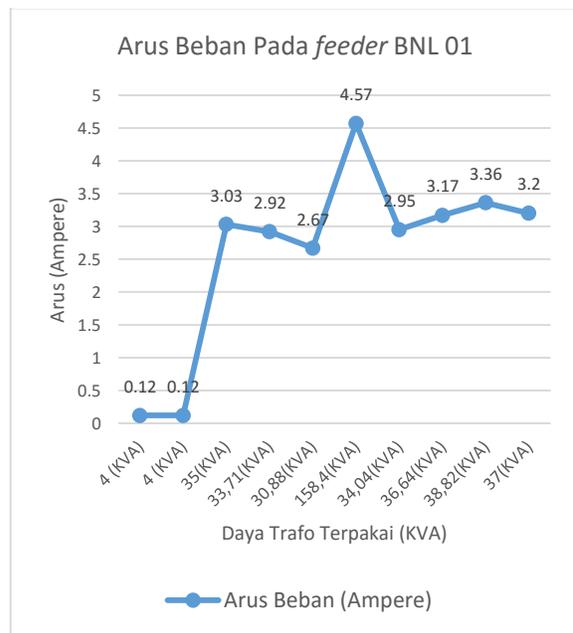
Sistem distribusi Rayon Yogyakarta memiliki 25 *feeder* pada penelitian drop tegangan mengambil data *feeder* BNL 01 dari no tiang

S1-20, S1-30, S1-52K, S1-67F/18, S1-75/4, S1-82/8D, S1-98/2, S1-101/3, S1-104/5, S1-114. Data dapat dilihat pada Tabel 3:

Tabel 3 Hasil arus beban trafo daya distribusi

| No | No tiang | Fasa | Daya Yang Terpakai (KVA) | Arus Beban (Amper) |
|----|-----------|------|--------------------------|--------------------|
| 1 | S1-20 | 3 | 4 | 0,12 |
| 2 | S1-30 | 3 | 4 | 0,12 |
| 3 | S1-52K | 1 | 35 | 3,03 |
| 4 | S1-67F/18 | 1 | 33,71 | 2,92 |
| 5 | S1-75/4 | 3 | 30,88 | 2,67 |
| 6 | S1-82/8D | 3 | 158,4 | 4,57 |
| 7 | S1-98/2 | 1 | 34,04 | 2,95 |
| 8 | S1-101/3 | 1 | 36,64 | 3,17 |
| 9 | S1-104/5 | 1 | 38,82 | 3,36 |
| 10 | S1-114 | 1 | 37 | 3,20 |

Gambar 2. Grafik arus beban trafo distribusi



1) Arus beban trafo pada no tiang S1-20

$$I = \frac{4}{\sqrt{3} \times 20} = \frac{158,4}{34,64} = 0,12A$$

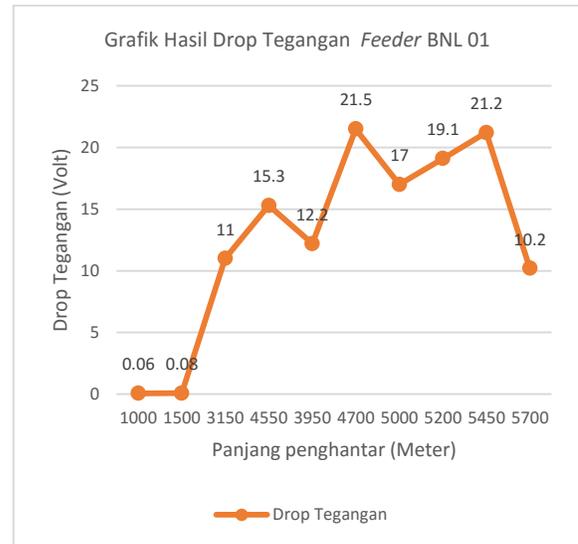
2) Arus beban trafo pada no tiang S1-52K

$$I = \frac{35}{\sqrt{3}/20} = \frac{158,4}{34,64} = 3,03 A$$

B. Data Hasil Drop Tegangan Dan Simulasi ETAP 16.0

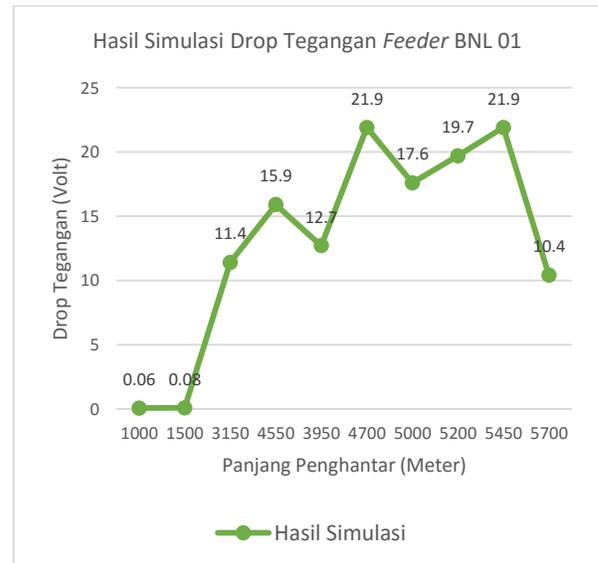
Tabel 4 Hasil drop tegangan dan simulasi ETAP 16.0

| No | No tiang | Panjang Penghantar (meter) | Drop Tegangan | Drop Tegangan ETAP 16.0 |
|----|-----------|----------------------------|---------------|-------------------------|
| 1 | S1-20 | 1000 | 0,06 | 0,06 |
| 2 | S1-30 | 1500 | 0,08 | 0,08 |
| 3 | S1-52K | 3150 | 11 | 11,4 |
| 4 | S1-67F/18 | 4550 | 15,3 | 15,9 |
| 5 | S1-75/4 | 3950 | 12,2 | 12,7 |
| 6 | S1-82/8D | 4700 | 21,5 | 21,9 |
| 7 | S1-98/2 | 5000 | 17 | 17,6 |
| 8 | S1-101/3 | 5200 | 19,1 | 19,7 |
| 9 | S1-104/5 | 5450 | 21,2 | 21,9 |
| 10 | S1-114 | 5700 | 10,2 | 10,4 |



Gambar 3. Grafik hasil drop tegangan

- Drop tegangan pada no tiang S1-82/8D
 $\Delta V = \sqrt{3} \times 4,57 \times 4,7 \times (0,4608 \cos 0,85 + 0,3572 \sin 0,52)$
 $\Delta V = \sqrt{3} \times 4,57 \times 4,7 \times 0,577424 = 21,5 \text{ volt}$
- Drop tegangan pada no tiang S1-20
 $\Delta V = \sqrt{3} \times 0,12 \times 1 \times (0,1344 \cos 0,85 + 0,3158 \sin 0,52)$
 $\Delta V = \sqrt{3} \times 0,12 \times 0,278456 = 0,06 \text{ volt}$

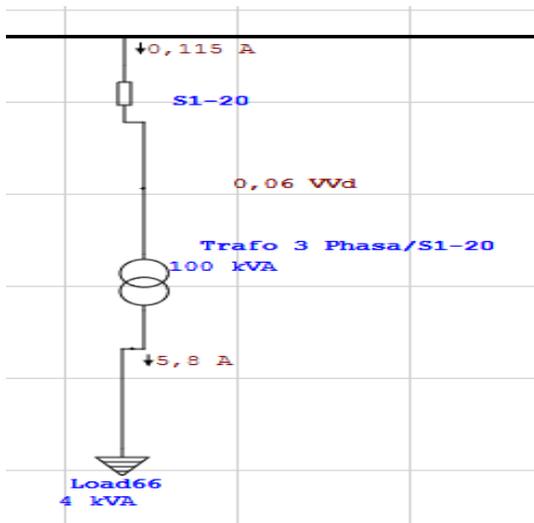


Gambar 4. Grafik drop tegangan hasil simulasi

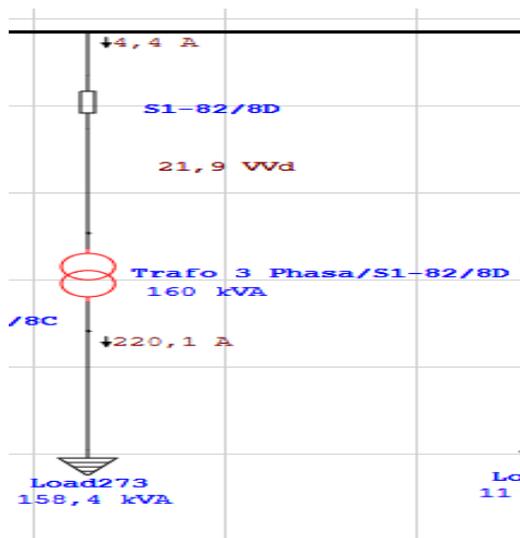
- Hasil simulasi drop tegangan terendah terjadi di no tiang S1-20 dengan nilai 0,06

volt, arus 0,115 amper, daya terpakai 4 kva, penghantar 1000 meter.

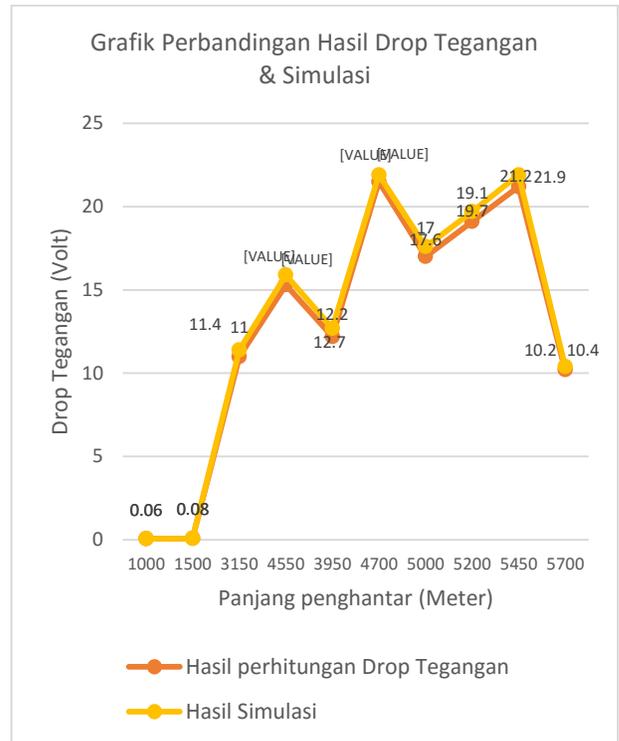
- b. Hasil simulasi drop tegangan tertinggi terjadi pada no tiang S1-82/8D dengan nilai 21,9, arus 4,4 amper, daya terpakai 158,4 kva, panjang 4700 meter.
- c. Hasil simulasi drop tegangan tertinggi terjadi pada no tiang S1-104/5 dengan nilai 21,9, arus 3,36 amper, daya terpakai 37 kva, panjang 5450 meter.



Gambar 5. Hasil simulasi ETAP 16.0



Gambar 6. Hasil simulasi ETAP 16.0



Gambar 7. Grafik perbandingan hasil drop tegangan & simulasi

Dari grafik perbandingan hasil drop tegangan & simulasi didapatkan hasil yang mendekati antara kedua data, S1-82/8D hasil drop tegangan 21,5 volt dan hasil simulasi ETAP 16.0 21,9 volt, data hasil dapat dilihat pada (Tabel 4).

IV. KESIMPULAN

Dari hasil penelitian yang sudah dilaksanakan dan analisa drop tegangan yang terjadi di PT. PLN (Persero) APJ Yogyakarta, maka dapat diambil kesimpulan:

- a. Feeder BNL 01 memiliki panjang penghantar saluran utama (*main line*) 5,7 km menggunakan jenis penghantar AAAC 240 mm², saluran cabang (*sub line*) 6,1 km menggunakan jenis penghantar AAAC 70 mm², memiliki 192 trafo daya. Sistem jaringan yang digunakan adalah sistem radial memiliki satu jalur daya ke beban.
- b. Berdasarkan analisa diperoleh nilai drop sebesar 21,5 volt, persentase yang didapat 0,11% dan simulasi ETAP 16.0 diperoleh nilai drop tegangan 21,9 volt, persentase

yang didapat 0,11% pada no tiang S1-82/8D. Nilai drop tegangan yang terjadi di PT. PLN (Persero) APJ Yogyakarta masih dalam keadaan standart toleransi yang diperbolehkan +/-5% pada SPLN No.72 Tahun 1987.

- d. Beberapa faktor yang mempengaruhi nilai drop tegangan antara lain:
- Panjang penghantar.
 - Impedansi penghantar.
 - Titik sambungan penghantar yang kurang kencang sehingga timbul panas dan mempengaruhi peralatan sistem distribusi.
 - Nilai faktor daya/PF (*Power Faktor*).
 - Besar kecilnya beban ditrafo tiap tiang mempengaruhi arus yang terpakai pada penghantar.

V. UCAPAN TERIMAKASIH

Saya ucapkan terima kepada dosen pembimbing 1 dan 2 yang telah memberikan saya banyak arahan sehingga saya dapat menyelesaikan skripsi saya. Tidak lupa saya ucapkan terimakasih kepada keluarga saya terutama kedua orang tua saya dan teman yang selalu *men-support* saya lahir dan batin.

VI. DAFTAR PUSTAKA

- Albaroka, G., 2017. Analisis Rugi Daya Pada Jaringan Distribusi Penyulang Barata Jaya Area Surabaya Selatan Menggunakan Software Etap 12.6. *Jurnal Teknik Elektro, Volume 06*.
- Handra, J., 2015. Studi Penempatan Lightning Arrester Dari Tegangan Lebih Pada Transformator Feeder Pondok Pinang Wilayah Kerja PT. PLN (Persero) Rayon Tabing.
- Petrus, R. J., 2016. Studi Koordinasi Fuse dan Recloser Pada Jaringan Distribusi 20 Kv Yang Terhubung Dengan Distributed Generation. *Jurnal Sigunda Ensikom Vol 14*.
- Putra, A., 2017. Analisa Penggunaan Recloser Untuk Pengaman Arus Lebih Pada Sistem Distribusi 20 Kv Gardu Induk Garuda Sakti. *JomFteknik*.
- Suprianto, 2018. Analisa Tegangan Jatuh pada Jaringan Distribusi 20 kV PT.PLN Area Rantau Prapat Rayon Aek Kota Batu. *Journal of Electrical Technology, Vol. 3, No. 2*.
- University, P. C., n.d. *Jaringan Menengah 20 kV*. s.l.:s.n.
- Wibowo, r.D., 2018. Analisa Penempatan Recloser Sebagai Parameter Penentu Keandalan Sistem Proteksi Sistem Distribusi.
- Wahyudi, F. R., 2013. Analisa Drop tegangan 20 Kv pada penyulang pagentenan di PT. PLN Distribusi Jawa Timur.
- yunus, S., 2013. Evaluasi Drop Tegangan Pada Jaringan Tegangan Menengah 20 Kv Feeder Bojo PT PLN (Persero) Rayon Mattirotasi.