

**ANALISA RUGI-RUGI DAYA DAN DROP TEGANGAN  
TERHADAP BEBAN TIDAK SEIMBANG PADA SUTM 20 KV  
PT PLN (PERSERO) ULP NGAWI PENYULANG  
KARTONYONO DAN KEDUNGGLAGAH  
SKRIPSI**

*Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Menyelesaikan  
Pendidikan Strata (S-1) Jurusan Teknik Elektro  
Fakultas Teknologi Industri  
Universitas Bung Hatta*

**Oleh.**

**Dola Yulandri  
2210017111053**



**JURUSAN TEKNIK ELEKTRO FAKULTAS  
TEKNOLOGI INDUSTRI UNIVERSITAS  
BUNG HATTA  
PADANG  
2024**

**LEMBAR PENGESAHAN**

**ANALISA RUGI-RUGI DAYA DAN DROP TEGANGAN TERHADAP  
BEBAN TIDAK SEIMBANG PADA SUTM 20 KV PT PLN (PERSERO)  
ULP NGAWI PENYULANG KARTONYONO DAN KEDUNGGLAGAH**

**SKRIPSI**

*Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Menyelesaikan  
Pendidikan Strata (S-1) Jurusan Teknik Elektro  
Fakultas Teknologi Industri  
Universitas Bung Hatta*

**Oleh:**

**Doia Yulandri**  
**NPM : 2210017111053**

**Disetujui Oleh:**

**Pembimbing**

  
**Ir. Arnita, MT**  
**NIP : 196224111992032002**

**Diketahui Oleh**


**Fakultas Teknologi Industri**

**Jurusan Teknik Elektro**

**Dekan,**

**Ketua,**

  
  
**Prof. Dr. Eng. Reni Desmiarti, ST, MT**  
**NIK : 990 500 496**

  
**Ir. Arzul, MT**  
**NIK : 941 100 396**

## LEMBAR PENGUJI

**ANALISA RUGI-RUGI DAYA DAN DROP TEGANGAN TERHADAP  
BEBAN TIDAK SEIMBANG PADA SUTM 20 KV PT PLN (PERSERO)  
ULP NGAWI PENYULANG KARTONYONO DAN KEDUNGGLAGAH**

Oleh.

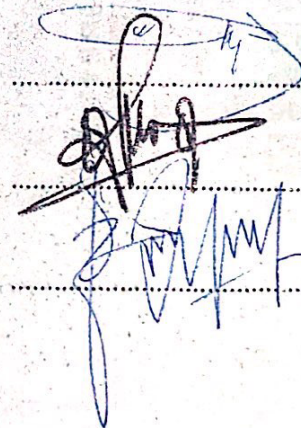
**Dola Yulandri**  
**NPM : 2210017111053**

*Dipertahankan Di Depan Penguji Skripsi  
Program Strata Satu (S-1) Pada Jurusan Teknik Elektro  
Fakultas Teknologi Industri Universitas Bung Hatta  
Hari : Sabtu, 17 Februari 2024*

No. Nama

1. Ir. Arnita, MT  
(Ketua dan Penguji)
2. Ir. Yani Ridal, MT  
(Penguji)
3. Dr. Ir. Ija Darmana, MT, IPM  
(Penguji)

Tanda Tangan



## PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Dengan ini saya menyatakan bahwa isi sebagian maupun keseluruhan Skripsi saya dengan judul *“Analisa Rugi-Rugi Daya Dan Drop Tegangan Terhadap Beban Tidak Seimbang Pada Sutm 20 Kv PT PLN (Persero) ULP Ngawi Penyulang Kartonyono Dan Kedungglagah”* adalah benar-benar hasil karya intelektual mandiri, diselesaikan tanpa menggunakan bahan-bahan yang tidak diizinkan dan bukan merupakan karya pihak lain yang saya akui sebagai karya sendiri.

Semua referensi yang dikutip maupun dirujuk telah ditulis secara lengkap pada daftar pustaka. Apabila ternyata pernyataan ini tidak benar, saya bersedia menerima sanksi sesuai peraturan yang berlaku.

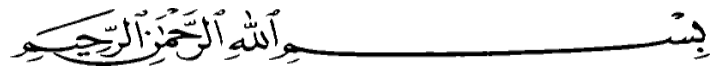
Padang, 24 Januari 2024



Dola Yulandri

NPM : 2210017111053

## PERSEMBAHAN



**“Sesungguhnya bersama kesulitan ada kemudahan. Maka apabila engkau telah selesai (dari sesuatu urusan), tetaplah bekerja keras (untuk urusan yang lain).**

**Dan hanya kepada Tuhanmulah engkau berharap.” (Q.S. AL-Insyirah : 6-8)**

Alhamdulillah, puji syukur kepada Allah SWT. Yang telah memberikan rahmat dan karunia-Nya, Sehingga penulis dapat menyelesaikan penulisan skripsi tepat waktu. Dan shalawat serta salam selalu tercurahkan kepada baginda Rasulullah Muhammad SAW. Sebagai ungkapan terimakasih dan syukur, skripsi ini penulis persembahkan untuk:

❖ Orang tua tercinta

Ayah dan ibu, Saya berharap tuhan selalu memberikanmu kesehatan dan umur yang panjang sehingga disaat saya sukses nanti engkau bisa hidup lebih baik dan tidak seperti sekarang yang hanya berjuang dengan susah payah demi mewujudkan semua keinginan anak-anakmu. Terima kasih karena selalu menjaga dalam doa- doa ayah dan ibu serta selalu membiarkan saya mengejar impian saya apa pun itu. Skripsi ini saya persembahkan untuk ayah dan ibu yang telah mengisi dunia saya dengan begitu banyak kebahagiaan. Terima kasih atas semua cinta yang telah ayah dan ibu berikan kepada saya.

❖ Dosen pembimbing ( Ibu Ir.Arnita., M.T )

Terimakasih yang tak terhingga untuk Ibu Ir.Arnita., M.T selaku dosen pembimbing skripsi. Ibu yang telah memberikan banyak ilmu dan dengan sabar membimbing saya untuk menyelesaikan skripsi ini. Tanpa bantuan ibu mungkin saya tidak bisa menyelesaikan skripsi ini. Saya sangat bersyukur menjadi salah satu mahasiswa bimbingan ibu, Semoga tuhan selalu

memberikan kesehatan dan mempermudah segala urusan ibu.

❖ Dosen Teknik Elektro Universitas Bung Hatta

Terimakasih untuk seluruh dosen Teknik Elektro Universitas Bung Hatta, bapak Ir. Yani Ridal., MT. , bapak Ir. Arzul, M.T, bapak Ir. Cahayahati, M.T, bapak Dr. Ir. Hidayat,MT,IPM, bapak Dr. Ir. Ija Darmana, bapak Dr. Ir. Indra Nisja, M.sc, MT,IPM., bapak Mirzazoni, S.T, M.T dan bapak Ir. Yani Ridal,MT. Terimakasih untuk ilmu, nasehat, serta bimbingan nya selama saya mengikuti perkuliahan di Universitas Bung Hatta.

❖ Kelas mandiri teknik elektro 2022

Sukses buat kita semua teman-teman kelas mandiri teknik elektro 2022 , terima kasih sudah mengisi dan saling membantu selama 3 semester bersama-sama. Meskipun kita belum saling bertemu, namun seiring dengan waktu dan nasib seperjuangan yang sama, kita saling membantu, memberikan dukungan, mendoakan dan peduli satu sama lain. Terimakasih keluarga “kelas mandiri teknik elektro 2022”.

## KATA PENGANTAR



Puji syukur penulis ucapkan kehadiran Allah SWT atas rahmat dan karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan penulisan proposal ini dengan judul *“ANALISA RUGI-RUGI DAYA DAN DROP TEGANGAN TERHADAP BEBAN TIDAK SEIMBANG PADA SUTM 20 KV PT PLN (PERSERO) ULP NGAWI PENYULANG KARTONYONO DAN KEDUNGGLAGAH”*. Skripsi ini merupakan salah satu syarat untuk menyelesaikan dan memperoleh gelar kesarjanaaan (Strata-1) pada jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknologi Industri Universitas Bung Hatta Padang.

Dalam menyusun skripsi ini, penulis banyak mendapatkan bantuan dan bimbingan serta pengarahan dari berbagai pihak, karena itu penulis menyampaikan ucapan terima kasih kepada :

- Ibu Ir. Arnita., MT (Pembimbing )

Penulis juga tidak lupa mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada berbagai pihak yang telah membantu dan membimbing penulis sehingga laporan ini dapat diselesaikan.

1. Kepada kedua Orang tua saya yang telah mendidik, membesarkan dan memberikan semua kasih sayangnya hingga saat ini, yang selalu mendoakan dan memberikan dukungan dalam meraih setiap cita dan harapan.
2. Ibu Prof. Dr. Eng. Reni Desmiarti, ST. MT selaku dekan Fakultas Teknologi Industri Universitas Bung Hatta.
3. Bapak Ir. Arzul, MT. selaku ketua Jurusan Jurusan Teknik Elektro Universitas Bung Hatta.
4. Bapak Ir. Eddy Soesilo, M.Eng selaku Penasehat Akademis.
5. Bapak Mirza Zoni, ST. MT. selaku dosen pembimbing dalam pembuatan laporan proposal skripsi yang telah meluangkan waktunya untuk

membimbing dan mengarahkan penulis dalam menyelesaikan laporan proposal skripsi.

6. Bapak/Ibu dosen jurusan Teknik Elektro Universitas Bung Hatta.
7. Teman-teman yang telah banyak membantu dalam pelaksanaan dan penulisan proposal ini.

Penulis telah berusaha melakukan yang terbaik dalam penulisan skripsi ini ini namun penulis menyadari masih jauh dari kesempurnaan dan keterbatasan yang ada dalam skripsi ini ini. Oleh karena itu sumbangan, gagasan, kritikan, saran dan masukan yang akan membangun penulis terima dengan senang hati demi kesempurnaan skripsi ini. Akhir kata penulis berharap semoga proposal ini dapat memberikan sumbangan pengetahuan bagi pihak yang membutuhkan.

Padang, 24 Januari 2024



Dola Yulandri



## ABSTRAK

Ketidakseimbangan beban pada suatu sistem jaringan distribusi tenaga listrik selalu terjadi termasuk Saluran Udara Tegangan Menengah (SUTM) 20 KV yang merupakan bagian dari penyaluran tenaga listrik. Dalam sistem penyaluran tenaga listrik secara umum, sistem seimbang sangat sulit tercapai karena secara geografis daerah kita belum merata sehingga jarak saluran dari pembangkitan kekonsumen sangat panjang. analisis ini bertujuan untuk mengetahui drop tegangan, dampak rugi – rugi daya ketika beban tidak seimbang. kabel yang digunakan ialah AAACS ukuran  $150 \text{ mm}^2$  dengan impedansi  $0,2162 + j0,3305 \Omega/\text{Km}$ . adapun hasil yang diperoleh dari penelitian pada penyulang Kartonyono pada jam 17:49:00, Pada fasa T mencapai 550,71 Volt dengan persentase VD 4,77 %. Pada penyulang kedungglagah drop tegangan tertinggi, pada jam 11:02:00, Pada fasa S mencapai 625,15 Volt dengan persentase VD 5,41 %. untuk dampak rugi-rugi daya berdasarkan perhitungan pada penyulang Kartonyono pada jam 17:49:00, pada fasa T mencapai 108,762 Watt. Pada penyulang Kedungglagah rugi-rugi daya terbesar pada jam 11:02:00, pada fasa S mencapai 106.145 Watt. Berdasarkan perhitungan UL% perhitungan tidak seimbangnnya beban antar fasa pada SUTM, pada penyulang Kartonyono pada jam 18:49:00 mencapai 18,98 %. Pada penyulang Kedungglagah pada jam 17:32:00 mencapai 21,27 %. ketidak seimbangan melebihi 10 % artinya tidak mencapai kategori health index 10 % - <15%. artinya berdasarkan perhitungan menurut Standar beban trafo menurut surat edaran DIREKSI PT PLN (PERSERO) NOMOR : 0017 .TAHUN 2014 pada penyulang Kartonyono pada jam 17:49:00 cukup baik dan pada penyulang Kedungglagah pada jam 17:32:00 kurang baik.

**Kata kunci :** *Rugi-rugi daya, Tegangan jatuh, ketidak seimbangan*

## ABSTRACT

Filling the load on an electrical energy distribution network system always occurs, including the 20 KV Medium Voltage Air Line (SUTM) which is part of the distribution of electrical energy. In the electricity distribution system in general, a balanced system is very difficult to achieve because geographically our area is not evenly distributed so the distance between the power lines from generation to consumers is very long. This analysis aims to determine voltage drops and the impact of power losses when the load is unbalanced. The cable used is AAACS size 150 mm<sup>2</sup> with an impedance of  $0.2162 + j0.3305 \Omega/\text{Km}$ . As for the results obtained from research on the Kartonyono feeder at 17:49:00, the T phase reached 550.71 Volts with a VD percentage of 4.77%. At the Kedungglagah feeder the highest voltage drop, at 11:02:00, in the S phase reached 625.15 Volts with a VD percentage of 5.41%. for the impact of power losses based on calculations on the Kartonyono feeder at 17:49:00, on phase T it reached 108,762 Watts. At the Kedungglagah feeder, the largest power loss was at 11:02:00, in the S phase reaching 106,145 Watts. Based on the UL% calculation, the load imbalance between phases at SUTM, at the Kartonyono feeder at 18:49:00 reached 18.98%. At the Kedungglagah feeder at 17:32:00 it reached 21.27%. inequality exceeding 10% means not reaching the health index category of 10% - <15%. This means that based on calculations according to transformer load standards according to the circular letter from the DIRECTORS OF PT PLN (PERSERO) NUMBER: 0017 2014, the Kartonyono feeder at 17:49:00 is quite good and the Kedungglagah feeder at 17:32:00 is not good.

***Key words:*** Power losses, voltage drop, instability

## DAFTAR ISI

<b>PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI</b> .....	<b>iv</b>
<b>PERSEMBAHAN</b> .....	<b>v</b>
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	<b>vii</b>
<b>ABSTRAK</b> .....	<b>ix</b>
<b>DAFTAR ISI</b> .....	<b>xi</b>
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	<b>xiii</b>
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	<b>xiv</b>
<b>BAB I</b> .....	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang Masalah.....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	4
1.3 Batasan Masalah .....	4
1.4 Tujuan Penelitian .....	5
1.5 Manfaat Penelitian .....	5
1.6 Sistematika Penulisan .....	6
<b>BAB II</b> .....	<b>7</b>
2.1 Tinjauan Penulisan .....	7
2.2 Landasan Teori .....	10
2.2.1 Sistem Kelistrikan SUTM 20 KV .....	10
2.2.2 Sistem Distribusi .....	10
2.2.3 Bagian Bagian System Kelistrikan SUTM 20 KV.....	18
2.2.4 Pengelompokan Beban.....	28
2.2.5 Klarifikasi Daya Listrik.....	29
2.2.6 Beban Sistem Distribusi.....	31
2.2.7 Keseimbangan Beban dan Ketidakeimbangan Beban .....	31
2.2.8 Faktor Daya.....	33
2.3 Hipotesis.....	39
<b>BAB III</b> .....	<b>39</b>
3.1 Metode Penelitian .....	39

3.2 Lokasi Penelitian.....	39
3.3 Diagram Alur Penelitian.....	40
3.5 Menghitung Drop Tegangan Yang Ditimbulkan Akibat Panjang Saluran .....	43
3.6 Menghitung Rugi-Rugi Daya Pada Beban Tidak Seimbang .....	44
3.7 Menghitung Feeder Beban Yang Tidak Seimbang.....	45
3.8 Deskripsi Penelitian .....	46
<b>BAB IV .....</b>	<b>47</b>
4.1 Deskripsi Penelitian .....	47
4.3 Pembahasan .....	48
4.3.1 Perhitungan Besar Tahanan Penghantar.....	48
4.3.2 Perhitungan Drop Tegangan Beban Tidak Seimbang Pada SUTM 20 kV.....	49
4.3.3 Perhitungan Rugi-Rugi Daya Beban Tidak Seimbang Pada SUTM 20 kV .....	51
4.5 Analisa.....	52
4.5.1 Perhitungan Arus Rata-Rata Penyulang .....	53
4.5.2 Perhitungan Persentase Ketidak Seimbangan Beban %UL.....	53
4.5.3 Rekapitulasi Drop Tegangan .....	56
4.5.4 Rekapitulasi Rugi-Rugi Daya Saluran Beban Tidak Seimbang.....	63
4.6 Rekapitulasi Hasil Pembahasan Dan Analisa.....	66
<b>BAB V .....</b>	<b>68</b>
5.1 Kesimpulan.....	68
5.2 Saran .....	69
<b>DAFTAR PUSTAKA.....</b>	<b>71</b>

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Skema Umum Sistem Distribusi Tenaga Listrik.....	11
Gambar 2.2 Sistem Kelistrikan Radial.....	14
Gambar 2.3 Sistem Kelistrikan Loop.....	15
Gambar 2.4 Struktur Jaringan Spindel.....	16
Gambar 2.5 Struktur Jaringan Distribusi Jala-Jala (Network).....	17
Gambar 2.6 Gardu Beton PLN.....	20
Gambar 2.7 Gardu Tiang PLN.....	21
Gambar 2. 8 Trafo Distribusi Step-Down 20 kV to 220/380V.....	22
Gambar 2.9 Konduktor AAAC.....	23
Gambar 2.10 Konduktor ACSR.....	24
Gambar 2.11 Konduktor Pentanahan SUTM.....	27
Gambar 3.1 Lokasi Penelitian.....	39
Gambar 3.2 Langkah-Langkah Pelaksanaan Penelitian.....	40
Gambar 3.3 Sistem Single Line.....	44
Gambar 4.1 Grafik Persentase Ketidak Seimbangan Arus Antar Fasa Penyulang Kartonyono.....	54
Gambar 4.2 Grafik Persentase Ketidak Seimbangan Arus Antar Phasa Penyulang Kedungglagah.....	55
Gambar 4.3 Grafik Drop Tegangan Penyulang Kartonyono.....	56
Gambar 4.4 Grafik Persentase Drop Tegangan Penyulang Kartonyono.....	57
Gambar 4.5 Grafik Drop Tegangan Penyulang Kedungglagah.....	59
Gambar 4.6 Persentase Drop Tegangan Penyulang Kedungglagah.....	60
Gambar 4.7 Grafik Rugi-Rugi Daya Penyulang Kartonyono.....	63
Gambar 4.8 Grafik Rugi-Rugi Daya Setelah Melakukan Perbaikan Drop Tegangan Pada Penyulang Kartonyono.....	64
Gambar 4.9 Grafik Rugi-Rugi Daya Penyulang Kedungglagah.....	65
Gambar 4.10 Grafik Rugi-Rugi Daya Setelah Melakukan Perbaikan Drop Tegangan Pada Penyulang Kedungglagah.....	66

## DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Tabel Standar Pembebanan Trafo.....	22
Tabel 2.2 Karakteristik Konduktor Aaac.....	23
Tabel 2.3 Karakteristik Konduktor Acsr .....	24
Tabel 2.4 Karakteristik Konduktor Acar .....	25
Tabel 2.5 Karakteristik Konduktor Pentanahan Sutm 2o Kv .....	28
Tabel 2.6 Tabel Sistem Satu Phasa Pelanggan Tegangan Rendah 220 V (Va).....	30
Tabel 2.7 Tabel Daya Sistem Tiga Phasa Pelanggan Tegangan Rendah 380 V (Va) .....	30
Tabel 2.8 Tabel Daya Sistem Tiga Phasa Pelanggan Tegangan Menengah 20 Kv (Kva).....	30
Tabel 3.1 Tabel Standar Beban Trafo Menurut Surat Edaran Direksi Pt. PLN (Persero) Nomor :0017 .Tahun 2014 .....	45
Tabel 4.1 Data Hasil Pengukuran Arus Dan Tegangan 20 Kv Penyulang Kartoyono.....	48
Tabel 4.2 Data Hasil Pengukuran Arus Dan Tegangan 20 Kv Penyulang Kedungglagah.....	48
Tabel 4.3 Hasil Perhitungan Drop Tegangan Penyulang Kartonyono .....	50
Tabel 4.4 Hasil Perhitungan Drop Tegangan Penyulangg Kedunggalah .....	51
Tabel 4.5 Hasil Perhitungan Rugi-Rugi Daya Penyulang Kartonyono.....	52
Tabel 4.6 Hasil Perhitungan Rugi-Rugi Daya Penyulang Kedungglagah.....	52
Tabel 4.7 Hasil Perhitungan Persentase Ketidak Seimbangan Arus Antar Fasa Penyulang Kartonyono .....	54
Tabel 4.8 Hasil Perhitungan Persentase Ketidak Seimbangan Arus Antar Fasa Penyulang Kedungglagah.....	55
Tabel 4.9 Perbaikan Drop Tegangan Pada Penyulang Kartonyono .....	58
Tabel 4.10 Perbaikan Drop Tegangan Penyulang Kedungglagah .....	62
Tabel 4.11 Rekapitulasi Hasil Pembahasan Dan Analisa Penyulang Kartonyono ..	66
Tabel 4.12 Rekapitulasi Hasil Pembahasan Dan Analisa Penyulang Kedungglagah .....	67