

LEMBAR PENGESAHAN

STUDI ANALISA DROP TEGANGAN DAN RUGI-RUGI DAYA
SALURAN DISTRIBUSI TEGANGAN MENENGAH 20 KV PT. PADANG
RAYA CAKRAWALA DI PADANG

SKRIPSI

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

Oleh :

PARADONGAN GULTOM

2310017111014

Disetujui Oleh :

Pembimbing



(Ir. Yanti Ridal, MT.)

NIDN: 1024016101

Diketahui Oleh

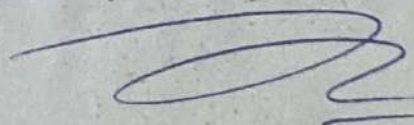
Fakultas Teknologi Industri
Dekan,



Prof. Dr. Eng. Reni Desmiarti, S.T., M.T.

NIDN : 1012097403

Jurusan Teknik Elektro
Ketua,



Ir. Arzul, M.T.

NIDN : 1027086201

LEMBAR PENGUJI

STUDI ANALISA DROP TEGANGAN DAN RUGI-RUGI DAYA
SALURAN DISTRIBUSI TEGANGAN MENENGAH 20 KV PT. PADANG
RAYA CAKRAWALA DI PADANG

SKRIPSI

PARADONGAN GULTOM

2310017111014

*Dipertahankan Di Depan Penguji Skripsi
Program Strata Satu (S-1) Pada Jurusan Teknik Elektro
Fakultas Teknologi Industri Universitas Bung Hatta
Hari : Kamis, 20 Maret 2025*

No. Nama

1. Ir. Yani Ridal, M.T.
(Ketua dan Penguji)
2. Ir. Arnita, M.T.
(Penguji)
3. Ir. Arzul, M.T.
(Penguji)

Tanda Tangan



PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Dengan ini saya menyatakan bahwa ini sebagian maupun keseluruhan Skripsi saya dengan judul “ Studi Analisa Drop Tegangan Dan Rugi-Rugi Daya Saluran Distribusi Tegangan Menengah 20 kV PT. Padang Raya Cakrawala Di Padang” 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, 22 Maret 2025



an Gultorn

NPM : 2310017111014

KATA PENGANTAR

Puji dan Syukur penulis haturkan kehadiran Tuhan Yang Maha Esa atas seluruh curahan Rahmat dan berkatnya sehingga penulis mampu menyelesaikan penulisan skripsi tepat waktu. Skripsi ini dibuat sebagai tugas akhir untuk memenuhi syarat dalam meraih gelar kesarjanaan (Strata-1) pada Fakultas Teknologi Industri Program Studi Teknik Elektro Universitas Bung Hatta. Adapun judul skripsi ini adalah “Studi Analisa Drop Tegangan dan Rugi-Rugi Daya Saluran Distribusi Tegangan Menengah 20 kV PT. Padang Raya Cakrawala di Padang”.

Selesainya penulisan skripsi ini tidak terlepas dari bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak, oleh karena itu penulis menyampaikan rasa terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Ibu saya tercinta, Rafida Sinaga yang selalu memberikan doa, dukungan, dan kasih sayang tiada henti. Tanpa bimbingan dan semangat dari ibu, saya mungkin tidak akan berada di posisi ini hari ini. Istri saya yang terkasih, Nurlia Sinaga yang selalu mendampingi dan memberikan dukungan moral selama masa-masa sulit penyusunan skripsi ini. Kesabaran dan pengorbanannya selama ini menjadi sumber kekuatan bagi saya untuk terus berusaha. Anak-anak saya yang tersayang, Christian Gultom, Davin Gultom, El Lira Gultom, Hansel Gultom yang meskipun mereka belum mengerti sepenuhnya, namun kehadiran mereka memberikan kebahagiaan dan motivasi bagi saya untuk menyelesaikan studi ini.
2. Bapak Ir. Yani Ridal., MT., selaku dosen pembimbing dan dosen pengajar program studi Teknik Elektro.
3. Bapak Ir. Arzul, MT dan Mirza Zoni, ST., MT, selaku ketua dan sekretaris prodi Teknik Elektro.
4. Teman-teman sejawat dan seperjuangan Fakultas Teknik, khususnya Program Studi Teknik Elektro angkatan 2023 yang selalu memberi dukungan dan motivasi kepada penulis.

5. Semua pihak yang tidak dapat penulis sebutkan namanya satu per satu yang telah mendoakan penulis dan membantu terlaksananya penelitian ini.

Penulis menyadari bahwa tulisan ini masih jauh dari kata sempurna, hal ini disebabkan keterbatasan kemampuan penulis, oleh karena itu penulis sangat mengharapkan kritik & saran yang membangun dari segenap pihak.

Akhir kata penulis mengharapkan semoga tulisan ini dapat menambah dan memperkaya lembar khazanah pengetahuan bagi para pembaca sekalian dan khususnya bagi penulis sendiri. Sebelum dan sesudahnya penulis mengucapkan terima kasih.

Duri, 10 Maret 2025

Paradongan Gultom

2310017111014

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis drop tegangan dan rugi-rugi daya pada sistem distribusi tegangan menengah 20 kV di PT. Padang Raya Cakrawala. Sistem distribusi listrik ini berperan penting dalam menjaga kontinuitas operasional pabrik, sehingga keandalan dan efisiensinya perlu diperhatikan. Penelitian dilakukan dengan metode pengukuran langsung pada beberapa titik distribusi untuk mendapatkan data teknis mengenai tegangan, arus, dan faktor daya. Data yang dikumpulkan kemudian dianalisis untuk mengidentifikasi faktor-faktor utama yang menyebabkan drop tegangan dan rugi-rugi daya, serta untuk menentukan solusi optimal dalam meningkatkan efisiensi sistem distribusi. Hasil analisa menunjukkan bahwa terjadi penurunan tegangan yang signifikan pada beberapa titik, terutama pada saluran dari gardu induk ke transformator distribusi, dengan persentase drop tegangan tertinggi mencapai 0,65%. Rugi-rugi daya juga teridentifikasi pada beberapa titik saluran distribusi, dengan kerugian daya tertinggi mencapai 9460,60601 W atau 5,57 % dari total daya yang disuplai. Penyebab utama dari inefisiensi ini meliputi panjang saluran distribusi, karakteristik konduktor yang digunakan, serta faktor beban yang tidak merata. Sebagai solusi, penelitian ini merekomendasikan beberapa langkah optimasi, termasuk peningkatan kualitas material konduktor, pemasangan kapasitor bank untuk meningkatkan faktor daya, serta penyeimbangan beban guna mengurangi rugi-rugi daya. Implementasi solusi ini diharapkan dapat meningkatkan efisiensi distribusi listrik, menekan biaya operasional, serta memastikan keandalan pasokan listrik di PT. Padang Raya Cakrawala.

Kata Kunci: Drop Tegangan, Rugi-Rugi Daya, Efisiensi, dan Saluran Distribusi

ABSTRACT

This study aims to analyze voltage drop and power losses in the 20 kV medium voltage distribution system at PT. Padang Raya Cakrawala. This electrical distribution system plays an important role in maintaining the continuity of factory operations, so its reliability and efficiency need to be considered. The study was conducted using a direct measurement method at several distribution points to obtain technical data on voltage, current, and power factor. The data collected was then analyzed to identify the main factors causing voltage drop and power losses, as well as to determine the optimal solution to improve the efficiency of the distribution system. The results of the analysis showed that there was a significant voltage drop at several points, especially on the line from the substation to the distribution transformer, with the highest voltage drop percentage reaching 0.65%. Power losses were also identified at several points in the distribution line, with the highest power loss reaching 9460.60601 W or 5.57% of the total power supplied. The main causes of this inefficiency include the length of the distribution line, the characteristics of the conductors used, and uneven load factors. As a solution, this study recommends several optimization steps, including improving the quality of conductor materials, installing capacitor banks to improve power factors, and balancing loads to reduce power losses. The implementation of this solution is expected to improve the efficiency of electricity distribution, reduce operational costs, and ensure the reliability of electricity supply at PT. Padang Raya Cakrawala.

Keywords: Voltage Drop, Power Losses, Efficiency, and Distribution Channels.

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	
KATA PENGANTAR	i
ABSTRAK	iii
ABSTRACT	iv
DAFTAR ISI	v
DAFTAR GAMBAR	vii
DAFTAR TABEL	viii
BAB I PENDAHULUAN	
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	2
1.3. Batasan Masalah	3
1.4. Tujuan Penelitian	3
1.5. Manfaat Penelitian	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
2.1. Tinjauan Pustaka	5
2.2. Landasan Teori	6
2.2.1 Sistem Distribusi Listrik	6
2.2.2 Drop Tegangan	8
2.2.3 Rugi-Rugi Daya	10
2.2.4 Strategi Mengurangi Rugi-Rugi Daya	11
2.2.5 Daya	12
2.2.6 Pemanfaatan Kapasitor Bank	14
2.2.7 Energi Listrik	17
2.2.8 Metode Analisis	17
2.3 Hipotesis	18
BAB III METODE PENELITIAN	
3.1 Alat dan Bahan Penelitian	20
3.1.1 Multimeter Digital	20
3.1.2 Power Analyser	20

3.1.3	Oscilloscope	21
3.1.4	Kapasitor Bank.....	21
3.2	Proses Jalannya Penelitian	22
3.3	Deskripsi Sistem dan Analisis.....	23
3.3.1	Deskripsi Sistem.....	23
3.3.2	Analisis.....	25
3.4	Flowchart Penelitian	27
3.5	Formulasi yang Digunakan	28
3.5.1	Menentukan Arus Nominal (I_n) dan Arus Rattng (I_r).....	28
3.5.2	Perhitungan Drop Tegangan (V_d)	28
3.5.3	Perhitungan Rugi-Rugi Daya (P_L)	28
BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN		
4.1	Deskripsi Penelitian	29
4.2	Data	30
4.2.1	Data Kabel TM.....	31
4.2.2	Data Trafo	31
4.2.3	Data Kabel TR	32
4.3	Perhitungan Arus Nominal dan Arus Rattng.....	34
4.4	Perhitungan Drop Tegangan.....	37
4.5	Perhitungan Rugi-Rugi Daya	47
4.6	Analisa.....	56
4.6.1	Data Review.....	56
4.6.2	Perhitungan Arus Nominal dan Arus Rattng.....	60
4.6.3	Perhitungan Drop Tegangan.....	65
4.6.4	Perhitungan Rugi-Rugi Daya	75
4.7	Analisa	83
4.7.1	Perhitungan Rugi Energi Listrik	83
4.7.2	Drop Tegangan.....	84
4.7.3	Pemodelan Sistem Kelistrikan Gardu Distribusi PT. Padang Raya Cakrawala	84

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan	87
5.2 Saran.....	87

DAFTAR PUSTAKA**LAMPIRAN**

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Vektor Segi Tiga Daya	14
Gambar 2.2 Konstruksi Bank.....	15
Gambar 3.1 Multimeter Digital.....	20
Gambar 3.2 Pompa Plunger	20
Gambar 3.3 Oscilloscope	21
Gambar 3.4 Kapasitor Bank.....	21
Gambar 3.5 Flowchart Penelitian	27
Gambar 4.1 Lokasi penelitian PT. Padang Raya Cakrawala	29
Gambar 4.2 Eksisting system kelistrikan gardu distribusi PT. Padang Raya Cakrawala	32
Gambar 4.3 Review perencanaan sistem kelistrikan gardu distribusi PT. Padang Raya Cakrawala	56
Gambar 4.4 Grafik Rekapitulasi Drop Tegangan	75
Gambar 4.5 Grafik Rekapitulasi Rugi-Rugi Daya	84
Gambar 4.6 Pemodelan eksisting system kelistrikan PT. Padang Raya Cakrawala 86	
Gambar 4.7 Pemodelan review system kelistrikan PT. Padang Raya Cakrawala	87

DAFTAR TABEL

Tabel 4.1 Data kabel sistem 20 kV sisi 20 kV gardu distribusi tegangan menengah 20 kV di PT. Padang Raya Cakrawala	30
Tabel 4.2 Data eksisting perencanaan transformator distribusi 20 kV /0,38 kV sistem distribusi tegangan menengah 20 kV di PT. Padang Raya Cakrawala	31
Tabel 4.3 Data kabel sistem 20 kV sisi 380 V gardu distribusi tegangan menengah 20 kV di PT. Padang Raya Cakrawala	32
Tabel 4.4 Rekapitulasi drop tegangan pada eksisting system kelistrikan gardu distribusi PT. Padang Raya Cakrawala.....	45
Tabel 4.5 Rekapitulasi rugi – rugi daya pada eksisting system kelistrikan gardu distribusi PT. Padang Raya Cakrawala.....	54
Tabel 4.6 Data jarak masing – masing beban dan Saluran dari review sistem kelistrikan gardu distribusi PT. Padang Raya Cakrawala.....	55
Tabel 4.7 Rekapitulasi kebutuhan pengaman arus lebih dan luas penampang kabel review perencanaan sistem kelistrikan gardu distribusi PT. Padang Raya Cakrawala	63
Tabel 4.8 Rekapitulasi drop tegangan pada masing – masing feeder	73
Tabel 4.9 Rekapitulasi rugi – rugi daya pada masing – masing feeder.....	81

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pasokan energi listrik yang andal dan efisien merupakan kebutuhan vital bagi kelangsungan operasional pabrik-pabrik besar, termasuk PT. Padang Raya Cakrawala. Perusahaan ini menerima pasokan listrik tegangan menengah sebesar 20 kV dari PLN untuk memenuhi kebutuhan listrik pabrik mereka. Dalam distribusi listrik tersebut, tantangan utama yang dihadapi adalah drop tegangan dan rugi-rugi daya pada saluran distribusi. Kedua fenomena ini dapat memengaruhi kualitas listrik yang diterima, yang pada akhirnya mempengaruhi kinerja peralatan dan efisiensi operasional.

Drop tegangan terjadi ketika tegangan yang diterima oleh beban berkurang karena resistansi dan impedansi pada saluran distribusi. Hal ini semakin signifikan seiring dengan jarak antara titik sumber (PLN) dan beban (pabrik). Tegangan yang turun secara signifikan dapat menyebabkan peralatan listrik di pabrik tidak berfungsi dengan optimal atau bahkan rusak. Sebagai perusahaan yang mengandalkan listrik dalam jumlah besar untuk operasionalnya, gangguan ini dapat menimbulkan peningkatan biaya operasional, kerusakan peralatan, dan gangguan pada proses produksi.

Selain itu, rugi-rugi daya juga menjadi isu penting. Sebagian energi listrik yang disalurkan oleh PLN ke PT. Padang Raya Cakrawala hilang dalam bentuk panas karena resistansi pada konduktor. Rugi-rugi daya ini menyebabkan tidak semua energi yang dikirim dari PLN dapat dimanfaatkan sepenuhnya oleh pabrik, sehingga efisiensi energi menurun. Semakin tinggi rugi-rugi daya, semakin besar pula kerugian yang harus ditanggung oleh perusahaan dalam bentuk biaya energi yang tidak produktif. Pentingnya menjaga efisiensi energi dalam sistem distribusi listrik tidak hanya terkait dengan penghematan biaya operasional, tetapi juga dalam upaya memastikan keandalan pasokan listrik yang stabil untuk mendukung proses produksi. PT. Padang Raya Cakrawala membutuhkan analisis yang mendalam

untuk memahami faktor-faktor yang menyebabkan drop tegangan dan rugi-rugi daya, serta mencari solusi untuk mengurangnya.

Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi dan menganalisis kondisi drop tegangan dan rugi-rugi daya pada saluran distribusi 20 kV yang diterima oleh PT. Padang Raya Cakrawala dari PLN, tanpa menggunakan perangkat lunak simulasi seperti ETAP. Analisis dilakukan melalui pengukuran langsung menggunakan perangkat seperti multimeter digital dan power analyzer, yang memberikan data akurat mengenai kondisi distribusi listrik di lapangan. Data tersebut akan digunakan untuk mengevaluasi kinerja saluran distribusi dan memberikan rekomendasi teknis untuk meningkatkan efisiensi sistem distribusi listrik. Melalui penelitian ini, diharapkan PT. Padang Raya Cakrawala dapat menemukan solusi efektif untuk mengurangi drop tegangan dan rugi-rugi daya, seperti peningkatan kualitas material konduktor, manajemen beban yang lebih baik, serta pemeliharaan berkala pada saluran distribusi. Implementasi solusi ini akan membantu perusahaan dalam meningkatkan efisiensi energi, mengurangi biaya operasional, serta meningkatkan keandalan sistem distribusi listrik yang pada akhirnya mendukung kelancaran proses produksi dan pertumbuhan bisnis yang berkelanjutan.

1.2 Rumusan Masalah

Dalam upaya memastikan efisiensi dan keandalan sistem distribusi listrik di PT. Padang Raya Cakrawala, terdapat beberapa tantangan yang dihadapi terkait dengan drop tegangan dan rugi-rugi daya pada saluran distribusi 20 kV yang diterima dari PLN. Berdasarkan latar belakang tersebut, rumusan masalah yang diangkat dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Seberapa besar drop tegangan yang terjadi pada saluran distribusi 20 kV yang diterima PT. Padang Raya Cakrawala dari PLN?
2. Seberapa besar rugi-rugi daya yang terjadi sepanjang saluran distribusi 20 kV di PT. Padang Raya Cakrawala?
3. Apa saja faktor-faktor penyebab utama terjadinya drop tegangan dan rugi-rugi daya pada saluran distribusi 20 kV tersebut?

4. Langkah-langkah apa yang dapat diambil untuk mengurangi drop tegangan dan rugi-rugi daya guna meningkatkan efisiensi dan keandalan sistem distribusi listrik di PT. Padang Raya Cakrawala?

1.3 Batasan Masalah

Dalam melakukan studi analisa drop tegangan dan rugi-rugi daya pada saluran distribusi tegangan menengah 20 kV di PT. Padang Raya Cakrawala, beberapa batasan masalah ditetapkan sebagai berikut:

1. Penelitian ini hanya akan menganalisis drop tegangan dan rugi-rugi daya pada saluran distribusi tegangan menengah 20 kV yang diterima oleh PT. Padang Raya Cakrawala dari PLN untuk operasional pabriknya.
2. Pengumpulan data teknis terbatas pada tegangan, arus, daya, dan faktor daya di titik-titik penting sepanjang saluran distribusi 20 kV.
3. Data yang digunakan untuk analisis adalah data lapangan yang diperoleh melalui pengukuran langsung menggunakan perangkat seperti multimeter digital dan power analyzer.
4. Solusi yang diusulkan terbatas pada perbaikan seperti peningkatan kualitas konduktor, pengelolaan beban, dan pemeliharaan rutin untuk mengurangi drop tegangan dan rugi-rugi daya, tanpa perubahan besar pada sistem distribusi.

1.4 Tujuan Penelitian

Penelitian ini memiliki beberapa tujuan yang ingin dicapai, yaitu:

1. Mengukur dan menganalisis besarnya drop tegangan yang terjadi pada saluran distribusi tegangan menengah 20 kV di PT. Padang Raya Cakrawala.
2. Mengukur dan menganalisis besarnya rugi-rugi daya yang terjadi pada saluran distribusi tegangan menengah 20 kV.
3. Mengidentifikasi faktor-faktor penyebab utama dari drop tegangan dan rugi-rugi daya yang terjadi pada saluran distribusi.
4. Menilai kinerja saluran distribusi tegangan menengah berdasarkan data drop tegangan dan rugi-rugi daya yang diperoleh.

1.5 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dari penulisan tugas tugas akhir ini adalah:

1. Memberikan data dan analisis yang akurat mengenai drop tegangan dan rugi-rugi daya pada saluran distribusi tegangan menengah 20 kV.
2. Membantu PT. Padang Raya Cakrawala dalam mengidentifikasi dan memperbaiki titik-titik kritis pada jaringan distribusi listrik.
3. Mengurangi rugi-rugi daya yang berarti penghematan biaya operasional dan peningkatan efisiensi penggunaan energi.