

SKRIPSI
ANALISIS KETIDAKSEIMBANGAN BEBAN PADA GARDU
INDUK TALANG KELAPA PENYULANG PANDU
TRANSFORMATOR PC 1058



Diajukan sebagai salah satu syarat untuk mendapatkan gelar Sarjana Teknik di Program Studi
Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Palembang

Dipersiapkan dan Disusun Oleh

RAHMA FITRIANI

132022036

PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH PALEMBANG

2026

SKRIPSI
ANALISIS KETIDAKSEIMBANGAN BEBAN PADA GARDU
INDUK TALANG KELAPA PENYULANG PANDU
TRANSFORMATOR PC 1058



SKRIPSI

Merupakan syarat untuk memperoleh gelar sarjana
Telah dipertahankan di depan dewan penguji

26 Agustus 2026

Dipersiapkan dan Disusun Oleh

RAHMA FITRIANI

132022036

PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH PALEMBANG
2026

SKRIPSI
ANALISIS KETIDAKSEIMBANGAN BEBAN PADA GARDU
INDUK TALANG KELAPA PENYULANG PANDU
TRANSFORMATOR PC 1058



Merupakan syarat untuk memperoleh gelar sarjana
Telah dipertahankan di depan dewan penguji
26 Agustus 2026

Dipersiapkan dan Disusun Oleh
RAHMA FITRIANI

Susunan Dewan Penguji

Pembimbing 1

Dr. Wiwin A. Oktaviani, S.T., M.Sc
NIDN. 0002107302

Penguji 1

Dr. Feby Ardianto, S.T., M.Cs
NIDN. 0207038101

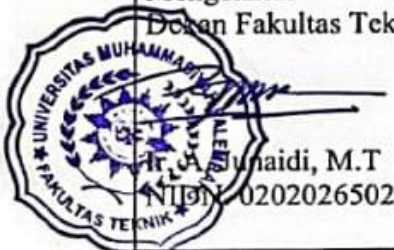
Pembimbing 2

Asri Indah Lestari, S.T., M.T
NIDN. 0230129701

Penguji 2

Taufik Barlian, S.T., M.Eng
NIDN. 0218017202

Mengetahui
Dekan Fakultas Teknik



Menyetujui
Ketua Program Studi Teknik Elektro



PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam skripsi ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu Perguruan Tinggi, sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis diacu dalam naskah ini dan disebutkan di dalam daftar pustaka.

Palembang, 04 Mei 2026

Yang membuat pernyataan



Rahma Fitriani

MOTTO DAN PERSEMBAHAN

Motto :

“Barangsiapa yang mengerjakan kebaikan sekecil apapun, niscaya dia akan melihat (balasan)nya.”

(Q.S Al-Zalzalah: 7)

Skripsi ini penulis persembahkan kepada:

1. Allah SWT atas segala rahmat, kekuatan, kemudahan, dan pertolongan-Nya sehingga skripsi ini dapat diselesaikan. Semoga ilmu yang diperoleh menjadi ilmu yang bermanfaat dan penuh keberkahan.
2. Ayah tercinta Isman, yang selalu memberikan dukungan, doa, semangat, serta bekerja keras untuk memenuhi segala kebutuhan penulis selama menempuh pendidikan. Terima kasih atas segala pengorbanan dan kasih sayang yang telah diberikan.
3. Ibu tercinta Aisah, yang selalu memberikan doa, kasih sayang, dukungan, dan semangat dalam setiap langkah penulis. Terima kasih atas kesabaran dan pengorbanan yang tidak pernah berhenti.
4. Ahmad Nizam, yang selalu hadir memberikan dukungan dan semangat dalam setiap keadaan. Terima kasih telah menjadi tempat penulis berkeluh kesah, berbagi lelah, dan menemani proses penyusunan skripsi dari awal hingga akhir. Terima kasih atas segala usaha, waktu, perhatian, dan pengorbanan yang telah diberikan. Semoga ke depannya kita dapat terus saling mendukung, tumbuh bersama, dan mencapai impian yang diharapkan.
5. Kakak perempuan tercinta Rosi Ismariani yang selalu menjadi motivasi bagi penulis untuk terus maju dan berkembang. Terima kasih atas segala dukungan, perhatian, dan bantuan dalam memenuhi kebutuhan penulis selama proses pendidikan.
6. Meyta Chantika Adham, satu-satunya teman seangkatan perempuan yang selalu menemani dan berjuang bersama selama masa perkuliahan. Terima kasih atas

kebersamaan, dukungan, bantuan, dan segala cerita yang telah kita lalui bersama. Semoga perjuangan ini membawa kita menuju kesuksesan.

7. Coklat, Moka, Chika, Chiko, dan Cemong, yang selalu menemani dan memberikan kebahagiaan melalui tingkah laku yang menggemaskan. Kehadiran kalian menjadi penghibur di tengah rasa lelah selama proses penyusunan skripsi.
8. Ibu dosen pembimbing 1 Dr.Wiwin A Oktaviani, S.T,M.Sc dan ibu dosen pembimbing 2 Asri Indah Lestari, S.T., M.T, yang telah memberikan ilmu, arahan, bimbingan, waktu, dan kesabaran selama proses penyusunan skripsi ini.
9. Seluruh dosen dan staf Program Studi Teknik Elektro, yang telah memberikan ilmu, pengalaman, bantuan, dan pelayanan selama penulis menempuh pendidikan.
10. Diri sendiri, yang telah bertahan, berusaha, dan melewati setiap proses dengan penuh kesabaran. Terima kasih karena tidak menyerah meskipun menghadapi berbagai lelah dan tantangan. Semoga pencapaian ini menjadi pengingat bahwa setiap perjuangan memiliki hasil yang layak untuk disyukuri.

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT, atas rahmat dan karunia-Nya jualah penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan judul **ANALISIS KETIDAKSEIMBANGAN BEBAN PADA GARDU INDUK INDUK TALANG KELAPA PENYULANG PANDU TRANSFORMATOR PC 1058** yang disusun guna untuk syarat mendapatkan gelar sarjana pada Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Palembang.

Pada kesempatan ini penulis secara khusus mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada,

1. Ibu Dr.Wiwin A Oktaviani, S.T,M.Sc, selaku Pembimbing I
2. Ibu Asri Indah Lestari, S.T., M.T, selaku Pembimbing II

dan tak lupa pula penulis mengucapkan terima kasih kepada,

1. Bapak Prof Dr. Abid Djazuli, S.E., M.M, Selaku Rektor Universitas Muhammadiyah Palembang
2. Bapak Ir. A. Junaidi, M.T, Selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Palembang
3. Bapak Dr. Feby Ardianto, S.T., M.Cs, Selaku Ketua Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Palembang
4. Bapak Muhammad Hurairah, S.T., M.T, selaku Sekretaris Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Palembang
5. Bapak dan Ibu Staf Dosen pada Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Palembang
6. Bapak dan Ibu Staf Tata Usaha Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Palembang
7. Rekan-rekan Mahasiswa Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Palembang

Yang telah banyak membantu penulis baik secara moril maupun material dalam menyelesaikan skripsi ini, semoga amal baik yang diberikan kepada penulis mendapatkan imbalan yang sesuai dari Allah SWT. Penulis menyadari penulisan skripsi ini jauh dari sempurna, oleh karena itu kritik dan saran dari pembaca akan

penulis terima sangat senang hati. Semoga skripsi ini dapat bermanfaat khususnya bagi penulis sendiri dan umumnya bagi rekan-rekan pembaca di Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Palembang.

Palembang, 26 Juli 2026
Penulis,

A handwritten signature in black ink, appearing to be 'Rahma Fitriani', with a stylized, cursive script.

Rahma Fitriani

ABSTRAK

Ketidakseimbangan beban di gardu distribusi merupakan masalah umum dalam sistem distribusi daya, yang diakibatkan oleh distribusi beban konsumen satu fasa yang tidak merata di seluruh fasa R, S, dan T. Hal ini menyebabkan arus netral dan rugi daya, yang mengurangi efisiensi pasokan daya. Tujuan penelitian ini adalah untuk menganalisis tingkat ketidakseimbangan beban, besarnya arus netral, dan rugi daya di gardu distribusi PC1058 (penyulang Pandu, PT PLN (Persero) ULP Sukarami) dan membandingkan hasilnya dengan standar SPLN 017 (2014). Tinjauan pustaka mencakup teori sistem distribusi tiga fasa, ketidakseimbangan beban, arus netral, dan rugi daya netral dan berfungsi sebagai dasar analitis. Metode kuantitatif deskriptif diterapkan, berdasarkan data primer dari pengukuran langsung arus fasa (R, S, dan T) selama waktu beban puncak malam hari. Data ini kemudian dievaluasi menggunakan persamaan ketidakseimbangan beban, penjumlahan vektor arus netral, dan perhitungan rugi daya. Hasil penelitian menunjukkan arus $I_R = 11$ A, $I_S = 89$ A, dan $I_T = 72$ A, serta ketidakseimbangan beban sebesar 53,88%, arus netral sebesar 71,037 A, dan rugi daya sebesar 365,485 W (atau 1,83% dari daya aktif transformator), nilai-nilai yang melebihi ambang batas untuk kategori "Buruk" ($\geq 25\%$) yang ditetapkan dalam standar SPLN 017 (2014). Studi ini menyimpulkan bahwa gardu induk PC1058 belum memenuhi standar dan bahwa redistribusi beban konsumen antar fase diperlukan untuk mengurangi rugi daya.

Kata kunci: Ketidakseimbangan Beban, Arus Netral, Rugi-Rugi Daya, Gardu Distribusi, SPLN 017 (2014)

ABSTRACT

Load imbalance in distribution substations is a common problem in power distribution systems, resulting from uneven distribution of single-phase consumer loads across phases R, S, and T. This leads to neutral current and power loss, which reduces power supply efficiency. The purpose of this study was to analyze the level of load imbalance, magnitude of neutral current, and power loss at distribution substation PC1058 (Pandu feeder, PT PLN (Persero) ULP Sukarami) and compare the results with the SPLN 017 (2014) standard. The literature review covers the theory of three-phase distribution systems, load imbalance, neutral current, and neutral power loss and serves as an analytical basis. A descriptive quantitative method was applied, based on primary data from direct measurements of phase currents (R, S, and T) during the nighttime peak load time. These data were then evaluated using load imbalance equations, sum of neutral current vectors, and calculations of power loss. The results showed that I_R currents = 11 A, I_S = 89 A, and I_T = 72 A, as well as load imbalances of 53.88%, neutral current of 71.037 A, and power losses of 365.485 W (or 1.83% of the active power of the transformer), values that exceeded the threshold for the "Poor" category ($\geq 25\%$) set out in the SPLN 017 (2014) standard. The study concluded that the PC1058 substation has not met the standards and that redistribution of consumer load between phases is necessary to reduce power loss.

Keywords: Load Imbalance, Neutral Current, Power Loss, Distribution Substation, SPLN 017 (2014)

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PENGESAHAN.....	ii
HALAMAN PERNYATAAN	iii
MOTTO DAN PERSEMBAHAN	iv
KATA PENGANTAR.....	vi
ABSTRAK	viii
<i>ABSTRACT</i>	ix
DAFTAR ISI	x
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR TABEL.....	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xiv
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Tujuan Penelitian.....	3
1.3 Batasan Masalah.....	3
1.4 Sistematika Penulisan	4
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA.....	6
2.1 Sistem Distribusi Tenaga Listrik	6
2.2 Jaringan Distribusi	8
2.2.1 Sistem jaringan distribusi primer (20 kV).....	8
2.2.2 Sistem jaringan distribusi sekunder	12
2.3 Gardu Distribusi	13
2.3.1. Jenis – jenis gardu distribusi	13
2.3.2 Transformator distribusi	17
2.4 Sistem Tiga Fasa	19
2.4.1 Jenis – jenis hubungan rangkaian tiga fasa	21
2.4.2 Sistem tiga fasa seimbang	24
2.4.3 Sistem tiga fasa tidak seimbang	25
2.5 Ketidakseimbangan Beban.....	25
2.7 Arus Netral	27
2.8 Daya Tiga Fasa 1 kawat tidak seimbang	29

2.9 Rugi – Rugi Daya (<i>Losses</i>) Akibat Ketidakseimbangan Beban.....	29
2.8.1 Rugi – rugi pada penghantar netral	30
BAB 3 METODE PENELITIAN.....	32
3.1 Tempat dan Waktu.....	32
3.2 Diagram Alir.....	33
3.3 Mekanisme Penelitian	33
3.4 Alat dan Bahan	35
BAB 4 DATA, PERHITUNGAN, PEMBAHASAN DAN ANALISA	36
4.1 Data Penelitian	36
4.1.1 Data pengukuran arus beban per fasa (R, S, T) dan netral.....	39
4.1.2 Data panjang saluran pada setiap gardu distribusi	39
4.2 Perhitungan Pembebanan Transformator	41
4.2.1 Perhitungan persentase ketidakseimbangan beban	41
4.2.2 Perhitungan tegangan rata-rata.....	42
4.2.3 Perhitungan sudut impedansi	42
4.2.5 Perhitungan tegangan saluran	43
4.2.6 Perhitungan impedansi tiap fasa.....	43
4.2.7 Perhitungan arus tiap fasa	43
4.2.8 Perhitungan arus netral.....	43
4.2.9 Perhitungan daya beban tiga fasa satu kawat tidak seimbang.....	44
4.2.10 Perhitungan rugi – rugi daya akibat arus netral	45
4.2.10 Perhitungan daya semu	45
4.2.11 Perhitungan daya aktif.....	45
4.2.12 Perhitungan persentase losses	45
4.3 Hasil Analisa dan Pembahasan.....	46
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN	51
5.1 Kesimpulan	51
5.2 Saran.....	52
DAFTAR PUSTAKA	53
LAMPIRAN.....	56

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Sistem Penyaluran Tenaga Listrik	7
Gambar 2. 2 Sistem Jaringan Radial	9
Gambar 2. 3 Sistem Jaringan Loop/Ring	9
Gambar 2. 4 Sistem Jaringan Grid/Network	11
Gambar 2. 5 Sistem Jaringan Spindle	12
Gambar 2. 6 Gardu Tiang	14
Gambar 2. 7 Gardu Portal Dan Bagan Satu Garis	15
Gambar 2. 8 Gardu Beton	15
Gambar 2. 9 Gardu Kios	16
Gambar 2. 10 Gardu Cantol	17
Gambar 2. 11 Transformator Distribusi	18
Gambar 2. 12 Sistem Tiga Fasa	20
Gambar 2. 13 generator dalam konfigurasi Y, terhubung ke beban Y simetris.....	21
Gambar 2. 14 Urutan ABC dan Urutan CBA.....	22
Gambar 2. 15 Generator Konfigurasi Y, Terhubung Ke Beban Δ Simetris.....	22
Gambar 2. 16 Hubungan Δ - Δ	23
Gambar 2. 17 Hubungan Δ -Y	23
Gambar 2. 18 Vektor Diagram Arus Dalam Keadaan Seimbang	24
Gambar 2. 19 Vektor Diagram Arus Dalam Keadaan Tidak Seimbang	25
Gambar 3.1 Gardu Induk Talang Kelapa	32
Gambar 3. 2 Diagram Alir.....	33

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Standar Ketidakseimbangan Arus Antar Fasa SPLN 017 (2014).....	26
Tabel 4. 1 Data Trafo Distribusi Penyulang Pandu	38
Tabel 4. 2 Data Hasil Pengukuran Arus Beban Per Fasa Dan Arus Netral	39
Tabel 4. 3 Data Panjang Saluran Pada Tiap Gardu Distribusi.....	40
Tabel 4. 4 Perhitungan Persentase Pembebanan Pada Transformator Distribusi..	41
Tabel 4. 5 Hasil Perhitungan Persentase Ketidakseimbangan Beban	42
Tabel 4. 6 Hasil Perhitungan Losses Pada Arus Netral.....	46
Tabel 4. 7 Rekapitulasi Kategori Ketidakseimbangan Beban Pada PC1058	47

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran L. 1 <i>Single Line Diagram</i> Gardu Induk Talang Kelapa.....	56
Lampiran L. 2 <i>Single Line Diagram</i> GI Talang Kelapa Penyulang Pandu	57
Lampiran L. 3 <i>Single Line Diagram</i> Penyulang Pandu	58

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Energi listrik adalah salah satu kebutuhan fundamental yang sangat penting untuk mendukung kegiatan masyarakat, baik dalam ranah rumah tangga, industri, bisnis, maupun layanan publik. Dengan peningkatan jumlah pelanggan dan variasi jenis beban listrik yang ada, PT PLN (Persero) sebagai penyedia utama tenaga listrik di tanah air dituntut untuk mempertahankan kualitas dan kesinambungan penyaluran energi listrik sampai ke titik penggunaan akhir. Salah satu elemen krusial dalam sistem penyampaian tenaga listrik adalah jaringan distribusi, yang berperan dalam mengalirkan energi listrik dari gardu utama ke konsumen melalui penyulang-penyulang dan gardu distribusi (Rizky et al., 2022).

Salah satu indikator penting dalam menilai seberapa efektif jaringan distribusi listrik adalah persentase rugi-rugi daya. Ketidakseimbangan beban di gardu distribusi, yang masih menjadi tantangan yang perlu terus diperhatikan. Pertumbuhan beban yang cepat dan tidak selalu merata di setiap fasa dapat meningkatkan risiko ketidakseimbangan beban di gardu-gardu distribusi, termasuk di penyulang-penyulang yang mendapatkan pasokan dari Gardu Induk di area tersebut (Bactiar & Ferdani, 2021).

Dalam sistem empat kawat tiga fasa (R-S-T-N), kabel netral berperan untuk mengalirkan arus sisa yang timbul akibat ketidakseimbangan beban di antara fasa-fasa. Saat beban seimbang, arus di ketiga fasa memiliki yang memiliki besar nilai sama dan saling membentuk sudut sebesar 120° , sehingga jumlah vektor arus fasa menjadi nol. Dalam situasi ini, tidak terdapat arus yang mengalir melalui penghantar netral (La Aluwia, 2026). Ketidaksamaan dalam beban ini mengakibatkan sejumlah kehilangan, termasuk hilangnya daya, sehingga diperlukan pengelolaan terhadap ketidaksamaan beban pada transformator distribusi. Pengaturan yang tidak tepat memiliki dampak signifikan terhadap

kehandalan dan efisiensi, yang berujung pada peningkatan rugi-rugi daya (Wicaksono, 2023).

Beberapa kajian sebelumnya telah meneliti fenomena ketidakseimbangan beban di gardu distribusi dalam berbagai area operasional PLN di Indonesia. (Wicaksono, 2023) melakukan analisis terhadap ketidakseimbangan beban di Gardu Trafo Tiang (GTT) 20 kV dan menemukan bahwa batas maksimum ketidakseimbangan beban yang diizinkan berkisar antara 5–20% dari beban per fase. Selain itu, persentase ketidakseimbangan tersebut berpengaruh langsung terhadap arus netral serta kerugian daya yang terjadi pada transformator. Sementara itu, (Irwansyah et al., 2022) yang melakukan studi tentang transformator distribusi di area Universitas Bangka Belitung, yang secara geografis terletak dekat dengan Sumatera Selatan, juga menegaskan bahwa ketidakseimbangan pada beban trafo distribusi di daerah tersebut menyebabkan arus netral yang cukup besar dan memerlukan tindakan pengelolaan beban lebih lanjut.

Meskipun banyak penelitian telah dilakukan mengenai ketidakseimbangan beban dan arus netral, terdapat sejumlah keterbatasan yang diidentifikasi dalam studi-studi sebelumnya misalnya evaluasi arus netral pada lokasi dan karakteristik jaringan yang berbeda. Akibatnya, hasil penelitian tersebut belum tentu dapat diterapkan secara langsung pada setiap penyulang karena setiap sistem distribusi memiliki karakteristik pembebanan, konfigurasi jaringan, serta pola konsumsi daya yang berbeda. Oleh karena itu, studi ini dilaksanakan untuk memberikan wawasan tentang situasi ketidakseimbangan beban di Penyulang Pandu berdasarkan informasi pemuatan yang didapat dari PT PLN (Persero).

Berdasarkan semua penjelasan yang telah disampaikan, dapat ditarik kesimpulan bahwa isu mengenai ketidakseimbangan beban pada tiga fasa dan arus netral bukanlah masalah yang terpisah, tetapi sangat terkait dengan efisiensi energi di tingkat nasional, keandalan sistem distribusi, serta keberlanjutan investasi pada infrastruktur kelistrikan. Oleh karena itu, sebuah kajian mendalam mengenai situasi ketidakseimbangan beban dalam gardu-gardu distribusi, terutama pada Penyulang Pandu 20 kV dari Gardu Induk Talang Kelapa, perlu dilakukan. Penelitian ini diharapkan mampu memberikan gambaran empiris mengenai tingkat

ketidakseimbangan beban yang terjadi di lapangan, serta besaran arus netral yang muncul.

1.2 Tujuan Penelitian

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan, penelitian ini bertujuan untuk:

1. Menganalisis tingkat persentase ketidakseimbangan beban tiga fasa (R, S, dan T) pada gardu distribusi PC1058 yang disuplai oleh Penyulang Pandu PT PLN (Persero) Ulp Sukarami
2. Menganalisis besarnya arus yang mengalir pada kawat netral (arus netral) sebagai akibat dari ketidakseimbangan beban tiga fasa pada gardu distribusi yang diteliti.
3. Membandingkan hasil analisis ketidakseimbangan beban dan arus netral yang diperoleh dengan berdasarkan standar untuk ketidakseimbangan beban yang diatur dalam standar PLN 017 (2014) guna mengetahui apakah kondisi pembebanan pada gardu distribusi tersebut masih berada dalam batas yang diizinkan.

1.3 Batasan Masalah

Agar penelitian tetap fokus dan sejalan dengan sasaran yang telah ditentukan sesuai dengan tujuan yang telah ditetapkan, maka batasan masalah dalam penelitian ini disusun sebagai berikut:

1. Penelitian ini dilakukan pada gardu distribusi PC1058 yang disuplai oleh Penyulang Pandu 20 kV yang bersumber dari Gardu Induk Talang Kelapa
2. Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data hasil pengukuran arus beban pada fasa R, S, T, pada sisi tegangan rendah (sekunder) transformator distribusi, yang diperoleh data operasional dari pihak PLN.
3. Analisis ketidakseimbangan beban dilakukan berdasarkan data arus beban pada periode waktu malam hari dan tidak mencakup analisis beban dalam rentang waktu satu tahun penuh.

4. Penelitian ini tidak membahas secara mendalam pengaruh harmonisa terhadap arus netral, melainkan berfokus pada pengaruh ketidakseimbangan beban muncul karena distribusi beban satu fasa yang tidak seimbang.

1.4 Sistematika Penulisan

Untuk memberikan gambaran yang jelas mengenai isi penelitian serta memudahkan dalam memahami alur penulisan, maka sistematika penulisan dalam penelitian ini disusun sebagai berikut:

BAB 1 PENDAHULUAN

Bab ini berisi latar belakang masalah, tujuan penelitian, batasan masalah, serta sistematika penulisan. Bab ini menjadi dasar dan gambaran umum mengenai arah serta ruang lingkup penelitian yang dilakukan

BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini memuat teori-teori yang relevan dengan penelitian, meliputi sistem distribusi tenaga listrik, jaringan distribusi primer dan sekunder, gardu distribusi beserta jenis-jenisnya, transformator distribusi, sistem tiga fasa seimbang dan tidak seimbang, ketidakseimbangan beban, arus netral, serta rugi-rugi daya (losses) akibat ketidakseimbangan beban. Selain itu, disajikan pula penelitian terdahulu yang mendukung dan menjadi dasar dalam penelitian ini.

BAB 3 METODE PENELITIAN

Bab ini menyajikan data umum objek penelitian, data hasil pengukuran arus beban per fasa (R, S, T) dan arus netral, data panjang saluran tiap gardu distribusi, hasil perhitungan dan analisis persentase ketidakseimbangan beban, perhitungan arus netral hasil perhitungan dibandingkan dengan SPLN 017 (2014), perhitungan rugi-rugi daya akibat arus netral, serta hasil analisis dan pembahasan secara menyeluruh yang mengaitkan ketiga parameter tersebut

BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini menyajikan data umum objek penelitian, data hasil pengukuran arus beban per fasa (R,S,T), hasil perhitungan dan analisis persentase

ketidakseimbangan beban, analisis perhitungan arus netral, analisis rugi-rugi daya yang ditimbulkan, pembahasan hasil penelitian dengan membandingkannya terhadap standar yang berlaku, serta usulan atau rekomendasi perbaikan terhadap kondisi ketidakseimbangan beban yang ditemukan.

BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini berisi kesimpulan yang menjawab tujuan penelitian, serta saran yang dapat menjadi masukan bagi PT PLN (Persero) ULP Sukarami maupun bagi penelitian selanjutnya yang berkaitan dengan topik ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Afrita, R., Wulandari, S., Fikri, M., Makkulau, A., & Pasra, N. (2024). *Pengaruh Ketidakseimbangan Beban Terhadap Arus Netral Pada Transformator*. 10(2).
- Alexander, C. K., & Sadiku, M. N. O. (2009). *Fundamentals of Electric Circuits*. McGraw-Hill.
- Angkouw, B. J., Tumaliang, H. F., & Tulung, N. M. (2023). *Analysis of Power Loss and Voltage Drop in The North Minahasa Area Distribution Network* 1–9.
- Aryanto, N., & Balkis, M. (2021). *Tinjauan Gangguan Jaringan Distribusi 20 Kv Penyulang Muara Aman PT PLN (Persero) Ulp Rayon Muara Aman*. I(1).
- Bachtiar, A., Anugrah, A., & Fernando, R. (2021). *Desain Transformator Multi-Phasa Menggunakan Simulasi Matlab / Simulink*. 10(1).
- Bactiar, A., & Ferdani, F. A. (2021). *Studi Perhitungan Lossi Yang Diakibatkan Oleh Ketidakseimbangan Beban Pada Trafo Distribusi RK 06-199 T*. 10(2).
- Cekdin, C. (2021). *Distribusi Daya Listrik Teori dan Praktik* (M. Kika (ed.)). Penerbit Andi.
- Cekdin, C., & Barlian, T. (2013). *Rangkaian Listrik* (F. S. Suryantoro (ed.)). C.V Andi Offset.
- Dasa, A., & Mieftah, M. (2023). *Alternatif Penanganan Losses Akibat Ketidakseimbangan Beban Pada Trafo Distribusi*. 10(1), 54–59.
- Edminister, J. A. (1965). *Electric Circuits* (hal. 209). Schaum Publishing Company.
- Hambali, M., Jamiyanti, E., & Jannah, S. W. (2025). *Sistem Proteksi Saluran Distribusi Jaringan Listrik Menggunakan Etap Di Pondok Pesantren Nurul Jadid Studi Kasus Trafo DH 760 / 160*. 1(6), 867–875. <https://doi.org/10.62387/naafi.v1i5.267>
- Hamma, N. I. (2021). *Perencanaan Gardu Distribusi PT . Maccon Indonesia*. September, 136–141.
- Hanif, A. A. T. (2021). *Analisa Pengaruh Konfigurasi Ulang Jaringan Terhadap Rugi-Rugi Daya Gardu Distribusi 20kV Pada Penyulang Kelud Di PT PLN (Persero) Ulp Indralaya*. 6–24.
- Hidayat, L. I., Sultan, A. R., Achmad, A., Elektro, J. T., Negeri, P., & Pandang, U. (2022). *Analisis Keandalan Sistem Distribusi 20 kV ULP Sungguminasa Penyulang Pallangga Menggunakan Metode Section Technique dan Reliability Index Assessment (RIA)*. 1(2), 51–60.
- Hidayat Taufik, S. A. (2023). *Analisa Rekonfigurasi Jaringan Distribusi 20kV di*

- PT PLN Sungai Rumbai*. 6(2), 199–206.
- Hilarius Tonda, I. M. P. dan C. P. T. (2025). Pengaruh Ketidakseimbangan Beban Terhadap Arus Netral Trafo Pada Gardu Distribusi Di PT PLN (Persero) Ulp Larantuka. *Jurnal Teknologi*.
- Iman, D. F., Khaerunnisa, P., Fitri, H. M., & Aribowo, D. (2024). *Analisis Operasional Sistem Distribusi Tegangan Menengah ke Tegangan Rendah di Gardu Induk Serang*. 7(2), 66–71. <https://doi.org/10.33087/jepca.v7i2.119>
- Irwansyah, D., Yandi, W., Sunanda, W., & Zakri, A. A. (2022). *Distribution Transformer Load Imbalance Analysis at Universitas Bangka Belitung*. 3(1), 6–10. <https://doi.org/10.31629/jit.v3i1.4333>
- La Aluwia, B. (2026). *Pengaruh Ketidakseimbangan Beban Gardu Distribusi Fasa Netral Berbasis Data Aplikasi Simantra*. Institut Teknologi PLN.
- Lembang, N., Elo, Y. La, Prastoro, W., & Kafara, H. J. (2023). Pengaruh Arus Netral Terhadap Rugi-Rugi Daya pada Trafo Distribusi 200 kVA Kayu Merah Fakfak. *Teknik Elektro dan Komputasi*, 5, 288–294.
- Madani, E. (2021). *Analisis Rugi-Rugi Daya Jaringan Distribusi Primer Penyulang Jupiter Di PT PLN (Persero) Ulp Muara Enim Menggunakan Software Etap 19.0.1*. 5–27.
- Mangopo, D., Ohee, E. M., Revassy, R., Sampe, A., Pagiling, L., & Koedoes, Y. A. (2024). Analisis Ketidakseimbangan Beban Transformator Distribusi Terhadap Arus Netral Di PT PLN (Persero) Ulp Abepura Penyulang Melati. *Fokus Elektroda*, 09(02), 99–105.
- Pasaribu, F. I., Nasution, E. S., & Rizki, A. (2021). *Pengaruh Ketidakseimbangan Beban Terhadap Arus Netral dan Losses Pada Trafo Distribusi 200 kVA*. 59–63.
- Priambudi, I., Maulidyawati, D., Darmawan, I., Elektro, T., & Sumbawa, U. T. (2025). *Perhitungan Perbaikan Susut Pada Gardu Distribusi Rn 004 Di PT PLN (Persero) Ulp Bima Kota*. 818–826.
- Riyadi, K. (2023). *Metode Fuzzy Dalam Penyeimbangan Beban Transformator Di Sistem Distribusi Tenaga Listrik*. 5(1), 28–34.
- Rizky, M., Prasetyo, A., & Effendi, H. (2022). *Analisa Keandalan pada Sistem Distribusi 20 kV*. XXIV, 43–54.
- Rohmat, K., & Riyad, M. A. (2023). *Analisis Ketidakseimbangan Beban Transformator Distribusi Di PT PLN (Persero) Updl Pandaan*. 4, 186–192.
- Saputra, M., Wiwin A. Oktaviani, S.T., M. S., & Taufik Barlian, S.T., M. E. (2022). *Analisis Penyebab Gangguan Jaringan Pada Distribusi Listrik Menggunakan Metode Root Cause Analysis (Rca) Di PT PLN (Persero) Up3 Ogan Ilir Ulp Prabumulih*. 4–17.

- Senen¹, A., Handayani¹, O., & dan Christine Widyastuti¹. (2023). *Penambahan Gardu Distribusi Berdasarkan Pertumbuhan Beban Listrik Menggunakan GUI Matlab di Wilayah Tangerang*. 22(01), 1–9.
- Sitorus, R. X. K. (2024). Studi Tentang Pergantian Trafo Distribusi BR079 Akibat Beban Lebih di PT PLN (Persero) Ulp Medan Baru Study of BR 079 Distribution Transformer Replacement Due To Overload At PT PLN (Persero) Ulp Medan Baru. *Jurnal Ilmiah Tenaga Listrik*, 7776, 79–84.
- Suhadi. (2008). *Teknik Distribusi Tenaga Listrik*.
- Suripto, S. (2017). *Sistem tenaga listrik*. LP3M UMY.
- Sutama, I. W., Ayu, I., & Nirmala, L. (2023). Analisis Ketidakseimbangan Beban Pada Gardu Distribusi KA 0251 Penyulang Gelogor Carik. *Telsinas*, 6(2), 209–218.
- Sutejo, A. R., Rifadil, M. M., & Salsabila, R. (2023). Penyeimbangan Beban Sistem Kelistrikan Tiga Fasa Berbasis Fuzzy Logic Three-Phase Electrical Sistem Load Balancing Based On Fuzzy Logic. *Telka*, 9(1). <https://doi.org/10.15575/telka.v9n1.1-8>
- Syalsabila, S. A. (2022). *Optimasi Penentuan Letak Pembangkit Tersebar (Distributed Generation) Pada Sistem Distribusi Radial Dengan Memperhatikan Adanya Kapasitor Menggunakan Metode Algoritma Penyerbukan Bunga*.
- Tjahjono, G., Fahmi, I., Ray, F. F. G., & Hietingwati, Y. M. (2022). Perakitan Dan Pengujian Panel Daya Listrik Portable Low Voltage Main Distribution Panel (LVMDP) Dengan Proteksi Urutan Fasa. *Jurnal Spektro*, 5(1), 1–9.
- Wicaksono, G. S. (2023). *Evaluasi Ketidakseimbangan Beban pada GTT 20kV di Penyulang Plumbungan Surabaya*. 5, 172–178.
- Wijaya, B. A., Handoko, S., & Zahra, A. (2021). *Analisis Dan Perancangan Mitigasi Ketidakseimbangan Tegangan Dan Arus Di Poltekkes Semarang*. 10(2), 319–326.
- Wirawan, A. D., Junaidi, & Arsyad, M. I. (2022). Analisa Pengaruh Ketidakseimbangan Beban Terhadap Arus Netral Dan Losses Pada Transformator Distribusi Di Penyulang Pangsuma PT PLN (Persero) Rayon Mempawah. *J3EIT*, 10(1).