ANALISIS KETIDAKSEIMBANGAN DAYA PADA GARDU DISTRIBUSI PENYULANG VIAR DI PT PLN (PERSERO) ULP SUKARAMI

S K R I P S I

Diajukan Untuk Memenuhih Syarat kurikulum Pada Tingkat Sarjana
Srata-1 Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik
Universitas Tridinanti

Oleh :
AIDIL ARIF RAHMAN
2102230023

PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS TRIDINANTI
2026

ANALISIS KETIDAKSEIMBANGAN DAYA PADA GARDU DISTRIBUSI PENYULANG VIAR DI PT PLN (PERSERO) ULP SUKARAMI

S K R I P S I

Diajukan Untuk Memenuhih Syarat kurikulum Pada Tingkat Sarjana Srata-1 Pada program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Tridinanti

Oleh :



AIDIL ARIF RAHMAN

2102230023

PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS TRIDINANTI

2026

LEMBAR PENGESAHAN

Nama	: Aidil Arif Rahman
Nomor Pokok	: 2102230023
Program Studi	: Teknik Elektro
Jenjang Pendidikan	: Strata 1 (S1)
Judul Skripsi	: Analisis Ketidakseimbangan Daya Pada Gardu Distribusi Penyulang Viar Di PT (PERSERO) ULP SUKARAMI

Disetujui oleh :

Pembimbing I	Pembimbing II
Mukminatun Ardaisi, ST, MT.	**Ir. Letifa Shintawaty, MM.**

Mengetahui :

Dekan,	Program Studi Teknik Elektro
Dr. Ani Firda. ST. MT.	**Moh Wahyu A, ST. MT.**

Dipindai dengan CamScanner

LEMBAR PERNYATAAN

Saya bertanya tangan dibawah ini :

Nama Mahasiswa	: Aidil Arif Rahman
Nomor Pokok	: 2102230023
Program Studi	: Teknik Elektro
Jenjang Pendidikan	: Strata 1 (S1)
Judul Skripsi	: Analisis Ketidakseimbangan Daya Pada Gardu Distribusi Penyulang Viar Di PT PLN (PERSERO) ULP SUKARAMI

Dengan ini menyatakan dengan benar sebenar-benarnya bahwa :

1. Skripsi dengan judul yang tersebut diatas adalah murni karya saya sendiri. Bukan hasil plagiat, kecuali yang secara tertulis dikutip dalam naskah skripsi dan disebutkan sebagai bahan referensi serta dimasukkan dalam daftar pustaka.
2. Apabila dikemudian hari penulisan skripsi ini terbukti merupakan hasil plagiat atau jiplakan dari skripsi karya orang lain, maka saya bersedia mempertanggung jawabkan serta bersedia menerima sanksi hukum berdasarkan Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 20 Tahun 2003 tentang "Sistem Pendidikan Nasional" pasal 70 berbunyi : Lulusan yang karyailmiah yang digunakannya untuk mendapatkan gelar akademik, profesi atau vokasi sebagaimana dimaksud dalam pasal 25 ayat (2) terbukti merupakan jiplakan dipidana dengan pidana penjara paling lama dua tahun atau pidana denda paling banyak Rp 200.000.000,- (dua ratus juta rupiah).

Demikian pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tidak dipaksakan.



Palembang, Maret 2026



Aidil Arif Rahman

Dipindai dengan CamScanner

ABSTRAK

Penyaluran energi listrik yang stabil dan kontinyu merupakan syarat utama dalam memenuhi kebutuhan daya listrik masyarakat. Dalam proses penyaluran energi listrik tersebut, transformator sering kali mengalami gangguan berupa ketidakseimbangan beban pada tiap fasanya. Ketidakseimbangan beban ini akan menyebabkan transformator distribusi menjadi cepat panas yang diakibatkan oleh arus urutan nol yang timbul dari ketidakseimbangan tersebut. Dari hasil perhitungan ketidakseimbangan beban transformator pada gardu distribusi PC 0242 mengalami kondisi ketidakseimbangan yang buruk, dimana nilai persentase ketidak-seimbangan beban dari hasil perhitungan tanggal 1 Februari 2025 minimum 15,3% dan tanggal 4 februari 2025 nilai maksimum 25,47%. Nilai ketidakseimbangan beban transformator 3 fasa yang diizinkan menurut standar SPLN D5.004-1:2012 adalah maksimal 2%. Ketidakseimbangan terjadi ketika arus atau tegangan pada fasa R, S, dan T tidak sama besar, yang menyebabkan arus mengalir di kawat netral dan meningkatkan panas serta kerugian daya.

Kata Kunci : *Ketidakseimbangan Beban, Gardu Distribusi, Rugi-rugi Daya, Tranformator*

ABSTRACT

Stable and continuous electrical energy distribution is a primary requirement for meeting the community's electricity needs. During this electrical energy distribution process, transformers frequently experience disruptions in the form of load synchronization on each phase. This unbalanced load causes the transformer to overheat rapidly due to the zero sequence currents generated by this contamination. Based on calculations and measurements of the transformer load at the PC 0242 distribution substation, the load imbalance percentage at the PC 0242 distribution substation was found to be poor, with a minimum load imbalance of 15.3% on February 1, 2025, and a maximum of 25.47% on February 4, 2025. The permissible load imbalance for a three-phase transformer according to the SPLN D5.004-1:2012 standard is a maximum of 2%. This disruption occurs when the current or voltage on the R, S, and T phases are not equal, causing current to flow in the neutral wire, increasing heat and power losses.

Keywords: *Total Load, Distribution Substation, Power Losses, Transformer*

"Kesuksesan bukan untuk mereka yang mudah menyerah, tetapi untuk mereka yang gigih berjuang. Tetap semangat, teruslah melangkah!"
"Karena sesungguhnya sesudah kesulitan itu ada kemudahan.
QS. Al-Insyirah (94:7)

Kupersembahkan untuk :

1. Teruntuk Abah dan Mamak, dua permata hati yang dititipkan Tuhan untuk membantuku mengarungi deras arus kehidupan. Terasa sulit hidup ini tanpa kehadiranmu. Selalu ku rayu Tuhan agar diberikannya kalian berdua umur yang panjang. 22 Tahun aku dididik dan dibina, selalu kuberharap agar ketulusan itu dihadiahi sepotong Surga oleh Tuhan yang Maha Pemurah. Hari ini, kuhadiahkan gelar S.T ini sebagai bentuk bakti syukurku. Bujuklah Tuhan agar Ia memberikan ketegaran didalam relung jiwaku, agar tiap tetes darah kalian yang mengalir berdenyut di nadi ini dapat menghadiahi kalian berdua kesuksesan dan kemudahan hidup, untuk menjalani sisa waktu yang ditakdirkan untuk kita bertiga, sebelum kembali menghadap-Nya dengan hati yang penuh bahagia.

2. Teruntuk Syifa Oktarina, wanita cantik yang dititipkan untuk menemani prosesku dari kuliah sampai hari ini. Dengan sifatnya terkadang menyebalkan tetapi Ia tiada henti untuk selalu memberikan semangat sampai hari ini. Kuharap, kelak kita selalu bersama sama sampai Tuhan men Takdirkan kita buat berpisah.Terima Kasih Tuhan engkau telah memberikan wanita yang sangat cantik kepadaku.

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT, dimana skripsi berjudul ”Analisis Ketidakseimbangan Beban Terhadap Gardu Distribusi Penyulang Viar Di PT PLN (PERSERO) ULP SUKARAMI”. Skripsi ini disusun guna memenuhi sebagian persyaratan dalam memperoleh gelar sarjana Strata-1 (S1) pada Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Tridinanti.

Ucapan terimakasih penulis sampaikan kepada yang terhormat :

- Ibu Mukminatun ardaisi, ST. MT. Selaku Pembimbing Utama
- Ir. Letifa Shintawaty, MM. Selaku Pembimbing Anggota

yang telah membimbing dan mengarahkan penulis dalam menyusun skripsi. Ucapan terimakasih juga penulis sampaikan kepada :

1. Rektor Universitas Tridinanti
2. Ibu Dr. Ani Firda, ST.MT Selaku Dekan Fakultas Universitas Tridinanti Palembang
3. Bapak Moh. Wahyu Aminullah, ST. MT. Selaku Ketua Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Tridinanti.
4. Ibu Dina Fitria, ST. MT. Selaku Sekretaris Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Tridinanti.
5. Staf Dosen dan Karyawan Program Studi Teknik Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Tridinanti.
6. Semua pihak yang telah membantu dan menyelesaikan penyusunan laporan akhir ini.

Semoga amal baiknya diterima dan dilipat gandakan oleh Allah Subhanahu Wa Ta’ala. Dan semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat bagi penulis. Aamiin.

Palembang, Maret 2026

AIDIL ARIF RAHMAN

DAFTAR ISI

Halaman

JUDUL SKRIPSI i
LEMBAR PENGESAHAN iii
LEMBAR PERNYATAAN iv
ABSTRAK v
ABSTRAC vi
LEMBAR PERSEBAHAN vii
KATA PENGANTAR viii
DAFTAR ISI ix
DAFTAR GAMBAR xi
DAFTAR TABEL xii
BAB I PENDAHULUAN 1
1.1 Latar Belakang 1
1.2 Rumusan Masalah 2
1.3 Batasan Masalah 2
1.4 Tujuan 2
1.5 Sistematika Penulisan 3
BAB II LANDASAN TEORI 4
2.1 Tinjauan Umum 4
2.2 Sistem Tenaga Listrik 4
2.3 Landasan Sistem Tenaga Listrik 7
2.4 Transformator 12
2.4.1 Sistem 3 phase 14
2.4.2 Pola pembebanan transformator 16
2.4.3 Poin-poin analisis utama 20
2.5 Daya Listrik 25
BAB III METODOLOGI PENELITIAN 27
3.1 Jenis Penelitian 27
3.2 Tempat dan Lokasi Penelitian 27

3.3 Diagram Alir Penelitian 28
3.4 Data Transformator Distribusi 31
3.5 Metode yang digunakan untuk mengukur ketidak seimbangan daya 32
BAB IV PERHITUNGAN DAN ANALISIS 33
4.1 Perhitungan pembebanan transformator pada Gardu Distribusi PC 0242 33
4.2 Analisis hasil perhitungan 39
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN 41
5.1 Kesimpulan 41
5.2 Saran 41
DAFTAR PUSTAKA 42
LAMPIRAN 43

DAFTAR GAMBAR

Gambar		Halaman
2.1	Sistem Distribusi Tenaga Listrik	6
2.2	Transformator Step-up.....	9
2.3	Transmisi jaringan listrik	10
2.4	Gardu Induk	11
2.5	Trafo Jaringan Distribusi Tenaga Listrik	11
2.6	Teknologi Scada	12
2.7	Transformator Distribusi	13
2.8	Komponen utama transformator	13
2.9	Diagram phasor	14
2.10	Sistem Tegangan dan arus diagram phasor	15
2.11	Diagram phasor tegangan	15
2.12	Vektor diagram arus ketika beban tidak seimbang	23
2.13	Gelombang ideal harmonik menjadi gelombang real	24
2.14	Segitiga daya	26
3.1	Kantor PT. PLN (Persero) ULP Sukarami	27
3.2	Diagram Alir Penelitian	30
3.3	Name plate Transformator Distribusi	31
4.1	Grafik karakteristik persen ketidak seimbangan beban	40

DAFTAR TABEL

Tabel		Halaman
2.1	Data SPLN No.17 Tahun 2024 (SPLN,2024)	21
2.2	Waktu beban puncak ketidakseimbangan beban	22
3.1	Data Transformator Distribusi	31
3.2	Data Transformator pada Gardu distribusi PC 0242	32
4.1	Data hasil perhitungan ketidakseimbangan beban	38

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Dalam menjaga stabilitas sistem tenaga listrik, kualitas daya merupakan hal yang penting. Untuk menjaga stabilitas tersebut perlu diperhatikan pembebanan pada transformator distribusi. Karena dalam analisis pembebanan tersebut bertujuan untuk mengidentifikasi beban lebih akibat beban tidak seimbang. Sehingga perencanaan sistem akan selalu berusaha untuk menyeimbangkan beban-beban satu fasa atau perfasa sedemikian rupa agar dapat mengalirkan arus seimbang pada salurannya.

Ketidakseimbangan beban antara tiap-tiap fasa (fasa R, fasa S, dan fasa T) menyebabkan mengalirnya arus di netralnya transformator, arus netral inilah yang menimbulkan rugi-rugi pada transformator sehingga kemampuannya dalam melayani beban menurun. Oleh karena itu diperlukan data untuk mengetahui seberapa besar pengaruh ketidakseimbangan beban terhadap rugi rugi pada transformator dan dampak lainnya pada segi ekonomi. Karena nantinya akan sangat mempengaruhi biaya investasi.

Batas Toleransi (SPLN): Berdasarkan standar, rugi daya atau *losses* yang diizinkan akibat ketidakseimbangan beban adalah 10%. Dalam melakukan penelitian ini objek penelitian akan dilakukan pada transformator di Penyulang Viar. Pemilihan Penyulang Viar berdasarkan data yang didapat dari pengukuran beban trafo distribusi pada PT PLN (Persero) ULP Sukarami yang pernah mengalami gangguan pada tahun 2019.

Berdasarkan permasalahan di atas maka dari itu penulis mengambil judul tentang "Analisis Ketidakseimbangan Pada Gardu Distribusi Penyulang Viar di PT PLN (PERSERO) ULP Sukarami".

1.2 Rumusan Masalah

1. Bagaimana profil pembebanan pada masing-masing fasa (R, S, dan T) pada transformator distribusi penyulang VIAR ?
2. Seberapa besar tingkat ketidakseimbangan beban yang terjadi pada transformator tersebut ?

1.3 Batasan Masalah

Pembahasan tentang transformator sangat luas, maka dibuat Batasan masalah agar pembahasan tetap pada penelitian yaitu:

1. Hanya membahas Gardu Distribusi Penyulang Viar di PT PLN (PERSERO) ULP Sukarami
2. Data yang diambil yaitu data transformator distribusi pada penyulang Viar
3. Menghitung Arus dan tegangan rata-rata tiga fasa dan bandingkan masing-masing fasa terhadap rata-rata untuk menemukan % ketidak-seimbangan

1.4 Tujuan

Tujuan dari penulisan ini adalah Untuk mengatahui kondisi transformator akibar ketidakseimbangan beban pada transformator distribusi dan rugi-rugi daya di PT.PLN ULP Sukarami.

1.5 Sistematika Penulisan

Penulisan skripsi ini berdasarkan sistematika penulisan sebagai berikut:

BAB I PENDAHULUAN

Pada bab ini akan mengawali penulisan dengan menguraikan latar belakang masalah, rumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, batasan masalah, dan sistematika penulisan.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini memuat tentang teori dasar-dasar umum tentang sistem eksitasi pada generator dan penjelasan tentang karakteristik generator 3 fasa.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Bab ini berisikan tempat dan data riset serta langkah-langkah pemecahan masalah yang akan di bahas, meliputi langkah-langkah pengumpulan data dan cara-cara pengolahan data.

BAB IV PERHITUNGAN DAN ANALISIS

Bab ini membahas dari data-data untuk di analisa

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

DAFTAR PUSTAKA

1. S. Joslen, "Analisa Arrester Transformator 60 MVA 150 KV / 20 KV di Gardu Induk Titi Kuning Medan," *Darma Agung*, 2022.
2. G. Ayu Kartika sari, "Pengaruh Ketidakseimbangan Beban Terhadap Arus netral dan Losses pada trafo distibusi" Study kasus PT. PLN (Persero) Rayon Blora, S1 Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Surakarta," 2018
3. W. Sarimun N., MT., "Buku Saku Pelayanan Teknik (YANTEK). Jakarta: Garamond," 2014.
4. S. E. D. P. P. (Persero) N. 0017.E/DIR/2014, "Metode Pemeliharaan Trafo Distribusi Berbasis Kaidah Manajemen Aset, PT PLN (Persero)," 2014
5. S. Hidayat, "Penyeimbangan Beban pada Jaringan Tengangan Rendah Gardu Distribusi CD 33 Penyulang Sawah di PT PLN (Persero) Area Bintaro," vol. 08 No. 1, 2018.
6. A. Kadir, "Distribusi dan Utilisasi Tenaga Listrik. Jakarta: Universitas Indonesia (UI-Press)," 2000.
7. E. Julianto, "Studi Pengaruh Ketidakseimbangan Pembebanan Transformator 20 KV PT. PLN (Persero) Cabang Pontianak."
8. P. P. (Persero), "'SPLN D3.010-1: 2014 Spesifikasi Kabel Tegangan Rendah Bagian 1: Kabel Pilin Udara."
9. https://www.exponesia.id/apa-itu-sistem-tenaga-listrik/
10. Nana Maulina, Evaluation Of Distribution Transformer Loading At Ptuc Cantol Substation At Pt Pln (Persero) Up3 Bandung,