

SKRIPSI
ANALISIS PENGARUH KETIDAKSEIMBANGAN BEBAN
TERHADAP ARUS NETRAL DAN *LOSSES* PADA
TRANSFORMATOR DISTRIBUSI PENYULANG SUNGKAI
GARDU INDUK BUNGERAN



Merupakan syarat untuk memperoleh gelar sarjana
Telah dipertahankan di depan dewan
10 Maret 2023

Dipersiapkan dan Disusun Oleh
RAMADONA JAYA PRATAMA
132018202

PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH PALEMBANG

SKRIPSI
ANALISIS PENGARUH KETIDAKSEIMBANGAN BEBAN TERHADAP
ARUS NETRAL DAN LOSSES PADA TRANSFORMATOR DISTRIBUSI
PENYULANG SUNGKAI GARDU INDUK BUNGERAN



Merupakan syarat untuk memperoleh gelar sarjana
Telah dipertahankan di depan dewan
10 Maret 2023

Dipersiapkan dan Disusun Oleh
RAMADONA JAYA PRATAMA

Susunan Dewan Penguji

Pembimbing 1

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

Penguji 1

Ir. Zulkiffli Saleh, M.Eng
NIDN. 0212056402

Pembimbing 2

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

Penguji 2

Yosi Apriani, S.T., M.T
NIDN. 0213048201

Menyetujui
Dekan Fakultas Teknik

Dr. Ir. Kgs. Ahmad Roni, M.T., IPM
NIDN. 0237077004

Mengetahui
Ketua Program Studi Teknik Elektro

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

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, 10 Maret 2023

Yang membuat pernyataan



Ramadona Jaya Pratama

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT, atas rahmat dan karunia-Nya jualah penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan judul **ANALISIS PENGARUH KETIDAKSEIMBANGAN BEBAN TERHADAP ARUS NETRAL DAN LOSSES PADA TRANSFORMATOR DISTRIBUSI PENYULANG SUNGKAI GARDU INDUK BUNGERAN** 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,

- Ibu Wiwin A. Oktaviani, S.T., M.Sc, selaku Pembimbing I
- Bapak Taufik Barlian, S.T., M.Eng, selaku Pembimbing II

dan tak lupa pula penulis mengucapkan terima kasih kepada,

1. Bapak Dr. Abid Djazuli, S.E., M.M, selaku Rektor Universitas Muhammadiyah Palembang
2. Bapak Dr. Ir. Kgs Ahmad Roni, M.T. Selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Palembang
3. Bapak Taufik Barlian, S.T., M.Eng, Selaku Ketua Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Palembang
4. Bapak Feby Ardianto, S.T., Mcs, 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. Teristimewa kepada keluarga besar, Ibu dan ayah yang sudah memberikan kasih sayang, doa, nasihat serta dorongan yang diberikan kepada penulis mulai dari kecil sampai sekarang
8. 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, 10 Maret 2023

Penulis



Ramadona Jaya Pratama

ABSTRAK

Ketidakseimbangan beban pada suatu sistem distribusi tenaga listrik sering terjadi, penyebab ketidakseimbangan tersebut terjadi pada beban-beban satu fasa di pelanggan jaringan tegangan rendah (JTR). Ini dikarenakan pembebanan setiap fasa di jaringan distribusi tidak seimbang, sehingga ketidakseimbangan beban tersebut munculnya aliran arus di netral trafo pada Penyulang Sungkai GI Bungaran, serta mengakibatkan timbulnya rugi-rugi daya (*losses*) akibat dari mengalirnya arus netral yang akan membuat kurang baiknya kualitas arus yang mengalir kepada beban atau konsumen. Pengumpulan data ini dilakukan dengan cara wawancara langsung dengan pihak PLN yang memberikan data. Tujuan dari penelitian ini ialah untuk menganalisis pengaruh ketidakseimbangan beban pada siang hari dan malam hari serta menghitung besarnya persentase pembebanan, ketidakseimbangan beban, dan *losses* akibat adanya arus netral pada penghantar netral trafo. Setelah dianalisis bila terjadi ketidakseimbangan beban yang besar, maka arus netral yang muncul juga besar, dan *losses* akibat adanya arus netral pada penghantar netral trafo semakin besar pula, persentase ketidakseimbangan beban pada trafo mencapai 6% yang diakibatkan adanya arus netral dengan *losses* pada siang hari nya 9,75 kW dan *losses* tertinggi terjadi pada malam hari nya 11,97 kW.

Kata Kunci : Ketidakseimbangan beban, Arus Netral, *losses*, Trafo Distribusi.

ABSTRACT

The Unbalance load on a power distribution system is frequent Occurs, the cause of the imbalance occurs in single-phase loads on Low voltage network (JTR) customers. This is due to the loading of each phase In the distribution network is not balanced, so that the load imbalance The emergence of current flow in the neutral of the transformer, as well as resulting in the emergence of power losses (losses) as a result of neutral current flowing which will make it less good The quality of the current flowing to the load or consumer. This data collection was carried out by way of direct interviews with the PLN who provided the data. The purpose of this study is to analyze the effect of load imbalance during the day and night and to calculate the percentage of loading, load imbalance, and losses due to neutral currents in the transformer neutral conductor. After analyzing if there is a large load imbalance, the neutral current that appears is also large, and losses due to neutral currents in the neutral conductor of the transformer are even greater, the percentage of load imbalance on the transformer reaches 6% which is caused by neutral currents with losses during the day 9.75 kW and the highest losses occur at night 11.97 kW.

Keywords : Unbalanced load, Neutral current, Losses, Distribution Transformer.

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN PERSETUJUAN PEMBIMBING	ii
HALAMAN PENGESAHAN	iii
KATA PENGANTAR	iv
ABSTRAK	vi
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR TABEL	xi
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang masalah	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Batasan Masalah	2
1.4 Tujuan Penelitian	3
1.5 Manfaat Penelitian	3
1.6 Sistematika Penulisan	3
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	7
2.1 Transformator	7
2.2 Komponen Trafo	9
2.3 Prinsip Kerja Transformator	13
2.4 Jenis-Jenis Trafo	14
2.5 Ketidakseimbangan Beban Pada Transformator	15
2.6 Arus Netral	17
2.7 Perhitungan Pembebanan Pada Transformator Distribusi	17
2.8 Perhitungan Ketidakseimbangan Beban	18
2.9 Perhitungan <i>Losses</i> (rugi-rugi) Akibat Adanya Arus Netral Pada Penghantar Netral Trafo	19
BAB 3 METODE PENELITIAN	20
3.1 Tempat dan Waktu	20

3.2	Metode Penelitian	20
3.3	Diagram alir penelitian	21
BAB 4 PERHITUNGAN DAN ANALISIS		22
4.1	Data Penelitian.....	22
4.1.1	Data Spesifikasi Trafo	22
4.1.2	Data Hasil Pengukuran pada Transformator Distribusi.....	22
4.2	Perhitungan	23
4.2.1	Perhitungan Arus Beban Penuh.....	23
4.2.2	Perhitungan Arus rata-rata.....	24
4.2.3	Perhitungan Persentase Pembebanan Transformator	24
4.2.4	Perhitungan Koefisien a, b, dan c	25
4.2.5	Perhitungan Persentase Ketidakseimbangan Beban	26
4.2.6	Perhitungan <i>Losses</i> Akibat Adanya Arus Netral Pada Penghantar Netral Trafo	27
4.3	Analisis Hasil Perhitungan	28
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN		31
5.1	Kesimpulan.....	31
5.2	Saran	31

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1 Transformator Distribusi.....	5
Gambar 2.2 Transformator Daya.....	6
Gambar 2.3 Transformator Pengukuran.....	7
Gambar 2.4 Inti besi trafo.....	8
Gambar 2.5 Inti Transformator.....	8
Gambar 2.6 Kumparan trafo.....	9
Gambar 2.7 Minyak trafo.....	9
Gambar 2.8 <i>Bushing</i>	10
Gambar 2.9 Tangki dan Konservator.....	10
Gambar 2.10 Pendingin trafo.....	11
Gambar 2.11 Prinsip Kerja Transformator.....	12
Gambar 2.12 Trafo <i>step-up</i>	12
Gambar 2.13 Trafo <i>step-down</i>	13
Gambar 2.14 Vektor diagram arus seimbang.....	14
Gambar 2.15 Vektor diagram arus tidak seimbang.....	14
Gambar 3.1 Diagram Alir.....	19

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 4.1 Data Spesifikasi Transformator Distribusi Penyulang Sungkai GI Bungaran.....	20
Tabel 4.2 Data hasil pengukuran pada trafo distribusi pada siang hari.....	21
Tabel 4.3 Data hasil pengukuran pada trafo distribusi pada malam hari.....	21
Tabel 4.4 Data Hasil Pengukuran Tegangan TR (VOLT) dan Tegangan SR (VOLT) pada tanggal 14 Oktober 2021.....	21
Tabel 4.5 Hasil perhitungan pada transformator di siang hari dan malam Hari.....	28

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang masalah

Sumatera Selatan merupakan provinsi dengan wilayah yang padat penduduk. Kebutuhan penduduk di Sumatera Selatan seiring dengan zaman yang terus meningkat, begitu juga dengan meningkatnya kebutuhan energi listrik. Pada zaman sekarang energi listrik sudah menjadi kebutuhan utama bagi keberlangsungan hidup manusia. Apabila tidak ada energi listrik maka semua aktivitas akan menjadi terganggu, seperti terganggunya proses kegiatan pada suatu industri, karena peralatan yang digunakan pada suatu industri hampir semuanya menggunakan mesin-mesin atau alat-alat yang harus dioperasikan dengan menggunakan energi listrik. Kemudian apabila tidak ada energi listrik pada rumah tangga maka dampaknya adalah rumah akan menjadi gelap, peralatan listrik tidak dapat hidup, dan lain sebagainya. Peningkatan aktivitas masyarakat ini akan mengakibatkan semakin meningkat pula kebutuhan konsumsi energi listrik. Untuk memenuhi kebutuhan yang semakin besar tersebut, pihak PLN terus berusaha untuk memenuhi kebutuhan itu dengan berbagai cara termasuk membangun pusat-pusat pembangkit energi listrik di berbagai daerah (Siregar & Zaini, 2018)

Pembebanan yang tidak merata dalam pendistribusian daya listrik ke konsumen khususnya rumah tangga, seringkali mengalami gangguan karena tidak seimbang beban dari satu fasa dengan fasa lainnya. Akibatnya, arus *supply* pada transformator tidak merata setiap fasanya, karena banyaknya pemasangan pelanggan baru pada jaringan tanpa memperhatikan fasa yang terpasang melebihi batas maksimal tiap fasanya. Selain itu, kurangnya melakukan pengawasan langsung dilapangan oleh pihak PLN, sehingga terjadi beban dari tiga fasa (RST)

tidak seimbang, Pembebanan yang tidak merata ini salah satu yang mengakibatkan terjadinya ketidakseimbangan beban dari setiap fasanya.

Ketidakseimbangan beban pada suatu sistem distribusi tenaga listrik sering terjadi, penyebab ketidakseimbangan tersebut terjadi pada beban-beban satu fasa di pelanggan jaringan tegangan rendah (JTR). Ini dikarenakan pembebanan setiap fasa di jaringan distribusi tidak seimbang, sehingga ketidakseimbangan beban tersebut munculnya aliran arus di netral trafo, serta mengakibatkan timbulnya rugi-rugi daya (losses) akibat dari mengalirnya arus netral yang akan membuat kurang baiknya kualitas arus yang mengalir kepada beban atau konsumen.

Selain itu, terjadinya rugi-rugi daya (losses), ketidakseimbangan beban juga mempengaruhi pada transformator, karena ketidakseimbangan akan meningkatkan pembebanan pada fasa transformator, dan apabila transformator bekerja 100% dalam keadaan pembebanan yang besar tersebut, performa transformator sendiri akan mengalami penurunan, seperti kegagalan listrik, mekanik, dan sampai kepada susutnya umur transformator (Jayabadi et al., 2017)

Berangkat dari penelitian-penelitian sebelumnya penulis melakukan penelitian dengan judul Analisis Pengaruh Ketidakseimbangan Beban Terhadap Arus Netral dan *Losses* pada Transformator Distribusi Penyulang Sungkai Gardu Induk Bungaran, dengan memilih PT.PLN UP3 Palembang dan Gardu Induk Bungaran sebagai tempat pengambilan data dalam penelitian.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang diatas, maka dapat dirumuskan suatu masalah sebagai berikut:

1. Berapa besar pengaruh ketidakseimbangan beban terhadap rugi-rugi daya?
2. Apakah ketidakseimbangan beban mempengaruhi arus netral pada penghantar netral transformator distribusi?

1.3 Batasan Masalah

Batasan masalah dalam penelitian ini adalah :

1. Penelitian ini membahas pengaruh ketidakseimbangan beban pada transformator distribusi Penyulang Sungkai.
2. Hanya membahas pengaruh ketidakseimbangan beban terhadap arus netral pada penghantar netral transformator distribusi Penyulang Sungkai.
3. Membahas pengaruh ketidakseimbangan beban terhadap beban lebih (*over load*) setiap fasa pada masing-masing transformator distribusi Penyulang Sungkai.

1.4 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan penelitian ini sebagai berikut:

1. Menghitung besarnya persentase pembebanan transformator distribusi Penyulang Sungkai.
2. Untuk mengetahui pengaruh ketidakseimbangan beban pada transformator distribusi.

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat penelitian kali ini dengan diketahuinya ketidakseimbangan beban pada sistem distribusi jaringan tegangan rendah maka pihak PLN dapat mengambil kebijakan untuk mengatasi dampak dari ketidakseimbangan tersebut, disamping itu penelitian ini dapat digunakan sebagai bentuk kajian dan pembelajaran.

1.6 Sistematika Penulisan

BAB 1 PENDAHULUAN

Pada bab ini dijelaskan mengenai latar belakang, tujuan, dan batasan masalah.

BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA

Pada bab ini dijelaskan tentang teori mengenai pengertian trafo, jenis-jenis trafo, komponen-komponen trafo, prinsip kerja trafo, pembahasan mengenai arus netral, perhitungan pada trafo.

BAB 3 METODE PENELITIAN

Menjelaskan tentang metode yang digunakan berupa langkah-langkah penelitian dan diagram alir penelitian yang menjelaskan tahap-tahap melakukan penelitian dari awal hingga dengan selesai.

BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada bab ini menjelaskan tentang proses pengambilan data, menghitung data yang akan dicari, serta menganalisis data.

BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN

Pada bab ini menjelaskan mengenai kesimpulan dan hasil akhir penelitian yang dilakukan dari awal sampai akhir dan juga memberikan saran.

DAFTAR PUSTAKA

- Ajibah, R. (2021). *"Analisis Ketidakseimbangan Beban Pada Transformator Gardu Distribusi Pln Unit Pa0721 20kv-380v Jl. Papera Palembang"* [Phd Thesis]. 021008 Universitas Tridinanti Palembang.
- Ardian, D., Utama, B., & Arsyad, M. (2020). *"Penyeimbangan Beban Trafo Distribusi 3 Fasa Pada Jaringan Tegangan Rendah."* *Jmte: Jurnal Mahasiswa Teknik Elektro*, 1(1), 31–43.
- Malik, I., & Mulyawan, M. H. (2021). *"Analisis Ketidakseimbangan Beban Pada Trafo Distribusi ULP Panakkukang"*, Universitas Muhammadiyah Makassar. <https://digilibadmin.unismuh.ac.id/upload/22372>
- Jayabadi, D. S. W., Winardi, B., & Facta, M. (2017). *"Analisis Ketidakseimbangan Beban Trafo 1 Gi Sronol Terhadap Rugi-Rugi Akibat Arus Netral Dan Suhu Trafo Menggunakan Etap 12.6.0."* *Transient: Jurnal Ilmiah Teknik Elektro*, 5(4), 425–431. <https://doi.org/10.14710/Transient.5.4.425-431>
- Kurniawan, Danny Hendra. (2017, June). *"View Of Analisis Penambahan Transformator Daya Baru (60 Mva) Untuk Menambah Suplai Daya Area Distribusi Pada Gardu Induk Kentungan 150 Kv"*, <https://journal.akprind.ac.id/index.php/elektrikal/article/view/2560/1972>
- Rafianto, A. (2019). *"Analisis Sistem On Load Tap Changer (Oltc) Pada Transformator 150/20 Kv Untuk Menjaga Kestabilan Tegangan Pada GI Kaliwungu Jawa Tengah"*, *Media Elekrika*, 12(1), 12–28. <https://doi.org/10.26714/Me.12.1.2019.12-28>
- Siburian, J. (2019). *"Karakteristik Transformator"*, *Jurnal Teknologi Energi Uda: Jurnal Teknik Elektro*, 8(01), 21–28.
- Siregar, S., & Zaini, S. (2018). *"Perencanaan Dan Perancangan Analisis Rugi-Rugi (Losses) Daya Terhadap Pengaruh Ketidakseimbangan Beban Pada Trafo I.543 Distribusi Rayon Rivai Palembang"* [Undergraduate, Sriwijaya University]. <https://repository.unsri.ac.id/10150/>

Sogen, M. D. T., (2018). *"Analisis Pengaruh Ketidakseimbangan Beban Terhadap Arus Netral Dan Losses Pada Transformator Distribusi Di Pt Pln (Persero) Area Sorong."* *Jurnal Electro Luceat*, 4(1).

Tondok, Y. P., Patras, L. S., & Lisi, F. (2019). *"Perencanaan Transformator Distribusi 125 Kva."* *Jurnal Teknik Elektro Dan Komputer*, 8(2), 83–92.
<https://doi.org/10.35793/jtek.8.2.2019.24895>