

**ANALISIS KETIDAKSEIMBANGAN BEBAN PADA
TRANSFORMATOR GARDU DISTRIBUSI PLN UNIT PA0721
20KV-380V JL. PAPERA PALEMBANG**



**Diajukan Untuk Memenuhi Syarat Kurikulum Pada Tingkat Sarjana
Strata I Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik
Universitas Tridianti Palembang**

Oleh :

RAHMAN AJIBAH

1602230049

**FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS TRIDINANTI PALEMBANG
2021**

**ANALISIS KETIDAKSEIMBANGAN BEBAN PADA
TRANSFORMATOR GARDU DISTRIBUSI PLN UNIT PA0721
20KV-380V JL. PAPERA PALEMBANG**



**Diajukan Untuk Memenuhi Syarat Kurikulum Pada Tingkat Sarjana
Strata I Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik
Universitas Tridianti Palembang**

Oleh :



RAHMAN AJIBAH

1602230049


**FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS TRIDINANTI PALEMBANG
2021**

HALAMAN PENGESAHAN

Nama : Rahman ajibah
Nomor Pokok : 1602230049
Program Studi : Teknik Elektro
Jenjang Pendidikan : Strata 1 (S1)
Judul Skripsi : ANALISIS KETIDAKSEIMBANGAN BEBAN
PADA TRANSFORMATOR GARDU
DISTRIBUSI PLN UNIT PA0721 20KV-380V JL.
PAPERA PALEMBANG

Disetujui Oleh:

Pembimbing I



Ir. H. Yuslan Basir, MT

Pembimbing II



Ir. H. Nefo Alamsyah, MM

Mengetahui,

~~Dekan~~ Dekan Fakultas Teknik



W. Zulkarnain Fatoni, M.T., M.M.

Palembang, 29 APRIL 2021

Program Studi Teknik Elektro

Ketua,



M. Husni Svahbani, ST., M.T

HALAMAN PERNYATAAN

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Rahman ajibah
Nomor Pokok : 1602230049
Program Studi : Teknik Elektro
Jenjang Pendidikan : Strata I (S1)
Judul Skripsi : ANALISIS KETIDAKSEIMBANGAN BEBAN
PADA TRANSFORMATOR GARDU DISTRIBUSI
PLN UNIT PA0721 20KV-380V JL. PAPER
PALEMBANG

Dengan ini menyatakan:

- Hasil penulisan skripsi ini yang telah saya buat merupakan hasil karya sendiri dan benar keasliannya. Jika terdapat kata-kata dan rumusan yang sama itu hanya dijadikan bahan referensi dan dimasukkan dalam daftar pustaka.,
- Apabila dikemudian hari penulisan skripsi ini merupakan hasil plagiat atau penjiplakan terhadap karya orang lain, maka saya bersedia mempertanggungjawabkan dan sekaligus bersedia menerima sanksi berdasarkan Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 20 tahun 2003 tentang "Sistem Pendidikan Nasional" Pasal 25, ayat 2 dan pasal 70.

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

Palembang, 29 April 2021

Penulis,



RAHMAN AJIBAH

ABSTRAK

Ketidakseimbangan adalah suatu keadaan yang terjadi apabila salah satu atau semua fasa pada Transformator mengalami perbedaan. Perbedaan ini dapat dilihat dari perbedaan Magnitude Arus maupun Tegangan dan Perbedaan sudut dari masing-masing Fasa. Penelitian ini bertujuan untuk memperoleh informasi ketidakseimbangan pada transformator distribusi PLN Unit PA0721 yang menjadi target penyeimbangan beban Tahun 2021. Hasil penelitian menunjukkan bahwa besar ketidakseimbangan yang terjadi pada tanggal 18 Desember 2020 sebesar 29,33%, pada tanggal 24 Februari 2021 sebesar 20,46%, pada tanggal 5 Maret 2021 sebesar 27,32% dan pada tanggal 17 Maret 2021 sebesar 24,36%. Rata-rata Ketidakseimbangan Beban Transformator pada semua pengukuran yaitu sebesar 25,37%. Dimana Transformator PA0721 Jl. Papera berada dalam kategori kesetidakseimbangan yang Buruk menurut SE.DIR.PLN.No.0017 Tahun 2014 dan Menurut Standart IEEE Ketidakseimbangan beban pada Transformator PA0721 melewati ambang batas yang di Izinkan. Losses yang terjadi disebabkan Arus yang mengalir pada penghantar Netral Transformator pada tanggal 18 Desember 2020 sebesar 0,568 kW, pada tanggal 24 Februari 2021 sebesar 0,415 kW, pada tanggal 5 Maret 2021 sebesar 0,468 kW dan pada tanggal 17 Maret 2021 sebesar 0,496 kW. Rata-rata Losses yan terjadi akibat arus yang mengalir pada Penghantar Netral Transformator PA0721 Jl. Papera Sebesar 0,432 kW dengan persentase sebesar 0,51%. Ketidakseimbangan beban transformator menyebabkan arus netral bertambah besar mengakibatkan rugi-rugi daya juga bertambah besar. Oleh karena ini solusi ketidakseimbangan beban dapat dilakukan dengan cara memindahkan fasa beban yang tinggi ke fasa beban yang rendah sehingga didapatkan beban yang merata di setiap phasanya.

Kata kunci : Ketidakseimbangan beban, Transformator Distribusi

ABSTRAK

Imbalance is a condition that occurs when one or all of the phases in a transformer are different. This difference can be seen from the difference in the current and voltage magnitude and the angle difference from each phase. This study aims to obtain imbalance information on the distribution transformer of PLN Unit PA0721 which is the target of load balancing in 2021. The results show that the magnitude of the imbalance that occurs on December 18, 2020 is 29.33%, on February 24, 2021 is 20.46%. , on March 5, 2021 amounted to 27.32% and on March 17, 2021 amounted to 24.36%. The average transformer load imbalance in all measurements is 25.37%. Where is Transformer PA0721 Jl. Papera is in the bad equilibrium category according to SE.DIR.PLN.No.0017 of 2014 and according to IEEE Standards The load imbalance on Transformer PA0721 exceeds the allowable threshold. Losses that occur due to the current flowing in the conductor of the Neutral Transformer on December 18, 2020 amounted to 0.568 kW, on February 24, 2021 amounting to 0.415 kW, on March 5, 2021 amounting to 0.468 kW and on March 17, 2021 amounting to 0.496 kW. The average loss occurs due to the current flowing in the Neutral Conductor of Transformer PA0721 Jl. Papera of 0.432 kW with a percentage of 0.51%. The load imbalance of the transformer causes the neutral current to increase and the power losses will also increase. Therefore, the load imbalance solution can be done by moving the high load phase to the low load phase so that an even load is obtained in each phase.

Key words: load imbalance, distribution transformer,

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kehadiran Allah SWT karena berkat rahmat dan hidayah-Nya penulis dapat menyelesaikan Skripsi ini tepat pada waktunya. Penulisan Skripsi ini berjudul **“ANALISIS KETIDAKSEIMBANGAN BEBAN PADA TRANSFORMATOR GARDU DISTRIBUSI PLN UNIT PA0721 20KV-380V JL. PAPERPA PALEMBANG”**.

Penulisan skripsi ini bertujuan untuk memenuhi syarat dalam menyelesaikan pendidikan Strata I (S1) pada Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Tridinanti Palembang.

Terimakasih penulis ucapka kepada **Bapak Ir. H. Yuslan Basir, MT** selaku pembimbing I, dan **Bapak Ir. H. Nefo Alamsyah, MM** selaku pembimbing II yang telah banyak membantu, membimbing serta memberi masukan selama penulisan skripsi ini. Dalam penulisan skripsi ini, penulis juga banyak mendapatkan bantuan, dorongan, dan bimbingan dari semua pihak. Oleh karena itu penulis ingin mengucapkan banyak terima kasih kepada :

1. Bapak Rektor Universitas Tridinanti Palembang.
2. Bapak Dekan Fakultas Teknik Universitas Tridinanti Palembang.
3. Bapak Ketua dan Ibu Sekretaris Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Tridinanti Palembang.
4. Kedua Orang tua dan saudara-saudara saya yang telah memberikan support terbesar selama penyusunan skripsi ini.
5. Dosen-dosen dan Staf TU Universitas Tridinanti Palembang.

Semoga Allah SWT memberikan hal yang terbaik bagi kita semua. Akhir kata penulis berharap agar penulisan Skripsi ini dapat berguna bagi semua pihak yang membutuhkan. Atas perhatiannya penulis ucapkan terima kasih.

Palembang, 29 April 2021
Penulis,



Rahman Ajibah

DAFTAR ISI

| | Halaman |
|---|----------------|
| HALAMAN JUDUL | i |
| HALAMAN PENGESAHAN..... | ii |
| HALAMAN PERNYATAAN..... | iii |
| ABSTRAK | iv |
| KATA PENGANTAR..... | v |
| DAFTAR ISI..... | vi |
| DAFTAR TABEL | vii |
| DAFTAR GAMBAR..... | viii |
| BAB I PENDAHULUAN | |
| 1.1. Latar belakang..... | 1 |
| 1.2. Rumusan Masalah | 2 |
| 1.3. Batasan Masalah..... | 2 |
| 1.4. Tujuan..... | 3 |
| 1.5. Metode Penelitian..... | 3 |
| BAB II DASAR TEORI | |
| 2.1. Jaringan Distribusi..... | 4 |
| 2.1.1. Jaringan Pada Sistem Distribusi Primer | 5 |
| 2.1.2. Jaringan Pada Sistem Distribusi Skunder..... | 5 |
| 2.2. Transformator..... | 6 |
| 2.2.1. Perhitungan Arus Beban Penuh..... | 7 |
| 2.2.2. Losses Rugi-rugi Pada Transformator..... | 8 |
| 2.2.3. Penyaluran dan Susut Daya..... | 9 |
| 2.2.4. Arus Netral | 10 |
| 2.3. Penghantar | 12 |
| 2.4. Teori Simetris | 13 |
| 2.4.1. Beban Seimbang..... | 13 |
| 2.4.2. Beban Tidakseimbang..... | 14 |

| | |
|--|----|
| BAB III PEMBAHASAN | |
| 3.1. Lokasi Penelitian | 18 |
| 3.2. Objek Penelitian | 18 |
| 3.3. Metode Pengumpulan Data | 18 |
| 3.4. Diagram Alir Penelitian | 19 |
| 3.5. Data Transformator | 20 |
| 3.6. Single Line Diagram Transformator PA0721 | 21 |
| 3.7. Rumus-Rumus yang dipakai | 23 |
| 3.7.1. Menghitung Arus Beban Penuh Transformator | 23 |
| 3.7.2. Menghitung Ketidakseimbangan Beban Transformator | 23 |
| 3.7.3. Menghitung Daya Transformator | 24 |
| 3.7.4. Menghitung Losses | 24 |
| 3.7.5. Menghitung komponen-komponen Urutan phasor Tidak simetris | 25 |
| BAB IV PERHITUNGAN DAN ANALISA | |
| 4.1. Perhitungan..... | 26 |
| 4.1.1. Perhitungan Arus Beban Penuh Transformator | 26 |
| 4.1.2. Perhitungan Ketidakseimbang Beban Transformator..... | 29 |
| 4.1.3. Perhitungan Daya Transformator | 33 |
| 4.1.4. Perhitungan Losses Akibat Arus Netral Transformator | 36 |
| 4.1.5. Menentukan komponen-komponen urutan Tidak simetris..... | 40 |
| 4.2. Analisa Komponen Simetris..... | 59 |
| 4.3. Analisa Ketidakseimbangan Beban Transformator..... | 60 |
| BAB V KESIMPULAN DAN SARAN | |
| 5.1. Kesimpulan..... | 62 |
| 5.2. Saran..... | 63 |

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR TABEL

| Tabel | | Halaman |
|----------------|--|----------------|
| 4.1.1a | Data Beban Puncak Transformator | 26 |
| 4.1.1b. | Hasil perhitungan Arus rata-rata dan Persentase Beban. | 28 |
| 4.1.2. | Hasil perhitungan Ketidakseimbangan Beban Transformator. | 32 |
| 4.1.3. | Hasil perhitungan Daya yang mengalir pada beban puncak. | 35 |
| 4.1.4a. | Nilai Resistansi dan Impedansi penghantar. | 36 |
| 4.1.4b. | Hasil Perhitungan Rugi-rugi daya beban puncak akibat Arus Netral | 39 |
| 4.2. | Komponen-komponen Urutan simetris dari Phasor Tidak Seimbang | 59 |
| 4.3 | Analisis Ketidakseimbangan beban Transformator | 60 |

DAFTAR GAMBAR

| Gambar | Halaman |
|--|----------------|
| 2.1. Sistem pendistribusian tenaga listrik | 4 |
| 2.1.2. Diagram Segaris Sistem Tenaga Listrik | 5 |
| 2.2. rangkaian Tranformator | 6 |
| 2.2.4. Diagram phasor arus netral..... | 11 |
| 2.4.a. Tiga Himpunan phasor Seimbang yang Merupakan Komponen Simetris dari Tiga phasor Tidak Seimbang | 13 |
| 2.4.2a Vektor tidak sama tetapi membentuk sudut 120 | 14 |
| 2.4.2b Vektor sama besar tetapi tidak membentuk sudut 120..... | 15 |
| 2.4.2c. Penjumlahan Komponen-komponen Untuk Mendapatkan Phasor Takseimbang..... | 15 |
| 2.4.2d. Metode Resultan Vektor Tegangan Atau Arus..... | 17 |
| 3.4 Diagram Alir Penelitian..... | 19 |
| 3.5. Nameplate Transformator PA0721 Jl. Papera | 20 |
| 3.6a Single Line Diagram Transformator PA0721 | 21 |
| 3.6.b Zoom Single Line Diagram Transformator PA0721 | 22 |
| 4.1.1 Grafik Perhitungan Arus Beban penuh Transformator..... | 29 |
| 4.1.2. Grafik Perhitungan Ketidakseimbang Beban Transformator | 33 |
| 4.1.3 Grafik Perhitungan Daya Transformator pada Beban Puncak | 35 |
| 4.1.4. Grafik Perhitungan Losses beban puncak pada Transformator..... | 39 |
| 4.1.5. Metode Resultan Vektor Tegangan Atau Arus..... | 40 |
| 4.1.5.1a penentuan sudut dengan resultan Vektor 18 desember 2020 | 41 |
| 4.1.5.1b Skema aliran arus pada 18 desember 2020..... | 41 |
| 4.1.5.1c Diagram phasor Urutan Positif 18 Desember 2020..... | 43 |
| 4.1.5.1d Diagram phasor Urutan Negatif 18 Desember 2020 | 44 |
| 4.1.5.1e Diagram phasor Urutan Nol 18 Desember 2020 | 44 |
| 4.1.5.1f Penjumlahan Vektor 18 Desember 2020 | 45 |
| 4.1.5.2a penentuan sudut dengan resultan Vektor 24 Februari 2021 | 45 |

| Gambar | Halaman |
|--|----------------|
| 4.1.5.2b Skema aliran arus pada 24 Februari 2021 | 46 |
| 4.1.5.2c Diagram phasor Urutan Positif 24 Februari 2021 | 48 |
| 4.1.5.2d Diagram phasor Urutan Negatif 24 Februari 2021 | 48 |
| 4.1.5.2e Diagram phasor Urutan Nol 24 Februari 2021 | 49 |
| 4.1.5.2f Penjumlahan Vektor 24 Februari 2021 | 49 |
| 4.1.5.3a penentuan sudut dengan resultan Vektor 05 Maret 2021 | 50 |
| 4.1.5.3b Skema aliran arus pada 05 Maret 2021 | 50 |
| 4.1.5.3c Diagram phasor Urutan Positif 05 Maret 2021 | 52 |
| 4.1.5.3d Diagram phasor Urutan Negatif 05 Maret 2021 | 53 |
| 4.1.5.3e Diagram phasor Urutan Nol 05 Maret 2021 | 53 |
| 4.1.5.3f Penjumlahan Vektor 05 Maret 2021 | 54 |
| 4.1.5.4a penentuan sudut dengan resultan Vektor 17 Maret 2021 | 54 |
| 4.1.5.4b Skema Aliran arus pada 17 Maret 2021 | 55 |
| 4.1.5.4b Diagram phasor Urutan Positif 17 Maret 2021 | 57 |
| 4.1.5.4d Diagram phasor Urutan Negatif 17 Maret 2021 | 57 |
| 4.1.5.3e Diagram phasor Urutan Nol 17 Maret 2021 | 58 |
| 4.1.5.4f Penjumlahan Vektor 17 Maret 2021 | 58 |



BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Sistem distribusi merupakan saluran yang menghubungkan gardu induk dengan konsumen, terdiri atas saluran distribusi primer dengan Tegangan Menengah (TM) dan saluran distribusi sekunder dengan Tegangan Rendah (TR). Sistem tenaga listrik merupakan kebutuhan yang utama, baik untuk kehidupan sehari-hari maupun untuk kebutuhan industri. Hal ini disebabkan karena tenaga listrik mudah untuk ditransportasikan dan dikonversikan ke dalam bentuk tenaga yang lain. Penyediaan tenaga listrik yang Seimbang dan kontinyu merupakan syarat mutlak yang harus dipenuhi dalam memenuhi kebutuhan tenaga listrik. Menurut SE.DIR.PLN.No.0017 Tahun 2014 Keseimbang Beban dalam kategori Baik <10%, kategori Cukup 10% - <15% kategori kurang 20% - <25% dan Kategori Buruk \geq 25%.

Transformator distribusi digunakan untuk menurunkan tegangan listrik dari jaringan transmisi tegangan tinggi menjadi tegangan terpakai pada jaringan distribusi tegangan rendah (step down transformator). Transformator distribusi pada Gardu Unit PA0721 Jl. Papera mempunyai kapasitas sebesar 100 kVA yang melayani pemakaian kebutuhan beban masyarakat. Transformator distribusi terpasang pada sistem kelistrikan Unit PA0721 Jl. Papera, berfungsi untuk menyuplai energi listrik ke beban terpasang yang berada di Jl. Papera. Dalam memenuhi kebutuhan tenaga listrik tersebut, terjadi pembagian beban-beban yang pada awalnya merata tetapi karena

penambahan beban tanpa memeriksa pemakaian beban yang ada maka menimbulkan ketidakseimbangan beban yang berdampak pada penyediaan tenaga listrik.

Maka penyusun akan membahas “ANALISIS KETIDAKSEIMBANGAN BEBAN TRANSFORMATOR GARDU DISTRIBUSI PLN UNIT PA0721 20KV-380V JL. PAPERPA PALEMBANG”. Dari hasil penelitian tugas akhir ini di harapkan dapat memberikan masukan positif untuk sistem TRANSFORMATOR GARDU DISTRIBUSI PLN UNIT PA0721 20KV-380V JL. PAPERPA PALEMBANG .

1.2. Rumusan Masalah

Dari beberapa permasalahan yang terjadi untuk sistem Transformator Gardu Distribusi penulis merumuskan beberapa masalah seperti :

1. Apa penyebab terjadinya ketidakseimbangan beban pada Gardu Distribusi unit PA0721 Jl. Paperpa Palembang.
2. Bagaimana sistem pembagian beban pada Gardu Distribusi unit PA0721 Jl. Paperpa Palembang yang terpasang.
3. Apa dampak terjadinya ketidakseimbangan beban pada Gardu Distribusi unit PA0721 Jl. Paperpa Palembang.

1.3. Batasan Masalah

Untuk memudahkan penyusunan tugas akhir dan supaya isinya tidak melebar serta lebih terarah, maka penulis membuat batasan masalah untuk penulisan laporan ini. Batasan masalah yang akan penulis bahas adalah :

1. Penelitian ini hanya di lakukan pada Gardu Distribusi unit PA0721 Jl.Papera Palembang.
2. Pembahasan hanya menganalisa sistem Ketidakseimbangan Beban Gardu Distribusi unit PA0721 Jl.Papera Palembang.

1.4. Tujuan

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Mengetahui Besar nilai ketidakseimbangan pada Transformator.
2. Mengetahui Dampak Ketidakseimbangan Transformator.

1.5. Metode penelitian

Untuk dapat menyelesaikan Skripsi ini, penulis menerapkan beberapa studi, yaitu:

1. Studi Literatur, yaitu dengan mencoba teori-teori yang berkaitan dengan topik skripsi ini dari buku referensi baik yang dimiliki oleh penulis atau perpustakaan, jurnal-jurnal dan lain-lain.
2. Metode interview/Wawancara, melakukan Tanya jawab dengan karyawan di PT.PLN(Persero) ULP area Rivai Palembang.
3. Metode Observasi, melakukan pengamatan di lokasi tempat penelitian sehingga dapat mengetahui secara langsung situasi maupun keadaan sebenarnya

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Dwipayana Gusti Ngurah , dkk, Analisis THD dan Peningkatan Arus pada Kawat Netral Akibat Pengoperasian Beban Non Linier yang TakSeimbang pada Sistem Tenaga Listrik di RSUD Kabupaten Klungkung,Jurnal teknik elektro, fakultas teknik universitas Udayana, 2017.
- [2] Gassing, dkk, Optimalisasi Pembebanan Transformator Distribusi Dengan Penyeimbangan Beban, vol 7, 2013.
- [3] Gonen. Turan. Electric Power Distribution System Engineering, California State University Sacramento, California, 2007.
- [4] IEEE Std 446, Recommended Practice For Emergency And Standby Power Systems For Industrial and Comemercial Applications, 1995.
- [5] Julianto Edy, STUDI PENGARUH KETIDAKSEIMBANGAN PEMBEBANAN TRANSFORMATOR DISTRIBUSI 20 KV PT PLN (PERSERO) CABANG PONTIANAK, 2016.
- [6] Kongah Dendi, dkk, Analisi Pembebanan Transformator Gardu selatan Kampus Universitas Tadulako, 2014.
- [7] Setiadji, Sentosa Julius, Tabrani Machmudsyah, dan Yanuar Isnanto. 2006. Pengaruh Ketidakseimbangan Beban Terhadap Arus Netral dan Losses pada Trafo Distribusi. Jurnal Teknik Elektro. Fakultas Teknologi Industri, Jurusan Teknik Elektro, Universitas Kristen Petra.Vol.6, No. 1, 2006

- [8] SE.DIR.PLN.No.0017, METODE PEMELIHARAAN TRAFODISTRIBUSI BERBASIS KAIDAH MANAJEMEN ASET, Tahun 2014.
- [9] Sudaryatno Sudirham, Pengaruh Ketidakseimbangan Arus Terhadap Susut Daya pada Saluran, Bandung: ITB, Tim Pelaksana Kerjasama PLN-ITB. 1991.
- [10] Suwanto deman, Sistem distribusi tenaga listrik, Edisi pertama, 2009
- [11] SPLN 41-8_1981, Hantaran Aluminium campuran (AAAC)
- [12] Stevenson. William D, JR, Analisis Sistem tenaga listrik, Erlangga, 1984.
- [13] Tobi Sogen Markus Dwiyanto, ANALISIS PENGARUH KETIDAKSEIMBANGAN BEBAN TERHADAP ARUS NETRAL DAN LOSSES PADA TRANSFORMATOR DISTRIBUSI DI PT PLN (PERSERO) AREA SORONG, Jurnal teknik elektro, Politeknik Katolik Saint Paul Sorong, 2018.
- [14] Theraja B,L. A Text Book Of Electrical Technology, Volume 1, S Chand.
- [15] Zuhail, Dasar Tenaga Listrik, Penerbit ITB, Bandung, 1991