ANALISIS KETIDAKSEIMBANGAN BEBAN PADA TRANSFORMATOR DISTRIBUSI 20 kV PADA PENYULANG ZAMRUD DI PT. PLN PANGKALAN KERINCI

TUGAS AKHIR

Diajukan Oleh:

MA DADANG SATRIA LAKSAMANA

NIM : 2020201051

PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS LANCANG KUNING

PEKANBARU

2025

ANALISIS KETIDAKSEIMBANGAN BEBAN PADA TRANSFORMATOR DISTRIBUSI 20 kV PADA PENYULANG ZAMRUD DI PT. PLN PANGKALAN KERINCI

TUGAS AKHIR

Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik

Diajukan Oleh :

MA DADANG SATRIA LAKSAMANA

NIM : 2020201051

PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS LANCANG KUNING

PEKANBARU

2025

HALAMAN PERNYATAAN TIDAK PLAGIAT

Tugas akhir ini adalah hasil karya saya sendiri/tidak plagiat dan semua sumber baik yang dikutip maupun dirujuk telah saya nyatakan dengan benar. Jika ternyata tidak benar saya bersedia untuk membatalkan gelar kesarjanaan yang telah saya peroleh.

Nama : MA DADANG SATRIA LAKSAMANA
NIM : 2020201051
Tanggal : 05 Februari 2025

Tanda Tangan

MA DADANG SATRIA LAKSAMANA
NIM : 2020201051

LEMBAR PELAKSANAAN

LEMBAR PELAKSANAAN

Judul	: Analisis Ketidakseimbangan Beban Pada Transformator Distribusi 20 kV Pada Penyulang Zamrud Di PT. PLN (Persero) Pangkalan Kerinci.
Nama	: MA DADANG SATRIA LAKSAMANA
NIM	: 2020201051
Program Studi	: Teknik Elektro

Telah berhasil dipertahankan di hadapan Tim Penguji pada Rabu, 05 Februari 2025 Semester Ganjil Tahun Akademik 2024/2025.

Disetujui Oleh:

TIM PENGUJI

Ketua

Elvira Zondra, S.T., M.T.
NIDN. 1022047302

Sekretaris

Arlenny, ST., M.T.
NIDN. 1023126701

Anggota Penguji

Dr. Darmansyah, S.T., M.T.
NIDN. 0009127204

Anggota Penguji

Abrar Tanjug, S.T., M.T.
NIDN. 1020117001

Anggota Penguji

Hazra Yuvendius, S.T., M.T.
NIDN. 1025047901

LEMBAR PENGESAHAN

LEMBAR PENGESAHAN

Judul	: Analisis Ketidakseimbangan Beban Pada Transformator Distribusi 20 kV Pada Penyulang Zamrud Di PT. PLN (Persero) Pangkalan Kerinci
Nama	: MA DADANG SATRIA LAKSAMANA
NIM	: 2020201051
Program Studi	: Teknik Elektro

Telah berhasil dipertahankan di hadapan Tim Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Strata Satu (S1) pada Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Lancang Kuning Pekanbaru, sesuai dengan Berita Acara Nomor : **587/FT/Ad/2025**

Disetujui Oleh:

Pembimbing I	Pembimbing II
Ir. Usaha Situmeang, M.T.	**Zulfahri, S.T., M.T.**
NIDN. 1022046201	**NIDN. 1007097202**

Diketahui Oleh:	Disetujui Oleh:
Dekan Fakultas Teknik	Ketua Prodi Teknik Elektro
Dr. H. Zainuri, S.T., M.T.	**Zulfahri, S.T., M.T.**
NIK. 0001198	**NIK. 0301207**

Tanggal Sidang Meja Hijau : Pekanbaru, 05 Februari 2025

iv

LEMBAR PERSEMBAHAN

Puji syukur saya panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa atas berkat-Nya sehingga saya dapat menyelesaikan tugas akhir ini dengan hasil baik. Maka saya persembahkan hasil karya tugas akhir ini kepada orang-orang yang saya cintai dan saya sayangi

Keluarga :

Terima kasih kepada kedua orang tua saya, Ayah (Alm) Syamsu Basti Mandra dan Ibu Ermita, serta kakak dan Abang saya yang senantiasa memberikan motivasi, kasih sayang, dukungan, serta doa yang tak terputus sehingga saya dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini dengan hasil yang baik. Semoga pencapaian ini dapat menjadi inspirasi dan penyemangat bagi kita semua untuk meraih prestasi yang lebih gemilang di masa depan.

Dosen Pembimbing :

Terima kasih banyak saya ucapkan kepada dosen pembimbing saya, Bapak Ir. Usaha Situmeang, M.T. dan Bapak Zulfahri, S.T., M.T., atas segala bimbingan, arahan, dan dukungan yang telah diberikan selama proses penyusunan Tugas Akhir ini. Semoga ilmu dan kebaikan yang telah Bapak berikan menjadi amal yang bermanfaat.

Teman-Teman :

Kepada seluruh teman-teman di kampus, saya mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya atas dukungan, semangat, dan kebersamaan yang telah diberikan kepada saya selama proses penyelesaian Tugas Akhir ini. Semoga persahabatan kita tetap abadi, tak lekang oleh waktu.

Dosen Pengajar :

Kepada seluruh Dosen pengajar Universitas Lancang Kuning Pekanbaru, terima kasih banyak saya ucapkan kepada seluruh Bapak dan Ibu Dosen atas segala ilmu dan pelajaran yang telah Bapak dan Ibu berikan kepada saya selama saya belajar di Kampus. Semoga Bapak dan Ibu selalu sehat dan dalam lindungan Tuhan sehingga Bapak dan Ibu dapat selalu memberikan ilmu yang berharga kepada mahasiswa/i Universitas Lancang Kuning.

KATA PENGANTAR

KATA PENGANTAR

Segala Puji dan syukur saya ucapkan kepada Allah SWT. yang karena berkah dan rahmat-Nya, sehingga penulis dapat mengikuti Sidang Tugas Akhir di Program Studi Teknik Elektro Universitas Lancang Kuning beserta Tugas Akhirnya yang berjudul:

"ANALISIS KETIDAKSEIMBANGAN BEBAN PADA" TRANSFORMATOR DISTRIBUSI 20 kV PADA PENYULANG ZAMRUD DI PT. PLN PANGKALAN KERINCI

Sidang Tugas Akhir ini merupakan salah satu syarat untuk memenuhi persyaratan akhir akademis dalam rangka meraih gelar kesarjanaan di Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Lancang Kuning Pekanbaru. Dalam menyelesaikan Seminar Tugas akhir ini, Penulis banyak mendapat bantuan, bimbingan dan petunjuk dari berbagai pihak baik secara langsung maupun tidak langsung. Untuk itu dalam kesempatan ini penulis ingin mengucapkan terimakasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Bapak Dr. H. Zainuri, S.T., M.T., selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Lancang Kuning Pekanbaru.
2. Bapak Zulfahri, S.T., M.T., selaku Ketua Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Lancang Kuning.
3. Ibu Monice, S.ST., M.T., selaku Sekretaris Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Lancang Kuning.
4. Bapak Ir. Usaha Situmeang, M.T., selaku Dosen Pembimbing I dan Bapak Zulfahri., S.T., M.T., Selaku Dosen Pembimbing II yang telah memberikan bimbingan serta arahan selama penulisan tugas akhir ini.
5. Seluruh Dosen Program Studi Teknik Elektro yang sudah memberikan ilmu pengetahuan kepada penulis
6. Buat (Alm) Ayah dulu pernah bilang Anak-anaknya harus Sarjana dan Teruntuk Ibu saya yang senatiasa selalu mendukung saya sehingga dapat menyelesaikan Sidang Tugas Akhir ini.

vi

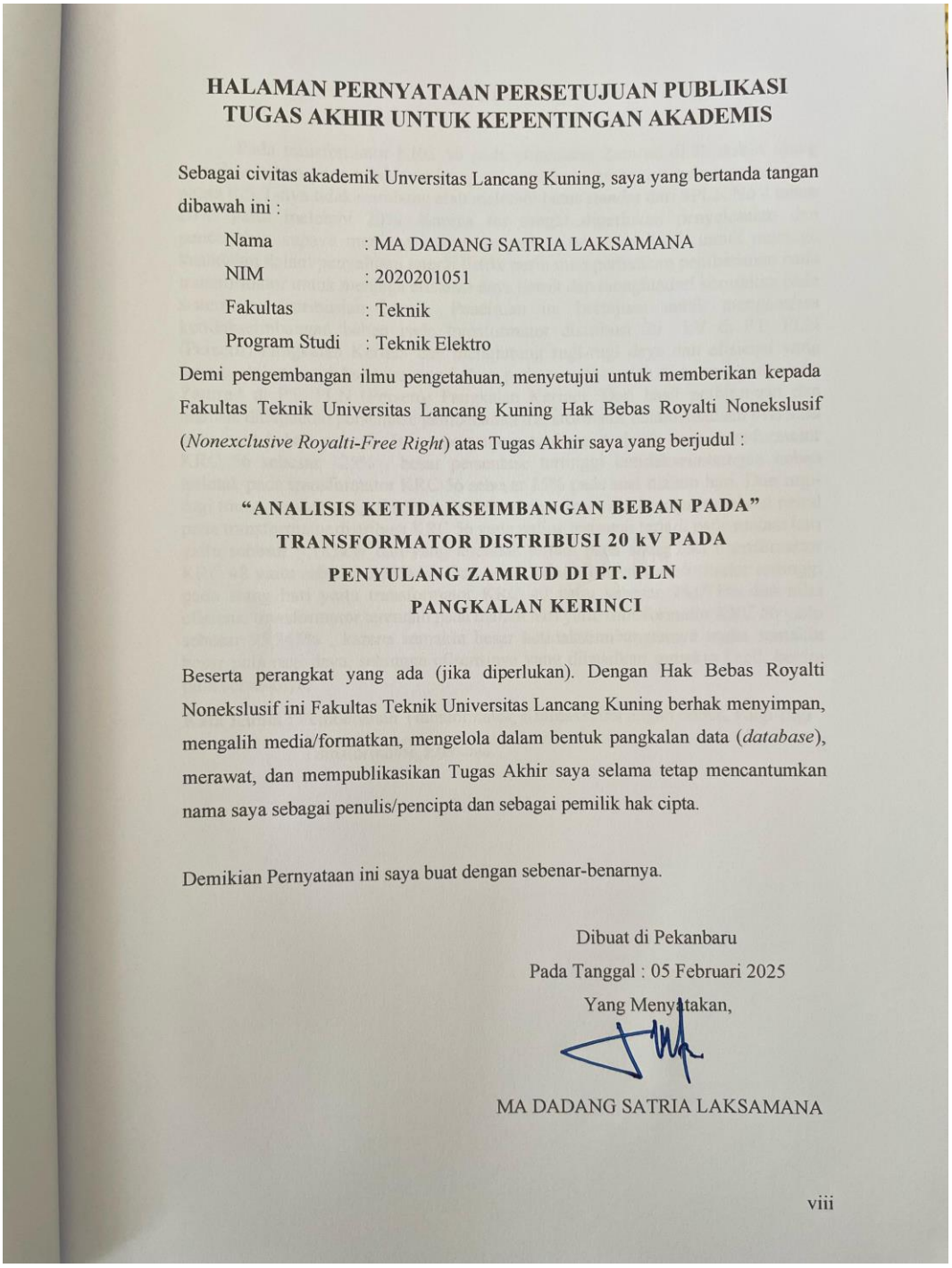
7. Kakak kandungku Meillsy Mitra Pratiwi S.Sos. yang telah mendukung saya dan sabar menghadapiku selama masa perkuliahan.
8. Afriski Muharram, Abdul Rahman, Dedy Ferdiansyah, Adella Salsa R serta teman-teman angkatan 20 lainnya yang tidak bisa saya sebutkan satu persatu yang selalu mendukung dan telah membantu dan memberikan dorongan motivasi serta sumbangan pemikiran dalam menyelesaikan Sidang Tugas Akhir ini.

Dalam penulisan Sidang Tugas Akhir ini masih banyak terdapat kekurangannya sehingga penulis memohon maaf dan agar dimaklumi. Semoga naskah Sidang Tugas Akhir ini bisa memberi manfaat kepada pembaca Terutama kepada penulis sendiri.

Pekanbaru, 05 Februari 2025

MA DADANG SATRIA LAKSAMANA

HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS



HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Sebagai civitas akademik Unversitas Lancang Kuning, saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama	: MA DADANG SATRIA LAKSAMANA
NIM	: 2020201051
Fakultas	: Teknik
Program Studi	: Teknik Elektro

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Fakultas Teknik Universitas Lancang Kuning Hak Bebas Royalti Nonekslusif (*Nonexclusive Royalti-Free Right*) atas Tugas Akhir saya yang berjudul :

"ANALISIS KETIDAKSEIMBANGAN BEBAN PADA" TRANSFORMATOR DISTRIBUSI 20 kV PADA PENYULANG ZAMRUD DI PT. PLN PANGKALAN KERINCI

Beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Nonekslusif ini Fakultas Teknik Universitas Lancang Kuning berhak menyimpan, mengalih media/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat, dan mempublikasikan Tugas Akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik hak cipta.

Demikian Pernyataan ini saya buat dengan sebenar-benarnya.

Dibuat di Pekanbaru
Pada Tanggal : 05 Februari 2025
Yang Menyatakan,

MA DADANG SATRIA LAKSAMANA

viii

ABSTRAK

Pada transformator KRC 56 pada penyulang Zamrud di Jl. Arbes ujung memiliki beban yang tidak seimbang, dikarenakan pembagian beban pada setiap phasa R,S,T-nya tidak seimbang atau melebihi batas standar dari SPLN No 4 tahun 2012 yaitu melebihi 20%. Karena itu sangat diperlukan penyelesaian dan pencegahan supaya menjaga keandalan pada sistem distribusi. untuk menjaga keandalan dalam penyaluran energi listrik perlu memperhatikan pembebanan pada transformator untuk menjaga efisiensi daya listrik dan menghindari kerusakan pada sistem pendistribusian Listrik. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisa ketidakseimbangan beban pada transformator distribusi 20 kV di PT. PLN (Persero) Pangkalan Kerinci dan menghitung rugi-rugi daya dan efisiensi yang terjadi akibat ketidakseimbangan beban pada transformator distribusi penyulang Zamrud di PT. PLN (Persero) Pangkalan Kerinci. Dari hasil perhitungan dan analisis didapatkan persentase pembebanan transformator dalam keadaan *overload* pada saat beban puncak. Besar persentase tertinggi terletak pada transformator KRC 56 sebesar 125% . besar persentase tertinggi ketidakseimbangan beban terletak pada transformator KRC 56 sebesar 25% pada saat malam hari. Dan rugi-rugi transformator yang diakibatkan oleh adanya arus yang mengalir melalui netral pada transformator distribusi KRC 56 yang paling tertinggi terjadi pada malam hari yaitu sebesar 9,185kW dan yang terendah terjadi pada siang hari transformator KRC 48 yaitu sebesar 3,159kW. Dan untuk nilai efisiensi transformator tertinggi pada siang hari yaitu transformator KRC 40 yaitu sebesar 98,071% dan nilai efisiensi transformator terendah pada malam hari yaitu transformator KRC 56 yaitu sebesar 95,245% , karena semakin besar ketidakseimbangannya maka semakin besar pula rugi daya, sehingga efisensinya yang dihasilkan semakin kecil, begitu pula sebaliknya.

Kata Kunci : Pembebanan Transformator, Ketidakseimbangan beban, Rugi-rugi Transformator, Efisiensi.

ABSTRACT

The KRC 56 transformer on the Zamrud feeder at the end of Arbes Street has an unbalanced load due to the uneven distribution of the load across each phase (R, S, T), which exceeds the standard limits set by SPLN No. 4 of 2012, exceeding 20%. Therefore, it is crucial to find solutions and preventions to maintain the reliability of the distribution system. To maintain the reliability of electricity delivery, attention must be paid to the load distribution on the transformer to ensure electrical power efficiency and avoid damage to the electricity distribution system. This study aims to analyze the load imbalance on the 20 kV distribution transformer at PT. PLN (Persero) Pangkalan Kerinci and to calculate the power losses and efficiency resulting from load imbalances on the Zamrud feeder distribution transformer at PT. PLN (Persero) Pangkalan Kerinci. The results of the calculations and analysis show that the transformer loading percentage in an overloaded condition occurs during peak load hours. The highest percentage occurs on the KRC 56 transformer at 125%. The highest load imbalance percentage occurs on the KRC 56 transformer at 25% during nighttime. The transformer losses caused by current flowing through the neutral of the KRC 56 distribution transformer are highest at night, amounting to 9.185 kW, and lowest during the day on the KRC 48 transformer, which is 3.159 kW. The highest transformer efficiency occurs during the day on the KRC 40 transformer at 98.071%, while the lowest efficiency occurs at night on the KRC 56 transformer at 95.245%. As the imbalance increases, the power losses also increase, resulting in a decrease in efficiency, and vice versa.

Key Words : *Transfomer Loading, Load Imbalance, Transfomer Losses, Efficiency.*

DAFTAR ISI

Halaman

HALAMAN PERNYATAAN TIDAK PLAGIAT ii
LEMBAR PELAKSANAAN iii
LEMBAR PENGESAHAN iv
LEMBAR PERSEMBAHAN v
KATA PENGANTAR vi
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS viii
ABSTRAK ix
ABSTRACT x
DAFTAR ISI xi
DAFTAR GAMBAR xiv
DAFTAR TABEL xv
BAB 1 PENDAHULUAN 1
1.1 Latar belakang 1
1.2 Tujuan Penelitian 2
1.3 Manfaat Penelitian 3
1.4 Rumusan Masalah 3
1.5 Batasan masalah 3
1.6 Sistematika Penulisan 3
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA 5
2.1 Penelitian Terdahulu 5
2.2 Dasar Teori 5
2.2.1 Konsep Dasar Jaringan Distribusi Tenaga Listrik 5
2.2.2 Jaringan Tegangan Menengah 7
2.2.3 Pembagian Jaringan distribusi Tenaga Listrik 9
2.2.4 Transformator 12
2.2.5 Rangkaian Ekivalen Transformator 13
2.2.6 Prinsip Kerja Transformator 14
2.3 Jenis-jenis Transformator 15
2.3.1 Tranformator Berdasarkan Pasangan Kumparan 15
2.3.2 Transformator Berdasarkan Fungsi 15
2.4 Transformator Distribusi 16

2.5 Transformator 3 *phasa* 18
2.6 Jaringan Distribusi 19
2.7 Arus Beban Penuh 21
2.8 Rugi-rugi Daya Transformator 23
2.8.1 Rugi-Rugi Tembaga (Pcu) 24
2.8.2 Rugi-Rugi Inti Besi *(Core Losses)* 25
2.9 Rugi-rugi Akibat Arus Netral Pada Transformator 25
2.10 Rugi – rugi pada saluran penghantar *phasa* 26
2.11 Efisiensi Transformator 26
BAB 3 METODE PENELITIAN 28
3.1 Metodologi Peneletian 28
3.2 Profil PT.PLN (Persero) Pangkalan Kerinci 28
3.3 Tempat Dan Waktu Tempat 28
3.4 Sumber Data 28
3.5 Pengumpulan Data 29
3.6 Tahapan / Langkah Penelitian 29
3.7 *Single Line* Diagram Penyulang Zamrud 31
3.8 Data Penyulang 32
3.9 Data Spesifikasi Transformator 32
3.10 Data Pengukuran 35
3.11 Data Jumlah Transformator Beserta Pembebanannya 36
3.12 Flowchart 40
BAB 4 PEMBAHASAN 41
4.1 Perhitungan Persentase Pembebanan Transformator 41
4.2 Perhitungan Persentase Ketidakseimbangan Beban Transformator 47
4.3 Perhitungan Persentase Rugi-Rugi Daya Transformator 55
4.4 Perhitungan Rugi-rugi Akibat Arus Netral Pada Transformator 64
4.5 Perhitungan Efesiensi Transformator 70
4.5 Grafik Hasil Persentase Pembebanan Transformator 74
4.6 Grafik Hasil Persentase Ketidakseimbangan Beban 75
4.7 Grafik Hasil Rugi-rugi daya Transformator Beban 75
4.8 Grafik Hasil Nilai Efisiensi Transformator 76
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN 77
5.1 Kesimpulan 77

5.2 Saran 77
DAFTAR PUSTAKA 78
LAMPIRAN 79

DAFTAR GAMBAR

Halaman

Gambar 2. 1 Sistem Tenaga Listrik 7
Gambar 2. 2 Sistem Jariangan Pola Radial 8
Gambar 2. 3 Sistem Jaringan Pola Loop.....8
Gambar 2. 4 Sistem Jaringan Pola Spindle 9
Gambar 2. 5 Teori Dasar Transformator.....13
Gambar 2. 6 Rangkaian Ekivalen 13
Gambar 2. 7 Transformator Distribusi.....17
Gambar 2. 8 Inti Transformator 18
Gambar 2. 9 Vektor diagram arus seimbang.....19
Gambar 2. 10 Vektor diagram arus tidak seimbang.....19
Gambar 2. 11 Skema Sistem Jaringan Distribusi.....20
Gambar 3. 1 Single Line Diagram Penyulang Zamrud.....31
Gambar 3. 2 *Flowchart* 40
Gambar 4. 1 Grafik Persentase Pembebanan Transformator.....74
Gambar 4. 2 Grafik Persentase Ketidakseimbangan Beban 75
Gambar 4. 3 Grafik Hasil rugi-rugi daya Transformator.....75
Gambar 4. 4 Grafik Hasil Nilai Transformator.....76

DAFTAR TABEL

Halaman

Tabel 2. 1 Nilai Total Rugi-rugi Pada Transformator.....24
Tabel 3. 1 Data Penyulang.....32
Tabel 3. 2 Data Spesifikasi Transformator Distribusi Penyulang Zamrud.....32
Tabel 3. 3 Data Spesifikasi Transformator Distribusi Penyulang Zamrud.....33
Tabel 3. 4 Data Spesifikasi Transformator Distribusi Penyulang Zamrud.....33
Tabel 3. 5 Data Spesifikasi Transformator Distribusi Penyulang Zamrud.....34
Tabel 3. 6 Data Spesifikasi Transformator Distribusi Penyulang Zamrud.....34
Tabel 3. 7 Data Pengukuran $I_{R,}$ $I_{S,}$ I_T (Siang Hari) 35
Tabel 3. 8 Data Pengukuran I_R, I_S, I_T (Malam Hari).....35
Tabel 3. 9 Data Jumlah Transformator dan Pembebanannya Pada Penyulang Zamrud. 36
Tabel 4. 1 Hasil Perhitungan Pembebanan Transformator (Siang Hari). 44
Tabel 4. 2 Hasil Perhitungan Pembebanan Transformator (Malam Hari) 47
Tabel 4. 3 Hasil Perhitungan Ketidakseimbangan Beban.....52
Tabel 4. 4 Hasil Perhitungan Rugi-Rugi Transformator.....63
Tabel 4. 5 Hasil Perhitungan Rugi-Rugi akibat adanya arus netral 66
Tabel 4. 6 Hasil Nilai Efisiensi Transformator.....74

BAB 1
PENDAHULUAN

1.1 Latar belakang

Kebutuhan listrik sudah menjadi kebutuhan utama pada zaman sekarang dimana kebutuhan listrik cenderung meningkat yang dikarenakan meningkatnya jumlah pembangunan maupun penduduk pada per tiap tahunnya. Kebutuhan listrik yang meningkat mempengaruhi peningkatan kebutuhan listrik baik pada sektor publik dan juga sektor industri.

Dalam memenuhi kebutuhan listrik yang terus meningkat maka dibutuhkan adanya peningkatan pelayanan listrik penyediaan energi listrik yang stabil menjadi salah satu syarat yang harus dipenuhi dalam memenuhinya. Keandalan dari suatu sistem kelistrikan menjadi tolak ukur apakah sistem kelistrikan dikatakan handal atau tidak baik secara kuntitas maupun kualitas.

Dalam memenuhi kebutuhan listrik terdapat masalah yang terjadi pada pembagian beban-beban dan juga pada waktu penggunaannya yang tidak sama sehingga menimbulkan ketidakseimbangan berupa ketidakseimbangan beban pada sisi tegangan rendah pada transformator distribusi.

Pada Transformator distribusi dengan kapasitas besar 3 phasa pada gardu distribusi memiliki beban pada setiap phasanya yang terdiri atas phasa R - S - T - N. Dimana ketidakseimbangan beban yang terjadi pada tiap phasa (R - S - T) terhadap titik netral. Ketidakseimbangan beban sehingga menyebabkan arus mengalir pada titik netral transformator, yang seharusnya arus pada titik netral bernilai nol. Arus inilah yang mengakibatkan rugi-rugi *(losses)* pada transformator sehingga mengurangi kemampuannya dalam melayani kebutuhan listrik dan mempengaruhi keadalan penyediaan listrik itu sendiri sehingga diperlukannya analisa untuk memperkecil atau mengatasi rugi-rugi *(losses)* yang terjadi pada sepanjang saluran distribusi terutama saluran distribusi yang memiliki jumlah beban yang tinggi terutama pada jaringan distribusi sisi tegangan rendah.

Sistem distribusi PT. PLN (Persero) ULP 3 Pangkalan Kerinci yang beralamat di Jl. Akasia, Pangkalan Kerinci. Disuplai dari Gardu Induk Pangkalan Kerinci dengan Transformator daya dengan kapasitas terpasang 60 MVA dan 30 MVA yang mempunyai dua Gardu Hubung (GH) dan memiliki 8 penyulang Zamrud, Shapire, Berlian, Feeder, Spinel, Ruby, Milan/Ukui, P Teluk Dalam. Distribusikan langsung dari Gardu Induk (GI) melalui Jaringan Tegangan Menengah (JTM) ke sejumlah transformator distribusi yang selanjutnya akan disalurkan ke Pelanggan Tegangan Rendah (TR). Sistem distribusi PT. PLN (Persero) ULP 3 Pangkalan Kerinci ini memiliki peranan penting dalam sistem tenaga listrik. Hal itu disebabkan karena sistem ini langsung berhubungan dengan pemakai energi listrik pelanggan di saluran tegangan menengah dan tegangan rendah. Sistem distribusi sendiri memiliki fungsi diantaranya yaitu menerima daya listrik dari sumber daya juga mendistribusikan daya tersebut ke konsumen.

Pada transformator KRC 56 pada penyulang Zamrud di jl. Arbes ujung memiliki beban yang tidak seimbang, dikarenakan pembagian beban pada setiap phasa R,S,T-nya tidak seimbang atau melebihi batas standar dari SPLN No 4 tahun 2012 yaitu melebihi 20%. Karena itu sangat diperlukan penyelesaian dan pencegahan supaya menjaga keandalan pada sistem distribusi. untuk menjaga keandalan dalam penyaluran energi listrik perlu memperhatikan pembebanan pada transformator untuk menjaga efisiensi daya listrik dan menghindari kerusakan pada sistem pendistribusian Listrik.

1.2 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan yang dilakukan penelitian adalah:

1. Menganalisa ketidakseimbangan beban pada transformator distribusi 20 kV di PT. PLN (Persero) Pangkalan Kerinci.
2. Menghitung rugi-rugi daya yang terjadi akibat ketidakseimbangan beban pada transformator distribusi penyulang Zamrud di PT. PLN (Persero) Pangkalan Kerinci.

3. Menghitung nilai efisiensi yang terjadi akibat ketidakseimbangan beban pada transformator distribusi penyulang Zamrud di PT. PLN (Persero) Pangkalan Kerinci.

1.3 Manfaat Penelitian

Manfaat yang didapatkan dari penelitian ini antara lain:

1. Sebagai pedoman untuk pihak PT. PLN Pangkalan Kerinci untuk melakukan Upaya meningkatkan keandalan pada sistem kelistrikan PT. PLN Pangkalan Kerinci.
2. Mendapatkan pengetahuan dan wawasan mengenai ketidakseimbangan beban, serta penyelesaian gangguan ketidakseimbangan beban khususnya pada transformator distribusi 20 kV.

1.4 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dijelaskan, maka dapat diuraikan beberapa rumusan masalah antara lain:

1. Bagaimana cara penanggulangan permasalahan ketidakseimbangan beban pada transformator distribusi sesuai dengan SPLN yang berlaku pada jaringan distribusi 20 kV terutama pada penyulang Zamrud.
2. Bagaimana dampak ketidakseimbangan beban pada transformator distribusi jika tidak segera diperbaiki.

1.5 Batasan masalah

Untuk membatasi pembahasan pada penelitian ini supaya memfokuskan dalam pembahasan maka penulis membuat Batasan masalah antara lain :

1. Penelitian ini dilaksanakan di PT. PLN Pangkalan Kerinci pada transformator distribusi pada penyulang Zamrud.
2. Peneltian hanya membahas tentang pembebanan transformator distribusi mengalami ketidakseimbangan beban pada dan rugi-rugi pada penyulang Zamrud.

1.6 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan dibagi menjadi 5 (lima) bab, dimana setiap penulisan akan membahas dalam suatu sistematika:

BAB 1 PENDAHULUAN

Bab ini berisi tentang uraian latar belakang permasalahan yang terjadi pada objek penelitian, tujuan penelitian, manfaat penelitian, rumusan masalah, batasan masalah, dan sistematika penulisan.

BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini berisi teori sistem distribusi sebagai pemberkuat yang digunakan dalam penulisan proposal penelitian

BAB 3 METODE PENELITIAN

Bab ini berisikan data-data sistem kelistrikan pada penyulang Zamrud yang diperoleh untuk metode yang digunakan sebagai bahan pembahasan pada bab selanjutnya untuk menyelesaikan proposal penelitian,

BAB 4 PEMBAHASAN

Bab ini berisikan analisa, hasil perhitungan dan penyelesaian.

BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini berisikan kesimpulan dan saran dari hasil penelitian ini.

BAB 5

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Dari hasil pembahasan Analisis Ketidakseimbangan beban pada Transformator Distribusi 20 kV pada penyulang Zamrud di PT. PLN (Persero) Pangkalan Kerinci:

1. Dari hasil perhitungan yang didapatkan yaitu pembebanan transformator malam hari mengalami beban berlebih *(overload)* dengan 5 transformator yang melebihi kapasitas standar SPLN No. 50 tahun 1997 pembebanan >80% sedangkan untuk siang hari terdapat 1 transformator mengalami beban berlebih yaitu KRC 56 sebesar 93% dan Dimana hasil pesentase ketidakseimbangan beban yang tertinggi pada transformator KRC 56 yaitu 25%. Menurut standar SPLN No 004 tahun 2012 beban tidak lebih dari 20%.
2. Dari perhitungan tersebut jumlah rugi-rugi daya transformator yang tertinggi pada transformator KRC 56 sebesar 9,185kW terjadi pada malam hari dan sedangkan untuk nilai rugi-rugi akibat arus netral yang tertinggi pada transformator KRC 40 yaitu sebesar 3,783 dengan persentase 2,781%
3. Dari perhitungan diatas menunjukan nilai efisiensi transformator tertinggi pada siang hari yaitu transformator KRC 48 yaitu sebesar 98,071% dan nilai efisiensi transformator terendah pada malam hari yaitu transformator KRC 56 yaitu sebesar 95,245% , karena semakin besar ketidakseimbangannya maka semakin besar pula rugi daya, sehingga efisensinya yang dihasilkan semakin kecil, begitu pula sebaliknya.

5.2 Saran

Berdasarkan hasil perhitungan dan analisa agar tidak terjadi ketidakseimbangan maka beban pada transformator diseimbangkan 10% - 20% agar supaya tidak timbul arus netral pada transformator.

DAFTAR PUSTAKA

Adar , Q. (2017). *Analisis Pembebanan Transformator Distribusi Di PT.PLN (Persero) Rayon Jeneponto*. *11*(1), 92–105.

Aprianto. (2012). *Transformator Distribution*

Asiva Noor Rachmayani. (2015). *Transformator*. 6.

Chen, N. *et al.* (2018). *Overload Analysis of Distribution Transformers Based on Data Mining, IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 439(3). doi: 10.1088/1757- 899X/439/3/032112.

Dwi, R., & Soetiadi, P. (2023). *Analisis Ketidakseimbangan Pembebanan Transformator Distribusi Tiga Phasa Wilayah Semarang Barat Di Daerah Dworowati*.

Daman Suswanto, (2009). Sistem Distribusi Tenaga Listrik. Universitas Negeri Padang.

Duyo, R. A. and Sulkifli, A. (2019). Analisis Jaringan Dan Pemeliharaan, *Jurnal Vertex Elektro*, 01(02), pp. 1–11.

Ermawanto (2013). Sistem Distribusi Tenaga Listrik.

Harlow, J. H. (2012). *Electric Power Transformer Engineering* (3rd ed.). Boca Raton London New York: Taylor &Francis Group, LLC

Johanes Ohoiwutun, M. (2016).Analisis Rugi DayaTransformator 100 kVA Gardu Rufei Pantai Di PT.PLN (Persero) Wilayah Papua Dan Papua Barat Area Sorong.

Jamaaluddin, J., Anshory, I., Sulistiyowati, I., & Ahfas, A. (2022). Buku Ajar Pengantar Teknik Tenaga Listrik. In *Buku Ajar Pengantar Teknik Tenaga Listrik*.

Setiadji, J, Sentosa, S., Machmudsyah, T., Isnanto, Y., & Siwalankerto, J. (2006). *Pengaruh Ketidakseimbangan Beban Terhadap Arus Netral dan Losses pada Transformator Distribusi*. *6*(1), 68–73.

Sukmadi, T., Sulasno., & Winardi, B. (2009). Perhitungan Dan Analisis Keseimbangan Beban Pada Sistem Distribusi 20 kV Terhadap Rugi-Rugi Daya (Studi Kasus Pada Pt. Pln Upj Slawi). *Transmisi*, *11*(1), 47–52.

Ummah, M. S. (2019). Transformator Elektronika. In *Sustainability (Switzerland)* (Vol. 11, Issue 1).

Waitiningsih, T. (2008). Pengaruh Ketidakseimbangan Beban Terhadap Arus Netral dan Losses pada Transformator Distribusi. *Jurnal Teknik Elektro*, *7*(2), 58–67.