

**ANALISIS PEMBEBAN TRAFODISTRIBUSI PADA PENYULANG 6
PT. PLN (PERSERO) ULP WELERI
DI DESA GEBANGAN KECAMATAN PAGERUYUNG**

Laporan ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh
Gelar S1 pada Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknologi Industri
Universitas Islam Sultan Agung Semarang



Disusun Oleh:

ARISKA AMALIA KHOIRUNISA

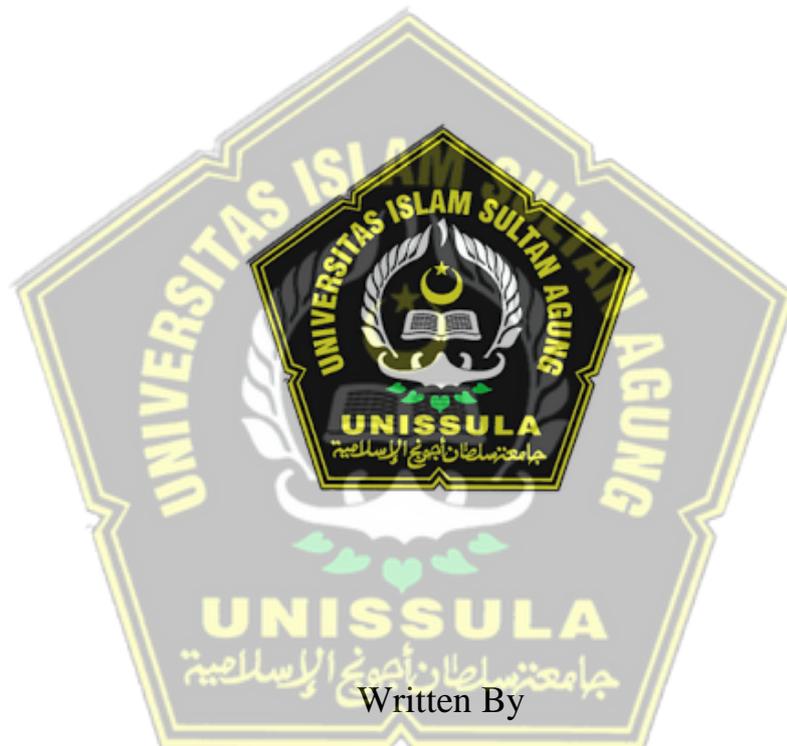
30601800008

**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS ISLAM SULTAN AGUNG
SEMARANG
2023**

FINAL PROJECT

***LOADING ANALYSIS OF THE DISTRIBUTION TRANSFORMER
AT FEEDER 6 PT. PLN (PERSERO) ULP WELERI IN GEBANGAN
VILLAGE, PAGERUYUNG SUB-DISTRICT***

Proposed to complete the requirement to obtain a bachelor's degree
(S1) at Department of Electrical Engineering Faculty of Industrial Technology
Sultan Agung Islamic University



Written By

**Ariska Amalia Khoirunisa
NIM : 30601800008**

**DEPARTMENT OF ELECTRICAL ENGINEERING
FACULTY OF INDUSTRIAL TECNOLOGY
UNIVERSITAS ISLAM SULTAN AGUNG SEMARANG
2023**

LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING

Laporan Tugas Akhir dengan judul “ANALISIS PEMBEBAN TRAFO DISTRIBUSI PENYULANG 6 PT. PLN (PERSERO) ULP WELERI DIDESA GEBANGAN KECAMATAN PAGERUYUNG” ini disusun oleh:

Nama : Ariska Amalia Khoirunisa
NIM : 30601800008
Program Studi : Teknik Elektro

Telah disahkan dan disetujui oleh dosen pembimbing pada:

Hari : Senin
Tanggal : 13 Maret 2023

Pembimbing I



Dedi Nugroho, S.T., MT.
NIDN. 0625077901

Pembimbing II



Ir. Agus Adhi Nugroho, MT.
NIDN. 0628086501

Mengetahui,
Ketua Program Studi Teknik Elektro


Jenny Putri Hapsari, ST, MT
NIDN. 0607018501

LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI

Laporan Tugas Akhir dengan judul “ANALISIS PEMBEBAN TRAFO DISTRIBUSI PENYULANG 6 PT. PLN (PERSERO) ULP WELERI DIDESA GEBANGAN KECAMATAN PAGERUYUNG” ini telah dipertahankan di depan Penguji sidang Tugas Akhir pada:

Hari : Jumat
Tanggal : 09 Maret 2023

Penguji I



Dedi Nugroho, ST, MT
NIDN. 0617126602

Penguji II



Gunawan, ST, MT
NIDN. 0607117101

Ketua Penguji



UNISSULA
جامعة سلطان ابويعقوب الإسلامية

Dr. Ir. H. Muhamad haddin, MT
NIDN. 0618066301

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Ariska Amalia Khoirunisa
NIM : 30601800008
Judul Tugas Akhir : ANALISIS PEMBEBAN TRAFO DISTRIBUSI
PADA PENYULANG 6 PT. PLN (PERSERO)
ULP WELERI DI DESA GEBANGAN
KECAMATAN PAGERUYUNG.

Dengan bahwa ini saya menyatakan bahwa judul da isi Tugas Akhir yang saya buat dalam rangka menyelesaikan Pendidikan Strata Satu (S1) Teknik Elektro tersebut adalah asli dan belum pernah diangkat, ditulis ataupun dipublikasikan oleh siapapun baik keseluruhan maupun sebagian, kecuali yang secara tertulis diacu dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka, dan apabila dikemudian hari ternyata terbukti bahwa judul Tugas Akhir tersebut pernah diangkat, ditulis ataupun dipublikasikan, maka saya bersedia dikenakan sanksi akademis. Demikian surat pernyataan ini saya buat dengan sadar dan penuh tanggung jawab.

Semarang, Maret 2023

Yang Menyatakan



Ariska Amalia Khoirunisa

PERNYATAAN PERSETUJUAN UNGGAH KARYA ILMIAH

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Ariska amalia Khoirunisa
Nim : 30601800008
Program studi : Teknik Elektro
Fakultas : Teknologi Industri

Dengan ini menyerahkan karya ilmiah berupa ~~Tugas Akhir~~/Skripsi/Tesis/Disertasi* dengan judul :

ANALISIS PEMBEBAN TRAFODISTRIBUSI PENYULANG 6 PT.PLN (PERSERO) ULP WELERI DESA GEBANGAN KECAMATAN PAGERUYUNG

Dan menyetujui menjadi hak milik universitas islam sultan agung serta memberikan hak bebas royalti non-eksklusif untuk disimpan, dialih mediakan, dikelola dalam pangkalan data, dan dipublikasikannya di internet atau media lain untuk kepentingan akademis selama tetap menyantumkan mana penulis sebagai Hak Cipta

Pernyataan ini saya buat dengan sungguh-sungguh. Apabila dikemudian hari ada pelanggaran Hak Cipta/ Plagiarisme dalam karya ilmiah ini, maka segala bentuk tuntutan hukum yang timbul akan saya tanggung secara pribadi tanpa melibatkan pihak Universitas Islam Sultan Agung.

Semarang 13 Maret 2023

Yang menyatakan



Ariska Amalia Khoirunisa

PERSEMBAHAN

Pertama,

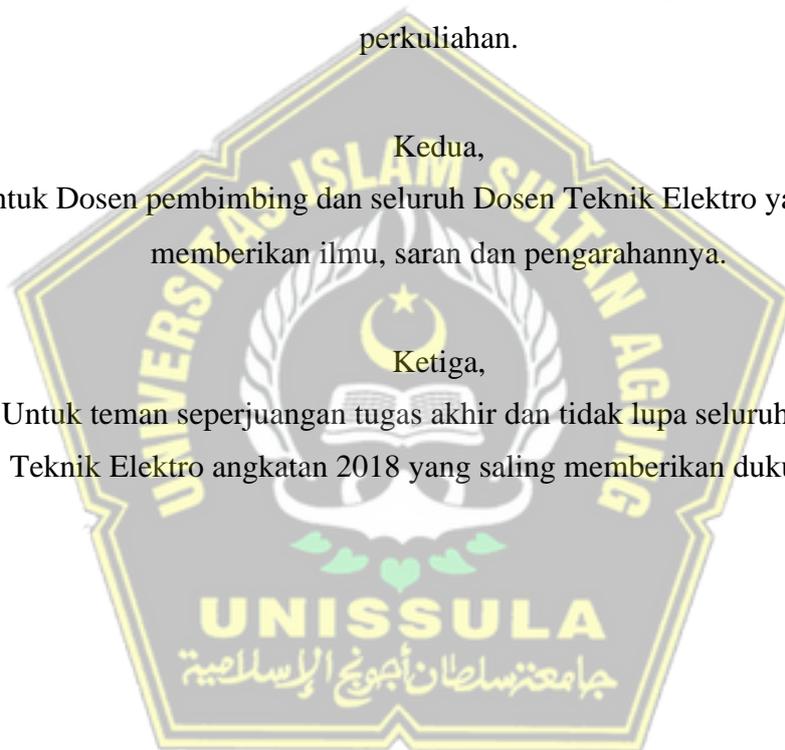
Tugas Akhir ini akan saya persembahkan kepada kedua orang tua saya yang saya cintai Bapak Bakhrun dan Ibu Siti Rumini yang sudah membesarkan saya, memberikan dukungan dan menjadi motivasi hidup saya dalam menyelesaikan studi saya hingga saat ini. Dan juga kepada Kakak saya yang telah menyemangati dan mendoakan saya, merupakan penunjang untuk dapat menyelesaikan perkuliahan.

Kedua,

Untuk Dosen pembimbing dan seluruh Dosen Teknik Elektro yang selalu memberikan ilmu, saran dan pengarahannya.

Ketiga,

Untuk teman seperjuangan tugas akhir dan tidak lupa seluruh teman Teknik Elektro angkatan 2018 yang saling memberikan dukungan.



KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur ke hadirat Tuhan yang Maha Pengasih atas segala limpahan kasih, karunia, dan kehendak-Nya sehingga Tugas Akhir Skripsi dengan judul Analisis Pembeban Trafo Distribusi pada Penyulang 6 PT. PLN (PERSERO) ULP Weleri di Desa Gebangan Kecamatan Pageruyung Kabupateb Kendal, dapat diselesaikan dengan baik. Selesaiannya Tugas Akhir ini tidak lepas dari bantuan, bimbingan, dan do`a dari berbagai pihak yang telah membantu dalam pembuatan karya ini, ucapkan terimakasih yang sebesar-besarnya kepada yang terhormat :

1. Ibu Dr. Hj. Novi Marlyana, ST, MT Selaku Dekan Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Sultan Agung Semarang
2. Ibu Jenny Putri Hapsari, ST, MT Selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro Universitas Islam Sultan Agung Semarang
3. Bapak Dedi Nugroho, ST., MT Selaku Dosen Pembimbing pertama yang telah meluangkan waktu selama proses bimbingan
4. Bapak Ir. Agus Adhi Nugroho, MT. Selaku Dosen Pembimbing Kedua yang telah meluangkan waktu selama proses bimbingan
5. Bapak Munaf Ismail, ST., MT Selaku Koordinator Tugas Akhir Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Sultan Agung
6. Seluruh dosen pengajar di jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Sultan Agung Semarang
7. Ibu dan Ayah tercinta yang telah banyak berkorban demi keberhasilan dalam proses penyelesaian Tugas Akhir
8. Seluruh keluarga tersayang yang telah senantiasa mendoakan dan memberikan semangat dalam penyelesaian Tugas Akhir
9. Semua pihak yang telah membantu hingga terselesainya pembuatan tugas akhir maupun dalam penyusunan tugas akhir yang tidak dapat disebutkan satu persatu

Dalam pembuatan Laporan Tugas Akhir ini walaupun telah berusaha semaksimal mungkin, tentunya masih banyak kekurangan dan keterbatasan yang

dimiliki, oleh karena itu diharapkan saran dan kritik untuk membangun kesempurnaan karya ini, semoga karya ini bermanfaat

Semarang , Maret 2023

Penyusun



DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
<i>FINAL PROJECT</i>	ii
LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING.....	iii
LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI Error! Bookmark not defined.	
SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR	v
PERNYATAAN PERSETUJUAN UNGGAH KARYA ILMIAH.....	vi
PERSEMBAHAN.....	vii
KATA PENGANTAR	viii
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR TABEL.....	xiii
DAFTAR GAMBAR.....	xiv
ABSTRAK.....	xv
ABSTRACT.....	xvi
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1. Latang Belakang Masalah.....	1
1.2. Rumusan Masalah.....	3
1.3. Pembatasan Masalah.....	3
1.4. Tujuan.....	4
1.5. Manfaat.....	4
BAB II KAJIAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI.....	5
2.1 Tinjauan Pustaka.....	5
2.2 Landasan Teori.....	5

2.2.1	Transformator	5
2.2.2	Prinsip Kerja Transformator	6
2.2.3.	Jenis-Jenis Trafomator	6
2.2.4	Transformator Berdasarkan Fungsi.....	9
2.3	Transformator Distribusi	10
2.3.1	Kumparan	10
2.3.2	Inti.....	11
2.3.3	Minyak Transformator	11
2.3.4	Bushing Transformator	12
2.3.5	Tipe Pendingin Transformator	12
2.4	Jaringan Distribusi	13
2.4.1	Jaringan Distribusi Menurut Besar Tegangan	14
2.4.2	Jaringan Distribusi Menurut Frekuensi	14
2.4.3	Jaringan Distribusi Menurut Konstruksi	15
2.4.4	Jaringan Distribusi Berdasarkan Konfigurasi Jaringan	15
2.5	Trafo Distrisbusi satu fasa	17
2.6	Ketidak seimbangan beban transformator	18
BAB III METODEDE PENELITIAN.....		19
3.1	Objek Penelitian	19
3.2	Data -data Penelitian.....	21
3.3.	<i>Flow chat</i>	22
BAB IV ANALISIS DAN PEMBAHASAN.....		23
4.1	Analisis Beban Harian	23
4.1.1	Analisis Penentuan Beban Harian	25
4.2	Hasil dan Pembahasan	27

BAB V PENUTUP.....	31
5.1. Kesimpulan.....	31
DAFTAR PUSTAKA	31
LAMPIRAN.....	33



DAFTAR TABEL

Tabel 3.1. Data-data Trafo Distribusi.....	21
Tabel 3.2. Data Beban Harian	21
Tabel 4.1. Beban riil.....	27
Tabel 4.2. Kapasitas Beban	28



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1.	Teori Dasar Transformator	6
Gambar 2.2.	Trafo Distribusi	10
Gambar 2.4.	Skema Sistem Jaringan Distribusi	14
Gambar 2.5.	Skema Sistem Jaringan Distribusi	16
Gambar 2.6.	Trafo Distrisbusi satu fasa.....	17
Gambar 3.1.	<i>Maps</i> jaringan pada <i>feeder</i> 6.....	19
Gambar 3.2.	Gambar jalur jaringan.....	20
Gambar 3.3.	<i>Diagram Single Line</i>	20
Gambar 3.4.	<i>Flow Chat</i>	22
Gambar 4.1.	Grafik Beban riil minimum.....	28
Gambar 4.2.	Grafik Beban rill maksimum	28
Gambar 4.3.	Grafik beban yang terpakai	29
Gambar 4.4.	Grafik Sisa kapasitas	30

ABSTRAK

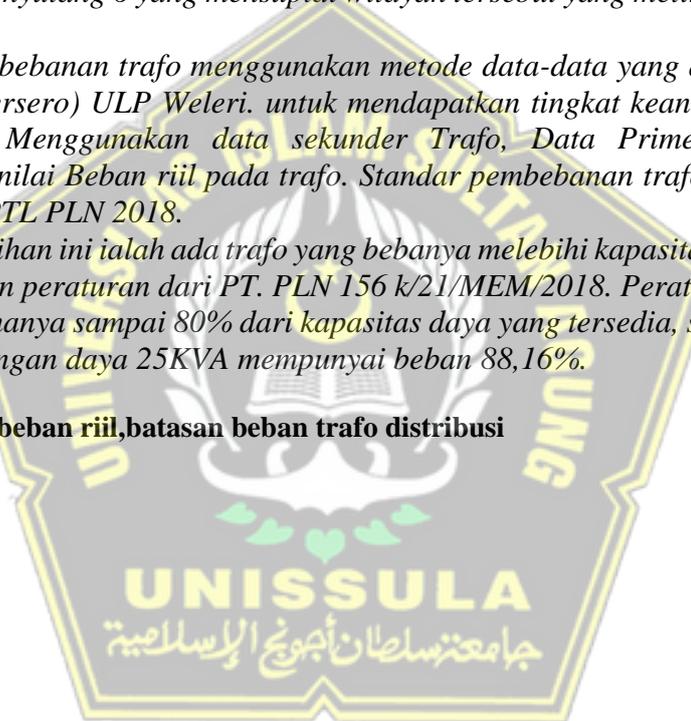
Seiring meningkat pertumbuhan ekonomi dan pembangunan setiap tahunnya pasti, hal tersebut juga terjadi Didesa Gebangan Kecamatan Pageruyung yang merupakan salah satu Desa terpencil di Kecamatan Pageruyung Kabupaten Kendal, jadi beban-beban pada transformator pastinya setiap tahun akan bertambah tetapi kapasitasnya tidak.

Pertumbuhan ekonomi di Kecamatan Pageruyung mengalami perkembangan dilihat dari tumbuhnya rumah. Kenaikan konsumsi listrik sebesar 35 % pertahun terjadi pada 1 tahun terakhir. Kenaikan kebutuhan listrik perlu diimbangi dengan layanan suplai terutama ketersediaan jaringan dan transformator. Trafo distribusi PLN pada Penyulang 6 yang mensuplai wilayah tersebut yang melingkupi 22 Desa

Analisis pembebanan trafo menggunakan metode data-data yang didapatkan dari PT. PLN (Persero) ULP Weleri. untuk mendapatkan tingkat keandalan pad trafo distribusi . Menggunakan data sekunder Trafo, Data Primer Trafo untuk menentukan nilai Beban riil pada trafo. Standar pembebanan trafo menggunakan standar RUPTL PLN 2018.

Hasil penelitian ini ialah ada trafo yang bebanya melebihi kapasitasnya, dan tidak sesuai dengan peraturan dari PT. PLN 156 k/21/MEM/2018. Peraturannya adalah beban trafo hanya sampai 80% dari kapasitas daya yang tersedia, sedangkan pada trafo ke 6 dengan daya 25KVA mempunyai beban 88,16%.

Kata Kunci: beban riil, batasan beban trafo distribusi



ABSTRACT

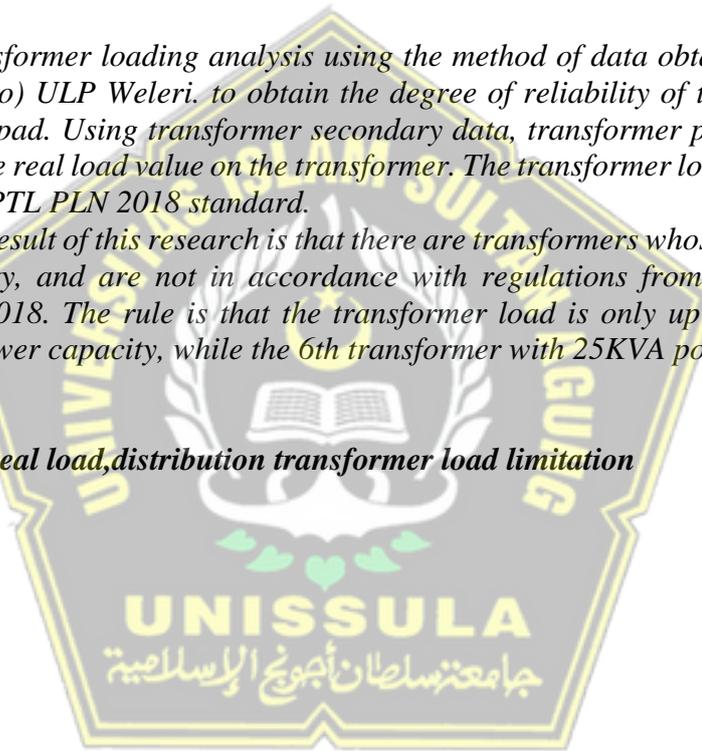
As economic growth increases and growth every year for sure, this also happens in Gebangan Subdistrict, Pageruyung District, which is one of the remote villages in Pageruyung District, Kendal Regency, so the burdens on transformers will certainly increase every year but the capacity will not.

Economic growth in Pageruyung Subdistrict has developed in terms of the growth of houses. The increase in electricity consumption by 35% per year occurred in the last 1 year. The increase in electricity needs needs to be balanced with supply services, especially the availability of networks and transformers. PLN distribution transformer in Penyulang 6 which supplies the area which covers 22 villages.

Transformer loading analysis using the method of data obtained from PT. PLN (Persero) ULP Weleri. to obtain the degree of reliability of the distribution transformer pad. Using transformer secondary data, transformer primary data to determine the real load value on the transformer. The transformer loading standard uses the RUPTL PLN 2018 standard.

The result of this research is that there are transformers whose load exceeds their capacity, and are not in accordance with regulations from PT. PLN 156 k/21/MEM/2018. The rule is that the transformer load is only up to 80% of the available power capacity, while the 6th transformer with 25KVA power has a load of 88.16%.

Keywords: *real load, distribution transformer load limitation*



BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latang Belakang Masalah

Saat ini Indonesia sedang melakukan upaya pembangunan disemua bidang, seiring dengan laju pertumbuhan pembangunan maka dituntut adanya sara dan prasarana yang mendukungnya seperti tersedianyatenaga listrik, saat ini tenaga listrik merupakan kebutuhan yang utama baik untuk kebutuhan sehari- hari maupun untuk kebutuhan industri. Hal ini disebabkan karena tenaga listrik mudah untuk transportasikan dan dikonversikan ke dalam bentuk tenaga lain,penyediaan tenaga listrik yang stabil dan kontinyu merupakan syarat mutlak yang hams dipenuhi dalam memenuhi kebutuhn tenaga listrik.[1]

Seiring meningkat pertumbuhan ekonomi dan pambangunan setiap tahunnya, pasti juga terjadi Dideda Gebangan Kecamatan Pageruyung karena Desa tersebut merupakan salah satu Desa terpencil di Kecamatan Pageruyung Kabupaten Kendal, jadi beban-beban pada transformator pastinya setiap tahun akan bertambah tetapi kapasitasnya tidak. Pihak PLN tentunya akan berusaha untuk memenuhi kebutuhan itu dengan berbagai cara termasuk akan menambah trafo jika pembangunan jangkaunya jauh dari tarfo-trafo distribusi yang sudah ada ataupun tarfo didekatnya kapasitas bebannya udah mendekati 80%.

Berawal dari pemadaman listrik yang bertahap yang dilakukan pihak PLN, Dari pemadaman listrik ini, sangat meresahkan masyarakat baik itu pihak industri maupun pelanggan rumah tangga, dari kejadian tersebut, peneliti mencari faktor yang menyebabkan dilakukan pemadaman, yang mana salah satu karena kurangnya pasokan Untuk memberikan layanan yang baik pihak PLN harul memperhatikan ha- hal yang dapat merugikan kualitas energi listrik, diantaranya pemilih transformator yang efisiensi dan pembeban yang tidak seimbang.

Ketidakseimbangan beban pada transformator menyebabkan adanya rugi- rugi daya dimana arus mengalir dipenghantar netral, Untuk mengoptimalkan pembebanan daya listrik agar tidak ada daya yang hilang sia- sia, maka peneliti

mengadakan penelitian tentang analisis ketidakseimbangan beban pada transformator distribusi.

Pemakaian beban listrik yang tidak seimbang dengan besar langganan daya dapat menyebabkan tidak efisien dalam hal pembiayaan, Hal ini menyebabkan tingginya biaya rekening listrik yang dibayarkan setiap bulannya, Ditambah pula dengan diberlakukannya denda penalti akibat rendahnya faktor daya khusus untuk langganan Tegangan Menengah, Rendahnya efisiensi trafo yang berarti besarnya losses (rugi-rugi) dapat menyebabkan kerugian di sisi power provider dalam hal ini PT. PLN (Persero) dan konsumen terutama bagi pelanggan Tegangan Menengah, Rendahnya efisiensi trafo dapat disebabkan oleh rendahnya faktor daya, serta rendahnya pembebanan akibat pemakaian beban non linier

Untuk memberikan layanan yang baik, pihak PLN harus memperhatikan hal - hal yang dapat mengurangi kualitas energi listrik, diantaranya pemilihan transformator yang efisien dan pembebanan yang tidak seimbang, Transformator merupakan salah satu perangkat listrik yang berperan penting dalam pendistribusian energi listrik ke pelanggan, Dalam pendistribusian energi listrik ke pelanggan, terkadang tidak semua energi yang dibangkitkan sampai ke pelanggan karena ada rugi-rugi yang terjadi pada trafo, pemilihan trafo yang tidak efisien dan karena ketidakseimbangan beban yang dapat mengurangi daya listrik.

Pada dasarnya dilakukan pembagian beban yang merata, tetapi karena ketidaksamaan waktu penyalaan beban tersebut, maka menimbulkan ketidakseimbangan beban yang berdampak pada penyediaan tenaga listrik. Ketidakseimbangan beban antara fasa R, fasa S, dan fasa T menyebabkan arus mengalir dipenghantar netral trafo,

Arus yang mengalir di penghantar netral trafo distribusi ini dikatakan dengan rugi-rugi, Dilakukan penelitian ini supaya diketahui berapa rugi-rugi yang terjadi pada trafo distribusi di PT. PLN (Persero) ULP Weleri yang disebabkan ketidakseimbangan beban tersebut.

Analisis ketidakseimbangan beban pada trafo perlu dilakukan agar dapat diketahui apa yang terjadi dengan ketidakseimbangan beban tersebut pada trafo, Mengetahui berapa besar rugi-rugi yang terjadi dan diharapkan agar dapat mengantisipasi supaya ketidakseimbangan beban tersebut bisa diminimalisir.

1.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan Latar Belakang Masalah, penelitian menyusun rumusan masalah ini yaitu :

- a. Bagaimana untuk mengetahui beban riil pada trafo distribusi satu fasa di feeder 6 Desa Gebangan Kecamatan Pageruyung?
- b. Berapa sisa kapasitas beban trafo dsitribusi satu fasa pada feeder 6 di desa Gebangan kecamatan Pageruyung ?

1.3. Pembatasan Masalah

Untuk membatasi materi yang akan dibicarakan pada tugas akhir ini, maka dibuat Batasan masalah yang akan diteliti. Hal ini bertujuan agar materi dan cakupan studi dari tugas akhir ini dapat mencapai hasil yang memuaskan. Adapun yang menjadi Batasan masalah pada tugas akhir ini adalah:

- a. Hanya membahas pembeban trafo distribusi di feeder 6 PT. PLN (PERSERO) ULP Weleri yang menyuplai Desa Gebangan Kecamatan Pageruyung.
- b. Transformator yang dibahas adalah transformator distribusi satu fasa yang ada diPT. PLN (PERSERO) ULP Weleri yang menyuplai Desa Gebangan Kecamatan Pageruyung.
- c. Hanya membahas trafo dengan kapasitas 25 KVA dan 50 KVA yang terpasang di Desa Gebangan Kecamatan Pageruyung.

1.4. Tujuan

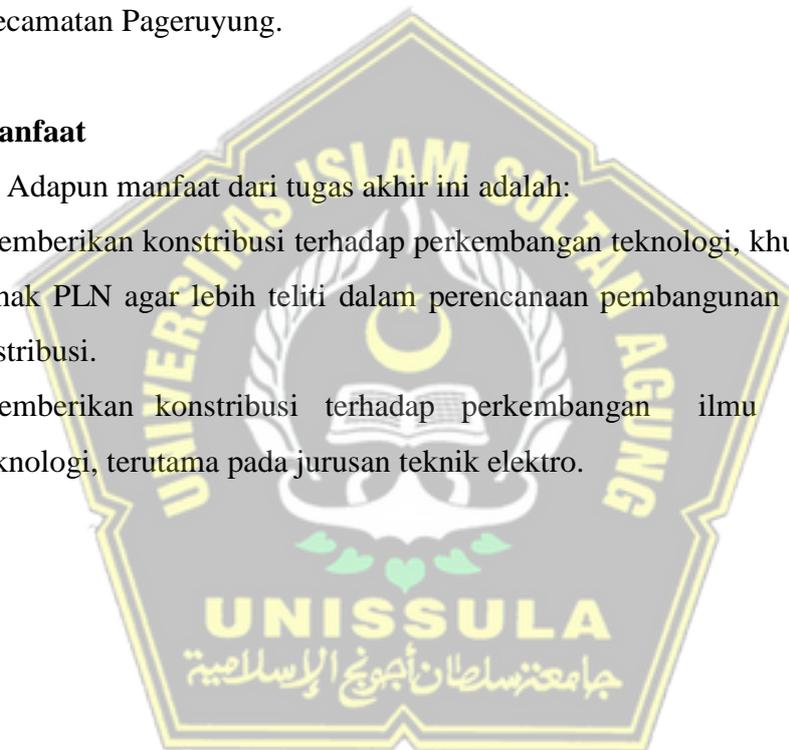
Adapun Tujuan penelitian yang diharapkan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

- a. Untuk mengetahui baban riil pada transformator distribusi satu fasa di PT. PLN (PERSERO) ULP Weleri yang berada Desa Gebangan Kecamatan Pageruyung.
- b. Untuk mengetahui beban pada transformator distribusi yang sudah digunakan di PT. PLN (PERSERO) ULP Weleri yang menyupplai Desa Gebangan Kecamatan Pageruyung.

1.5. Manfaat

Adapun manfaat dari tugas akhir ini adalah:

1. Memberikan kontribusi terhadap perkembangan teknologi, khususnya untuk pihak PLN agar lebih teliti dalam perencanaan pembangunan transformator distribusi.
2. Memberikan kontribusi terhadap perkembangan ilmu pengetahuan teknologi, terutama pada jurusan teknik elektro.



BAB II

KAJIAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI

2.1 Tinjauan Pustaka

Berikut adalah beberapa penelitian yang pernah dilakukan terkait dengan pembebanan trafo distribusi, seperti penelitian Syukri, Teuku Murisa, Muliadi, Firwan yang membahas tentang Analisis pembebanan transformator distribusi 20KV pada penyulang LS5 gardu LSA 249. Hasil penelitiannya pembebanan pada transformator distribusi dan ketidakseimbangan beban.[2]

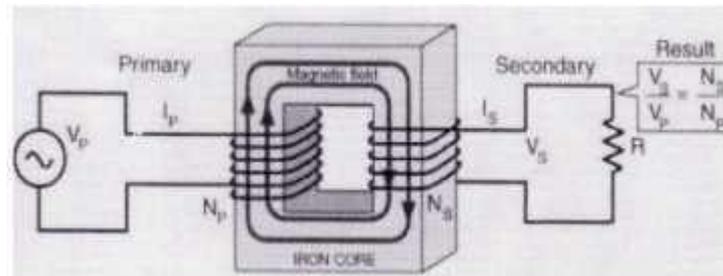
Kemudian dari penelitian tentang Analisis pembebanan transformator gardu selatan kampus universitas Tadulako. Metode yang digunakan adalah mengukur tegangan dan arus pada transformator dan pada panel-panel gedung yang mengalami jatuh tegangan dengan menggunakan tang ampere. Hasil penelitian terjadinya jatuh tegangan terendah 185Volt telah melewati ketentuan standar PUIL, dimana jatuh tegangan pada jaringan tegangan rendah adalah 4%. [3]

Kemudian Penelitian Muhammad Avif, Aris Hari Andriawan, Giovanni, Dimas Prenata yang membahas tentang Analisis pembebanan Transformator Daya 300 KVA di instalasi pengolahan air limbah PT. SIER. Hasil penelitian bahwa nilai derating transformator sebesar 14,55KVA atau sebesar 14,26 KVA dengan presentasi derating sebesar 4,85%. [4]

2.2 Landasan Teori

2.2.1 Transformator

Transformator merupakan suatu alat listrik yang mengubah tegangan arus bolak-balik dari satu tingkat ke tingkat yang lain melalui suatu gandingan magnet dan berdasarkan prinsip-prinsip induksielektromagnet dimana perbandingan tegangan antara sisi primer dan sisi sekunder berbanding lurus dengan perbandingan jumlah lilitan dan berbanding terbalik dengan perbandingan arusnya, Transformator terdiri atas sebuah inti, yang terbuat dari besi berlapis dan dua buah kumparan, yaitu kumparan primer dan kumparan sekunder. Sebagai Gambar 2.1 Teori Dasar Transformator



Gambar 2.1. Teori Dasar Transformator

2.2.2 Prinsip Kerja Transformator

Prinsip kerja transformator adalah berdasarkan hukum Ampere dan Faraday yaitu “ arus listrik dapat menimbulkan medan magnet dan sebaliknya medan magnet dapat menimbulkan arus listrik”. Jika salah satu kumparan pada trafo dialiri arus listrik, maka timbul gaya garis magnet yang berubah-ubah. Kumparan sekunder akan menerima garis gaya magnet dari kumparan primer yang besarnya berubah-ubah dan di kumparan sekunder juga timbul induksi yang diakibatkan antara dua ujung kumparan terdapat beda tegangan, Jumlah garis gaya (*fluks*) yang masuk kumparan sekunder adalah sama dengan garis gaya yang keluar dari kumparan primer.[5]

2.2.3. Jenis-Jenis Trafomator

1. Trafo Step-Up

Trafo step-up ialah jenis transformator yang berfungsi untuk menaikkan tegangan. Trafo step-up seringkali digunakan pada pembangkit tenaga listrik sebagai peningkat tegangan yang dihasilkan oleh generator menjadi tegangan tinggi yang digunakan dalam transmisi jarak jauh.

Sebagai contoh sumber daya listrik memiliki tegangan 130 volt, sedangkan alat elektronika membutuhkan tegangan listrik sebesar 150 volt, maka dibutuhkan trafo step-up untuk menjalankannya.

Karena berfungsi untuk menaikkan tegangan, maka trafo step-up membutuhkan lilitan sekunder yang lebih banyak dibandingkan dengan lilitan

primer. Trafo ini seringkali ditemui pada alat elektronik yang memerlukan tegangan tinggi seperti televisi, inverter dan lain sebagainya.

2. Trafo Step-Down

Jika tadi ada trafo step-up yang berfungsi untuk menaikkan tegangan, trafo step-down memiliki fungsi sebaliknya. Transformator step-down berfungsi untuk menurunkan tegangan, karena memiliki lilitan sekunder lebih sedikit ketimbang lilitan primer. Trafo ini juga dapat ditemui dengan mudah seperti pada adaptor AC-DC.

3. Trafo Frekuensi

Trafo frekuensi dapat dibagi menjadi tiga buah kelompok yang dapat dibedakan dari berapa besar frekuensi trafo tersebut berjalan. Adapun kelompok tersebut, terdiri dari trafo frekuensi rendah, menengah dan tinggi.

4. Trafo Frekuensi Rendah

Trafo frekuensi rendah merupakan trafo yang bekerja pada frekuensi audio antara 20 Hz sampai dengan 20 KHz dan frekuensi di atasnya selama masih dalam cakupan frekuensi rendah. Trafo jenis ini biasanya menggunakan inti besi lunak, sebagai contoh ialah trafo input/output (I/O) dan trafo adaptor.

5. Trafo Frekuensi Menengah

Trafo ini seringkali disebut dengan nama trafo IF (Intermediate Frequency) yang banyak digunakan pada radio penerima AM/FM dan bekerja pada frekuensi 455 KHz/10.7 MHz. Pada trafo ini sudah terdapat lilitan primer dan sekunder yang sudah di paralel dengan sebuah kapasitor khusus yang menjadi sebuah rangkaian resonansi L-C.

6. Trafo Frekuensi Tinggi

Trafo frekuensi tinggi banyak digunakan untuk keperluan pembangkitan frekuensi (osilator), lilitan resonansi dan flyback pada rangkaian TV tabung. Trafo jenis ini seringkali disebut *spul osilator*, sebuah lilitan osilator yang memiliki dua jenis yaitu osilator hartley dan osilator coolpits.

7. Trafo Switching

Trafo switching merupakan salah satu komponen trafo yang digunakan untuk teknologi switching pada sebuah power supply. Power supply yang menggunakan sistem pembangkitan frekuensi tinggi yang mempunyai efisiensi lebih baik daripada power supply yang menggunakan trafo dengan frekuensi rendah. Trafo jenis ini seringkali digunakan pada alat elektronika modern, seperti printer, DVD player, PSU komputer dan lain sebagainya.

8. Autotransformator

Autotransformator merupakan jenis trafo yang hanya memiliki satu lilitan yang berlanjut secara listrik dengan sadapan tengah. Dalam trafo ini, sebagian lilitan primer juga merupakan lilitan sekunder.

Fasa arus dalam lilitan sekunder selalu berlawanan dengan arus primer, sehingga untuk tarif daya yang sama lilitan sekunder bisa dibuat dengan kawat yang lebih tipis dibandingkan transformator biasa.

9. Trafo Isolasi

Trafo isolasi memiliki jumlah lilitan yang sama antara lilitan sekunder dan lilitan primer, sehingga memiliki tegangan yang sama antara sekunder dan primer. Trafo ini digunakan untuk memisahkan peralatan atau beban listrik dari sumber listrik.

Listrik dari sumber yang mengalir pada lilitan primer akan diinduksikan ke pada lilitan sekunder yang dapat digunakan oleh peralatan-peralatan listrik. Semua trafo isolasi memiliki perbandingan jumlah lilitan yang sama yaitu 1 : 1 antara lilitan primer dan sekunder.

10. Trafo Pulsa

Trafo pulsa merupakan transformator yang didesain khusus untuk mengeluarkan gelombang pulsa. Trafo ini biasanya menggunakan bahan yang cepat naik, sehingga ketika pada titik tertentu arus primer akan menghasilkan fluks magnet pada saat arus pada lilitan primer berbalik arah.

2.2.4 Transformator Berdasarkan Fungsi

Menurut fungsinya Transformator dibagi atas: Transformator daya, Transformator distribusi, Transformator pengukuran, Transformator elektronik.

1. Transformator Daya

Transformator daya adalah trafo yang digunakan untuk pemasok daya, Transformator daya mempunyai dua fungsi yaitu menaikkan tegangan listrik (*steep-up*) dan menurunkan tegangan listrik (*step-down*), Trafo daya tidak dapat digunakan langsung untuk menyuplai beban, karena sisi tegangan rendahnya masih lebih tinggi dari tegangan beban, sedangkan sisi tegangan tingginya merupakan tegangan transmisi, Trafo berfungsi sebagai *step-up* pada sistem dimana tegangan keluaran lebih tinggi dari pada tegangan masukan (misalnya pada pengiriman/penyaluran daya) dan sebaliknya trafo berfungsi sebagai *step-down* jika tegangan keluaran lebih rendah daripada tegangan masukan misalnya menerima/mengeluarkan daya,

2. Transformator Distribusi

Transformator distribusi pada dasarnya sama dengan transformator daya, bedanya adalah tegangan rendah pada trafo daya bila dibandingkan dengan tegangan tinggi trafo distribusi masih lebih tinggi, Kedua tegangan pada transformator distribusi merupakan tegangan distribusi yaitu untuk distribusi tegangan menengah (TM) dan distribusi tegangan rendah (TR), Trafo distribusi digunakan mendistribusikan energi listrik langsung ke pelanggan.

Trafo Distribusi yang umum digunakan adalah trafo *step down* 20/0,4 kV, tegangan fasa-fasa sistem JTR adalah 380 Volt, karena terjadi *drop* tegangan maka tegangan rak TR dibuat diatas 380 Volt agar tegangan pada ujung beban menjadi 380 Volt.

3. Transformator Ukur

Pada umumnya trafo ini di gunakan untuk mengukur arus (I) dan tegangan (V), Trafo ini trafo ini dibuat khusus untuk mengukur arus dan tegangan yang tidak mungkin bisa diukur langsung oleh *Amperemeter* atau *voltmeter* .

4. Transformator Elektronik

Transformator ini prinsipnya sama seperti transformator daya, tapi kapasitas daya reaktif sangat kecil, yaitu kurang 300 VA yang digunakan untuk keperluan pada rangkaian elektronik.

2.3 Transformator Distribusi

Tujuan penggunaan transformator distribusi adalah untuk menyesuaikan tegangan utama dari sistem distribusi menjadi tegangan yang sesuai dengan kebutuhan konsumen. Sebagai Gambar 2.2 Trafo distribusi



Gambar 2.2. Trafo Distribusi

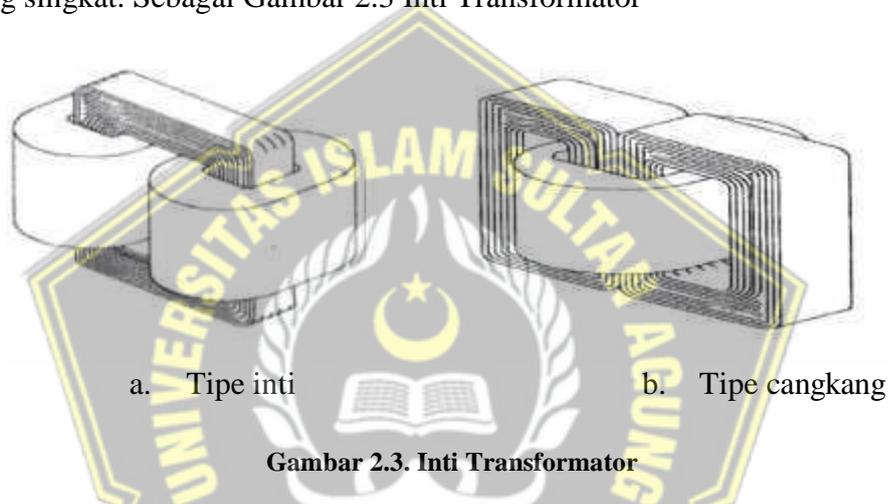
Secara umum konstruksi transformator terdiri dari: Kumparan, Inti Transformator, Minyak Transformator, Bushing Transformator, Tipe Pendingin Transformator.

2.3.1 Kumparan

Transformator terdiri dari dua buah kumparan yaitu kumparan primer dan kumparan sekunder yang mana jika pada salah satu kumparan pada transformator diberi arus bolak-balik maka jumlah garis gaya magnet berubah-ubah, Akibatnya pada sisi primer terjadi induksi, Sisi sekunder menerima garis gaya magnet dari sisi primer yang jumlahnya berubah-ubah pula, Maka di sisi sekunder juga timbul induksi, akibatnya antara dua ujung terdapat beda tegangan.

2.3.2 Inti

Secara umum inti transformator terdiri dari dua tipe yaitu tipe inti (*core type*) dan tipe cangkang (*shell type*), Tipe inti dibentuk dari lapisan besi berisolasi berbentuk persegi panjang dan kumparan transformatornya dibelitkan pada dua sisi persegi, Sedangkan tipe cangkang dibentuk dari lapisan inti berisolasi dan kumparan transformatornya di belitkan di pusat inti. Transformator dengan tipe konstruksi cangkang memiliki kehandalan yang lebih tinggi dari pada tipe konstruksi inti dalam menghadapi tekanan mekanis yang kuat pada saat terjadi hubung singkat. Sebagai Gambar 2.3 Inti Transformator



Gambar 2.3. Inti Transformator

2.3.3 Minyak Transformator

Pada transformator terdapat minyak yang memegang peranan penting dalam sistim pendinginan trafo untuk menghilangkan panas akibat rugi-rugi daya trafo dan juga sebagai sistim isolasi, Minyak trafo mengandung naftalin, parafin dan aromatik.

Ada beberapa keuntungan minyak trafo sebagai isolasi antara lain :

1. Isolasi cair memiliki kerapatan 1000 kali atau lebih dibandingkan dengan isolasi gas, sehingga memiliki kekuatan *dielektrik* yang lebih tinggi.
2. Isolasi cairan mengisicelah atau ruang yang akan di isolasi dan secara serentak melalui proses konversi menghilangkan panas yang timbul akibat rugi daya.
3. Isolasi cair cenderung dapat memperbaiki diri sendiri (*self healing*) jika terjadi pelepasan muatan (*discharge*).

Kekuatan *dielektrik* didefinisikan sebagai tegangan maksimum yang dibutuhkan untuk mengakibatkan dielectric breakdown pada material yang dinyatakan dalam satuan Volt/m, Dimana kekuatan *dielektrik* adalah ukuran kemampuan *elektrik* suatu material sebagai isolator.

2.3.4 Bushing Transformator

Untuk tujuan keamanan, konduktor tegangan tinggi dilewatkan menerobos suatu bidang yang di bumikan melalui suatu lubang terbuka yang dibuat sekecil mungkin dan biasanya membutuhkan suatu pengikat padu yang disebut bushing.

Bagian utama suatu bushing terdiri dari inti atau konduktor, bahan *dielektrik* dan flans yang terbuat dari logam, Inti berfungsi untuk menyalurkan arus dari bagian dalam peralatan ke terminal luar dan bekerja pada tegangan tinggi, Dengan bantuan/Zans, isolator diikatkan pada badan peralatan yang dibumikan.

2.3.5 Tipe Pendingin Transformator

Ada beberapa tipe pendingin pada transformator yaitu:

1) ON AN (*Oil Natural Air Natural*)

Sistem pendingin ini menggunakan sirkulasi minyak dan sirkulasi udara secara alamiah. Sirkulasi minyak yang terjadi disebabkan oleh perbedaan berat jenis antara minyak yang dingin dengan minyak yang panas.

2) ONAF (*Oil Natural Air Force*)

Sistem pendingin ini menggunakan sirkulasi minyak secara alami sedangkan *sirkulasi* udaranya secara buatan, yaitu dengan menggunakan hembusan kipas angin yang digerakkan oleh motor listrik. Pada umumnya operasi trafo dimulai dengan ONAN atau dengan ONAF tetapi hanya sebagian kipas angin yang berputar. Apabila suhu trafo sudah semakin meningkat, maka kipas angin yang lainnya akan berputar secara bertahap.

3) OFAF (*Oil Force Air Force*)

Pada sistem ini, sirkulasi minyak digerakkan dengan menggunakan kekuatan pompa, sedangkan sirkulasi udara menggunakan kipas angin.

2.4 Jaringan Distribusi

Jaringan distribusi adalah semua bagian dari suatu sistem yang menunjang pendistribusian tenaga listrik yang berasal dari gardu-gardu induk, Klasifikasi jaringan distribusi menurut strukturnya antara lain struktur jaringan radial, struktur jaringan *loop*, dan struktur jaringan *spindle*.

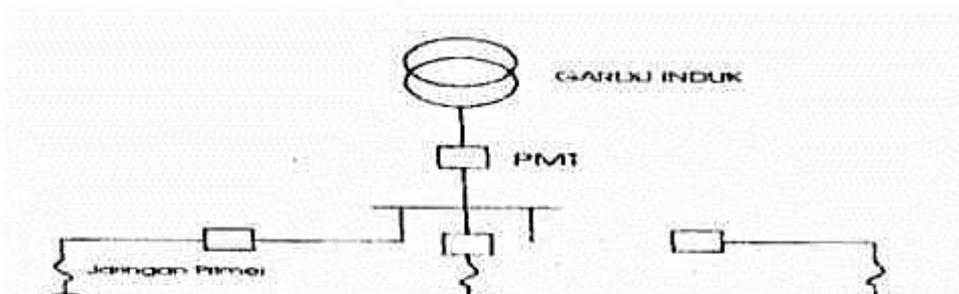
Sistem Distribusi suatu bagian dari sistem tenaga listrik. Sistem distribusi ini berguna untuk menyalurkan tenaga listrik dari sumber daya listrik besar (*Bulk Power Source*) sampai ke konsumen, Jadi fungsi distribusi tenaga listrik adalah:

- Pembagian atau penyaluran tenaga listrik ke beberapa tempat konsumen.
- Merupakan sub sistem tenaga listrik yang langsung berhubungan dengan pelanggan, karena catu daya pada pusat-pusat beban konsumen dilayani langsung melalui jaringan distribusi.

Secara umum sistem distribusi dibagi menjadi 4 bagian, antara lain:

1. Gardu Induk Distribusi
2. Jaringan Primer
3. Transformator Distribusi
4. Jaringan Sekunder.

Gardu induk distribusi adalah gardu induk dimana terdapat transformator daya yang berfungsi untuk menurunkan tegangan tinggi menjadi tegangan rendah, Jaringan primer adalah jaringan yang berfungsi untuk menyalurkan tenaga listrik dari gardu induk distribusi ketransformator dengan tegangan yang disalurkan adalah 20 KV, Jaringan tegangan rendah (jaringan sekunder) adalah jaringan yang menghubungkan transformator distribusi dengan konsumen, besar tegangan yang disalurkan adalah 380/220 V. Sebagai Gambar 2.4 Skema sistem jaringan distribusi.



Gambar 2.4. Skema Sistem Jaringan Distribusi

2.4.1 Jaringan Distribusi Menurut Besar Tegangan

Standar tegangan yang digunakan di Indonesia adalah:

- a. Untuk jaringan tegangan menengah: 20 KV 2 fase 3 kawat / 3 fase 4 kawat 11,55 KV fase tunggal 2 kawat.
- b. Untuk jaringan tegangan rendah 380 V 3 fase 4 kawat 220 V 1 fase 2 kawat, Untuk lama dengan tegangan menengah 6 KV dan tegangan rendah 110 V lambat laun akan dihapus, sedang sistem yang dikembangkan selanjutnya adalah 11,55 / 20 KV untuk jaringan tegangan menengah dan 220 / 440 V, 220 / 380 V untuk jaringan tegangan rendah.

2.4.2 Jaringan Distribusi Menurut Frekuensi

Frekuensi yang biasanya dipakai pada sistem tenaga listrik adalah 25 Hz, 50 Hz dan 60 Hz. Biasanya kebanyakan pada jaringan kereta api Trend listrik menggunakan 25 Hz, Dibagian Eropa frekuensi listrik menggunakan 50 Hz. Untuk frekuensi 60 Hz banyak dipakai di Amerika Serikat dan Jepang dengan keuntungan dibanding dengan 50 Hz yaitu kecepatan sinkron motor induksi dengan 2 kutub : 3600 rpm untuk 60 Hz, sedang 3000 RPM untuk 50 Hz, Untuk tegangan dan kapasitas trafo yang sama, karena trafo 60 Hz lebih ringan dibanding trafo 50 Hz, sehingga material yang diperlukan lebih sedikit. Diantaranya reaktansi induksi lebih kecil, dan reaktansi kapasitansi lebih besar, sehingga batas beban bertambah, rugi jaringan berkurang dan efesiensi lebih tinggi, DiIndonesia sendiri frekuensi yang digunakan ditetapkan 50 Hz

2.4.3 Jaringan Distribusi Menurut Konstruksi

Berdasarkan dari segi konstruksi, jaringan distribusi dapat dibagi atas :

1. Saluran Udara Tegangan Menengah (SUTM)
2. Saluran Kabel Bawah Tanah (SKTM)

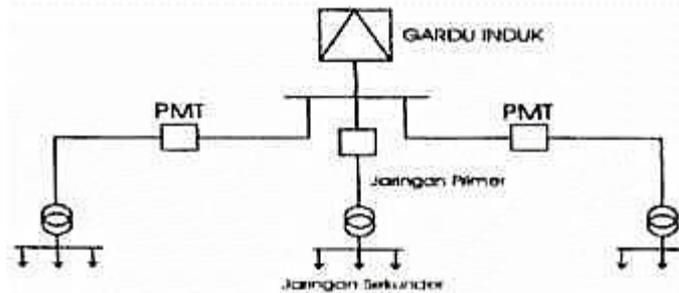
Saluran udara tegangan menengah banyak dipakai di kota-kota kecil atau kota besar yang bebannya kurang padat. Berdasarkan hal-hal di atas maka pemilihan tipe konstruksi yang cocok banyak tergantung pada kondisi dan permintaan konsumen, walaupun sebenarnya saluran udara bila ditinjau dari segi teknis lebih ekonomis, sedangkan saluran kabel bawah tanah lebih menguntungkan ditinjau dari segi kurangnya jumlah gangguan dan segi keindahan.

2.4.4 Jaringan Distribusi Berdasarkan Konfigurasi Jaringan

Pola jaringan distribusi primer pada suatu sistem distribusi sangat menentukan mutu pelayanan yang diperoleh dari sistem tersebut, khususnya mengenai kontinuitas pelayanannya.

a. Sistem Radial

Sistem radial adalah konfigurasi Jaringan primer dan setiap salurannya hanya mampu menyalurkan daya dari satu aliran daya. Sistem ini biasa dipakai untuk melayani daerah dengan tingkat kepadatan beban rendah, Dengan keuntungannya adalah kesederhanaan dari segi teknis serta biaya awal pembuatan lebih murah, Sedangkan kelemahannya adalah kontinuitas pelayanan tidak dapat dijamin dan apabila terjadi gangguan, terutama dekat dengan sumber, maka semua beban akan ikut terganggu hingga dapat di atasi, berarti terputusnya pelayanan kepelanggan dan rugi daya dan tegangan juga tinggi. Sebagai gambar 2.5 Skema sistem Jaringan Distribusi



Gambar 2.5. Skema Sistem Jaringan Distribusi

b. Sistem *Loop*

Sistem konfigurasi loop adalah jaringan yang dimulai dari satu titik pada rel daya dan dikelilingi beban kemudian kembali lagi ketitik rel daya semula, Jaringan konfigurasi biasa dipakai pada sistem distribusi yang melayani beban dengan kontinuitas dan pelayanan dengan baik (lebih baik dari sistem radial) serta banyak digunakan didaerah industri kecil dan daerah komersil. Karena sistemnya berbentuk loop maka sering dinamakan sistem cincin/gelang, dengan keuntungannya adalah gangguan akan dapat di lokalisir sekecil mungkin karena kedua ujung penyulangtersambung pada sumber sehingga pelayanan kontunitas dapat dijamin .

c. Sistem Grid (*Network*)

Sistem grid adalah sistem yang mempunyai beberapa rel daya yang dihubungkan dengan saluran tie feeder dan setiap gardu distribusi dapat menerima daya dari satu atau ke rel lain, Keuntungan dari sistem grid ini adalah kontinuitas pelayanan lebih baik dari pola radial maupun loop, Fleksibilitas dalam menghadapi/mengantisipasi perkembangan beban sesuai dengan kerapatan beban tinggi.

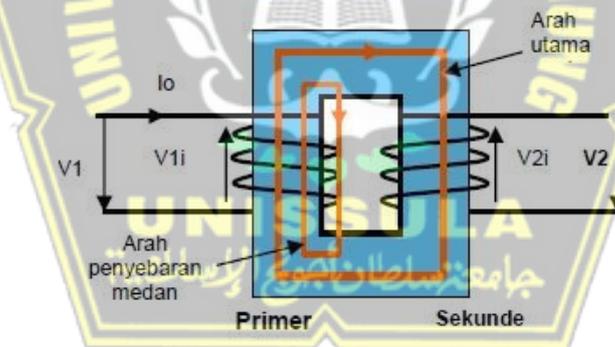
d. Sistem *Spindle*

Sistem distribusi dengan pola spindle merupakan pengembangan dari pola *radial* dan *loop* terpisah, Beberapa saluran yang keluar dari satu gardu induk diarahkan menuju satu tempat yang disebut gardu hubung (GH), kemudian antara gardu induk dengan gardu hubung tersebut dihubungkan dengan satu saluran yang disebut Feeder Express.

Gardu Distribusi pada sistem ini terdapat disepanjang saluran kerja dan terhubung secara seri, Pada keadaan normal sistem ini bekerja secara radial, namun dalam keadaan darurat atau terjadi gangguan bekerja secara loop, Dengan keuntungannya sangat sederhana dalam hal teknis dalam pengoperasian secara radial dan kontinuitas lebih baik dari sistem radial atau loop, Pengecekan pada masing-masing beban lebih mudah di bandingkan dengan pola *grid*, dengan demikian peralatan pengaman (proteksi) lebih sederhana dari pola *grid*, dan baik dipergunakan pada daerah perkotaan dengan kerapatan beban yang tinggi.

2.5 Trafo Distribusi satu fasa

Trafo 1 fasa merupakan kumparan pasangan tunggal yang dililitkan pada inti, Kumparan pasangan sebagai gulungan primer dan sekunder diisolasi secara elektrik satu sama lain, bisa dilihat didalam gambar berikut ini. Sebagai Gambar 2.6 Trafo Distribusi Satu Fasa



Gambar 2.6. Trafo Distribusi satu fasa

Pada trafo distribusi satu fasa memiliki 4 Terminal (2 untuk primer dan 2 untuk sekunder) sebagai Fase dan Netral, Tidak ada rangkaian yang rumit pada belitan berbeda dengan atau Delta, kabel Fasa dan Netral diperlukan untuk menyelesaikan rangkaian. Pada rangkaian distribusi sisi utama dari transformator satu fasa terhubung ke 20kV dan yang sekunder menyediakan tegangan satu fasa 220V. Di setiap negara memiliki standar yang berbeda beda pada penggunaannya. Trafo 1 fasa dipasang di tiang listrik di dekat rumah dan Trafo ini harganya lebih

murah serta memiliki kapasitas rendah, sehingga digunakan untuk rumah dan beban yang lebih ringan (aplikasi perumahan dan domestik).

2.6 Ketidak seimbangan beban transformator

Yang dimaksud dengan keadaan seimbang adalah suatu keadaan dimana:

- Ketiga vektor arus / tegangan sama besar.
- Ketiga vektor saling membentuk sudut 120° satu sama lain.

Sedangkan yang dimaksud dengan keadaan tidakseimbang adalah keadaan dimana salah satu atau kedua syarat keadaan seimbang tidak terpenuhi.

Kemungkinan keadaan tidak seimbang ada 3 yaitu:

- Ketiga vektor sama besar tetapi tidak membentuk sudut 120° satu sama lain.
- Ketiga vektor tidak sama besar tetapi membentuk sudut 120° satu sama lain.
- Ketiga vektor tidak sama besar dan tidak membentuk sudut 120° satu sama lain.

Ketidakseimbangan antara tiga fasa mengakibatkan arus mengalir pada kabel netral trafo, Karena pada kabel netral trafo mengalir arus, maka rugi daya yang terjadi pada jaringan distribusi sekunder akan makin meningkat. Kerugian yang terjadi akibat beban yang tidak seimbang akan berdampak besar pada pihak konsumen maupun pihak PLN.

BAB III METODE PENELITIAN

3.1 Objek Penelitian

Objek penelitian tugas akhir ini ialah berada pada desa Gebangan Kecamatan Pageruyung Kabupaten Kendal. Seperti Digambar berikut ini:

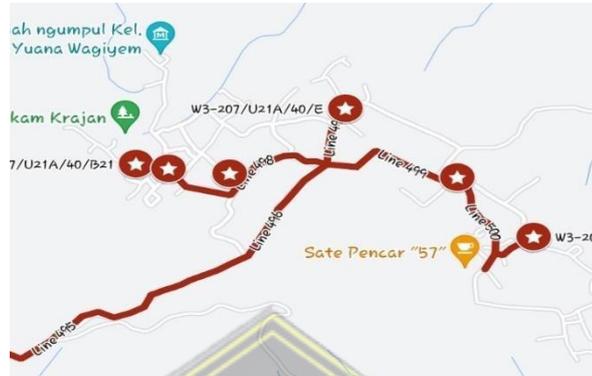
Diagram satu garis yang didapatkan untuk menjelaskan sistem kelistrikan pada feeder seacara sederhana sehingga memudahkan mengetahui kondisi dan fungsi dari setiap bagian peralatan listrik yang terpasang, untuk operasi ataupun pemeliharaan. Dari data yang diambil hanya diagram satu garis pada feeder ke 6 karena pada titik penelितihan yaitu Didesa Gebangan merupakan jaringan dari feeder ke 6 yang dimiliki PT. PLN(Persero) ULP Weleri, maka dari itu diagram single line tersebut hanya dari Gardu Induk (GI) menuju ke titik penelitian yaitu Di Desa Gebangan. Sebagai Gambar 3.1 *Maps jaringan pada feeder 6*



Gambar 3.1. *Maps jaringan pada feeder 6*

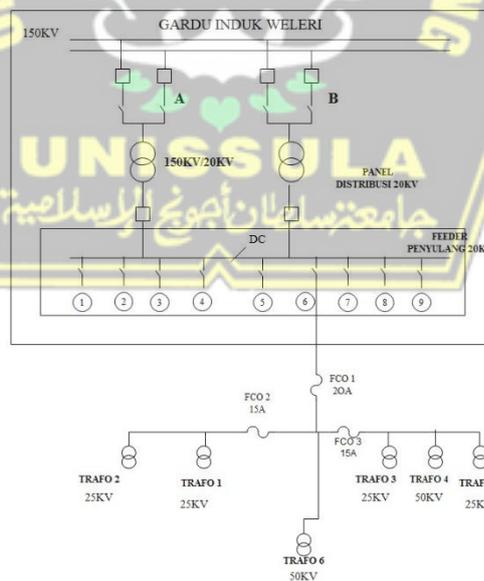
Dapat dilihat dari maps diatas bawasannya penyulang ke 6 mengalirkan arus listrik ke beberapa desa-desa yang berada di beberapa kecamatan yaitu Kecamatan Pageruyung, Kecamatan Patean, Kecamatan Sukorejo, Kecamatan Ringin Arum, Kecamatan Plantungan, dan Kecamatan Gemuh Sebagian. Yang kawasannya bisa terbilang pegunungan dan masih banyak pohon-pohon tinggi . Jaringan yang dimiliki Feeder 6 tersebut sampai ke perbatasan yaitu perbatasan dengan Temanggung dan Batang. Dan keterangan dari simbol bintang merah adalah trafo

distribusi yang terpasang dijalur jaringan pada Feeder 6. Sebagai gambar 3.2 Jalur Jaringan



Gambar 3.2. Gambar jalur jaringan

Diatas merupakan jalur jaringan yang ada DiDesa Gebangan, bentuk bulat yang tengahnya bintang merupakan trafo distribusi. Denah diatas menunjukan bahwa di Desa Gebangan Kecamatan Pageruyung ini memiliki 6 trafo distribusi yang digunakan untuk mengalirkan arus listrik ke konsumen. Sebagai Gambar 3.3 Diagram *Single line*



Gambar 3.3. Diagram *Single Line*

Diagram satu garis ini menunjukkan bahwa feeder pada gardu induk Weleri ada 9 feeder dan yang mengalirkan arus ke Desa Gebangan Kecamatan

Pageruyung adalah feeder 6 dengan tarfo distribusi 6 buah , dua berkapasitas 50KVA dan empat buah berkapasitas 25 KVA.

3.2 Data -data Penelitian

Tabel 3.1. Data-data Trafo Distribusi

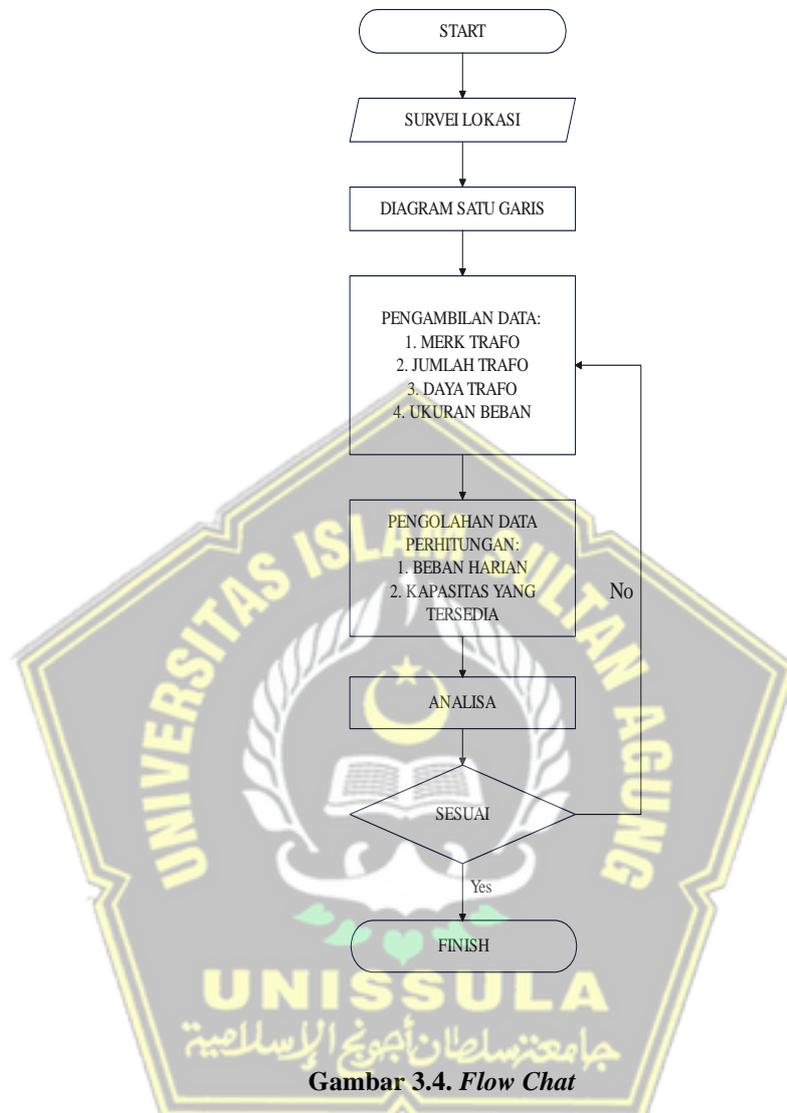
NO.	Gardu Induk	Feeder	Lokasi	Letak			Nomer		Daya (kVa)	Phasa
				3 Ph Utama	TAP 3 PH	TAP 1 PH	Gardu	Tiang		
191	WLI	WLI.06	GEBANGA		1		W3-	W3-	25	1
	WLI	WLI.06								
192	WLI	WLI.06	GEBANGA		1		W3-	W3-	25	1
	WLI	WLI.06								
193	WLI	WLI.06	GEBANGA		1		W3-	W3-	50	1
	WLI	WLI.06								
194	WLI	WLI.06	GEBANGA		1		W3-	W3-	25	1
	WLI	WLI.06								
195	WLI	WLI.06	GEBANGA		1		W3-	W3-	50	1
	WLI	WLI.06								
196	WLI	WLI.06	GEBANGA		1		W3-	W3-	25	1
	WLI	WLI.06								

Tabel 3.2. Data Beban Harian

MERK	JURUSAN	UKUR BEBAN (AMP)			
		TRAFO 1 & 3 PHASA			
		X1 (R)	X2(S)	X3 (T)	X4(N)
COOPER	W3-207/U21A/40/E	24.3	29.3		6.4
		35.8	47.2		9.9
COOPER	W3-207/U21A/40/B4/1	32.2	9.2		4.1
		59	13.8		41.3
VOLTRA	W3-207/U21A/40/B14	29.1	16.7		4.7
		49	41		7.7
COOPER	W3-207/U21A/40/B21	7.3	21		7.1
		12.8	34.6		11.7
UNINDO	W3-207/U21A/50	66.2	49.3		14.9
		99.4	75.3		19.9
COOPER	W3-207/U21A/61	40.6	16.9		24.4
		74.2	26		47

Selanjutnya untuk mengetahui sisa-sisa kapasitas yang masih bisa digunakan dengan cara mengetahui beban harian pada trafo. Untuk mengatahuinya saya menggunakan hasil Riil dari nilai pada X1, X2 dan X4. Dengan hasil beban berbeda-beda.

3.3. Flow chat



Gambar 3.4. Flow Chat

Penelitian akan diawali dengan survei ke lokasi, kemudian membuat diagram single line untuk mengetahui titik-titik lokasi trafo distribusi satu fasa yang ada di Desa Gebangan Kecamatan Pageruyung. Kemudian pengambilan data trafo merk apa yang digunakan, ada berapa jumlah trafo yang digunakan, data daya yang terdapat di trafo, mengetahui ukuran beban yang ada pada masing-masing trafo distribusi. jika data sudah tercukupi lalu mengolahnya dengan perhitungan untuk mendapatkan beban harian dan kapasitas yang masih tersedia di trafo-trafo tersebut.

BAB IV ANALISIS DAN PEMBAHASAN

4.1 Analisis Beban Harian

Dalam menganalisis data yang telah didapatkan dari PT. PLN (PERSERO) ULP Weleri di lakukan dengan sruvei kelokasi dan perhitungan secara manual karena persamaan matematis yang digunakan hanya persamaan yang biasa yang bisa diselesaikan dengan manual tanpa menggunakan metode tertentu.

Gardu induk Weleri pada panel distribusi dengan tegangan 150 KV/ 20 KV memiliki feeder atau penyulang 20 KV dengan arus DC. Pada panel gardu induk tersebut memiliki 9 feeder yang dimiliki PT. PLN (PERSERO) ULP Weleri. Dari 9 feeder yang dimiliki, Desa Gebangan Kecamatan Pageruyung yang disuplay feeder ke 6. Dan pada titik tersebut memiliki 6 transformator dengan kapasitas 50 KVA sebanyak dua buah, dan kapasitas 25 KVA sebanyak empat buah yang dimana semua trafo distribusi yang digunakan adalah satu fasa.

Untuk analisis beban riil yang ada pada masing-masing trafo distribusi satu fasa, setiap beban mempunyai kapasitas minimum dan maksimum berikut cara untuk mengetahui beban riilnya:

a. Kapasitas Minimal

TRAFO 1

$$S_1 = V_1 \cdot I_1$$

$$S_2 = V_2 \cdot I_2$$

$$S_T = 220 (I_1 + I_2)$$

$$S_T = 220 (24,3 + 29,3)$$

$$= 11,79 \text{ KVA}$$

Trafo 2

$$S_1 = V_1 \cdot I_1$$

$$S_2 = V_2 \cdot I_2$$

$$S_T = 220 (I_1 + I_2)$$

$$S_T = 220 (32,2 + 9,2)$$

$$= 9,11 \text{ KVA}$$

Trafo 3

$$S_1 = V_1 \cdot I_1$$

$$S_2 = V_2 \cdot I_2$$

$$S_T = 220 (I_1 + I_2)$$

$$\begin{aligned} S_T &= 220 (29,1 + 16,7) \\ &= 10,08 \text{ KVA} \end{aligned}$$

Trafo 4

$$S_1 = V_1 \cdot I_1$$

$$S_1 = V_1 \cdot I_1$$

$$S_2 = V_2 \cdot I_2$$

$$S_T = 220 (I_1 + I_2)$$

$$\begin{aligned} S_T &= 220 (7,3 + 21) \\ &= 6,23 \text{ KVA} \end{aligned}$$

Trafo 5

$$S_1 = V_1 \cdot I_1$$

$$S_2 = V_2 \cdot I_2$$

$$S_T = 220 (I_1 + I_2)$$

$$\begin{aligned} S_T &= 220 (66,2 + 49,3) \\ &= 25,41 \text{ KVA} \end{aligned}$$

Trafo 6

$$S_1 = V_1 \cdot I_1$$

$$S_2 = V_2 \cdot I_2$$

$$S_T = 220 (I_1 + I_2)$$

$$\begin{aligned} S_T &= 220 (40,6 + 16,9) \\ &= 12,65 \text{ KVA} \end{aligned}$$

b. Kapasitas Maksimal

Trafo 1

$$\begin{aligned} S_T &= 220 (35,8 + 47,2) \\ &= 18,26 \end{aligned}$$

Trafo 2

$$\begin{aligned} S_T &= 220 (59 + 13,8) \\ &= 16,02 \text{ KVA} \end{aligned}$$



Trafo 3

$$\begin{aligned} S_T &= 220 (49 + 41) \\ &= 19,8 \text{ KVA} \end{aligned}$$

Trafo 4

$$\begin{aligned} S_T &= 220 (12,8 + 34,6) \\ &= 10,43 \text{ KVA} \end{aligned}$$

Trafo 5

$$\begin{aligned} S_T &= 220 (99,4 + 75,3) \\ &= 38,43 \text{ KVA} \end{aligned}$$

Trafo 6

$$\begin{aligned} S_T &= 220 (74,2 + 26) \\ &= 22,04 \text{ KVA} \end{aligned}$$

Dari hasil yang diperoleh menunjukkan bahwa beban riil minimum dan maksimum, tergantung terhadap nilai tegangan pada X1 dan X2 pada masing-masing trafo distribusi.

4.1.1 Analisis Penentuan Beban Harian

a. Kapasitas Minimal

Trafo 1

$$\begin{aligned} \frac{11,79}{25} \times 100\% \\ = 47,16\% \end{aligned}$$

Trafo 2

$$\begin{aligned} \frac{18,26}{25} \times 100\% \\ = 36,44\% \end{aligned}$$

Trafo 3

$$\begin{aligned} \frac{10,08}{50} \times 100\% \\ = 20,16\% \end{aligned}$$

Trafo 4

$$\frac{6,23}{25} \times 100\%$$

$$= 24,92\%$$

Trafo 5

$$\frac{25,41}{50} \times 100\%$$

$$= 50,82$$

Trafo 6

$$\frac{12,65}{25} \times 100\%$$

$$= 50,6\%$$

b. Kapasitas Maksimal

Trafo 1

$$\frac{18,26}{25} \times 100\%$$

$$= 73,04\%$$

Trafo 2

$$\frac{16,02}{25} \times 100\%$$

$$= 64,08\%$$

Trafo 3

$$\frac{19,8}{50} \times 100\%$$

$$= 39,6\%$$

Trafo 4

$$\frac{10,43}{25} \times 100\%$$

$$= 41,72\%$$

Trafo 5

$$\frac{38,43}{50} \times 100\%$$

$$= 76,86\%$$



Trafo 6

$$\frac{22,04}{25} \times 100\% \\ = 88,16\%$$

Dari hasil yang diperoleh dari perhitungan diatas terlihat bahwa pada kapasitas minimal, beban yang paling dikit yang sudah digunakan pada tarfo ke tiga dengan daya 50KVA dan beban yang sudah digunakan sebanyak 20,16% sedangkan beban maksimum yang paling banyak digunakan yaitu pada trafo ke enam dengan daya 25 KVA dan beban 88,16%.

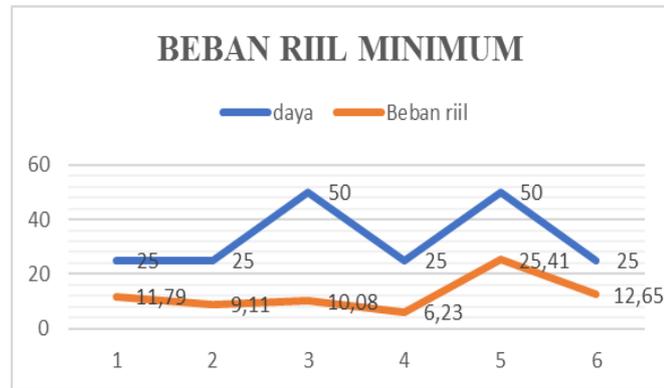
4.2 Hasil dan Pembahasan

Dari analisis yang dilakukan, didapatkan hasil bahwa transformator yang ada Didesa Gebangan Kecamatan Pageruyung pda PT. PLN (PERSERO) ULP Weleri, pada X1, X2 minimal dan maksimum perbedaan- perbedaannya cukup lumayan jauh jadi beban riil minimum dan maksimumnya juga berbeda-beda.

Dari analisi yang dilakukan didapatkan hasil seperti yang terlihat dari dalam tabel berikut:

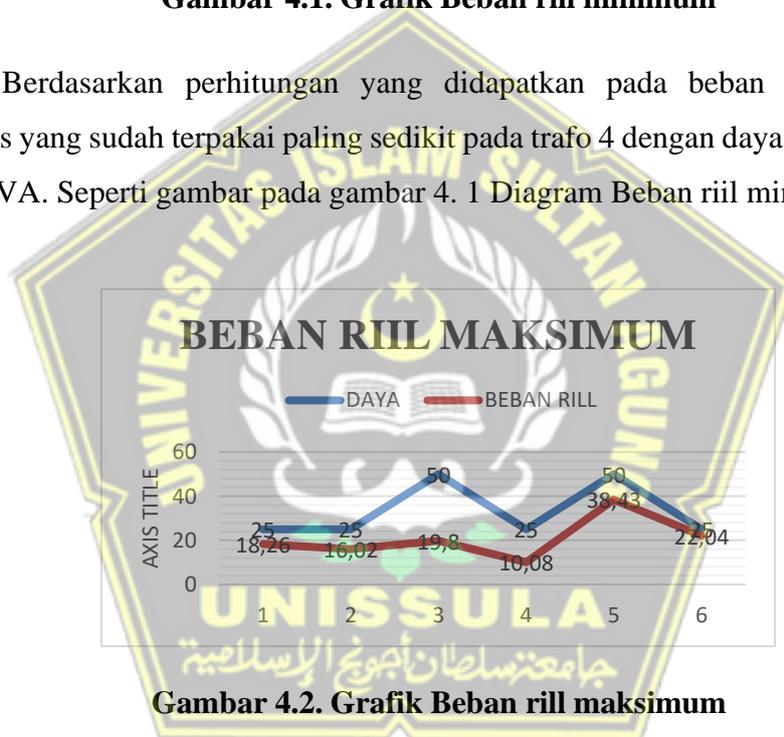
Tabel 4.1. Beban riil

Trafo	Kapasitas Daya (KVA)	Ukuran beban (AMP)		Beban Riil (KVA)	Keterangan
		X1 (R)	X2 (S)		
1	25	24.3	29.3	11.79	Minimum
		35.8	47.2	18.26	Maksimum
2	25	32.2	9.2	9.11	Minimum
		59	13.8	16.02	Maksimum
3	50	29.1	16.7	10.08	Minimum
		49	41	19.8	Maksimum
4	25	7.3	21	6.23	Minimum
		12.8	34.6	10.43	Maksimum
5	50	66.2	49.3	25.41	Minimum
		99.4	75.3	38.43	Maksimum
6	25	40.6	16.9	12.65	Minimum
		74.2	26	22.04	Maksimum



Gambar 4.1. Grafik Beban riil minimum

Berdasarkan perhitungan yang didapatkan pada beban riil minimum kapasitas yang sudah terpakai paling sedikit pada trafo 4 dengan daya 25 KVA yaitu 6,23 KVA. Seperti gambar pada gambar 4. 1 Diagram Beban riil minimum.



Gambar 4.2. Grafik Beban riil maksimum

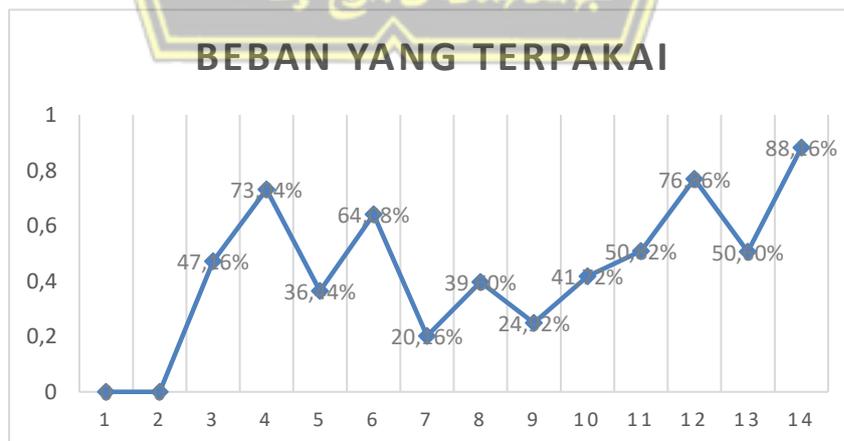
Berdasarkan hasil perhitungan yang didapatkan pada beban riil maksimum trafo yang dayanya sudah terpakai lumayan banyak adalah pada trafo ke 5 dengan Daya 50 KVA. Bisa dilihat pada Gambar 4.2 Diagram Beban Riil maksimum.

Dari Tabel 4.1 menunjukkan bahwa beban riil kapasitasnya masih dapat untuk menambah beban.

Tabel 4.2. Kapasitas Beban

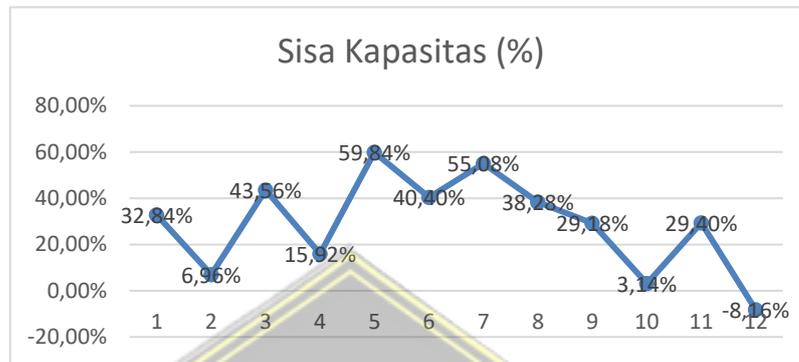
Trafo	Kapasitas Daya	Beban Riil	Beban	Sisa Kapasitas	Keterangan
	(KVA)	(KVA)	(%)	(%)	
1	25	11.79	47,16%	32,84%	Minimum
		18.26	73,04%	6,96%	Maksimum
2	25	9.11	36,44%	43,56%	Minimum
		16.02	64,08%	15,92%	Maksimum
3	50	10.08	20,16%	59,84%	Minimum
		19.8	39,6%	40,40%	Maksimum
4	25	6.23	24,92%	55,08%	Minimum
		10.43	41,72%	38,28%	Maksimum
5	50	25.41	50,82%	29,18%	Minimum
		38.43	76,86%	3,14%	Maksimum
6	25	12.65	50,6%	29,40%	Minimum
		22.04	88,16%	-8,16%	Maksimum

Dari Tabel 4.2 kapasitas beban pada trafo yang pertama dengan kapasitas 25KVA beban maksimum 73,04% sudah mendekati 80% dari kapasitas beban trafo distribusi satu fasa. Beban maksimum trafo ke 5 yaitu 76,86% sudah mendekati 80%, dan pada trafo ke enam dengan kapasitas 25KVA beban maksimum 88,16% sudah melebihi 80% jadi sudah melebihi peraturan manajemen PT.PLN karena pada peraturan manajemen PT. PLN sendiri pembebanan trafo distribusi adalah 80%. Apabila trafo digunakan terus menerus dalam kondisi overload, maka akan mengalami peningkatan pada suhu dan panas transformator bertambah.



Gambar 4.3. Grafik beban yang terpakai

Dari hasil perhitungan untuk menentukan beban yang sudah terpakai dari kapasitas tarfo distribusi terjadi kelebihan beban pada trafo ke 6 dengan 88,16%, sedangkan peraturan PLN adalah 80%. Terlihat pada gambar 4.3 .



Gambar 4.4. Grafik Sisa kapasitas

Dari hasil perhitungan untuk mengetahui sisa kapsitas yang masih bisa digunakan , terdapat trafo distribusi yang bebannya melebihi peraturan dari PLN yaitu 80% dari daya 25KVA. Sedangkan hasil dari perhitungan ini terdapat kelebihan beban -8,16% pada btrafo ke 6. Bisa dilihat pada gambar 4.4 Diagram Sisa Kapasitas.

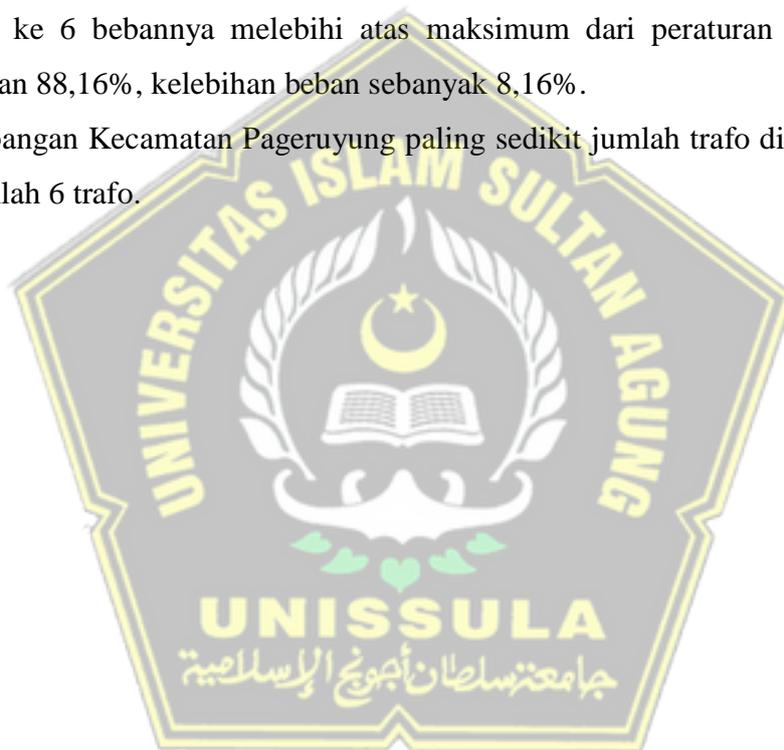
BAB V

PENUTUP

5.1. Kesimpulan

Dari hasil dan pembahasan diatas bisa disimpulkan sebagai berikut:

1. Trafo yang digunakan di Desa Gebangan Kecamatan Pageruyung menggunakan trafo daya 25KVA dan 50KVA
2. Pada trafo 3 sisa kapasitas minimumnya yang masih banyak dengan daya trafo 50KVA.
3. Dari semua trafo distribusi yang terjadi dipasang diDesa Gebangan Kecamatan Pageruyung 6 trafo menggunakan trafo satu fasa.
4. Pada trafo ke 6 bebannya melebihi atas maksimum dari peraturan PT.PLN yaitu dengan beban 88,16%, kelebihan beban sebanyak 8,16%.
5. Didesa Gebangan Kecamatan Pageruyung paling sedikit jumlah trafo distribusinya yaitu dengan jumlah 6 trafo.



DAFTAR PUSTAKA

- [1] F. Azis and N. Lembang, "Studi Pembebanan Ttransformator Distribusi Tipe Voltra 100 kVA," J. Electr. Enginering, vol. 1, no. 2, pp. 160–165, 2020.

- [2] A. Eka, P. Lestari, P. Oetomo, F. T. Industri, and J. Selatan, "Program Studi Teknik Elektro - ISTN Sinusoida Vol . XXIII No . 2 , Desember 2021 Program Studi Teknik Elektro - ISTN Sinusoida Vol . XXIII No . 2 , Desember 2021," vol. XXIII, no. 2, pp. 61–68, 2021.
- [3] S. Yondri, T. Artono, and H. P. Sari, "Pengaruh Penyeimbangan Beban Trafo Distribusi Terhadap Arus Netral," *Elektron J. Ilm.*, vol. 5, no. 1, pp. 1–8, 2013, doi: 10.30630/eji.5.1.37.
- [4] M. Avif, A. H. Andriawan, and G. D. Prenata, "ANALISIS PEMBEBANAN TRANSFORMATOR DAYA 300 KVA DI INSTALASI PENGOLAHAN AIR LIMBAH PT . SIER Di dalam suatu sistem tenaga listrik industri tidak sedikit terdapat adanya ketidakseimbangan beban , ini bisa saja terjadi karena tidak serempaknya peralatan list," vol. 1, no. September, pp. 485–492, 2022.
- [5] Watiningsih, "watiningsih," *Pap. Knowl. . Towar. a Media Hist. Doc.*, vol. 13, no. 2, pp. 12–26, 2013.
- [6] M. Jurusan, T. Elektro, U. Tadulako, D. Jurusan, and T. Elektro, "Mahasiswa Jurusan Teknik Elektro Universitas Tadulako, 2) Dosen Jurusan Teknik Elektro Universitas Tadulako," vol. 1, pp. 11–25, 2014.
- [7] "Irwan nas," 2017, [Online]. Available: <https://docplayer.info/204582058-Skripsi-analisis-pembebanan-transformator-distribusi-di-pt-pln-persero-rayon-jeneponto.html>
- [8] D. I. Pt, P. L. N. Persero, and A. P. J. Yogyakarta, "GANGGUAN OVERLOAD DAN SPARKOVER 22 , Semangun , Analisis Transformator Distribusi Akibat Gangguan Overload Dan Sparkover di PT . PLN," vol. 4, no. 1, pp. 21–30, 2017.
- [9] E. Engineering, "Analisa Pembebanan Transformator Distribusi 20 kV Pada Penyulang LS5 Gardu LSA 249," vol. 4, pp. 202–209, 2022.
- [10] T. P. R. Daya, "TRANSFORMATOR DISTRIBUSI SATU FASA PADA PENYULANG PDL-01 GI PANDEAN LAMPER".