

**ANALISIS PEMBEBANAN PADA TRANSFORMATOR
DISTRIBUSI GT.315 DAN GT.314 DI UNIVERSITAS ICHSAN
GORONTALO**

**OLEH
RANDI NAKODA
T2115052**

SKRIPSI



**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS ICHSAN GORONTALO
2020**

HALAMAN PENGESAHAN

**ANALISIS PEMBEBANAN PADA TRANSFORMATOR
DISTRIBUSI GT.315 DAN GT.314 DI UNIVERSITAS ICHSAN
GORONTALO**

**OLEH
RANDI NAKODA**


T2115052

SKRIPSI


Untuk memenuhi salah satu syarat ujian guna memenuhi gelar sarjana dan telah
disetujui tim pembimbing pada tanggal 21 April 2020

Gorontalo, 21 April 2020

Pembimbing I


Steven Humena, ST., MT
NIDN. 0907118903

Pembimbing II


Amelya Indah Pratiwi, ST., MT
NIDN. 0922027502

HALAMAN PERSETUJUAN

ANALISIS PEMBEBANAN PADA TRANSFORMATOR DISTRIBUSI GT.315 DAN GT.314 DI UNIVERSITAS ICHSAN GORONTALO

OLEH
RANDI NAKODA
T2115052

Di periksa Oleh Panitia Ujian Strata Satu (S1)
Universitas Ichsan Gorontalo

1. Steven Humena, ST., MT
2. Amelya Indah Pratiwi, ST. MT
3. Ir. Muammar Zainuddin, ST., MT
4. Frengki Eka Putra Surusa, ST., MT
5. Ir. Stephan A. Hulukati, ST., MT., M.Kom

Mengetahui:

Dekan Fakultas Teknik


Amru Siola, ST. MT
NIDN. 0906018504

Ketua Program Studi Teknik Elektro


Frengki Eka Putra Surusa, ST. MT

LEMBAR PERNYATAAN

Yang bertanda tangan dibawah ini

Nama : Randi Nakoda

Nim : T2115052

Kelas : Reguler Sore

Program Studi : Teknik Elektro

Dengan ini saya menyatakan bahwa:

1. Karya tulis saya (skripsi) ini adalah asli dan belum pernah diajukan untuk mendapatkan gelar akademik (sarjana) baik di Universitas Ichsan Gorontalo maupun di Perguruan Tinggi lainnya.
2. Karya tulis ini adalah murni gagasan, rumusan dan penelitian saya sendiri, tanpa bantuan pihak lain kecuali arahan dari Tim pembimbing.
3. Dalam karya tulis ini tidak terdapat karya atau pendapat yang telah di publikasikan orang lain, kecuali secara tertulis dicantumkan sebagai acuan dalam naskah disebutkan Namapengarang dan dicantumkan dalam daftar pustaka.
4. Pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya dan apabila dikemudian hari terdapat penyimpangan dan ketidak benaran dalam pernyataan ini, maka saya bersedia menerima sangsi akademik berupa pencabutan gelar yang diperoleh karena karya tulis ini, serta sangsi lainnya sesuai dengan norma yang berlaku di Universitas Ichsan Gorontalo.

Gorontalo, 21 April 2020



Randi Nakoda

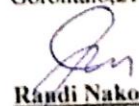
KATA PENGANTAR

Puji dan Syukur dipanjatkan kehadiran Allah SWT, atas berkat limpahan Rahmat dan karunia-Nya sehingga Skripsi ini dapat terselesaikan dengan lancar dan tepat waktu. Adapun penyusunan proposal ini merupakan salah satu syarat yang harus dipenuhi untuk menyelesaikan studi di Fakultas Teknik Universitas Ichsan Gorontalo. Penulis menyadari begitu banyak hambatan dan tantangan yang ditemui namun melalui bimbingan dan bantuan dari berbagai pihak maka penulis dapat menyelesaikan skripsi/tugas akhir ini sebagaimana yang diharapkan. Untuk itu perkenankanlah penulis menyampaikan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. BapakMuhamad Ichsan Gaffar, SE.,M.Si , selaku Ketua Yayasan Pengembangan Ilmu Pengetahuan Teknologi (YPIPT) Ichsan Gorontalo.
2. Bapak Dr. Abdul Gaffar Latjokke, M.Si, selaku Rektor Universitas Ichsan Gorontalo.
3. Kedua Orang Tua yang senantiasa memberikan dorongan, motivasi dan bantuan materil selama proses perkuliahan sampai saat sekarang, khususnya juga buat Istri Nur Ain Gobel dan anak Ziyan Raiqa Nahkoda yang selalu menyemangati dari rumah.
4. Bapak Amru Siola, ST., MT selaku Dekan Fakultas Teknik Unisan Gorontalo.
5. Bapak Frengki Eka Putra Surusa, ST., MT selaku Ketua Program Studi Teknik Elektro Unisan Gorontalo.
6. Bapak Steven Humena, ST.,MT Pembimbing I.
7. Ibu Amelya Indah Pertiwi, ST.,MT Pembimbing II.
8. Bapak Dosen Penguji I, Penguji II dan Penguji III.
9. Teman – teman angkatan 2015 yang sangat membantu pada saat proses perkuliahan.

Akan menjadi sesuatu yang sangat berarti guna menyempurnakan proposal ini bila kritikan dan saran disampaikan pada penulis. Semoga Allah SWT yang membalas budi baik dan kerelaan saudara.

Gorontalo, 21 April 2020


Randi Nakoda
T2115052

ABSTRAK

Pada sistem 3 fasa, ketidakseimbangan beban transformator sangat sering terjadi. Hal ini merupakan akibat beban listrik yang tidak sama maupun karena banyaknya penambahan beban-beban listrik yang tidak memperhatikan ketidakseimbangan beban sistem. Pada saat perencanaan pembagian beban transformator pada sisi R, S, T pada umumnya dirancang secara seimbang. Akan tetapi pada kenyataan yang terjadi, pembagian bebannya tidak dapat seimbang. Apabila tidak diperhatikan dengan baik, beban listrik yang mengakibatkan ketidakseimbangan beban pada transformator dapat juga mengakibatkan beban lebih pada sistem kelistrikan, bila hal ini terjadi kerja transformator menjadi tidak handal. Perhitungan besarnya ketidakseimbangan beban transformator dibutuhkan untuk mengantisipasi terjadinya beban lebih pada transformator akibat penambahan beban listrik yang tidak memperhatikan ketidakseimbangan. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pembebanan transformator distribusi di Universitas Ichsan Gorontalo untuk identifikasi beban lebih. Setelah dilakukan pengukuran dan melalui proses perhitungan diperoleh persentase pembebanan rata-rata tertinggi sebesar 77,19 Ampere atau 33,43% pada Transformator GT.315 pukul 11.00 WITA, serta teridentifikasi beban lebih terbesar yaitu pukul 11.00 WITA pada hari Kamis fasa S yaitu sebesar 156,54% atau kelebihan beban 35,65 Ampere dari pembebanan arus nominal beban penuh daya tersambung PLN.

Kata Kunci: Ketidakseimbangan beban, identifikasi beban lebih, transformator Universitas Ichsan Gorontalo

ABSTRACT

In a 3 phase system, transformer load imbalances are very common. This is due to the unequal electrical load or because of the many additional electrical loads that do not pay attention to the unbalanced system load. When planning the distribution of transformer loads on the R, S, T sides it is generally balanced. However, in reality that happens, the distribution of the burden cannot be balanced. If not properly paid attention to, the electrical load that results in an unbalanced load on the transformer can also cause an overload on the electrical system, if this happens the transformer's work becomes unreliable. Calculation of the amount of transformer load imbalance is needed to anticipate the occurrence of overload on the transformer due to the addition of an electrical load that does not pay attention to imbalances. This study aims to analyze the distribution transformer loading at Gorontalo Ichsan University to identify overload. After measuring and through the calculation process, the highest average loading percentage was 77.19 Amperes or 33.43% on the GT.315 Transformer at 11.00 WITA, and the largest overload was identified at 11.00 WITA on Thursday S phase which was 156 , 54% or 35.65 Amperes overload from the nominal load of the full load connected power PLN.

Keywords: Load unbalance, identification of overload, transformer of Ichsan University Gorontalo

DAFTAR ISI

HALAMAN SAMPUL	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
HALAMAN PERSETUJUAN	iii
LEMBAR PERNYATAAN	iv
KATA PENGANTAR	v
ABSTRAK	vi
ABSTRACT	vii
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR TABEL	xiii
BAB I : PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Batasan Masalah	2
1.4 Tujuan Penelitian	3
1.5 Manfaat Penelitian	3
BAB II : TINJAUAN PUSTAKA.....	4
2.1 Penelitian Terdahulu	4
2.2 Teori Dasar	6
2.2.1 Sistem tenaga listrik	6
2.2.2 Transformator Distribusi	7
2.2.3 Prinsip Kerja Transformator	8

2.2.4	Keadaan transformstor tanpa beban	9
2.2.5	Keadaan Transformator berbeban	10
2.2.6	Beban tidak seimbang.....	12
2.2.7	Sistem tiga fasa tidak seimbang	13
2.2.8	Perhitungan arus beban penuh	14
2.2.9	<i>Losses</i> (rugi-rugi) karena ada arus netral pada penghantar	15
2.2.10	Pengukuran tegangan.....	16
2.2.11	Pengukuran arus	16
2.2.12	Konstruksi transformator	17
BAB III : METODOLOGI PENELITIAN		19
3.1	Kerangka Konsep Penelitian.....	19
3.2	<i>Flowchart</i> Alur Penelitian	21
3.3	Obyek penelitian/alat dan bahan	22
3.4	Lokasi dan waktu penelitian	22
3.5	Tahapan alur penelitian	23
3.5.1	Pengumpulan Data	23
3.5.2	Teknik Analisis Data	23
BAB IV : HASIL DAN PEMBAHASAN		25
4.1	Data hasil Pengukuran Pembebanan Kelistrikan	26
4.1.1	Data Pengukuran Beban Transformator Pukul 11.00 WITA.....	26
4.1.2	Data Pengukuran Beban Transformator Pukul 19.00 WITA.....	26
4.2	Menentukan Persentase Pembebanan Transformator	27

4.2.1	Perhitungan Persentase Pembebanan Transformator GT.315 dan GT.314Pukul 11.00 WITA	28
4.2.2	Perhitungan Persentase Pembebanan Transformator GT.315 dan GT.314 Pukul 19.00 WITA	31
4.3	Analisa Ketidakseimbangan Beban Pada Transformator.....	35
4.3.1	Analisa Ketidakseimbangan Beban Transformator GT.315 dan GT.314 Pukul 11.00 WITA	35
4.3.2	Analisa Ketidakseimbangan Beban Transformator GT.315 dan GT.314 Pukul 19.00 WITA	39
4.4	Identifikasi Adanya Beban Lebih Pukul 11.00 WITA dan Pukul 19.00 WITA.....	43
4.4.1	Identifikasi Beban Lebih Transformator GT.315 Pukul 11.00 WITA dan Pukul 19.00 WITA.....	43
4.4.2	Identifikasi Beban Lebih Transformator GT.314 Pukul 11.00 WITA dan Pukul 19.00 WITA.....	45
4.4.3	Identifikasi Beban Lebih Gedung A dengan Daya Tersambung PLN Pukul 11.00 WITA dan Pukul 19.00 WITA	46
4.4.4	Identifikasi Beban Lebih Gedung B dengan Daya Tersambung PLN Pukul 11.00 WITA dan Pukul 19.00 WITA	48
BAB V : KESIMPULAN		51
5.1	Kesimpulan.....	51
5.2	Saran.....	52
DAFTAR PUSTAKA.....		53
LAMPIRAN - LAMPIRAN		

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Diagram Sistem Tenaga Listrik.....	6
Gambar 2.2. Arus Bolak-Balik Mengelilingi Inti Besi.....	8
Gambar 2.3. Prinsip Kerja Transformator	8
Gambar 2.4. Trafo Dalam Keadaan Tanpa Beban	9
Gambar 2.5. Gelombang e_1 , Tertinggal 90° Dari Φ	9
Gambar 2.6. Trafo Dalam Keadaan Berbeban	11
Gambar 2.7. Vektor Diagram Arus	12
Gambar 2.8. Sistem Tiga Fasa Tidak Seimbang	13
Gambar 2.9. Konstruksi Lengkap Transformator	17
Gambar 2.10. Konstruksi Dasar Transformator	17
Gambar 2.11. Diagram Rangkaian Penganti Transformator.....	18
Gambar 3.1. Kerangka Konsep	20
Gambar 3.2. <i>Flowchart</i> Alur Penelitian.....	21
Gambar 4.1. Single line diagram sistem distribusi listrik Transformator GT. 314 dan GT. 315 Universitas Ichsan Gorontalo	25
Gambar 4.2. Grafik Persentase Pembebanan Rata-Rata Transformator GT.315 Pukul 11.00 WITA.....	29
Gambar 4.3 Grafik Persentase Pembebanan Rata-Rata Transformator GT.314 Pukul 11.00 WITA	31
Gambar 4.4 Grafik Persentase Pembebanan Rata-Rata Transformator GT.315 Pukul 19.00 WITA	33

Gambar 4.5 Grafik Persentase Pembebanan Rata-Rata Transformator GT.314	
Pukul 19.00 WITA	34
Gambar 4.6 Grafik Ketidakseimbangan Beban Rata-Rata Transformator	
GT.315 Pukul 11.00 WITA.....	37
Gambar 4.7 Grafik Ketidakseimbangan Beban Rata-Rata Transformator	
GT.314 Pukul 11.00 WITA.....	39
Gambar 4.8 Grafik Ketidakseimbangan Beban Rata-Rata Transformator	
GT.315 Pukul 19.00 WITA.....	41
Gambar 4.9 Grafik Ketidakseimbangan Beban Rata-Rata Transformator	
GT.314 Pukul 19.00 WITA.....	43

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Tahapan Alur Penelitian	23
Tabel 4.1 Data Pengukuran Beban Pukul 11.00 WITA Transformator GT.315.	26
Tabel 4.2 Data Pengukuran Beban Pukul 11.00 WITA Transformator GT.314	26
Tabel 4.3 Data Pengukuran Beban Pukul 19.00 WITA Transformator GT.315	26
Tabel 4.4 Data Pengukuran Beban Pukul 19.00 WITA Transformator GT.314	27
Tabel 4.5 Hasil perhitungan persentase pembebanan Transformator GT.315	
Pukul 11.00 WITA.....	29
Tabel 4.6 Hasil perhitungan persentase pembebanan Transformator GT.314	
Pukul 11.00 WITA.....	30
Tabel 4.7 Hasil perhitungan persentase pembebanan Transformator GT.315	
Pukul 19.00 WITA.....	32
Tabel 4.8 Hasil perhitungan persentase pembebanan Transformator GT.314	
Pukul 19.00 WITA.....	34
Tabel 4.9 Hasil Perhitungan Ketidakseimbangan Beban Transformator	
GT.315 Pukul 11.00 WITA.....	36
Tabel 4.10 Hasil Perhitungan Ketidakseimbangan Beban Transformator	
GT.314 Pukul 11.00 WITA.....	38
Tabel 4.11 Hasil Perhitungan Ketidakseimbangan Beban Transformator	
GT.315 Pukul 19.00 WITA.....	40
Tabel 4.12 Hasil Perhitungan Ketidakseimbangan Beban Transformator	
GT.314 Pukul 19.00 WITA.....	42

Tabel 4.13	Identifikasi Beban Lebih Transformator GT.315 Pukul 11.00	
	WITA dan Pukul 19.00 WITA	44
Tabel 4.14	Identifikasi Beban Lebih Transformator GT.314 Pukul 11.00	
	WITA dan Pukul 19.00 WITA	46
Tabel 4.15	Identifikasi Beban Lebih Gedung A Dengan Daya Tersambung	
	PLN Pukul 11.00 WITA dan Pukul 19.00 WITA	47
Tabel 4.16	Identifikasi Beban Lebih Gedung B Dengan Daya Tersambung	
	PLN Pukul 11.00 WITA dan Pukul 19.00 WITA	49

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Sistem distribusi merupakan salah satu sistem yang sangat berperan penting, karena berhubungan langsung dengan pemakai energi listrik, pada dasarnya manusia bergantung pada tenaga listrik baik digunakan dalam rumah tangga maupun untuk industri(Kongah dkk., 2014).

Manusia memerlukan tenaga listrik baik untuk kebutuhan sehari-hari maupun untuk bekerja, hal ini dikarenakan tenaga listrik mudah ditransportasikan dan dikonversikan kedalam bentuk tenaga yang lain, gardu distribusi merupakan sarana penyaluran tenaga listrik dari PLN ke pelanggan. Dengan tegangan primer 20 KV lalu di ubah oleh trafo menjadi tegangan sekunder 400 V (antar fasa) atau 220 V (fasa – netral). Untuk menjaga stabilitas tersebut perlu diperhatikan pembebanan pada transformator distribusi. Dimana dalam analisa pembebanan tersebut bertujuan untuk mengoptimalkan beban tidak seimbang (Gassing & Jaya, 2013).

Penyediaan tenaga listrik yang stabil dan kontinyu merupakan satu persyaratan yang harus dipenuhi, dalam memenuhi energi listrik tersebut terjadi pembagian beban karena pada saat penyaluran beban akan menimbulkan ketidakseimbangan beban, yang menimbulkan ketidakseimbangan tersebut karena pembebanan lebih pada transformator distribusi, beban tidak seimbang adalah masalah umum yang di hadapi pada sistem 3 fasa, tegangan ujung penerima ini akan semakin rendah apabila jarak konsumen kepusat pelayanan cukup jauh

apabila jatuh tegangan melebihi batas toleransi yang diijinkan, maka secara teknis akan mengakibatkan terganggunya kinerja peralatan listrik konsumen (Alimuddin dkk., 2007). Adapun penyebab ketidak seimbangan beban, impedansi masing-masing fasanya tidak seimbang, akibat dari ketidak seimbangan beban antara tiap fasa pada sisi sekunder fasa R, fasa S dan fasa T mengalir arus netral ditrafo, arus yang mengalir pada penghantar netral trafo ini yang menyebabkan *losses* (rugi-rugi), karena arus beban yang berubah-ubah maka *losses* juga tidak konstan bergantung pada beban sehingga akan berdampak pada terganggunya penyediaan listrik (Julianto, 2016).

Untuk itu perlu adanya pengukuran beban pada setiap panel yang di suplai oleh transformator dan menganalisa pembebanan transformator tersebut sehingga bisa di ketahui solusi apa yang harus di lakukan untuk mendapatkan sistem penyaluran listrik yang efisien.

Dalam penelitian ini, objek penelitian yang akan diukur dan dianalisis adalah transformator GT.315 dan GT.314 di Universitas Ichsan Gorontalo.

1.2 Rumusan Masalah

Permasalahan pada penelitian ini adalah bagaimana pembebanan kelistrikan pada transformator GT. 315 dan GT 314 di Universitas Ichsan Gorontalo.

1.3 Batasan Masalah

Berdasarkan permasalahan pembebanan kelistrikan pada transformator GT. 314 dan GT 315 di Universitas Ichsan Gorontalo, sehingga pembahasan hanya pada analisa pembebanan hasil pengukuran dan perhitungan.

1.4 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini yaitu:

1. Untuk mengetahui pembebanan kelistrikan Transformator GT.315 dan GT.314 di Universitas Ichsan Gorontalo, dengan melakukan pengukuran Arus dan Tegangan di setiap fasa pada panel - panel distribusi listriknya.
2. Untuk mengetahui persentase beban listrik yang dilayani oleh Transformator GT.315 dan GT.314 di Universitas Ichsan Gorontalo.
3. Untuk mengetahui ketidakseimbangan beban dan adanya beban lebih dikedua Transformator dengan kapasitas daya tersambung PLN.

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian analisis pembebanan kelistrikan pada transformator distribusi GT.315 dan GT.314 di gedung Universitas Ichsan Gorontalo, kita dapat mengetahui kondisi pembebanannya dan memberikan rekomendasi kepada pihak kampus.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Penelitian Terdahulu

Sebagai pedoman untuk penelitian ini, dibutuhkan lebih dari satu referensi agar hasil pembuatan yang sesuai dapat diselesaikan dengan tepat. Dibawa ini ada beberapa contoh penelitian terdahulu yaitu:

Gassing dan Indra Jaya Dari Jurusan Teknik Elektro Universitas Hasanuddin telah melakukan penelitian tentang “*Optimalisasi Pembebanan Transformator Distribusi Dengan Penyeimbangan Beban yang terletak di jalan perintis kemerdekaan kompleks wassabbe*” inti dari penelitian tersebut untuk mrngoptimalkan beban transformator 3 fasa agar sesuai dengan kapasitas transformator serta memberikan beban yang diperbolehkan sesuai dengan SPLN sehingga kemampuan atau batasan-batasan yang dialirkan pada beban dapat optimal. Penyeimbangan beban pada transformator yang sebelumnya dilakukan pengukuran saat beban puncak dan di siang hari waktu di luar beban puncak.

Alimudin, Suhendra dan Teguh Firmansyah Dari Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik UNTIRTA Cilegon, Indonesia telah melakukan penelitian tentang “*Analisis Ketidak Seimbangan Beban Trafo Distribusi untuk Identifikasi Beban Tidak Seimbang Serta Estimasi Jatuh Tegangan Pada Jaringan Tegangan Renda*” pembahasan dari penelitian ini Ketidak seimbangan beban pada suatu sistem distribusi tenaga listrik selalu terjadi dan penyebab ketidakseimbangan tersebut adalah pada beban satu fasa atau tiga fasa pada pelanggan atau konsumen

tidak memperhatikan beban di masing-masing fasa. Sehingga akan berpengaruh terhadap banyak hal, seperti kinerja trafo menurun, panas berlebih pada fasa beban lebih, arus mengalir pada kawat netral, drop tegangan ujung hingga menurunkan kualitas tegangan di konsumen.

Edy Julianto Dari Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik , Universitas Tanjungpura telah melakukan “*Studi Pengaruh Ketidakseimbangan Pembebanan Transformator Distribusi 20 KV, PT PLN (PERSERO) Cabang Pontianak*” inti dari penelitian untuk perencanaan sistem akan selalu berusaha menyeimbangkan beban-beban satu fasa atau per fasasedemikian rupa agar dapat mengalirkan arus seimbang pada salurannya, namun dalam menyalurkan tenaga listrik terjadi pembagian beban yang pada awalnya merata tetapi karena ketidak serempakan waktu pemakaian, maka menimbulkan ketidakseimbangan beban yang berdampak pada penyediaan tenaga listrik, antara lain tidak sama beban antara fasan (R, S, T) inilah yang menyebabkan mengalirnya arus di netralnya transformator.

Fazari Abdillah, Margon Pujiantara dan Soedibjo Dari Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Sepuluh November (ITS), Jurusan Teknik Elektro telah melakukan penelitian tentang “*Penyeimbangan Beban Pada Gardu Distribusi Dengan Metode Seimbang Beban Seharian Di PT.PLN Area Bukittinggi*” dengan hasil analisa setelah melakukan pengukuran beban sesudah proses penyeimbangan, nilai hasil pengukuran dimasukan kedalam program simulasi untuk hasil analisa penyeimbangan beban. Akan diketahui apakah keadaan setelah penyeimbangan semakin baik atau malah sebaliknya. Data dimasukan

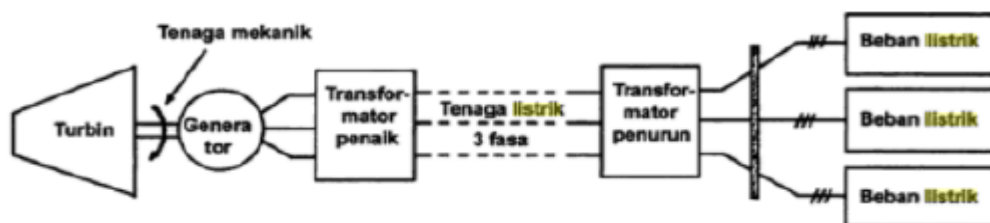
kedalam *sheet* beban maka akan muncul perbandingan sebelum dan sesudah penyeimbangan.

Yoakim Simamora Dan Panusur S.M.L Tobing Jurusan Teknik Elektro
Fakultas Teknik Universitas Sumatra Utara “*Menganalisa Ketidakseimbangan
Beban Transformator Untuk Identifikasi Beban Lebih Dan Estimasi Rugi-Rugi
Pada Jaringan Tegangan Rendah*”.

2.2 Teori Dasar

2.2.1 Sistem Tenaga Listrik

Sistem tenaga listrik merupakan rangkaian instalasi tenaga listrik yang kompleks yang terdiri dari pusat pembangkit, saluran transmisi, dan jaringan distribusi yang di operasikan secara serentak dalam rangka penyediaan tenaga listrik (Pasal 1 angka 6 UU No 20 Tahun 2002 tentang ketenagalistrikan). Sedangkan menurut (Zuhal & Zhanggischian, 2004), sistem tenaga listrik digambarkan dalam suatu diagram tenaga listrik seperti gambar dibawah ini :



Gambar 2.1 Diagram Sistem Tenaga Listrik

Pembangkit listrik adalah suatu rangkaian alat atau mesin yang mengubah energi mekanik untuk menghasilkan energi listrik, biasanya rangkaian alat itu terdiri dari turbin dan generator listrik. Fungsi dari turbin untuk memutar rotor dari generator listrik, sehingga dari putaran rotor itu dihasilkan energi

listrik. Listrik yang dihasilkan dinaikan dulu voltasenya menjadi 150 kV / 500 kV melalui trafo *step Up*.

Tenaga sistem distribusi dapat dikelompokkan menjadi dua bagian besar, yaitu distribusi primer dan distribusi sekunder. Jaringan distribusi 20 kV sering disebut jaringan distribusi sekunder atau sistem distribusitegangan menengah sedangkan jaringan distribusi 380/220 V sering disebut jaringan distribusi sekunder, dimana tegangan 380 V merupakan besaran tegangan antar fasa dan tegangan 220 V merupakan tegangan fasa-netral.

2.2.2 Transformator Distribusi

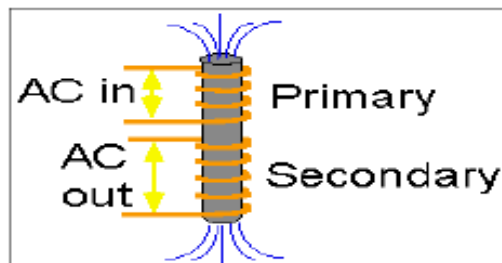
Transformator merupakan peralatan statis dimana rangkaian magnetik dan belitan yang terdiri dari 2 atau lebih belitan, secara induksi elektromagnetik, mentransformasikan daya (arus dan tegangan) sistem AC ke sistem arus dan tegangan lain pada frekuensi yang sama (IEC 60076-1 tahun 2011). Sementara menurut (Berahim & Hamzah, 1996) dalam sistem tenaga listrik, transformator yakni peralatan atau piranti listrik yang dapat mengubah energi yang satu ke energi listrik yang lain dimana tegangan keluaran (*output*) dapat dinaikan dan diturunkan piranti sesuai kebutuhan dan tanpa merubah frekuensi pemakaian.

Trafo pada sistem tenaga dapat dibagi:

- a.* Trafo penaik tegangan (*step up*) atau disebut trafo daya.
- b.* Trafo penurun tegangan (*step down*) dapat disebut trafo distribusi.
- c.* Trafo instrumen, untuk pengukuran yang terdiri dari trafo tegangan dan trafo arus agar dapat masuk ke meter-meter pengukuran.

2.2.3 Prinsip Kerja Transformator

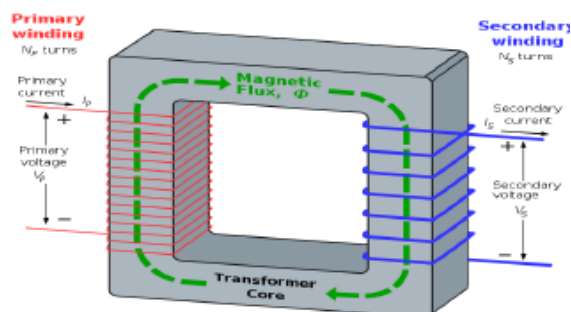
Prinsip kerja suatu transformator adalah induksi bersama (*mutual induction*) antara dua rangkaian yang dihubungkan oleh fluks magnet.



Gambar 2.2 Arus Bolak Balik Mengelilingi Inti Besi

Prinsip yang berlaku pada cara kerja trafo adalah hukum induksi faraday dan hukum lorentz dalam menyalurkan daya, dimana arus bolak balik yang mengalir mengelilingi suatu inti besi maka inti besi itu akan berubah menjadi magnet. Dan apabila magnet tersebut dikelilingi suatu belitan maka pada kedua ujung belitan tersebut akan terjadi beda potensial (Gambar 2.2).

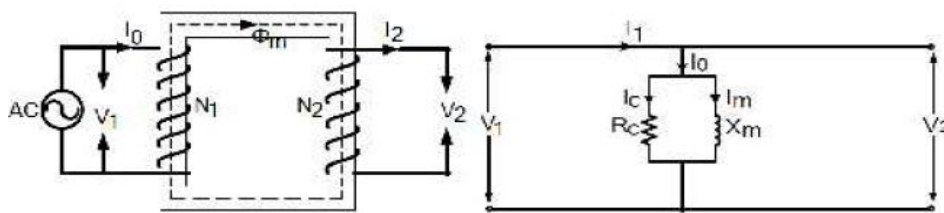
Arus yang mengalir pada belitan primer akan menginduksi inti besi transformator sehingga didalam inti besi akan mengalir fluks magnet dan sebaliknya fluks magnet ini akan menginduksi belitan sekunder sehingga pada ujung belitan sekunder akan terdapat beda potensial.



Gambar 2.3 Prinsip kerja transformator

2.2.4 Keadaan Transformator Tanpa Beban

Bila kumparan primer suatu transformator dihubungkan dengan sumber tegangan V_1 yang sinusoidal, akan mengalirkan arus primer I_0 yang juga sinusoidal dan dengan mengangap belitan N_1 reaktif murni. I_0 akan tertinggal 90° dari V_1 . Arus primer I_0 menimbulkan (Φ) yang sefasa dan juga berbentuk *sinusoidal*. (Bastama, 2009)



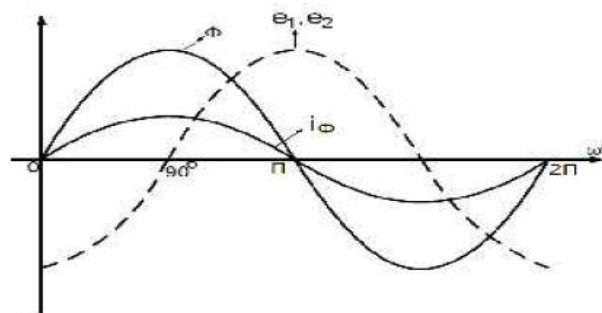
Gambar 2.4 Trafo Dalam Keadaan Tanpa Beban

$$\Phi = \Phi_{\max} \sin \omega t \dots \dots \dots (2.1)$$

Fluks yang sinusoid ini akan menghasilkan tegangan induksi e_1 .

Dimana : e_1 = gaya gerak listrik (Volt), N_1 = jumlah belitan di sisi primer (Turn)

$\Omega \omega$ = kecepatan sudut putar (Rad/sec), Φ = fluks magnetik (Weber).



Gambar 2.5 Gelombang e_1 , Tertinggal 90° Dari Φ

Harga efektifnya menjadi

$$E^1 = \frac{N_1 \omega \Phi_{\max}}{\sqrt{2}}$$

$$E^1 = \frac{N_1 2\pi f \Phi_{max}}{\sqrt{2}}$$

$$E^1 = \frac{N_1 2 \times 3,14 f \Phi_{max}}{\sqrt{2}}$$

$$E^1 = 4,44 N_1 f \Phi_{max} \text{ (Volt)} \dots\dots\dots (2.2)$$

Pada rangkaian sekunder fluks (Φ) bersama juga menimbulkan:

$$E^2 = -N_2 \frac{d\Phi}{dt}$$

$$E^2 = -N_2 \omega \Phi_{max} \cos \omega t \text{ (Volt)} \dots\dots\dots (2.3)$$

Harga efektifnya :

$$E^2 = 4,44 N^2 f \Phi_{max} \text{ (Volt)} \dots\dots\dots (2.4)$$

Sehingga perbandingan antara rangkaian primer dan sekunder adalah:

$$\frac{E_1}{E_2} = \frac{N_1}{N_2} \dots\dots\dots (2.5)$$

Dimana :

E^1 = ggl induksi di sisi primer (Volt)

E^2 = ggl induksi di sisi sekunder (Volt)

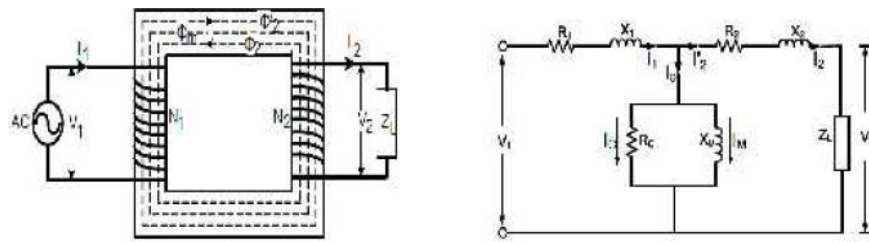
N^1 = jumlah belitan sisi primer (Turn)

N^2 = jumlah belitan sisi sekunder (Turn)

2.2.5 Keadaan Transformator Berbeban

Apabila kumparan sekunder dihubungkan dengan Z^1 , I^2 mengalir pada

kumparan sekunder, dimana $I^2 = \frac{V_2}{Z^1}$



Gambar 2.6 Trafo Dalam Keadaan Berbeban

Arus beban I_2 akan menimbulkan gaya gerak magnet (ggm) $N_2 I_2$ yang cenderung menentang fluks (Φ) bersama yang telah ada akibat arus pemagnetan. Agar fluks bersama itu tidak berubah nilainya, pada kumparan primer harus mengalir arus I_1 , yang menentang fluks yang dibangkitkan oleh arus beban I_2 , hingga keseluruhan arus yang mengalir pada kumparan primer menjadi: (Bangun, 2009).

$$I_1 = I_0 + I_2 \text{ (Ampere)} \dots\dots\dots (2.6)$$

Bila komponen arus rugi inti (I_c) diabaikan, maka $I_0 = I_m$. Sehingga :

- I_1 = arus pada sisi primer (Ampere)
- I_2 = arus yang menghasilkan Φ_2 (Ampere)
- I = arus penguat (Ampere)
- I_m = arus pemagnetan (Ampere)
- I_c = arus rugi-rugi inti (Ampere)

Untuk menjaga agar fluks tetap tidak berubah sebesar ggm yang dihasilkan arus pemagnetan I_m , maka berlaku hubungan:

$$\begin{aligned} N_1 I_m &= N_1 I_1 - N_2 I_2 \\ N_1 I_m &= N_1 (I_m + I_2) - N_2 I_2 \\ N_1 I_2 &= N_2 I_2 \end{aligned}$$

Karena I_m dianggap kecil maka $I_2 = I_1$.

2.2.6 Beban Tidak Seimbang

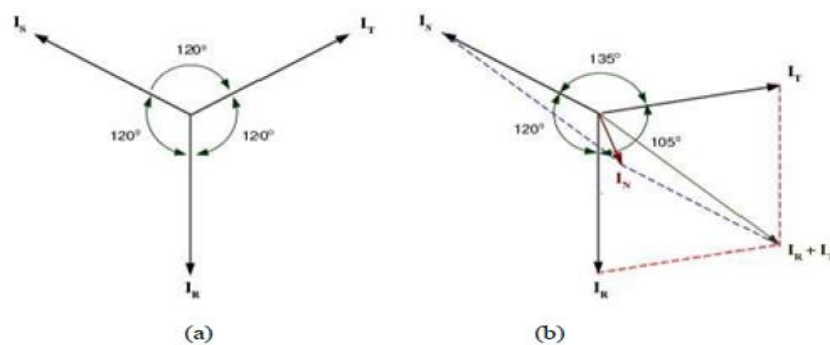
Menurut (Julius Sentosa Setiadji dkk., 2007) yang dimaksud keadaan seimbang adalah satu keadaan dimana :

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

Sedangkan yang dimaksud dengan keadaan tidak seimbang adalah keadaan di mana salah satu atau kedua syarat keadaan tidak 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.



Gambar 2.7. Vektor Diagram Arus

Gambar (Ia) menunjukkan vektor diagram arus dalam keadaan seimbang terlihat bahwa penjumlahan ketiga vektor arusnya (I_r , I_s , I_t) adalah sama dengan nol sehingga tidak muncul arus netral (I_n). Sedangkan pada gambar (Ib)

menunjukkan vektor diagram arus tidak seimbang, terlihat bahwa penjumlahan ketiga vektor arusnya tidak sama dengan nol sehingga muncul sebuah besaran yaitu arus netral karena faktor ketidakseimbangannya.

Apabila dalam penyaluran daya ini arus-arus dalam keadaan seimbang, maka besarnya daya dapat dinyatakan sebagai berikut :

$$P = 3 \cdot [V] \cdot [I] \cdot \cos \varphi \dots \dots \dots (2.7)$$

Dimana :

P : daya pada ujung kirima

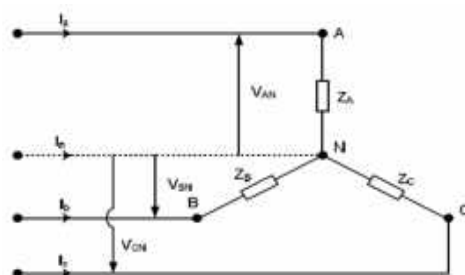
V : tegangan pada ujung kirima

$\cos \varphi$: faktor daya.

2.2.7 Sistem Tiga Fasa Tidak seimbang

Ada dua kemungkinan dalam sistem tiga fasa tidak seimbang :

- 1) Tegangan sumber tdak seimbang yaitu tidak sama besar mangnitud atau beda sudut fasa tidak sama.
- 2) Impedansi beban tidak sama maka disini yang dibahas untuk sistem tiga fasa tidak seimbang impedan si yang tak seimbang seperti pada Gaambar 2 dibawah ini :



Gambar 2.8. Sistem tiga fasa tak seimbang

Karena beban tidak seimbang maka Z_A , Z_B dan Z_C tidak sama, sehingga untuk mencari arus-arus line dipergunakan hukum Ohm sebagai berikut:

$$I_a = \frac{V_{An}}{Z_a} \dots\dots\dots (2.8)$$

$$I_b = \frac{V_{Bn}}{Z_b} \dots\dots\dots (2.9)$$

$$I_c = \frac{V_{Cn}}{Z_c} \dots\dots\dots (2.10)$$

Pada beban tak seimbang ini akan muncul arus netral, tidak seperti pada beban nol, dimana arus netral ini dapat dicari dengan menggunakan hukum kirchhoff pada titik simpul N $I_n = -(I_a + I_b + I_c)$.

2.2.8 Perhitungan Arus Beban Penuh

Telah diketahui bahwa daya transformator distribusi ditinjau dari sisi tegangan tinggi (primer) dapat dirumuskan sebagai berikut :

$$S = \sqrt{3} VI \dots\dots\dots (2.11)$$

Dimana :

S : daya transformator (kVA)

V : tegangan sisi primer transformator (kV)

I : arus jala-jala (A)

Dengan demikian, untuk menghitung arus beban penuh (*full load*) dapat menggunakan rumus:(Sudaryanto Sudirman, 2002)Dimana :

$$I_{fL} = \frac{S}{\sqrt{3}.V} \dots\dots\dots (2.12)$$

I_{fL} : arus beban penuh (A)

S : daya transformator (kVA)

V : tegangan sisi sekunder transformator (kV).

Arus rata-rata siang dan malam hari dapat dihitung dengan rumus :

$$I_{rata-rata} = \frac{I_r + I_s + I_R}{3} \dots \dots \dots (2.13)$$

Presentase pembebanan transformator adalah :

$$\frac{I_{rata-rata}}{I_{FL}} \times 100\% \dots \dots \dots (2.14)$$

Jika $[I]$ adalah besaran arus fasa dalam penyaluran daya sebesar P keadaan seimbang, maka pada penyaluran daya yang sama tetapi tidak seimbang besarnya arus-arus phase dapat dinyatakan dengan koefisien sebagai berikut :

$$I_r = a \cdot I \text{ maka } a = \frac{I_r}{I} \dots \dots \dots (2.15)$$

$$I_s = b \cdot I \text{ maka } a = \frac{I_s}{I} \dots \dots \dots (2.16)$$

$$I_t = c \cdot I \text{ maka } a = \frac{I_t}{I} \dots \dots \dots (2.17)$$

2.2.9 Losses (rugi-rugi) Akibat Adanya Arus Netral Pada Penghantar

Sebagai akibat dari ketidakseimbangan beban antara tiap fasa pada sisi sekunder trafo, mengalirnya arus di netral trafo. Pada penghantar netral trafo ini dapat dirumuskan:

$$P_n = I_n^2 \cdot R_n \dots \dots \dots (2.18)$$

Dimana :

P_N : losses pada penghantar netral trafo (Watt)

I_N : Arus yang mengalir pada netral trafo (A)

R_N : Tahanan penghantar netral trafo (Ohm).

Sedangkan losses yang diakibatkan *karena* arus netral yang mengalir ke tanah (*ground*) dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut:

$$P_G = I_G^2 \cdot R_G \dots \dots \dots (2.19)$$

P_G : losses akibat arus netral yang mengalir ke tanah (Watt)

I_G : arus netral yang mengalir ketanah (A)

R_G : tahanan pembumian netral trafo (Ohm).

2.2.10 Pengukuran Tegangan

Pengukuran tegangan dilakukan untuk mengetahui nilai tegangan yang ada dan dilakukan meliputi pengukuran tegangan antara fasa dan tegangan antara fasa dengan netral yang diukur pada busbar atau sepatu kabel fasa R, S, T dan netral. Pengukuran ini dilaksanakan untuk mengetahui kualitas tegangan yang disalurkan dengan batasan pelayanan minimal 10% dari 220/380 volt dan batas maksimal 5% dari 220/380 volt. Pengukuran tegangan menggunakan suatu peralatan volt meter.

2.2.11 Pengukuran Arus

Pengukuran arus beban dilakukan untuk mengetahui nilai arus beban yang ada dan meliputi pengukuran arus beban pada masing-masing fasa dan netral. Pengukuran dilakukan dipanel tegangan rendah baik secara beban total pada titik keluaran busbar saklar maupun pada titik keluaran masing-masing NH fuse jurusan. Pengukuran arus dilakukan pada beban puncak di malam hari. Tujuan dari pengukuran arus adalah untuk mengetahui besar beban yang disalurkan ke

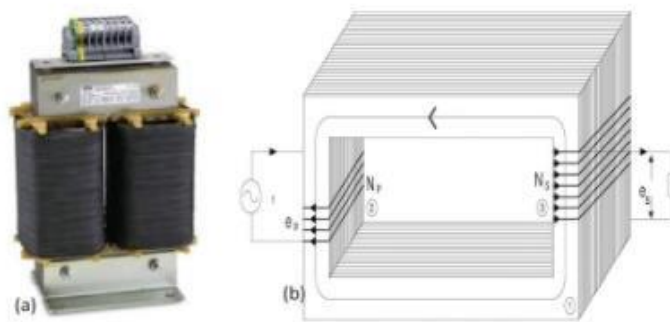
konsumen dan disesuaikan dengan kapasitas daya trafo distribusi yang terpasang agar tidak terjadi *over load* (beban di atas 80%).

2.2.12 Konstruksi Transformator

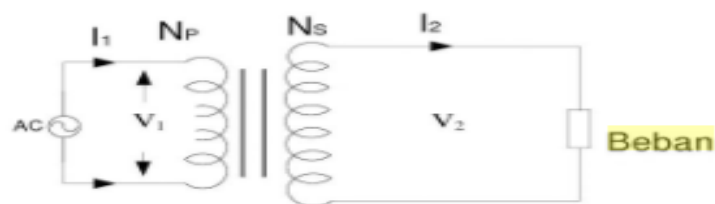


Gambar 2.9 Konstruksi Lengkap Transformator

Transformator merupakan suatu komponen yang sangat penting dalam penyaluran tenaga listrik dari gardu distribusi ke konsumen, trafo merupakan jantung dari distribusi dan transmisi yang diharapkan beroperasi secara maksimal, maka trafo harus dipelihara dan dirawat dengan baik menggunakan peralatan dan sistem yang tepat. Trafo dapat dibedakan tegangannya, trafo 500/150 kv dan 150/70 kv biasa disebut trafo interbus transformator (ibt) dan trafo 150/20 kv. Pada umumnya transformator terdiri dari inti, yang terbuat dari besi berlapis dan dua buah kumparan, yaitu kumparan primer dan kumparan sekunder. Rasio perubahan tegangan akan bergantung dari rasio jumlah lilitan pada kedua kumparan. Kumparan terbuat dari kawat tembaga yang dibelit seputar kaki inti transformator. Menurut (Yakob Liklikwatil, 2014) adapun bagian terpenting dari suatu transformer seperti terlihat pada gambar 2 :



Gambar 2.10 Konstruksi Dasar Transformator, a) alat, b) diagram



Gambar 2.11 Diagram Rangkaian Pengganti Transformator

Dimana :

V_1 = tegangan primer

V_2 = tegangan sekunder

I_1 = arus primer

I_2 = arus sekunder

Menurut (Berahim & Hamzah, 1996) umumnya konstruksi trafo terdiri dari:

- 1) Inti yang terbuat dari lembaran-lembaran plat besi lunak atau baja silikon yang diklem jadi Satu.
- 2) Belitan dibuat dari tembaga yang cara membelitkan pada inti dapat konsentris atau spiral.
- 3) Sistem pendingin pada trafo-trafo dengan daya yang cukup besar.
- 4) Bushing untuk menghubungkan rangkaian dalam trafo dengan rangkaian luar.

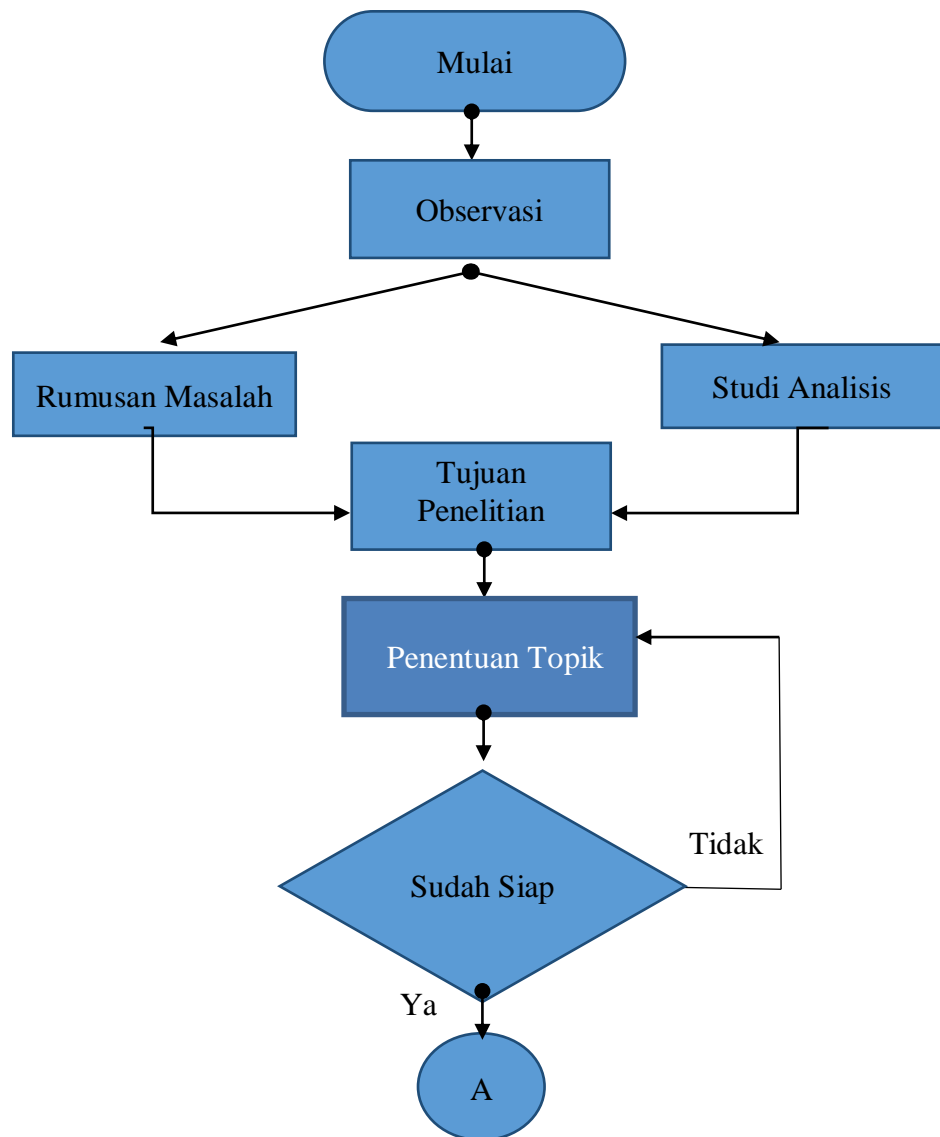
BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Kerangka Konsep Penelitian

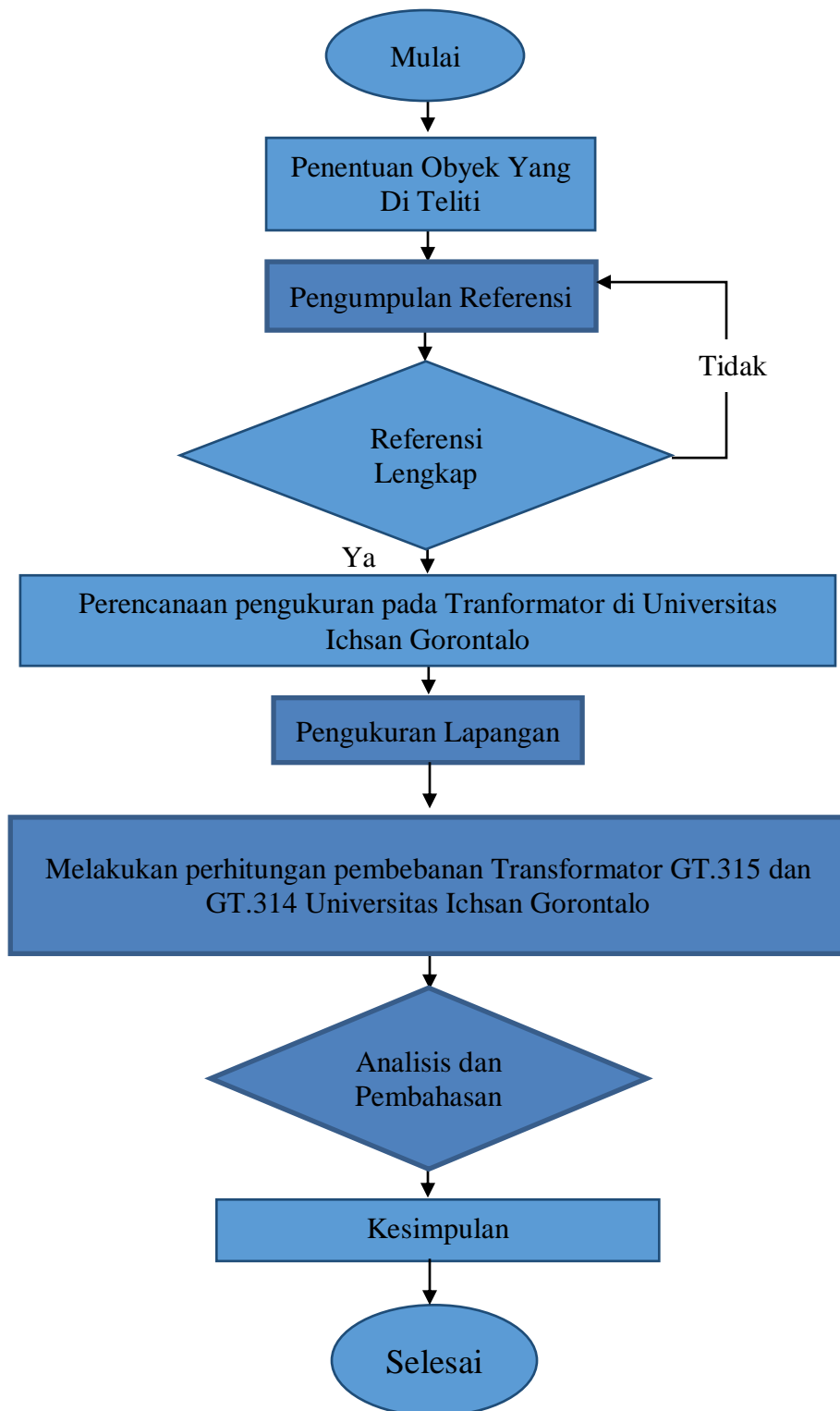
Dalam melakukan penelitian ini bertujuan untuk menilai sejauh mana obyek yang diteliti telah sesuai dengan tolak ukur yang sudah ditentukan, oleh karena itu penelitian ini termasuk penelitian observasi secara langsung, penelitian evaluasi menuntut persyaratan yang harus dipenuhi yaitu adanya kriteria, tolak ukur atau standar yang digunakan sebagai pembanding bagi data yang diperoleh. Dilaksanakan dalam rangka pengumpulan data secara sistematis kemudian digunakan sebagai bahan pertimbangan untuk perbaikan-perbaikan di masa yang akan datang.

Sementara metode yang digunakan adalah evaluasi terhadap variable yang hendak diteliti, dalam hal ini adalah pengambilan data secara langsung pada transformator distribusi dikampus melalui pengukuran arus dan tegangan dan melakukan perhitungan sesuai dengan tujuan peneliti. Pengambilan data dilakukan di gardu kampus Universitas Ichsan Gorontalo.



Gambar 3.1 Kerangka Konsep

3.2 Flow chart Alur Penelitian



Gambar 3.2 Flowchart Alur Penelitian

3.3 Obyek Penelitian

Obyek yang diteliti yaitu Transformator Distribusi listrik GT.315 dan GT.314 di Universitas Ichsan Gorontalo.

3.4 Alat Dan Bahan

Peralatan yang digunakan dalam melakukan penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Test pen
2. Tang Ampere
3. Peralatan K3 berupa:
 - Helm
 - Sepatu safety
 - Sarung Tangan, dan
 - Kemeja K3.
4. Multi meter
5. Table pengukuran
6. Laptop dan handpone

3.5 Lokasi Dan Waktu Penelitian

Tempat yang akan digunakan untuk penelitian yaitu di Kampus Universitas Ichsan Gorontalo, Jl. Drs Achmad Nadjamuddin. Penelitian dilaksanakan jangka waktu 4 bulan terhitung mulai pada bulan desember 2019 sampai bulan maret 2020.

3.6 Tahapan Alur Penelitian

No	Aktivitas	2019		2020					
		11	12	1	2	3	4	5	6
1	Studi literatur yang relevan yang berkaitan topik yang diteliti								
2	Pembuatan Proposal Penelitian								
3	Seminar Proposal Penelitian								
4	Survei Lokasi Penelitian								
5	Persiapan Alat dan Bahan Pengukuran Objek Penelitian								
6	Pengambilan data pada Objek Penelitian								
7	Analisis dan Olah Data Pengukuran Pada Objek penelitian								
8	Penyusunan Laporan Penelitian								
9	Seminar Skripsi dan Submit Jurnal Penelitian								
10	Revisi dan <i>Accepted</i> Jurnal Penelitian								

Tabel 3.1 Tahapan Alur Penelitian

3.6.1 Pengumpulan Data

Untuk mendapatkan data yang lebih bervariasi dan prespektif, maka jenis data yang digunakan adalah data sekunder. Pengertian data sekunder menurut (Sugiyono, 2013) adalah sumber data yang tidak langsung memberikan data kepada pengumpul data. Secara umum, ada empat macam teknik pengumpulan data, yaitu teknik observasi, wawancara, dokumentasi, dan gabungan/triangulasi. Pengumpulan data di ambil dari beberapa jurnal penelitian terdahulu dan menyamakan dengan data pengukuran pada obyek yang diteliti.

3.6.2 Teknik Analisis Data

Dalam penelitian ini, teknik analisis yang digunakan adalah analisis observasi deskriptif. Seperti namanya, observasi deskriptif yaitu melakukan observasi lapangan kemudian mendeskripsikan keadaan yang telah direkam dalam pengukuran kemudian diolah sesuai dengan fungsinya. Hasil pengolahan tersebut selanjutnya dipaparkan dalam bentuk angka, dengan demikian hasil olahan data ini hanya sampai pada tahapan deskriptif.

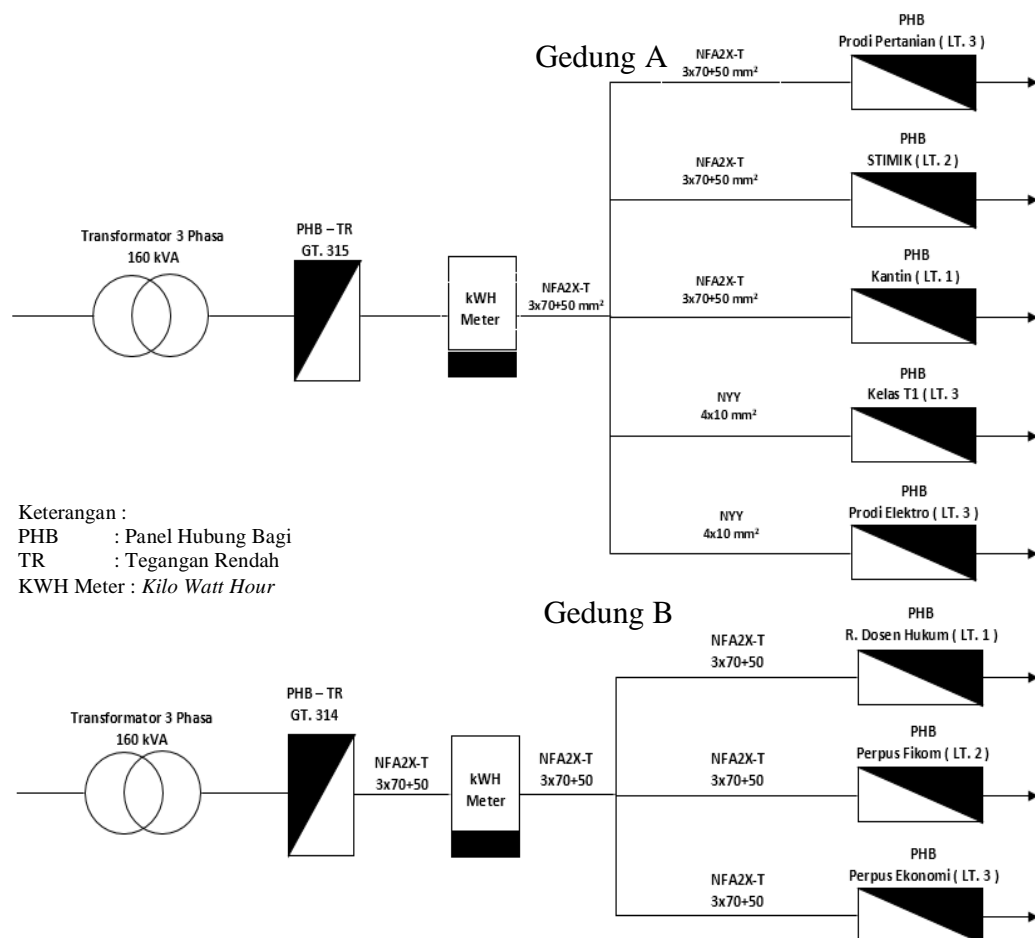
Dengan kata lain, statistik deskriptif mempunyai tugas mengorganisasi dan menganalisis data angka, agar dapat memberikan gambaran secara tertentu, ringkas dan jelas, mengenai suatu gejala, peristiwa atau keadaan, sehingga dapat ditarik pengertian atau makna tertentu. Sajian data kuantitatif sebagai hasil analisa kuantitatif dapat berupa angka-angka maupun gambar-gambar dan tabel untuk lebih jelasnya, tahap-tahap yang dilakukan peneliti setelah data-data terkumpul antara lain:

1. Perencanaan pengukuran pada transformator GT.315 dan GT.315 di Universitas Ichsan Gorontalo.
2. Melakukan perhitungan manual pembebanan pada transformator GT.315 dan GT 314 di Universitas Ichsan Gorontalo.

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

Universitas Ichsan Gorontalo merupakan lembaga pendidikan Yayasan Pengembangan Ilmu Pengetahuan Teknologi (YPIPT) Ichsan Gorontalo yang mempunyai gedung yang cukup besar. Listrik pada gedung tersebut disuplai oleh 2 transformator yaitu Transformator GT.314 dan GT.315 berkapasitas 160 kVA. Adapun tegangan primer transformator sebesar 20 kV dan tegangan sekunder yang dipakai adalah tegangan 3 fasa 380 volt dan tegangan 1 fasa 220 volt.



Gambar 4.1 *Single line* diagram sistem distribusi listrik Transformator GT. 314 dan GT. 315 Universitas Ichsan Gorontalo

4.1 Data Hasil Pengukuran Pembebanan Kelistrikan

Pengukuran dilakukan selama 6 hari yang diawali hari senin tanggal 24 Februari 2020 hingga 29 Februari 2020. Waktu pengukuran yaitu siang hari pukul 11.00 WITA dan malam hari pukul 19.00 WITA, dimana pada waktu tersebut adalah penggunaan beban listrik tertinggi saat aktifitas kampus.

4.1.1 Data Pengukuran Beban Transformator Pukul 11.00 WITA

Tabel 4.1 Data Beban Transformator GT.315 Pukul 11.00 WITA

Hari/Tanggal	ARUS (A)				TEGANGAN (V)		
	R	S	T	N	R	S	T
Senin, 24 Februari 2020	113.00	91.60	101.60	23.30	223.1	222.8	223.1
Selasa, 25 Februari 2020	94.20	63.70	78.60	31	221.2	222.1	221.4
Rabu, 26 Februari 2020	81.40	52.10	61.80	28.1	223.2	223.5	223.8
Kamis, 27 Februari 2020	95.40	62.00	72.50	31.9	224.9	225.5	225.3
Jumat, 28 Februari 2020	57.40	48.80	51.30	9.3	222.8	226.8	222.7
Sabtu, 29 Februari 2020	122.80	66.20	75.10	53.90	224.3	224.3	226.8
Rata-rata	94.03	64.07	73.48	29.58	223.25	224.17	223.85

Tabel 4.2 Data Beban Transformator GT.314 Pukul 11.00 WITA

Hari/Tanggal	ARUS (A)				TEGANGAN (V)		
	R	S	T	N	R	S	T
Senin, 24 Februari 2020	72.70	64.00	76.00	20.90	224.5	224.2	223.8
Selasa, 25 Februari 2020	85.70	98.40	69.20	28.6	224.3	224.9	225.1
Rabu, 26 Februari 2020	60.80	56.80	24.80	18	248.9	248.9	236
Kamis, 27 Februari 2020	78.10	98.70	91.30	17.9	228.2	226.2	227.1
Jumat, 28 Februari 2020	60.80	56.80	24.80	18	248.9	248.9	236
Sabtu, 29 Februari 2020	61.10	54.50	24.50	32.90	231.6	229	229.2
Rata-rata	69.87	71.53	51.77	22.72	234.4	233.68	229.53

4.1.2 Data Pengukuran Beban Transformator Pukul 19.00 WITA

Tabel 4.3 Data Beban Transformator GT.315 Pukul 19.00 WITA

Hari/Tanggal	ARUS (A)				TEGANGAN (V)		
	R	S	T	N	R	S	T
Senin, 24 Februari 2020	51.50	24.30	51.10	31.60	227.1	226.8	227.2
Selasa, 25 Februari 2020	50.60	29.00	24.00	28.7	229.4	229.4	230
Rabu, 26 Februari 2020	46.10	25.50	71.60	39.3	228.4	227.4	220
Kamis, 27 Februari 2020	49.60	33.30	42.90	21.3	229.8	228.7	232

Jumat, 28 Februari 2020	76.50	53.30	34.80	41.6	223.3	225.3	224.9
Sabtu, 29 Februari 2020	68.10	39.40	15.50	46.80	229.7	230	229.1
Rata-rata	57.07	34.13	39.98	34.88	227.95	227.93	227.20

Tabel 4.4 Data Beban Transformator GT.314Pukul 19.00 WITA

Hari/Tanggal	ARUS (A)				TEGANGAN (V)		
	R	S	T	N	R	S	T
Senin, 24 Februari 2020	48.80	64.70	62.00	18.70	228.1	227.8	227.8
Selasa, 25 Februari 2020	24.60	53.00	53.50	28.2	239.6	237.6	237.2
Rabu, 26 Februari 2020	26.40	62.50	45.40	25	228	224.1	226.6
Kamis, 27 Februari 2020	23.10	72.00	61.70	41	245.5	241.6	237.4
Jumat, 28 Februari 2020	34.60	37.80	27.30	10.3	225.3	220.1	225.3
Sabtu, 29 Februari 2020	10.90	20.90	11.50	8.50	234.3	232.4	233.8
Rata-rata	28.07	51.82	43.57	21.95	233.47	230.60	231.35

4.2 Menentukan Persentase Pembebanan Transformator

Sebelum dilakukan perhitungan persentase pembebanan terhadap transformator, terlebih dahulu menghitung besar arus beban penuh (*Full Load*) sesuai dengan kapasitas transformator distribusi tersebut sebagai berikut:

Diketahui *rating nameplate* transformator GT.315 dan GT.14 daya semu (S) sebesar 160 kVA serta tegangan kerjanya (V) sebesar 400 Volt dimana menghitung menggunakan rumus:

$$I_{FL} = \frac{S}{\sqrt{3} \cdot V}$$

$$I_{FL} = \frac{160000}{\sqrt{3} \cdot 400}$$

$$I_{FL} = 230,94 \text{ Ampere}$$

Jadi, arus beban penuh transformator GT.315 dan GT.314 yaitu sebesar 230,94 Ampere.

4.2.1 Perhitungan Persentase Pembebanan Transformator GT.315 dan GT.314 Pukul 11.00 WITA

Untuk menentukan rata-rata persentase pembebanannya, terlebih dahulu menghitung persentase pembebanan per fasa berdasarkan data pengukuran pada Tabel 4.1 dan Tabel 4.2, kemudian dilakukan perhitungan rata-rata persentase pembebanannya.

A. Perhitungan Persentase Pembebanan Transformator GT.315 Pukul 11.00 WITA

Diketahui pada hari Senin, 24 Februari 2020, beban trafo GT.315 Pukul 11.00 WITA:

$$I_R = 113 \text{ Ampere}$$

$$I_S = 91,6 \text{ Ampere}$$

$$I_T = 101,6 \text{ Ampere}$$

Perhitungan menggunakan rumus: $I\% = \frac{I_{Fasa}}{I_{FL}} \times 100\%$

$$I_R\% = \frac{113}{230,94} \times 100\% = 48,93\%$$

$$I_S\% = \frac{91,6}{230,94} \times 100\% = 39,66\%$$

$$I_T\% = \frac{101,6}{230,94} \times 100\% = 43,99\%$$

Jadi rata – rata persentase pembebanan adalah, menggunakan rumus

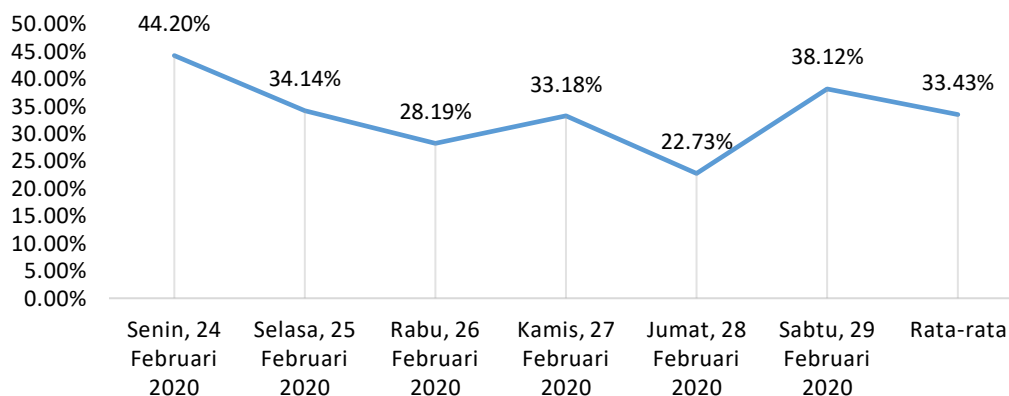
$$I_{rata-rata}\% = \frac{I_R\% + I_S\% + I_T\%}{3}$$

$$\begin{aligned} I_{rata-rata}\% &= \frac{48,93\% + 39,66\% + 43,99\%}{3} \\ &= 44,20\% \end{aligned}$$

Tabel 4.5 Hasil perhitungan persentase pembebanan Transformator GT.315
Pukul 11.00 WITA

Hari/Tanggal	ARUS (A) %			ARUS (A) rata-rata%
	R	S	T	
Senin, 24 Februari 2020	48.93%	39.66%	43.99%	44.20%
Selasa, 25 Februari 2020	40.79%	27.58%	34.03%	34.14%
Rabu, 26 Februari 2020	35.25%	22.56%	26.76%	28.19%
Kamis, 27 Februari 2020	41.31%	26.85%	31.39%	33.18%
Jumat, 28 Februari 2020	24.85%	21.13%	22.21%	22.73%
Sabtu, 29 Februari 2020	53.17%	28.67%	32.52%	38.12%
Rata - Rata				33.43%

Hasil perhitungan pada Tabel 4.5 terlihat bahwa rata-rata persentase pembebanan Transformator GT.315 Pukul 11.00 WITA terbesar yaitu ada pada hari senin sebesar 44,20%, sedangkan rata-rata persentase pembebanan terkecil yaitu pada hari jumat sebesar 22,73%. Jadi total rata-rata persentase pembebanan selama 6 hari yaitu pada hari senin sampai sabtu sebesar 33,43% seperti terlihat pada Gambar 4.2.



Gambar. 4.2 Grafik Persentase Pembebanan Rata-Rata Transformator
GT.315Pukul 11.00 WITA

B. Perhitungan Persentase Pembebanan Transformator GT.314 Pukul 11.00 WITA

Diketahui pada hari Senin, 24 Februari 2020, beban GT.314 Pukul 11.00 WITA:

$$I_R = 72,7 \text{ Ampere}$$

$$I_S = 64 \text{ Ampere}$$

$$I_T = 76 \text{ Ampere}$$

Perhitungan menggunakan rumus: $I\% = \frac{I_{Fasa}}{I_{FL}} \times 100\%$

$$I_R\% = \frac{72,7}{230,94} \times 100\% = 31,48\%$$

$$I_S\% = \frac{64}{230,94} \times 100\% = 27,71\%$$

$$I_T\% = \frac{76}{230,94} \times 100\% = 32,91\%$$

Jadi rata – rata persentase pembebanan adalah, menggunakan rumus

$$I_{rata-rata}\% = \frac{I_R\% + I_S\% + I_T\%}{3}$$

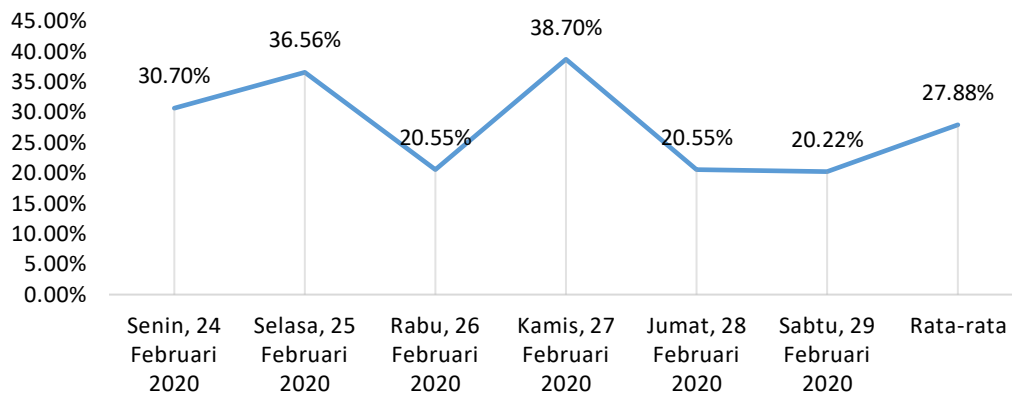
$$\begin{aligned} I_{rata-rata}\% &= \frac{31,48\% + 27,71\% + 32,91\%}{3} \\ &= 30,70\% \end{aligned}$$

Tabel 4.6 Hasil perhitungan persentase pembebanan Transformator GT.314 Pukul 11.00 WITA

Hari/Tanggal	ARUS (A) %			ARUS (A) rata-rata%
	R	S	T	
Senin, 24 Februari 2020	31.48%	27.71%	32.91%	30.70%
Selasa, 25 Februari 2020	37.11%	42.61%	29.96%	36.56%
Rabu, 26 Februari 2020	26.33%	24.60%	10.74%	20.55%
Kamis, 27 Februari 2020	33.82%	42.74%	39.53%	38.70%
Jumat, 28 Februari 2020	26.33%	24.60%	10.74%	20.55%
Sabtu, 29 Februari 2020	26.46%	23.60%	10.61%	20.22%
Rata - Rata				27.88%

Hasil perhitungan pada Tabel 4.6 terlihat bahwa rata-rata persentase pembebanan Transformator GT.314 Pukul 11.00 WITA terbesar yaitu ada pada hari kamis sebesar 38,70%, sedangkan rata-rata persentase pembebanan terkecil yaitu pada hari sabtu sebesar 20,22%. Jadi total rata-rata persentase pembebanan

selama 6 hari yaitu pada hari senin sampai sabtu sebesar 27,88% seperti terlihat pada Gambar 4.3.



Gambar. 4.3 Grafik Persentase Pembebanan Rata-Rata Transformator GT.314 Pukul 11.00 WITA

4.2.2 Perhitungan Persentase Pembebanan Transformator GT.315 dan GT.314 Pukul 19.00 WITA

Untuk menentukan rata-rata persentase pembebanannya, terlebih dahulu menghitung persentase pembebanan per fasa berdasarkan data pengukuran pada Tabel 4.3 dan Tabel 4.4, kemudian dilakukan perhitungan rata-rata persentase pembebanannya.

A. Perhitungan Persentase Pembebanan Transformator GT.315 Pukul 19.00 WITA

Diketahui pada hari Senin, 24 Februari 2020, beban trafo GT.315 Pukul 19.00 WITA:

$$I_R = 51,5 \text{ Ampere}$$

$$I_S = 24,3 \text{ Ampere}$$

$$I_T = 51,1 \text{ Ampere}$$

$$\text{Perhitungan menggunakan rumus: } I\% = \frac{I_{Fasa}}{I_{FL}} \times 100\%$$

$$I_R\% = \frac{51,5}{230,94} \times 100\% = 22,30\%$$

$$I_S\% = \frac{24,3}{230,94} \times 100\% = 10,52\%$$

$$I_T\% = \frac{51,1}{230,94} \times 100\% = 22,13\%$$

Jadi rata – rata persentase pembebanan adalah, menggunakan rumus

$$I_{rata-rata}\% = \frac{I_R\% + I_S\% + I_T\%}{3}$$

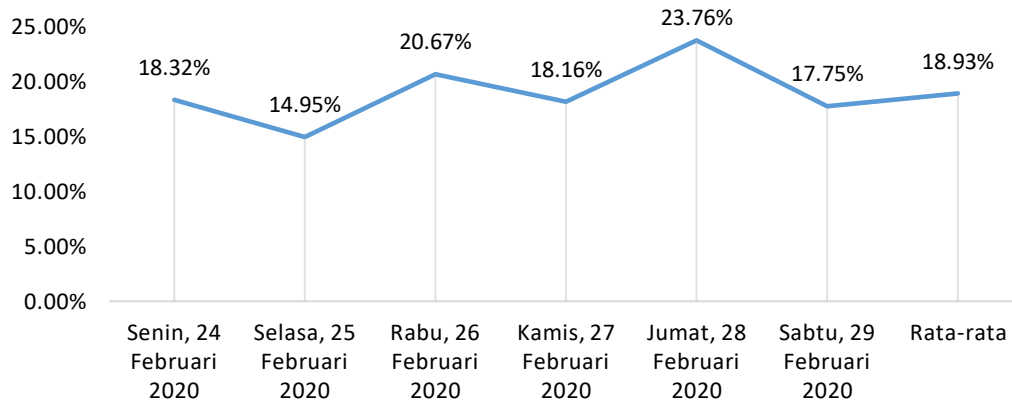
$$I_{rata-rata}\% = \frac{22,30\% + 10,52\% + 22,13\%}{3}$$

$$= 18,32\%$$

Tabel 4.7 Hasil perhitungan persentase pembebanan Transformator GT.315 Pukul 19.00 WITA

Hari/Tanggal	ARUS (A) %			ARUS (A) rata-rata%
	R	S	T	
Senin, 24 Februari 2020	22.30%	10.52%	22.13%	18.32%
Selasa, 25 Februari 2020	21.91%	12.56%	10.39%	14.95%
Rabu, 26 Februari 2020	19.96%	11.04%	31.00%	20.67%
Kamis, 27 Februari 2020	21.48%	14.42%	18.58%	18.16%
Jumat, 28 Februari 2020	33.13%	23.08%	15.07%	23.76%
Sabtu, 29 Februari 2020	29.49%	17.06%	6.71%	17.75%
Rata - Rata				18.93%

Hasil perhitungan pada Tabel 4.7 terlihat bahwa rata-rata persentase pembebanan Transformator GT.315 Pukul 19.00 WITA terbesar yaitu ada pada hari jumat sebesar 23.76%, sedangkan rata-rata persentase pembebanan terkecil yaitu pada hari selasa sebesar 14.95%. Jadi total rata-rata persentase pembebanan selama 6 hari yaitu pada hari senin sampai sabtu sebesar 18.93% seperti terlihat pada Gambar 4.4.



Gambar. 4.4 Grafik Persentase Pembebanan Rata-Rata Transformator GT.315Pukul 19.00 WITA

B. Perhitungan Persentase Pembebanan Transformator GT.314 Pukul 19.00

WITA

Diketahui pada hari Senin, 24 Februari 2020, beban GT.314 Pukul 19.00 WITA:

$$I_R = 48,8 \text{ Ampere}$$

$$I_S = 64,7 \text{ Ampere}$$

$$I_T = 62 \text{ Ampere}$$

Perhitungan menggunakan rumus: $I\% = \frac{I_{Fasa}}{I_{FL}} \times 100\%$

$$I_R\% = \frac{48,8}{230,94} \times 100\% = 21.13\%$$

$$I_S\% = \frac{64,7}{230,94} \times 100\% = 28.02\%$$

$$I_T\% = \frac{62}{230,94} \times 100\% = 26.85\%$$

Jadi rata – rata persentase pembebanan adalah, menggunakan rumus

$$I_{rata-rata}\% = \frac{I_R\% + I_S\% + I_T\%}{3}$$

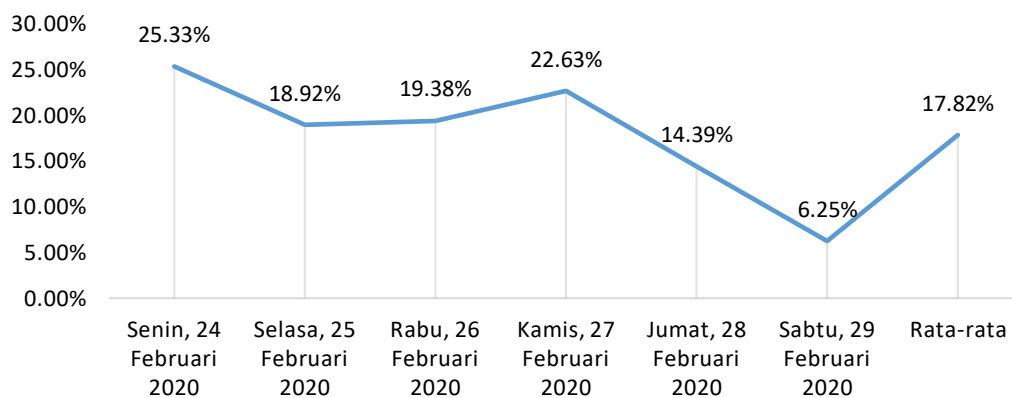
$$I_{rata-rata}\% = \frac{21.13\% + 28.02\% + 26.85\%}{3}$$

$$= 25.33\%$$

Tabel 4.8 Hasil perhitungan persentase pembebanan Transformator GT.314
Pukul 19.00 WITA

Hari/Tanggal	ARUS (A) %			ARUS (A) rata-rata%
	R	S	T	
Senin, 24 Februari 2020	21.13%	28.02%	26.85%	25.33%
Selasa, 25 Februari 2020	10.65%	22.95%	23.17%	18.92%
Rabu, 26 Februari 2020	11.43%	27.06%	19.66%	19.38%
Kamis, 27 Februari 2020	10.00%	31.18%	26.72%	22.63%
Jumat, 28 Februari 2020	14.98%	16.37%	11.82%	14.39%
Sabtu, 29 Februari 2020	4.72%	9.05%	4.98%	6.25%
Rata - Rata				17.82%

Hasil perhitungan pada Tabel 4.8 terlihat bahwa rata-rata persentase pembebanan Transformator GT.314 Pukul 19.00 WITA terbesar yaitu ada pada hari senin sebesar 25,33%, sedangkan rata-rata persentase pembebanan terkecil yaitu pada hari sabtu sebesar 6,25%. Jadi total rata-rata persentase pembebanan selama 6 hari yaitu pada hari senin sampai sabtu sebesar 17,82% seperti terlihat pada Gambar 4.5.



Gambar. 4.5 Grafik Persentase Pembebanan Rata-Rata Transformator GT.314
Pukul 19.00 WITA

4.3 Analisa Ketidakseimbangan Beban Pada Transformator

Sebelum dilakukan perhitungan ketidakseimbangan beban, terlebih dahulu menghitung rata - rata pembebanan trafo berdasarkan data pengukuran perhari pada Tabel 4.1, Tabel 4.2, Tabel 4.3, dan Tabel 4.4 sesuai waktu pengukurannya.

4.3.1 Analisa Ketidakseimbangan Beban Transformator GT.315 dan GT.314

Pukul 11.00 WITA

A. Perhitungan Ketidakseimbangan Beban Transformator GT.315 Pukul

11.00 WITA

Analisa ketidakseimbangan beban pada transformator GT.315 distribusi Pukul 11.00 WITA yaitu dengan data sebagai berikut:

$$I_R = 113 \text{ Ampere}$$

$$I_S = 91,6 \text{ Ampere}$$

$$I_T = 101,6 \text{ Ampere}$$

Dari data pengukuran diatas, dapat dicari arus rata-ratanya dengan ($I_{rata-rata}$) yaitu :

$$\begin{aligned} I_{rata-rata} &= \frac{I_R + I_S + I_T}{3} \\ I_{rata-rata} &= \frac{113 + 91,6 + 101,6}{3} \\ &= 102,07 \text{ Ampere} \end{aligned}$$

Dengan menggunakan persamaan koefisien a, b, dan c dapat diketahui besarnya, dimana besar arus fasa dalam keadaan seimbang (I) sama besarnya dengan arus rata-rata ($I_{rata-rata}$).

$$I_R = a.I, \text{ maka : } a = \frac{I_R}{I} \frac{113}{102,07} = 1,107$$

$$I_S = b.I, \text{ maka : } b = \frac{I_S}{I} \frac{91,6}{102,07} = 0,897$$

$$I_T = c.I, \text{ maka : } c = \frac{I_T}{I} \frac{101,6}{102,07} = 0,995$$

Pada keadaan seimbang, besarnya koefisien a, b, dan c adalah 1, dengan demikian rata-rata ketidakseimbangan beban (%) adalah

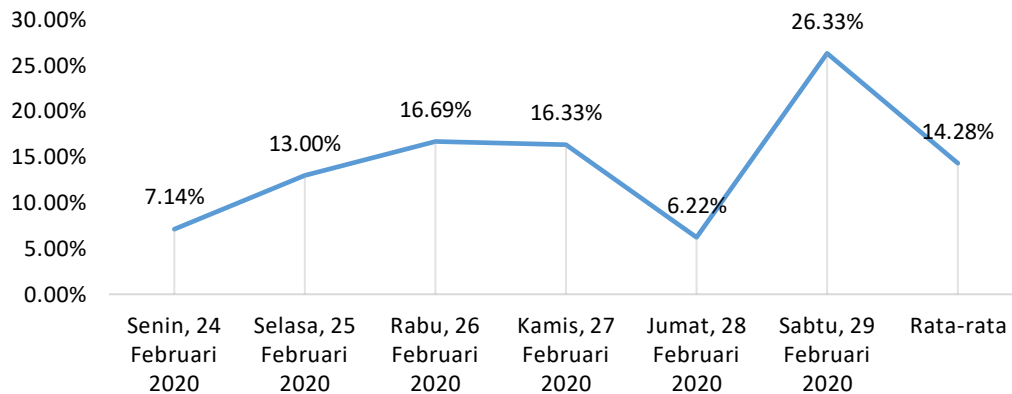
$$= \frac{\{|a - 1| + |b - 1| + |c - 1|\}}{3} \times 100\%$$

$$= \frac{\{|1,107 - 1| + |0,897 - 1| + |0,995 - 1|\}}{3} \times 100\% = 7,14\%$$

Tabel 4.9 Hasil Perhitungan Ketidakseimbangan Beban Transformator GT.315 Pukul 11.00 WITA

Hari/Tanggal	Koefisien Fasa R,S,T			Ketidakseimbangan Beban Rata-rata (%)
	a	b	c	
Senin, 24 Februari 2020	1.107	0.897	0.995	7.14%
Selasa, 25 Februari 2020	1.195	0.808	0.997	13.00%
Rabu, 26 Februari 2020	1.250	0.800	0.949	16.69%
Kamis, 27 Februari 2020	1.245	0.809	0.946	16.33%
Jumat, 28 Februari 2020	1.093	0.930	0.977	6.22%
Sabtu, 29 Februari 2020	1.395	0.752	0.853	26.33%
Rata - Rata				14.28%

Hasil perhitungan pada Tabel 4.9 terlihat bahwa ketidakseimbangan beban rata-rata Transformator GT.315 Pukul 11.00 WITA terbesarnya yaitu ada pada hari Rabu sebesar 16,69%, sedangkan ketidakseimbangan beban rata-rata terkecil yaitu pada hari Jumat sebesar 6,22%. Jadi ketidakseimbangan beban rata-rata selama 6 hari yaitu pada hari senin sampai sabtu sebesar 14,28% seperti terlihat pada Gambar 4.6.



Gambar. 4.6 Grafik Ketidakseimbangan Beban Rata-Rata Transformator GT.315 Pukul 11.00 WITA

B. Perhitungan Ketidakseimbangan Beban Transformator GT.314 Pukul 11.00 WITA

Analisa ketidakseimbangan beban pada transformator distribusi GT.314 Pukul 11.00 WITA yaitu dengan data sebagai berikut:

$$I_R = 72,7 \text{ Amperee}$$

$$I_S = 64 \text{ Amperee}$$

$$I_T = 76 \text{ Amperee}$$

Dari data pengukuran diatas, dapat dicari arus rata-ratanya dengan ($I_{rata-rata}$) yaitu :

$$I_{rata-rata} = \frac{I_R + I_S + I_T}{3}$$

$$I_{rata-rata} = \frac{72,7 + 64 + 76}{3}$$

$$= 70,90 \text{ Ampere}$$

Dengan menggunakan persamaan koefisien a, b, dan c dapat diketahui besarnya, dimana besar arus fasa dalam keadaan seimbang (I) sama besarnya dengan arus rata-rata ($I_{rata-rata}$).

$$I_R = a.I, \text{ maka : } a = \frac{I_R}{I} \frac{72,7}{70,90} = 1,025$$

$$I_S = b.I, \text{ maka : } b = \frac{I_S}{I} \frac{64}{70,90} = 0,903$$

$$I_T = c.I, \text{ maka : } c = \frac{I_T}{I} \frac{76}{70,90} = 1,072$$

Pada keadaan seimbang, besarnya koefisien a, b, dan c adalah 1, dengan demikian rata-rata ketidakseimbangan beban (%) adalah

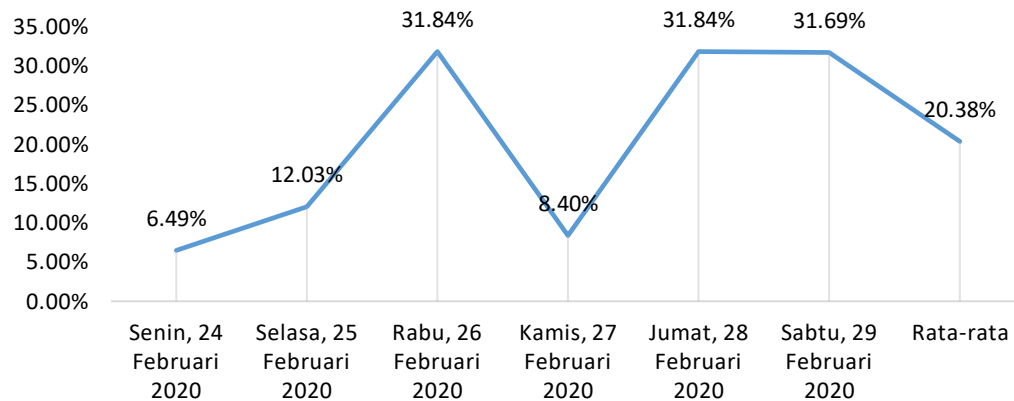
$$= \frac{\{|a - 1| + |b - 1| + |c - 1|\}}{3} \times 100\%$$

$$= \frac{\{|1,025 - 1| + |0,903 - 1| + |1,072 - 1|\}}{3} \times 100\% = 6,49\%$$

Tabel 4.10 Hasil Perhitungan Ketidakseimbangan Beban Transformator GT.314 Pukul 11. WITA

Hari/Tanggal	Koefisien Fasa R,S,T			Ketidakseimbangan Beban Rata-rata (%)
	a	b	c	
Senin, 24 Februari 2020	1.025	0.903	1.072	6.49%
Selasa, 25 Februari 2020	1.015	1.165	0.820	12.03%
Rabu, 26 Februari 2020	1.281	1.197	0.522	31.84%
Kamis, 27 Februari 2020	0.874	1.104	1.022	8.40%
Jumat, 28 Februari 2020	1.281	1.197	0.522	31.84%
Sabtu, 29 Februari 2020	1.308	1.167	0.525	31.69%
Rata - Rata				20.38%

Hasil perhitungan pada Tabel 4.10 terlihat bahwa ketidakseimbangan beban rata-rata Transformator GT.314 Pukul 11.00 WITA terbesar yaitu ada pada hari Rabu dan Kamis sebesar 31,84%, sedangkan ketidakseimbangan beban rata-rata terkecil yaitu pada hari Senin sebesar 6,49%. Jadi ketidakseimbangan beban rata-rata selama 6 hari yaitu pada hari senin sampai sabtu sebesar 20,38% seperti terlihat pada Gambar 4.7.



Gambar. 4.7 Grafik Ketidakseimbangan Beban Rata-Rata Transformator GT.314 Pukul 11.00 WITA

4.3.2 Analisa Ketidakseimbangan Beban Transformator GT.315 dan GT.314 Pukul 19.00 WITA

A. Perhitungan Ketidakseimbangan Beban Transformator GT.315 Pukul 19.00 WITA

Analisa ketidakseimbangan beban pada transformator GT.315 distribusi Pukul 19.00 WITA yaitu dengan data sebagai berikut:

$$I_R = 51,5 \text{ Ampere}$$

$$I_S = 24,3 \text{ Ampere}$$

$$I_T = 51,1 \text{ Ampere}$$

Dari data pengukuran diatas, dapat dicari arus rata-ratanya dengan ($I_{rata-rata}$) yaitu :

$$I_{rata-rata} = \frac{I_R + I_S + I_T}{3}$$

$$I_{rata-rata} = \frac{51,5 + 24,3 + 51,1}{3}$$

$$= 42.30 \text{ Ampere}$$

Dengan menggunakan persamaan koefisien a, b, dan c dapat diketahui besarnya, dimana besar arus fasa dalam keadaan seimbang (I) sama besarnya dengan arus rata-rata ($I_{rata-rata}$).

$$I_R = a.I, \text{ maka : } a = \frac{I_R}{I} \frac{51,5}{42,30} = 1,217$$

$$I_S = b.I, \text{ maka : } b = \frac{I_S}{I} \frac{24,3}{42,30} = 0,574$$

$$I_T = c.I, \text{ maka : } c = \frac{I_T}{I} \frac{51,1}{42,30} = 1,208$$

Pada keadaan seimbang, besarnya koefisien a, b, dan c adalah 1, dengan demikian rata-rata ketidakseimbangan beban (%) adalah

$$= \frac{\{|a - 1| + |b - 1| + |c - 1|\}}{3} \times 100\%$$

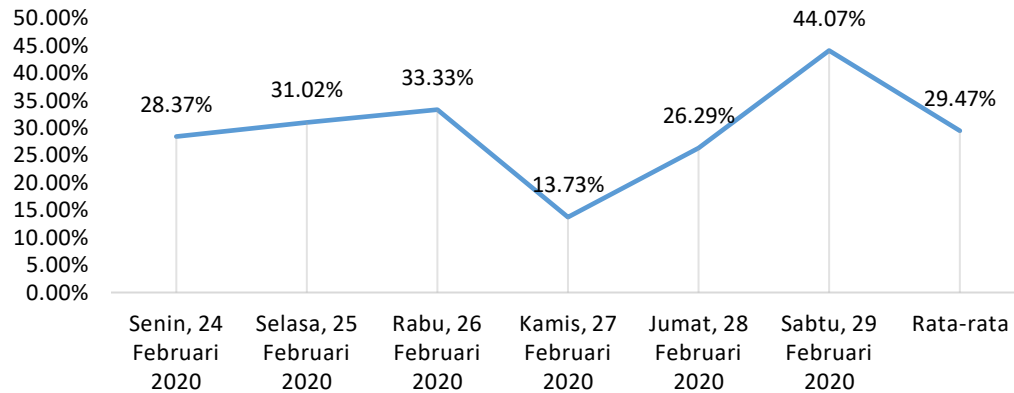
$$= \frac{\{|1,217 - 1| + |0,574 - 1| + |1,208 - 1|\}}{3} \times 100\% = 28,37\%$$

Tabel 4.11 Hasil Perhitungan Ketidakseimbangan Beban Transformator GT.315 Pukul 19.00 WITA

Hari/Tanggal	Koefisien Fasa R,S,T			Ketidakseimbangan Beban Rata-rata (%)
	a	b	c	
Senin, 24 Februari 2020	1.217	0.574	1.208	28.37%
Selasa, 25 Februari 2020	1.465	0.840	0.695	31.02%
Rabu, 26 Februari 2020	0.966	0.534	1.500	33.33%
Kamis, 27 Februari 2020	1.183	0.794	1.023	13.73%
Jumat, 28 Februari 2020	1.394	0.971	0.634	26.29%
Sabtu, 29 Februari 2020	1.661	0.961	0.378	44.07%
Rata - Rata				29.47%

Hasil perhitungan pada Tabel 4.11 terlihat bahwa ketidakseimbangan beban rata-rata Transformator GT.315 Pukul 19.00 WITA terbesar yaitu ada pada hari Sabtu sebesar 44,07%, sedangkan ketidakseimbangan beban rata-rata terkecil yaitu pada hari Kamis sebesar 13,73%. Jadi ketidakseimbangan beban rata-rata

selama 6 hari yaitu pada hari senin sampai sabtu sebesar 29,47% seperti terlihat pada Gambar 4.8.



Gambar. 4.8 Grafik Ketidakseimbangan Beban Rata-Rata Transformator GT.315 Pukul 19.00 WITA

B. Perhitungan Ketidakseimbangan Beban Transformator GT.314 Pukul 19.00 WITA

Analisa ketidakseimbangan beban pada transformator distribusi GT.314

Pukul 19.00 WITA yaitu dengan data sebagai berikut:

$$I_R = 48,8 \text{ Ampere}$$

$$I_S = 64,7 \text{ Ampere}$$

$$I_T = 62 \text{ Ampere}$$

Dari data pengukuran diatas, dapat dicari arus rata-ratanya dengan ($I_{rata-rata}$)

yaitu :

$$I_{rata-rata} = \frac{I_R + I_S + I_T}{3}$$

$$I_{rata-rata} = \frac{48,8 + 64,7 + 62}{3}$$

$$= 58,50 \text{ Ampere}$$

Dengan menggunakan persamaan koefisien a, b, dan c dapat diketahui besarnya, dimana besar arus fasa dalam keadaan seimbang (I) sama besarnya dengan arus rata-rata ($I_{rata-rata}$).

$$I_R = a.I, \text{ maka : } a = \frac{I_R}{I} \frac{48,8}{58,50} = 0,834$$

$$I_S = b.I, \text{ maka : } b = \frac{I_S}{I} \frac{64,7}{58,50} = 1,106$$

$$I_T = c.I, \text{ maka : } c = \frac{I_T}{I} \frac{62}{58,50} = 1,060$$

Pada keadaan seimbang, besarnya koefisien a, b, dan c adalah 1, dengan demikian rata-rata ketidakseimbangan beban (%) adalah

$$= \frac{\{|a - 1| + |b - 1| + |c - 1|\}}{3} \times 100\%$$

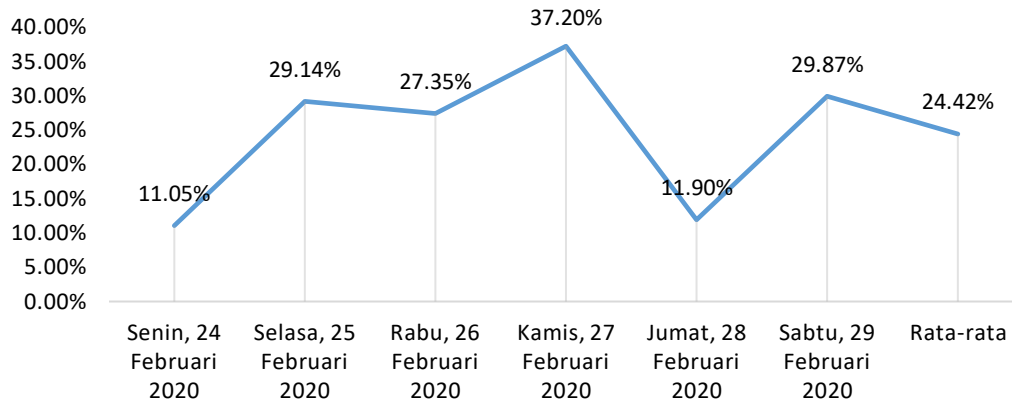
$$= \frac{\{|0,834 - 1| + |1,106 - 1| + |1,060 - 1|\}}{3} \times 100\% = 11,05\%$$

Tabel 4.12 Hasil Perhitungan Ketidakseimbangan Beban Transformator GT.314 Pukul 19.00 WITA

Hari/Tanggal	Koefisien Fasa R,S,T			Ketidakseimbangan Beban Rata-rata (%)
	a	b	c	
Senin, 24 Februari 2020	0.834	1.106	1.060	11.05%
Selasa, 25 Februari 2020	0.563	1.213	1.224	29.14%
Rabu, 26 Februari 2020	0.590	1.396	1.014	27.35%
Kamis, 27 Februari 2020	0.442	1.378	1.180	37.20%
Jumat, 28 Februari 2020	1.041	1.137	0.821	11.90%
Sabtu, 29 Februari 2020	0.755	1.448	0.797	29.87%
Rata - Rata				24.42%

Hasil perhitungan pada Tabel 4.12 terlihat bahwa ketidakseimbangan beban rata-rata Transformator GT.314 Pukul 19.00 WITA terbesar yaitu ada pada hari Kamis sebesar 37,20%, sedangkan ketidakseimbangan beban rata-rata terkecil yaitu pada hari Senin sebesar 11,05%. Jadi ketidakseimbangan beban rata-

rata selama 6 hari yaitu pada hari senin sampai sabtu sebesar 24,42% seperti terlihat pada Gambar 4.9.



Gambar. 4.9 Grafik Ketidakseimbangan Beban Rata-Rata Transformator GT.314 Pukul 19.00 WITA

4.4 Identifikasi Adanya Beban Lebih Pukul 11.00 WITA dan Pukul 19.00 WITA

Untuk mengetahui adanya beban lebih pada setiap fasa transformator GT.315 dan GT.314 Pukul 11.00 WITA dan Pukul 19.00 WITA, maka harus melakukan perhitungan adanya beban lebih, kemudian dibandingkan dengan arus nominal dari transformator dengan arus setiap fasanya. Kemudian dilanjutkan dengan perhitungan yang sama untuk mengetahui adanya beban lebih pada setiap fasa daya gedung A dan gedung B Universitas Ichsan Gorontalo berdasarkan daya tersambung PLN.

4.4.1 Identifikasi Beban Lebih Transformator GT.315 Pukul 11.00 WITA dan Pukul 19.00 WITA

Untuk mengetahui arus nominal transformator GT.315 dengan daya 160 KVA dilakukan dengan perhitungan sebagai berikut:

$$S = \sqrt{3} \cdot V \cdot I_n \quad \Rightarrow \quad I_n = \frac{S}{\sqrt{3} \cdot V}$$

$$160000 \text{ VA} = \sqrt{3} \cdot 380 \cdot I_n$$

$$I_n = \frac{160000}{\sqrt{3} \cdot 380}$$

$$I_n = \frac{160000}{658,18}$$

$$I_n = 243.09 \text{ Ampere}$$

Setelah diperoleh arus nominal beban penuh yaitu sebesar 243 A, kemudian membandingkan besar arus disetiap fasa Transformator GT.315 dengan pembebanan 80% dari besar arus nominal beban penuh. Untuk mendapatkan besar arus pembebanan 80 % Transformator GT.315 dapat dihitung sebagai berikut:

$$I_n 80\% = I_n \times 0,8$$

$$= 243.09 \times 0,8$$

$$= 194,48 \text{ Ampere}$$

Jadi, arus nominal pembebanan 80% oleh Transformator 160 KVA yaitu 194,48 Ampere.

Tabel 4.13 Identifikasi Beban Lebih Transformator GT.315 Pukul 11.00 WITA dan Pukul 19.00 WITA

Hari/Tanggal	ARUS (A) SIANG			ARUS NOMINAL 80%	KET
	R	S	T		
Senin, 24 Februari 2020	113.00	91.60	101.60	194,48 A	$I_{R,S,T} < I_n$
Selasa, 25 Februari 2020	94.20	63.70	78.60		$I_{R,S,T} < I_n$
Rabu, 26 Februari 2020	81.40	52.10	61.80		$I_{R,S,T} < I_n$
Kamis, 27 Februari 2020	95.40	62.00	72.50		$I_{R,S,T} < I_n$
Jumat, 28 Februari 2020	57.40	48.80	51.30		$I_{R,S,T} < I_n$
Sabtu, 29 Februari 2020	122.80	66.20	75.10		$I_{R,S,T} < I_n$
Hari/Tanggal	ARUS (A)MALAM			194,48 A	KET
	R	S	T		
Senin, 24 Februari 2020	51.5	24.3	51.1		$I_{R,S,T} < I_n$
Selasa, 25 Februari 2020	50.6	29	24		$I_{R,S,T} < I_n$
Rabu, 26 Februari 2020	46.1	25.5	71.6		$I_{R,S,T} < I_n$

Kamis, 27 Februari 2020	49.6	33.3	42.9	194,48 A	$I_{R,S,T} < I_n$
Jumat, 28 Februari 2020	76.5	53.3	34.8		$I_{R,S,T} < I_n$
Sabtu, 29 Februari 2020	68.1	39.4	15.5		$I_{R,S,T} < I_n$

Dari Tabel 4.13 teridentifikasi bahwa Arus pembebanan terbesar yaitu 122,80 Ampere pada fasa R Transformator GT.315 di hari Sabtu Pukul 11.00 WITA, tetapi tidak melebihi besar arus pembebanan nominal 80% yaitu sebesar 194,48 Ampere.

4.4.2 Identifikasi Beban Lebih Transformator GT.314 Pukul 11.00 WITA dan Pukul 19.00 WITA

Untuk mengetahui arus nominal transformator GT.314 dengan daya 160 KVA dilakukan dengan perhitungan sebagai berikut:

$$S = \sqrt{3} \cdot V \cdot I_n \quad \Rightarrow \quad I_n = \frac{S}{\sqrt{3} \cdot V}$$

$$160000 \text{ VA} = \sqrt{3} \cdot 380 \cdot I_n$$

$$I_n = \frac{160000}{\sqrt{3} \cdot 380}$$

$$I_n = \frac{160000}{658,18}$$

$$I_n = 243.09 \text{ Ampere}$$

Setelah diperoleh arus nominal beban penuh yaitu sebesar 243 A, kemudian membandingkan besar arus disetiap fasa Transformator GT.314 dengan pembebanan 80% dari besar arus nominal beban penuh. Untuk mendapatkan besar arus pembebanan 80 % Transformator GT.314 dapat dihitung sebagai berikut:

$$I_n 80\% = I_n \times 0,8$$

$$= 243.09 \times 0,8$$

$$= 194,48 \text{ Ampere}$$

Jadi, arus nominal pembebanan 80% oleh Transformator 160 KVA yaitu 194,48 Ampere.

Tabel 4.14 Identifikasi Beban Lebih Transformator GT.314 Pukul 11.00 WITA dan Pukul 19.00 WITA

Hari/Tanggal	ARUS (A) SIANG			ARUS NOMINAL 80%	KET
	R	S	T		
Senin, 24 Februari 2020	72.7	64	76	194,48 A	$I_{R,S,T} < I_n$
Selasa, 25 Februari 2020	85.7	98.4	69.2		$I_{R,S,T} < I_n$
Rabu, 26 Februari 2020	60.8	56.8	24.8		$I_{R,S,T} < I_n$
Kamis, 27 Februari 2020	78.1	98.7	91.3		$I_{R,S,T} < I_n$
Jumat, 28 Februari 2020	60.8	56.8	24.8		$I_{R,S,T} < I_n$
Sabtu, 29 Februari 2020	61.1	54.5	24.5		$I_{R,S,T} < I_n$
Hari/Tanggal	ARUS (A)MALAM			194,48 A	KET
	R	S	T		
Senin, 24 Februari 2020	48.8	64.7	62		$I_{R,S,T} < I_n$
Selasa, 25 Februari 2020	24.6	53	53.5		$I_{R,S,T} < I_n$
Rabu, 26 Februari 2020	26.4	62.5	45.4		$I_{R,S,T} < I_n$
Kamis, 27 Februari 2020	23.1	72	61.7		$I_{R,S,T} < I_n$
Jumat, 28 Februari 2020	34.6	37.8	27.3		$I_{R,S,T} < I_n$
Sabtu, 29 Februari 2020	10.9	20.9	11.5		$I_{R,S,T} < I_n$

Dari Tabel 4.14 teridentifikasi bahwa Arus pembebanan terbesar yaitu 98,7 Ampere pada fasa S Transformator GT.314 di hari Kamis Pukul 19.00 WITA, tetapi tidak melebihi besar arus pembebanan nominal 80% yaitu sebesar 194,48 Ampere.

4.4.3 Identifikasi Beban Lebih Gedung A Dengan Daya Tersambung PLN Pukul 11.00 WITA dan Pukul 19.00 WITA

Untuk mengetahui arus nominal daya tersambung PLN pada gedung A dengan daya 82,5 KVA dilakukan dengan perhitungan sebagai berikut:

$$S = \sqrt{3} \cdot V \cdot I_n \quad \Rightarrow \quad I_n = \frac{S}{\sqrt{3} \cdot V}$$

$$82500 \text{ VA} = \sqrt{3} \cdot 380 \cdot I_n$$

$$I_n = \frac{82500}{\sqrt{3} \cdot 380}$$

$$I_n = \frac{160000}{658,18}$$

$$I_n = 125,35 \text{ Ampere}$$

Setelah diperoleh arus nominal beban penuh yaitu sebesar 125,35 A, kemudian membandingkan besar arus disetiap fasa Gedung A dengan pembebanan 80% dari besar arus nominal beban penuh daya tersambung PLN. Untuk mendapatkan besar arus pembebanan 80 % daya tersambung PLN pada gedung A dapat dihitung sebagai berikut:

$$\begin{aligned} I_n 80\% &= I_n \times 0,8 \\ &= 125,35 \times 0,8 \\ &= 100,28 \text{ Ampere} \end{aligned}$$

Jadi, arus nominal pembebanan 80% oleh daya tersambung PLN pada gedung A yaitu 100,28 Ampere.

Tabel 4.15 Identifikasi Beban Lebih Gedung A Dengan Daya Tersambung PLN Pukul 11.00 WITA dan Pukul 19.00 WITA

Hari/Tanggal	ARUS (A) SIANG			ARUS NOMINAL 80%	KET
	R	S	T		
Senin, 24 Februari 2020	113	91.6	101.6	100,28 A	$I_R>I_n, I_S<I_n, I_T>I_n$
Selasa, 25 Februari 2020	94.2	63.7	78.6		$I_{R,S,T} < I_n$
Rabu, 26 Februari 2020	81.4	52.1	61.8		$I_{R,S,T} < I_n$
Kamis, 27 Februari 2020	95.4	62	72.5		$I_{R,S,T} < I_n$
Jumat, 28 Februari 2020	57.4	48.8	51.3		$I_{R,S,T} < I_n$
Sabtu, 29 Februari 2020	122.8	66.2	75.1		$I_R>I_n, I_S<I_n, I_T<I_n$
Hari/Tanggal	ARUS (A)MALAM				KET
	R	S	T		
Senin, 24 Februari 2020	51.5	24.3	51.1	$I_{R,S,T} < I_n$	

Selasa, 25 Februari 2020	50.6	29	24	100,28 A	$I_{R,S,T} < I_n$
Rabu, 26 Februari 2020	46.1	25.5	71.6		$I_{R,S,T} < I_n$
Kamis, 27 Februari 2020	49.6	33.3	42.9		$I_{R,S,T} < I_n$
Jumat, 28 Februari 2020	76.5	53.3	34.8	100,28 A	$I_{R,S,T} < I_n$
Sabtu, 29 Februari 2020	68.1	39.4	15.5		$I_{R,S,T} < I_n$

Dari Tabel 4.15 teridentifikasi bahwa Arus pembebanan gedung A pada hari senin fasa R sebesar 113 Ampere dan fasa T sebesar 101,6 Ampere, serta pada hari sabtu fasa R sebesar 122,8 Ampere Pukul 11.00 WITA, masing – masing fasa tersebut telah melebihi arus nominal 80% daya tersambung PLN atau pembebanannya masing – masing 90.15%, 81.06% dan 97.97% dari pembebanan arus nominal beban penuh daya tersambung PLN.

4.4.4 Identifikasi Beban Lebih Gedung B Dengan Daya Tersambung PLN

Pukul 11.00 WITA dan Pukul 19.00 WITA

Untuk mengetahui arus nominal daya tersambung PLN pada gedung B dengan daya 41,5 KVA dilakukan dengan perhitungan sebagai berikut:

$$S = \sqrt{3} \cdot V \cdot I_n \quad \Rightarrow \quad I_n = \frac{S}{\sqrt{3} \cdot V}$$

$$41500 \text{ VA} = \sqrt{3} \cdot 380 \cdot I_n$$

$$I_n = \frac{41500}{\sqrt{3} \cdot 380}$$

$$I_n = \frac{41500}{658,18}$$

$$I_n = 63,05 \text{ Ampere}$$

Setelah diperoleh arus nominal beban penuh yaitu sebesar 63,05 A, kemudian membandingkan besar arus disetiap fasa Gedung B dengan pembebanan 80% dari besar arus nominal beban penuh daya tersambung PLN.

Untuk mendapatkan besar arus pembebanan 80 % daya tersambung PLN pada gedung B dapat dihitung sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 I_n 80\% &= I_n \times 0,8 \\
 &= 63,05 \times 0,8 \\
 &= 50,44 \text{ Ampere}
 \end{aligned}$$

Jadi, arus nominal pembebanan 80% oleh daya tersambung PLN pada gedung B yaitu 50,44 Ampere.

Tabel 4.16 Identifikasi Beban Lebih Gedung B Dengan Daya Tersambung PLN Pukul 11.00 WITA dan Pukul 19.00 WITA

Hari/Tanggal	ARUS (A) SIANG			ARUS NOMINAL 80%	KET
	R	S	T		
Senin, 24 Februari 2020	72.7	64	76	50,44 A	$I_{R,S,T} > I_n$
Selasa, 25 Februari 2020	85.7	98.4	69.2		$I_{R,S,T} > I_n$
Rabu, 26 Februari 2020	60.8	56.8	24.8		$I_R > I_n, I_S > I_n, I_T < I_n$
Kamis, 27 Februari 2020	78.1	98.7	91.3		$I_{R,S,T} > I_n$
Jumat, 28 Februari 2020	60.8	56.8	24.8		$I_R > I_n, I_S > I_n, I_T < I_n$
Sabtu, 29 Februari 2020	61.1	54.5	24.5		$I_R > I_n, I_S > I_n, I_T < I_n$
Hari/Tanggal	ARUS (A)MALAM			50,44 A	KET
	R	S	T		
Senin, 24 Februari 2020	48.8	64.7	62		$I_R < I_n, I_S > I_n, I_T > I_n$
Selasa, 25 Februari 2020	24.6	53	53.5		$I_R < I_n, I_S > I_n, I_T > I_n$
Rabu, 26 Februari 2020	26.4	62.5	45.4		$I_R < I_n, I_S > I_n, I_T < I_n$
Kamis, 27 Februari 2020	23.1	72	61.7		$I_R < I_n, I_S > I_n, I_T > I_n$
Jumat, 28 Februari 2020	34.6	37.8	27.3		$I_{R,S,T} < I_n$
Sabtu, 29 Februari 2020	10.9	20.9	11.5		$I_{R,S,T} < I_n$

Dari Tabel 4.16 teridentifikasi bahwa Arus pembebanan gedung B Pukul 11.00 WITA pada hari senin fasa R sebesar 72,7 Ampere, fasa S sebesar 64 Ampere, fasa T sebesar 76 Ampere, hari selasa fasa R sebesar 85,7 Ampere, S sebesar 98,4 Ampere, T sebesar 69,2 Ampere, hari rabu fasa R sebesar 60,8 Ampere, fasa S sebesar 56,8 Ampere, hari kamis fasa R sebesar 78,1 Ampere, fasa

S sebesar 98,7 Ampere, Fasa T sebesar 91,3 Ampere, hari jumat fasa R sebesar 60,8 Ampere, fasa S sebesar 56,8 Ampere dan hari sabtu fasa R sebesar 61,1 Ampere, fasa S sebesar 54,5 Ampere, kemudian Pukul 19.00 WITA hari senin fasa S sebesar 64,7 Ampere, fasa T sebesar 62 Ampere, selasa fasa S sebesar 53 Ampere, fasa T sebesar 53,5 Ampere, hari rabu fasa S sebesar 62,5 Ampere dan hari kamis fasa S sebesar 72 Ampere, fasa T sebesar 61,7 Ampere.

Pada masing – masing fasa tersebut telah melebihi arus nominal 80% daya tersambung PLN atau pembebanannya masing – masing Pukul 11.00 WITA pada hari senin fasa R 115,30%, S 101,50%, T 120,53%, hari selasa fasa R 135,92%, fasa S 156,06%, fasa T 109,75%, hari rabu fasa R 96,43 %, fasa S 90,08%, kamis fasa R 123,86%, fasa S 156,54%, fasa T 144,80%, hari jumat fasa R 96,43%, fasa S 90,08% dan pada hari sabtu fasa R 96,90%, fasa S 86,44%, sehingga pembebanan terbesar ada pada hari kamis fasa S yaitu sebesar 156,54% atau kelebihan beban 35,65 Ampere dari pembebanan arus nominal beban penuh daya tersambung PLN.

BAB V

KESIMPULAN

1.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis dan pembahasan Analisis Pembebanan Pada Transformator Distribusi GT.315 Dan GT.314 Di Universitas Ichsan Gorontalo, maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

1. Data pengukuran dilakukan selama 6 hari yang diawali hari senin tanggal 24 Februari 2020 hingga 29 Februari 2020. Waktu pengukuran yaitu pada siang hari pukul 11.00 WITA dan malam hari pukul 19.00 WITA. Dari data pengukuran terlihat bahwa beban tertinggi yaitu saat aktifitas kampus disiang hari.
2. Persentase pembebanan rata-rata dari hari senin sampai hari sabtu Transformator GT.315 pukul 11.00 WITA yaitu rata-rata pembebanannya sebesar 77,19 Ampere atau 33,43% dan pukul 19.00 WITA rata-rata pembebanannya sebesar 43,73 Ampere atau 18,93%, kemudian Transformator GT.314 pukul 11.00 WITA rata-rata pembebanannya sebesar 64,39 Ampere atau 27,88% dan pukul 19.00 WITA rata-rata pembebanannya sebesar 41,15 Ampere atau 17,82%. Jadi persentase pembebanan rata-rata terbesar yaitu ada pada Transformator GT.315 siang hari pukul 11.00 WITA.
3. Persentase ketidakseimbangan beban rata-rata hari senin sampai hari sabtu pada transformator GT.315 pukul 11.00 WITA yaitu 14,28% dan pukul 19.00 WITA 29,47%, kemudian pada transformator GT.314 pukul 11.00

WITA yaitu 20,38% dan pukul 19.00 WITA 24,42%. Jadi, persentase ketidakseimbangan beban rata-rata terbesar yaitu pada transformator GT.315 pukul 19.00 WITA.

4. Dari hasil identifikasi beban lebih, terlihat pada gedung A siang hari pukul 11.00 WITA, serta gedung B pukul 11.00 WITA dan pukul 19.00 WITA dari pembebanan arus nominal 80% daya tersambung PLN. Identifikasi beban lebih terbesar yaitu pada hari Kamis fasa S yaitu sebesar 156,54% atau kelebihan beban 35,65 Ampere dari pembebanan arus nominal beban penuh daya tersambung PLN.
5. Semakin besar ketidakseimbangan beban suatu transformator, maka transformator tersebut akan mengalami beban lebih (*over load*) satu fasa, Hal ini dikarenakan semakin besarnya arus yang mengalir pada salah satu fasa pada trafo tersebut.

5.2 Saran

Dari hasil penelitian terlihat bahwa disarankan kepada pihak kampus harus membagi beban disetiap fasa secara merata dan segera menambah daya tersambung dari PLN, karena bebannya melebihi kapasitas beban penuh daya tersambung PLN. Untuk peneliti selanjutnya disarankan agar dapat melanjutkan penelitian ini dengan rekonfigurasi sistem instalasi listrik gedung di Universitas Ichsan Gorontalo, sehingga pembagian bebannya merata.

DAFTAR PUSTAKA

- Alimuddin, Suhendar, Herudin, Firmansyah, T., & Sachroni, R. (2007). *ANALISIS KETIDAKSEIMBANGAN BEBAN TRAFO DISTRIBUSI UNTUK*. 208–213.
- Bangun, B. E. (2009). *Studi Penempatan Transformator Distribusi Berdasarkan Jatuh Tegangan*. Universitas Sumatra Utara.
- Berahim, & Hamzah. (1996). *Pengantar teknik tenaga listrik : teori ringkas dan penyelesaian soal* (2nd ed.). Andi Offset.
- Gassing, & Jaya, I. (2013). *Optimalisasi pembebanan transformator distribusi dengan penyeimbangan beban*. 7, 978–979.
- Julianto, E. (2016). Studi Pengaruh Ketidakseimbangan Pembebanan Transformator Distribusi 20KV PT PLN (PERSERO) Cabang Pontianak. *Jurnal Teknik Elektro*, 1–6.
- Julius Sentosa Setiadji, Tabrani Machmudsyah, & Yanuar Isnanto. (2007). Pengaruh Ketidakseimbangan Beban Terhadap Arus Netral dan Losses pada Trafo Distribusi. *Jurnal Teknik Elektro*, 7(2), 68–73. <http://puslit2.petra.ac.id/ejournal/index.php/elk/article/view/16701>
- Kongah, D., Sarjan, M., & Mukhlis, B. (2014). Analisis Pembebanan Transformator Gardu Selatan. *Mektrik*, 1(1), 11–19.
- Sudaryanto Sudirman. (2002). *Analisis rangkaian listrik*. ITB.
- Sugiyono. (2013). *Metode penelitian kuantitatif, kualitatif dan kombinasi (mixed methods)*. Alfabeta.
- Yakob Liklikwatil. (2014). *Mesin-mesin Listrik untuk D3*. Deepublish.
- Zuhal, & Zhanggischan. (2004). *Prinsip-Prinsip Elektroteknik* No Title. PT.Gramedia.

9/1/2019

lemlit.ichsan@lemlit.cetak-surat-penelitian-mahasiswa/1184/



**KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI DAN PENDIDIKAN TINGGI
LEMBAGA PENELITIAN (LEMLIT)
UNIVERSITAS ICHSAN GORONTALO**

Jl. Raden Saleh No. 17 Kota Gorontalo
Telp: (0435) 8724466, 829975; Fax: (0435) 82997;
E-mail: lembagapenelitian@unisan.ac.id

Nomor : 1322/PIP/LEMLIT-UNISAN/GTO/I/2019

Lampiran : -

Hal : Permohonan Izin Penelitian

Kepada Yth,

UNIVERSITAS ICHSAN GORONTALO

di,-

KOTA GORONTALO

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Dr. Rahmisyari, ST., SE
NIDN : 0929117202
Jabatan : Ketua Lembaga Penelitian

Meminta kesediannya untuk memberikan izin pengambilan data dalam rangka penyusunan **Proposal / Skripsi**, kepada :

Nama Mahasiswa : Randi Nakoda
NIM : T2115052
Fakultas : Fakultas Teknik
Program Studi : Teknik Elektro
Lokasi Penelitian : UNISAN GORONTALO
Judul Penelitian : OPTIMALISASI KETIDAKSEIMBANGAN BEBAN UNIT TRANSFORMATOR DISTRIBUSI DI UNIVERSITAS ICHSAN GORONTALO

Atas kebijakan dan kerja samanya diucapkan banyak terima kasih.

Gorontalo, 09 Januari 2019
Ketua,

Dr. Rahmisyari, ST., SE
NIDN 0929117202



KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN
UNIVERSITAS ICHSAN
(UNISAN) GORONTALO

SURAT KEPUTUSAN MENDIKNAS RI NOMOR 84/D/O/2001
Jl. Achmad Nadjamuddin No. 17 Telp (0435) 829975 Fax (0435) 829976 Gorontalo

SURAT REKOMENDASI BEBAS PLAGIASI

No. 0120/UNISAN-G/S-BP/IV/2020

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Sunarto Taliki, M.Kom
NIDN : 0906058301
Unit Kerja : Pustikom, Universitas Ichsan Gorontalo

Dengan ini Menyatakan bahwa :

Nama Mahasiswa : RANDI NAKODA
NIM : T2115052
Program Studi : Teknik Elektro (S1)
Fakultas : Fakultas Teknik
Judul Skripsi : Analisis Ketidakseimbangan Beban Transformator
Distribusi GT 315 dan GT 314 di Universitas Ichsan
Gorontalo

Sesuai dengan hasil pengecekan tingkat kemiripan skripsi melalui aplikasi Turnitin untuk judul skripsi di atas diperoleh hasil Similarity sebesar 24%, berdasarkan SK Rektor No. 237/UNISAN-G/SK/IX/2019 tentang Panduan Pencegahan dan Penanggulangan Plagiarisme, bahwa batas kemiripan skripsi maksimal 35% dan sesuai dengan Surat Pernyataan dari kedua Pembimbing yang bersangkutan menyatakan bahwa isi softcopy skripsi yang diolah di Turnitin SAMA ISINYA dengan Skripsi Aslinya serta format penulisannya sudah sesuai dengan Buku Panduan Penulisan Skripsi, untuk itu skripsi tersebut di atas dinyatakan BEBAS PLAGIASI dan layak untuk diujikan.

Demikian surat rekomendasi ini dibuat untuk digunakan sebagaimana mestinya.

Gorontalo, 21 April 2020

Tim Verifikasi,



Sunarto Taliki, M.Kom

NIDN. 0906058301

Tembusan :

1. Dekan
2. Ketua Program Studi
3. Pembimbing I dan Pembimbing II
4. Yang bersangkutan
5. Arsip

ANALISIS PEMBEBANAN PADA TRANSFORMATOR DISTRIBUSI GT.315 DAN GT.314 DI UNIVERSITAS ICHSAN GORONTALO

ORIGINALITY REPORT

24%

SIMILARITY INDEX

22%

INTERNET SOURCES

4%

PUBLICATIONS

17%

STUDENT PAPERS

PRIMARY SOURCES

1

www.scribd.com

Internet Source

5%

2

kerajaanlazuardi.blogspot.com

Internet Source

3%

3

pt.scribd.com

Internet Source

2%

4

jurnal.usu.ac.id

Internet Source

2%

5

Submitted to LL Dikti IX Turnitin Consortium

Student Paper

2%

6

media.neliti.com

Internet Source

2%

7

industrielektric.blogspot.co.id

Internet Source

1%

8

Submitted to Universitas Negeri Jakarta

Student Paper

1%

9	eprints.umm.ac.id Internet Source	1 %
10	lib.ui.ac.id Internet Source	1 %
11	fr.scribd.com Internet Source	1 %
12	Submitted to STT PLN Student Paper	1 %
13	gamow.ist.utl.pt Internet Source	1 %
14	id.scribd.com Internet Source	<1 %
15	Submitted to Sriwijaya University Student Paper	<1 %
16	ojs.polinpdg.ac.id Internet Source	<1 %
17	id.123dok.com Internet Source	<1 %
18	www.bloglistrik.com Internet Source	<1 %
19	puslit.petra.ac.id Internet Source	<1 %
20	repository.polimdo.ac.id Internet Source	

<1 %

21 digilib.batan.go.id
Internet Source

<1 %

Exclude quotes On

Exclude matches < 25 words

Exclude bibliography On

RIWAYAT HIDUP

MOH.RIFKI AKILI, Lahir Di
Pinontoyonga, Kecamatan Atinggola,
Kabupaten Gorontalo Utara, Provinsi
Gorontalo, pada tanggal 09 Februari 1994
Beragama Islam Dengan jenis kelamin Laki-
Laki Dan merupakan Anak Pertama Dari
Pasangan **Bapak Harun Nahkoda** Dan **Ibu**
Rauna Van Gobel. S.p

RIWAYAT PENDIDIKAN

1. Pendidikan Formal
 - a. Lulusan Sekolah Dasar (SD) Negeri 1 Pinontoyonga Tahun 2006
 - b. Lulusan Sekolah Menengah Pertama (SMP) Negeri 3 Atinggola Tahun 2009
 - c. Lulusan Sekolah Menengah Kejuruan (SMK) Negeri 3 Gorontalo Tahun 2012
 - d. Lulusan Universitas Ichsan (UNISAN) Gorontalo Tahun 2020
2. Pendidikan Non Formal
 - a. Peserta Masa Orientasi Mahasiswa Baru Universitas Ichsan Gorontalo Tahun 2015
 - b. Peserta Studi Kerja Lapangan (SKL) Jogja, Malang, Semarang, Probolinggo, Dan Bali Tahun 2018
 - c. Peserta Kuliah Kerja Lapangan Pengabdian (KKLP) Tahun 2019

Peserta Kuliah Kerja Lapangan (KP) PLTMH Monganggo Tahun
2018