

SKRIPSI

ANALISIS PENGARUH PERUBAHAN BEBAN LISTRIK TERHADAP TRANSFORMATOR DAYA PADA PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA UAP PT.INDONESIA POWER UJP PLTU BARRU



UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MAKSSAR

2022

**ANALISIS PENGARUH PERUBAHAN BEBAN LISTRIK
TERHADAP TRANSFORMATOR DAYA PADA
PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA UAP PT.INDONESIA
POWER UJP PLTU BARRU**

SKRIPSI

Diajukan sebagai salah satu syarat

Untuk memperoleh gelar Strata Satu (S1)

Program Studi Teknik Listrik

Jurusan Teknik Elektro

Fakultas Teknik

Disusun dan diajukan oleh :

SRI WAHYUL

ASMAR

10582155615

10582157915

PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MAKSSAR

2022

07/02/2022

1 sep
Smb. Alim

13/09/18/ELT/2020
WAH
a



UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MAKASSAR

FAKULTAS TEKNIK

GEDUNG MENARA IQRA LT. 3

Jl. Sultan Alauddin No. 259 Telp. (0411) 866 972 Fax (0411) 865 588 Makassar 90221

Website: <https://unismuh.ac.id>, e_mail: elektroft@unismuh.ac.id

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

HALAMAN PENGESAHAN

Tugas Akhir ini diajukan untuk memenuhi syarat ujian guna memperoleh gelar Sarjana Teknik (ST) Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar.

Judul Skripsi : **ANALISIS PENGARUH PERUBAHAN BEBAN LISTRIK TERHADAP TRANSFORMATOR DAYA PADA PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA UAP PT INDONESIA POWER UJP PLTU BARRU**

Nama : 1. Sri Wahyul

2. Asmar

Stambuk : 1. 105 82 1556 15

2. 105 82 1579 15

Makassar, 31 Januari 2022

Telah Diperiksa dan Disetujui
Oleh Dosen Pembimbing:

Pembimbing I

Pembimbing II


Dr. Ir. Zahir Zainuddin, M.Sc


Suryani, S.T., M.T

Mengetahui,
Ketua Prodi Teknik Elektro



Adriani, S.T., M.T.

NBM : 1044 202



بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

PENGESAHAN

Skripsi atas nama **Sri Wahyu** dengan nomor induk Mahasiswa 105 82 1556 15 dan **Asmar** dengan nomor induk Mahasiswa 105 82 1579 15, dinyatakan diterima dan disahkan oleh Panitia Tugas Akhir/Skripsi sesuai dengan Surat Keputusan Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar Nomor : 0003/SK-Y/20201/091004/2022, sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar pada hari Sabtu, 29 Januari 2022.

Penyelia Ujian :

Pengawas Umum

Makassar,

28 Jumadil Akhir 1443 H

31 Januari 2022 M

Rector Universitas Muhammadiyah Makassar

Prof. Dr. H. Ambo Asse, M.Ag

Dekan Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin

Prof. Dr. Ir. H. Muh. Arsyad Thaha, M.T

Penguji

Ketua : Ir. Abdul Hafid, M.T

Sekretaris : Adriani, S.T., M.T

Anggota : 1. Andi Faharuddin, S.T., M.T

2. Dr. Ir. H. Antarissubhi, S.T., M.T

3. Dr. Ir. Hj. Hafsah Nirwana, M.T

Mengetahui :

Pembimbing I

Pembimbing II

Ir. Zahir Zainuddin, M.Sc

Suryani, S.T., M.T



Dekan

Dr. Ir. H. Nurnawaty, S.T., M.T., IPM

NBM : 795 108

MOTTO

Keberhasilan adalah kemampuan untuk melewati dan mengatasi dari satu kegagalan berikutnya tanpa harus kehilangan semangat

(WINSTON CHURCHILL)

UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH
MAKASSAR

Man Jadda Wa Jadda

(Barang siapa yang bersungguh-sungguh dia akan mendapatkannya)

(AL-HADITS)

UNIT PERPUSTAKAAN DAN PENERBITAN

KATA PENGANTAR



Assalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh

Syukur Alhamdulillah Segala puji dan puja bagi Allah SWT, atas segala limpahan rahmat, karunia serta hidayahnya dan atas izinnya lah kami dapat menyusun skripsi ini dengan baik. Tak lupa pula kami kirimkan shalawat dan salam semoga tetap tercurah kepada junjungan besar kita Rasulullah Nabi Muhammad Saw serta para sahabatnya, keluarganya dan pengikut-pengikutnya hingga akhir zaman.

Skripsi ini merupakan tugas akhir yang disusun sebagai salah satu persyaratan akademik yang harus ditempuh dalam rangka menyelesaikan program studi pada jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar. Adapun judul tugas akhir kami adalah "ANALISIS PENGARUH PERUBAHAN BEBAN LISTRIK TERHADAP TRANSFORMATOR DAYA PADA PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA UAP PT. INDONESIA POWER UJP PLTU BARRU" pada waktunya.

Dalam penyusunan tugas akhir ini, penulis banyak mendapat tantangan dan hambatan akan tetapi dengan bantuan dari berbagai pihak, tantangan itu bisa teratasi. Olehnya itu, penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada semua pihak yang telah membantu dalam penyusunan tugass akhir ini, semoga bantuannya mendapat balasan yang setimpal dai Allah SWT.

Penulis menyadari bahwa sejak persiapan dan proses penelitian hingga pelaporan hasil penelitian ini terdapat banyak kesulitan dan tantangan yang dihadapi baik itu dari segi teknis penulisan maupun perhitungan hasil analisis. Oleh karena itu penulis menerima dengan ikhlas koreksi dan saran guna penyempurnaan tugas selanjutnya.

Saya mengucapkan banyak terima kasih dan permohonan maaf yang sebesar-besarnya kepada orang tua kami, kedua orang tua: ayahanda MARSUKI dan ibunda SYAMSIAH & ayahanda NASIR HUSENG dan Ibunda RAHMATANG tercinta. Yang dengan penuh cinta dan kesabaran serta kasih sayang dalam membesarkan, mendidik dan mendukung penulisan yang tidak henti-hentinya memanjatkan doa demi keberhasilan dan kebahagiaan penulis dan juga saudara(i)ku terkasih.

Skripsi ini dapat selesai dengan baik berkat bantuan, arahan, dan bimbingan dari berbagai pihak. Oleh karena itu dengan ketulusan dan kerendahan hati saya mengucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak Prof. Dr. H. Anibo Asse. M. Ag sebagai Rektor Universitas Muhammadiyah Makassar,
2. Ibu Prof. Ir. Nurnawaty ST., MT., IPM selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar,
3. Ibu Adriani, ST., MT., Selaku Ketua Prodi Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Makassar,

4. Bapak Dr.Ir. Zahir Zainuddin, M.Sc selaku pembimbing I dan Ibu Suryani, S.T.,M.T selaku pembimbing II, Yang telah banyak meluangkan waktu membimbing dan mendidik kami.
5. Bapak Defiar anis selaku manajer PLN Unit Induk Pembangunan (UIP) Sulawesi, dan para staf pegawai PLTU Barru atas kerjasamanya yang telah mengizinkan dan mendidik penulisan dalam penelitian di PLTU Barru.
6. Bapak/Ibu dosen serta staf pegawai Fakultas Teknik yang telah mendidik penulisan dan melayani pengurusan penulisan selama proses belajar di Universitas Muhammadiyah Makassar.
7. Saudara-saudaraku serta rekan-rekan mahasiswa Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar khususnya angkatan REAKSI 2015, yang dengan ke akrab dan persaudaraan banyak memberikan semangat dan motivasi dalam menyelesaikan tugas akhir ini.

Semoga semua pihak yang membantu penulisan mendapatkan pahala disisi Allah SWT dan Skripsi yang sederhana ini dapat bermanfaat bagi penulis, rekan-rekan dan perkembangan teknologi untuk kehidupan yang lebih baik lagi.

Billahi Fi Sabilil Haq Fastabiqul Khairat

Wassalamu 'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh

Makassar, 13 Desember 2021

Penyusun

ABSTRAK

Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Makassar

Email : asmarammarsyam@gmail.com

Email : wahyulsri08@gmail.com

Abstrak; Asmar 105 82 1579 15 dan Sri Wahyul 105 82 1556 15 : Analisis Pengaruh Perubahan Beban Listrik Terhadap Transformator Daya Pada Pembangkit Listrik Tenaga Uap PT Indonesia Power UJP PLTU Barru (dibimbing oleh Zahir Zainuddin Dan Suryani). Efisiensi Transformator selalu dipengaruhi oleh rugi-rugi pada transformator itu sendiri dalam hal ini semakin besar beban yang terpasang maka akan semakin besar pula rugi-rugi inti dan tembaga yang dihasilkan, begitu juga apabila pada transformator terjadi perubahan daya maka akan terjadi pula perubahan rugi-rugi total. Penelitian ini dilakukan di PLTU Barru yang beralamat di Desa Lampoko, Kecamatan Balusu, Kabupaten Barru, dengan menggunakan cara pengambilan data, wawancara pembimbing lapangan, dan study literature serta dalam menentukan nilai efisiensi dan rugi-rugi total dilakukan dengan metode matematis atau perhitungan manual sesuai rumus yang berlaku. Dari hasil perhitungan yang dilakukan maka dapat diperoleh nilai rata-rata efisiensi saat beban tertinggi siang 98,685% dan saat beban tertinggi malam 97,885% sedangkan pada terendah siang 98,557% dan saat beban terendah malam 98,385%. Dari hasil perhitungan yang lainnya dimana nilai rugi total yang terdapat pada transformator daya saat beban tertinggi siang 39,048kv dan saat beban tertinggi malam 38,705kv sedangkan pada terendah siang 38,432kv dan saat terendah malam 38,310kv.

Kata Kunci : Efisiensi Trafo, Rugi-rugi daya, Nilai Rata-rata

ABSTRACT

Departemen of Electrical, Faculty of Engineering, Muhammadiyah University, Makassar

Email : asmarammarsyam@gmail.com

Email : wahyulsri08@gmail.com

Abstract: Asmar 105 82 1579 15 and Sri Wahyul 105 82 1556 15 Analysis of the Effect of Changes in Electrical Load on Power Transformers at PT Indonesia Poxwer UJP PLTU Barru Steam Power Plant (supervised by Zahir Zaimuddin And Suryani). Transformer efficiency is always influenced by losses in the transformer itself, in this case the greater the load installed, the greater the core and copper losses produced, as well as if the transformer changes in power, there will also be changes in losses total. This research was conducted at the PLTU Barru which is located at Lampoko Village, Balusu sub-district, Barru Regency, using data collection methods, field supervisor interviews, and literature studies and in determining the value of efficiency and total losses carried out by mathematical methods or manual calculations according to the formula applicable. From the results of the calculations carried out, it can be obtained the average value of the efficiency when the highest load is 98,685% during the day and 97,885% at night, while the lowest is 98,557% during the day and 98,385% at night. From the results of other calculations where the total loss value contained in the power transformer when the highest load is 39,048kv during the day and the highest at night is 38,705kv while the lowest is 38,432kv during the day and the lowest at night is 38,310kv.

Kata Kunci : Transformer efficiency, Power losses, Average value

DAFTAR ISI

HALAMAN SAMPUL	i
LEMBAR PENGESAHAN	iii
LEMBAR PERSETUJUAN	iv
MOTTO	v
KATA PENGANTAR	vi
ABSTRAK	ix
DAFTAR ISI	xi
DAFTAR GAMBAR	xiv
DAFTAR TABEL	xvi
DAFTAR SINGKATAN	xvii
BAB I PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang	1
B. Rumusan Masalah	3
C. Batasan Masalah	3
D. Tujuan Penelitian	4
E. Manfaat Penelitian	4

F. Sistematika Penulisan.....	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	6
A. Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU) 2x50MW Baru.....	6
B. Transformator (TRAFO).....	8
1. Prinsip kerja Transformator.....	12
2. Transformator Tanpa Beban.....	14
3. Transformator Dengan Beban.....	16
C. Rugi-rugi daya Transformator.....	17
D. Rugi tembaga (Pcu).....	18
E. Rugi Besi.....	19
F. Efisiensi Transformator.....	20
BAB III METODE PENELITIAN.....	22
A. Tempat dan Waktu Penelitian.....	22
B. Alat dan bahan penelitian.....	22
C. Jenis Data dan Sumber Data.....	22
D. Metode Penelitian.....	23
E. Teknik Analisis Data.....	23
F. Hasil.....	24
G. Flowchart Penelitian.....	25

BAB IV ANALISA DAN PEMBAHASAN	26
A. PT Indonesia Power UJP PLTU Barru (2x50 MW)	26
B. Transformator Daya	28
C. Data Pembebanan Transformator Daya	29
D. Daya Semu / Daya Total	31
E. Rugi-Rugi Inti	32
F. Rugi-Rugi Tembaga	32
G. Analisis Pembebanan Dan Efisiensi Transformator	33
1. Data pembebanan dan efisiensi tertinggi	33
2. Data pembebanan dan efisiensi terendah	34
H. Analisis Hasil Penelitian	35
1. Perbandingan Daya saat pembebanan terhadap efisiensi trafo	36
2. Perbandingan Daya saat pembebanan terhadap Rugi total trafo	38
BAB V PENUTUP	41
A. Kesimpulan	41
B. Saran	42
DAFTAR PUSTAKA	43
LAMPIRAN	45

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Skema PLTU secara umum	6
Gambar 2.2 Skema perubahan energi pada PLTU	8
Gambar 2.3 Skema Transformator	10
Gambar 2.4 Trafo Utama PLTU Barru	11
Gambar 2.5 Arus Bolak-Balik Mengelilingi Inti Besi	12
Gambar 2.6 Prinsip kerja transformator	12
Gambar 2.7 Rangkaian pengganti transformator	13
Gambar 2.8 Rangkaian ekivalen transformator	13
Gambar 2.9 Rangkaian ekivalen transformator dari sisi primer	14
Gambar 2.10 Transformator tanpa beban	14
Gambar 2.11 Vektor transformator tanpa beban	14
Gambar 2.12 Transformator dengan beban	16
Gambar 2.13 Diagram Rugi-rugi dan efisiensi Transformator	18
Gambar 3.1 Flowchart Penelitian	25
Gambar 4.1 Kantor PT Indonesia Power UJP PLTU Barru	26

Gambar 4.2 Transformator Daya UJP PLTU Barru.....	28
Gambar 4.3 Perbandingan Daya Terhadap Efisiensi Tertinggi siang.....	36
Gambar 4.4 Perbandingan Daya Terhadap Efisiensi Tertinggi malam.....	36
Gambar 4.5 Perbandingan Daya Terhadap Efisiensi terendah siang.....	37
Gambar 4.6 Perbandingan Daya Terhadap Efisiensi terendah malam.....	37
Gambar 4.7 Perbandingan Daya Terhadap rugi Total Tertinggi siang.....	38
Gambar 4.8 Perbandingan Daya Terhadap rugi Total Tertinggi Malam.....	39
Gambar 4.7 Perbandingan Daya Terhadap rugi Total terendah siang.....	39
Gambar 4.7 Perbandingan Daya Terhadap rugi Total terendah malam.....	40



DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Spesifikasi Transformator Utama PLTU Barru.....	11
Tabel 4.1 Spesifikasi Transformator Utama PLTU Barru.....	28
Tabel 4.2 Pembebanan tertinggi siang hari.....	29
Tabel 4.3 Pembebanan tertinggi Malam hari.....	29
Tabel 4.4 Pembebanan terendah siang hari.....	30
Tabel 4.5 Pembebanan terendah malam hari.....	30
Tabel 4.6 Analisis Pembebanan tertinggi siang hari.....	33
Tabel 4.7 Analisis Pembebanan tertinggi malam hari.....	34
Tabel 4.8 Analisis Pembebanan terendah siang hari.....	34
Tabel 4.9 Analisis Pembebanan terendah malam hari.....	35

DAFTAR ISI

HALAMAN SAMPUL.....	i
LEMBAR PENGESAHAN.....	iii
LEMBAR PERSETUJUAN.....	iv
MOTTO.....	v
KATA PENGANTAR.....	vi
ABSTRAK.....	ix
DAFTAR ISI.....	xi
DAFTAR GAMBAR.....	xiv
DAFTAR TABEL.....	xvi
DAFTAR SINGKATAN.....	xvii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
A. Latar Belakang.....	1
B. Rumusan Masalah.....	3
C. Batasan Masalah.....	3
D. Tujuan Penelitian.....	4
E. Manfaat Penelitian.....	4

F. Sistematika Penulisan.....	5
-------------------------------	---

BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....6

A. Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU)2x50MW Barru.....	6
--	---

B. Transformator (TRAFO).....	8
-------------------------------	---

1. Prinsip kerja Transformator.....	12
-------------------------------------	----

2. Transformator Tanpa Beban.....	14
-----------------------------------	----

3. Transformator Dengan Beban.....	16
------------------------------------	----

C. Rugi-rugi daya Transformator.....	17
--------------------------------------	----

D. Rugi tembaga (Pcu).....	18
----------------------------	----

E. Rugi Besi.....	19
-------------------	----

F. Efisiensi Transformator.....	20
---------------------------------	----

BAB III METODE PENELITIAN.....22

A. Tempat dan Waktu Penelitian.....	22
-------------------------------------	----

B. Alat dan bahan penelitian.....	22
-----------------------------------	----

C. Jenis Data dan Sumber Data.....	22
------------------------------------	----

D. Metode Penelitian.....	23
---------------------------	----

E. Teknik Analisis Data.....	23
------------------------------	----

F. Hasil.....	24
---------------	----

G. Flowchart Penelitian.....	25
------------------------------	----

BAB IV ANALISA DAN PEMBAHASAN	26
A. PT Indonesia Power UJP PLTU Barru (2x50 MW)	26
B. Transformator Daya	28
C. Data Pembebanan Transformator Daya	29
D. Daya Semu / Daya Total	31
E. Rugi-Rugi Inti	32
F. Rugi-Rugi Tembaga	32
G. Analisis Pembebanan Dan Efisiensi Transformator	33
1. Data pembebanan dan efisiensi tertinggi	33
2. Data pembebanan dan efisiensi terendah	34
H. Analisis Hasil Penelitian	35
1. Perbandingan Daya saat pembebanan terhadap efisiensi trafo	36
2. Perbandingan Daya saat pembebanan terhadap Rugi total trafo	38
BAB V PENUTUP	41
A. Kesimpulan	41
B. Saran	42
DAFTAR PUSTAKA	43
LAMPIRAN	45

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Skema PLTU secara umum	6
Gambar 2.2 Skema perubahan energi pada PLTU	8
Gambar 2.3 Skema Transformator.....	10
Gambar 2.4 Trafo Utama PLTU Barru.....	11
Gambar 2.5 Arus Bolak-Balik Mengelilingi Inti Besi	12
Gambar 2.6 Prinsip kerja transformator	12
Gambar 2.7 Rangkaian pengganti transformator.....	13
Gambar 2.8 Rangkaian ekivalen transformator.....	13
Gambar 2.9 Rangkaian ekivalen transformator dari sisi primer	14
Gambar 2.10 Transformator tanpa beban.....	14
Gambar 2.11 Vektor transformator tanpa beban.....	14
Gambar 2.12 Transformator dengan beban.....	16
Gambar 2.13 Diagram Rugi-rugi dan efisiensi Transformator	18
Gambar 3.1 Flowchart Penelitian	25
Gambar 4.1 Kantor PT Indonesia Power UJP PLTU Barru.....	26

Gambar 4.2 Transformator Daya UJP PLTU Barru.....	28
Gambar 4.3 Perbandingan Daya Terhadap Efisiensi Tertinggi siang.....	36
Gambar 4.4 Perbandingan Daya Terhadap Efisiensi Tertinggi malam	36
Gambar 4.5 Perbandingan Daya Terhadap Efisiensi terendah siang	37
Gambar 4.6 Perbandingan Daya Terhadap Efisiensi terendah malam	37
Gambar 4.7 Perbandingan Daya Terhadap rugi Total Tertinggi siang	38
Gambar 4.8 Perbandingan Daya Terhadap rugi Total Tertinggi Malam	39
Gambar 4.7 Perbandingan Daya Terhadap rugi Total terendah siang	39
Gambar 4.7 Perbandingan Daya Terhadap rugi Total terendah malam.....	40



DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Spesifikasi Transformator Utama PLTU Barru.....	11
Tabel 4.1 Spesifikasi Transformator Utama PLTU Barru.....	28
Tabel 4.2 Pembebanan tertinggi siang hari.....	29
Tabel 4.3 Pembebanan tertinggi Malam hari.....	29
Tabel 4.4 Pembebanan terendah siang hari.....	30
Tabel 4.5 Pembebanan terendah malam hari.....	30
Tabel 4.6 Analisis Pembebanan tertinggi siang hari.....	33
Tabel 4.7 Analisis Pembebanan tertinggi malam hari.....	34
Tabel 4.8 Analisis Pembebanan terendah siang hari.....	34
Tabel 4.9 Analisis Pembebanan terendah malam hari.....	35

DAFTAR SINGKATAN



AC	= Alternating Current
CFB	= Circulating Fluidized Bed
DC	= Direct Current
GGM	= Gaya Gerak Magnet
GGL	= Gaya Gerak Listrik
HSD	= High Speed Diesel
Hz	= Hertz
KG	= Kilo Gram
KV	= Kilo Volt
KVA	= Kilo Volt Ampere
MW	= Mega Watt
MVA	= Mega Volt Ampere
UJP	= Unit Jasa Pembangkit
PT	= Perseroan Terbatas
PLTU	= Pembangkit Listrik tenaga Uap
RPM	= Revolutions Per Minute

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Energi Listrik adalah hal yang sangat dibutuhkan pada kehidupan masyarakat, kebutuhan akan energi listrik seiring berjalannya zaman terus akan semakin meningkat. Indonesia merupakan negara berkembang yang menjadikan teknologi sebagai sebuah peluang untuk mendorong pertumbuhan ekonomi. Tenaga listrik merupakan pedoman bagi kehidupan modern dan tersedianya jumlah dan mutu yang cukup menjadi syarat bagi suatu masyarakat yang memiliki tingkat taraf kehidupan yang lebih baik dan perkembangan industri yang lebih maju. (Abdul 2010 : 3)

Salah satu alat yang digunakan dalam mengkonversi listrik yaitu transformator atau sering disebut trafo. Transformator ini berfungsi untuk menyalurkan tenaga atau daya listrik dari tegangan tinggi ke tegangan rendah atau sebaliknya. Pada transformator terdapat banyak masalah-masalah yang timbul termasuk permasalahan efisiensi transformator.

Gangguan yang dapat mengakibatkan transformator tidak dapat bekerja secara efisien maka akan menyebabkan transformator tidak dapat bekerja secara optimal dan sistem kelistrikan konsumen akan terganggu. Efisiensi pada transformator akan mempengaruhi kinerja dari sistem pembangkit listrik itu sendiri.

Pemilihan judul “ ANALISIS PENGARUH PERUBAHAN BEBAN LISTRIK TERHADAP TRANSFORMATOR DAYA PADA PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA UAP PT INDONESIA POWER UJP PLTU BARRU ini pada dasarnya berawal dari setelah melihat semakin meningkatnya pertumbuhan ekonom, jumlah penduduk serta semakin berkembangnya bangunan-bangunan industri di Sulawesi selatan yang tentunya sangat bergantung pada kebutuhan energi listrik yang semakin besar dan lebih berkualitas. (Irwan Nas, 2017)

PT Indonesia Power UJP PLTU BARRU merupakan salah satu anak perusahaan PT PLN di Indonesia yang bergerak di bidang Unit Jasa Pembangkitan energi listrik dengan memanfaatkan sumber panas bumi yang memasok daya sebesar (2x50MW). Merupakan salah satu sumber pemasok tenaga listrik utama di Sulawesi selatan. Dari hal tersebut peneliti mencoba untuk mencari bagaimana cara untuk memaksimalkan sumber energi listrik yang bisa dihasilkan.

Dari uraian latar belakang diatas, maka disusunlah tugas akhir ini sebagai bahan analisa dalam mendapatkan solusi dari permasalahan yang ditemukan khususnya, pada alat transformator sebagai salah satu komponen utama kelistrikan.

B. Rumusan Masalah

1. Bagaimana pengaruh perubahan beban terhadap rugi-rugi transformator daya ?
2. Bagaimana pengaruh perubahan beban terhadap efisiensi transformator daya ?

C. Batasan Masalah

Pembahasan tentang Transformator secara keseluruhan sangat mencakup bahasan yang meluas agar permasalahan yang dibahas lebih spesifik serta pembahasan lebih mengarah ke rumusan masalah yang dipaparkan sebelumnya, maka penyusunan tugas akhir ini dipilih batasan-batasan masalah antara lain :

1. Rugi-rugi yang dihasilkan trafo pada saat beban tertinggi dan beban terendah
2. Efisiensi Trafo yang dihasilkan pada saat pembebanan.

D. Tujuan Penelitian

Adapun tujuan penelitian ini adalah :

1. Untuk menentukan nilai efisiensi transformator pada PLTU PT. Indonesia Power UJP PLTU Barru.
2. Untuk menentukan nilai besar faktor beban yang mempengaruhi efisiensi kinerja transformator pada PLTU PT. Indonesia Power UJP PLTU Barru.

E. Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dari penelitian ini adalah :

1. Bagi mahasiswa
 - a. Sebagai sarana dalam menyelesaikan suatu permasalahan sesuai bidang keahlian dan untuk mempersiapkan diri dalam menghadapi dunia kerja.
 - b. Sebagai penerapan teori yang didapatkan pada bangku kuliah di lapangan.
2. Bagi perusahaan

Memberikan kontribusi terhadap perkembangan teknologi, khususnya untuk pihak PLN agar lebih teliti dalam perawatan, pemeliharaan dan penanganan masalah pada transformator.

F. Sistematika Penulisan

BAB I : PENDAHULUAN

Bab ini menjelaskan tentang Latar belakang, Rumusan Masalah, Batasan masalah, tujuan dan manfaat penelitian, serta sistematika penulisan dari hasil penelitian ini.

BAB II : TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini menjelaskan tentang teori-teori pendukung yang berkaitan dengan judul penelitian.

BAB III : METODE PENELITIAN

Bab ini menjelaskan tentang waktu dan tempat penelitian, serta metode penelitian yang berisi langkah-langkah dalam proses melakukan penelitian.

BAB IV : ANALISA DAN PEMBAHASAN

Bab ini membahas tentang perhitungan dan hasil penelitian.

BAB V : PENUTUP

Bab ini merupakan penutup yang berisi tentang kesimpulan dan saran terkait judul penelitian.

DAFTAR PUSTAKA

Keterangan tentang bacaan yang dijadikan sebagai bahan referensi dari penulisan skripsi seperti buku teks, jurnal, artikel, dan lain-lain.

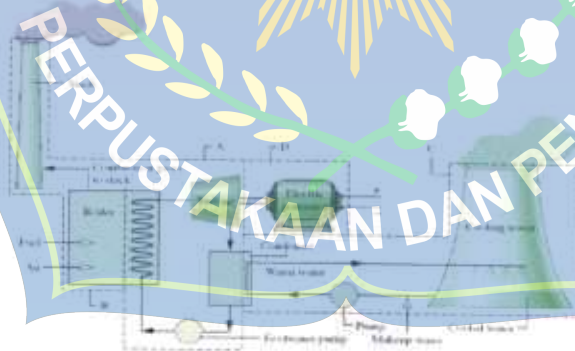
BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU) 2x50 MW Barru

Sesuai dengan nama pembangkitnya, PLTU adalah suatu pembangkit tenaga listrik yang menggunakan energi bahan bakar seperti minyak residu, batubara, cangkang kelapa sawit, gas alam atau sampah untuk memanaskan uap secara berulang-ulang. Pasokan bahan bakar yang begitu melimpah, sehingga sangat ekonomis dalam menghasilkan energi listrik. PLTU yang bekerja berdasarkan konversi energi, dimana energi kimia yang terkandung dalam bahan bakar di ubah menjadi energi mekanik kemudian diubah lagi menjadi energi listrik.

Adapun skema PLTU secara umum dapat dilihat pada gambar berikut.



Gambar 2.1 Skema PLTU secara umum

Cara kerja PLTU ialah dengan prinsip siklus air – uap – air. Sebuah sistem yang tertutup oleh kondensat atau air hasil pengkondensasian yang terjadi pada kondensor dengan kata lain air yang telah dimurnikan kemudian di pompa oleh kondensat pompa (*condensat pump*) ke pemanas yang bertekanan rendah. Air dimasukkan ke daerator lalu dipanasi agar kandungan oksigennya hilang. Kemudian dipompa kembali ke *boiler feed water pump* dimasukkan ke *economizer*, dari sini selanjutnya di alirkan ke *pipatube boiler* untuk dipanaskan. Pada kondisi ini air yang panas akan berbentuk uap air. Inilah yang kemudian terkumpul didalam steam drum. Selanjutnya pada *super heater* uap menjadi kering yang memiliki tekanan bertemperatur tinggi, yang kemudian akan memutar poros turbin selanjutnya poros generator juga ikut berputar dalam tekanan tinggi yang dihubungkan dengan *coupling*. Dari putaran yang terus menerus ini kemudian menghasilkan energi listrik, yang selanjutnya dialirkan dan disalurkan sampai ke pelanggan. Uap yang dihasilkan tadi memiliki uap bebas dari turbin yang akan kembali di kondensasikan dari kondensor yang selanjutnya dipompa oleh *water pump* masuk ke pemanas yang bertekanan rendah selanjutnya ke *daerator*, *boiler feed waterpump*, pemanas yang bertekanan tinggi lanjut ke *economizer* dan terakhir ke *boiler* yang akan dipanaskan kembali dan menghasilkan uap lagi, siklus ini berputar dan akan terjadi ber ulang-ulang secara terus menerus.

Proses konversi energi listrik pada pembangkit tenaga uap (PLTU) terjadi melewati 3 tahap ialah :

1. Energi kimia pada bahan bakar dikonversikan menjadi energi panas dalam bentuk uap yang memiliki tekanan dan temperature tinggi.
2. Energi panas kemudian di ubah menjadi gerak atau energi mekanik dalam bentuk putaran.
3. Energi gerak (energi mekanik) ini akan dikonversi menjadi energi listrik.

Adapun perubahan bentuk energi pada PLTU dapat dilihat pada gambar dibawah ini:



Gambar 2.2 Skema perubahan energi pada PLTU

B. Transformator (Trafo)

Trafo yaitu peralatan listrik yang memiliki fungsi mengubah atau memindahkan energi listrik dari rangkaian satu atau lebih menuju ke rangkaian yang lainnya, sesuai dengan cara kerja induksi elektro magnet. Trafo banyak digunakan dibidang tenaga listrik ataupun dibidang

elektronika. Trafo memiliki 2 jenis yaitu 1 fasa dan 2 fasa, bedanya ialah trafo 1 fasa memiliki satu sisi masukan dan keluaran yang disebut sisi primer(masukan) dan sisi sekunder(keluaran), sedang trafo 3 fasa memiliki 3 sisi primer dan 3 sisi sekunder. Penggunaan trafo pada bidang tenaga listrik dibedakan menjadi 3 jenis ialah :

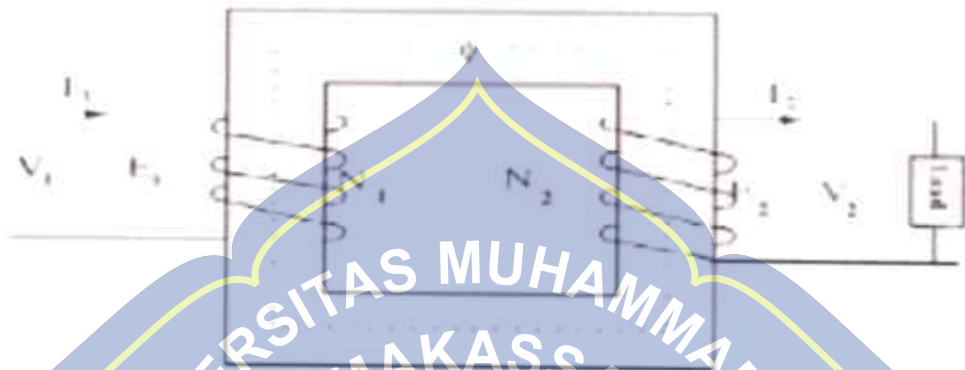
1. Transformator Daya adalah peralatan listrik yang biasanya dipakai pada pembangkit listrik digunakan untuk menaikkan tegangan menjadi tegangan transmisi.
2. Transformator Distribusi, peralatan listrik ini biasanya digunakan pada SUB distribusi, yang berfungsi untuk menurunkan tegangan dari transmisi ke tegangan distribusi.
3. Transformator Instrument, Trafo ini berfungsi sebagai alat ukur, trafo instrument ini juga terdiri atas current Transformer (trafo arus) & potential transformer (trafo tegangan).

Adapun sistem tenaga listrik terdiri atas 3 bagian diantaranya :

1. Pusat pembangkit listrik
2. Saluran transmisi dan,
3. Sistem distribusi

Prinsip kerja trafo ini ialah berdasarkan induksi electromagnet, rangkaian primer dan rangkaian sekunder memiliki gandingan magnet berupa inti besi yang melakukan fluks secara bersama. Transformator

secara umum memiliki 2 sisi kumparan, ialah sisi primer (N_1) & sisi sekunder (N_2) dimana jika tegangannya sisi primer lebih besar dari sisi sekunder disebut dengan trafo penurun tegangan dan sebaliknya disebut trafo penaik tegangan.



Gambar. 2.3 skema transformator.

Keterangan :

N_2 = Jumlah lilitan sisi primer

E_1 = GGL efektif sisi primer

V_1 = tegangan input (volt)

E_2 = GGL efektif sisi sekunder (volt)

V_2 = Tegangan Output

N_1 = Jumlah lilitan sekunder

ϕ = fluksi magnet



Gambar 2.4 Trafo Utama Pltu Baru

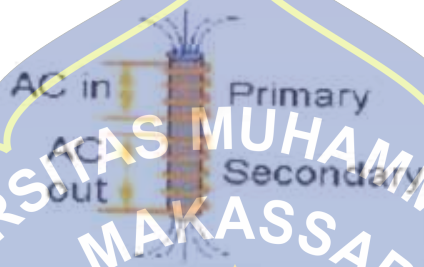
Tabel 2.1 Spesifikasi Trafo utama pltu baru

Pabrik Pembuat	Chongqing New Century Electrical Co., Ltd.
Merek Transformator	Chongqing AEA
Rated Power	63 MVA
Rated Voltage	10,5 kV/150 kV
Rated Current	230,2 A/3464 A
Wiring Group	Ynd11
Frequency	50 Hz
Cooling	ON AN/ ON AF
Impedance Uk	12%

Sumber: Data Laporan KKN (Sejarah PLTU Baru)

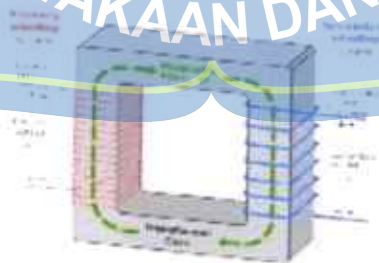
1. Prinsip Kerja Transformator

Transformator menggunakan prinsip 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 oleh suatu belitan maka pada kedua ujung belitan tersebut akan terjadi beda potensial.



Gambar, 2.5 arus bolak balik mengelilingi inti besi

Arus yang mengalir ke rangkaian lilitan primer akan menghasilkan induksi pada inti besi trafo, sehingga dalam inti besi akan mengalir fluxy magnet yang akan menginduksi lilitan sekunder yang akan terjadi di ujung lilitan sekunder akan menghasilkan beda potensial, GGL Induksi, sesuai pada hukum Faraday



Gambar, 2.6 prinsip kerja Trafo

Sesuai dengan Hukum Faraday : “apabila terdapat medan magnet yang berubah-ubah terhadap waktu akibat adanya arus bolak balik yang mengalir pada kumparan maka akan di induksikan ke suatu medan listrik

Sesuai dengan Hukum Lorentz : “ Apabila terjadi arah medan magnet yang berlawanan dengan arah fluks sebagai reaksi terjadinya perubahan fluks.



Gambar. 2.7 rangkaian pengganti trafo

Jika semua tolak ukur sekunder disebutkan dalam harga rangkaian primer, sebaiknya dilakukan perkalian dengan faktor a , dimana $a = E1 / E2$. Berikut rangkaian ekivalen sbb.



Gambar. 2.8 Rangkaian ekivalen trafo

Dalam melakukan perhitungan yang mudah dapat dibuat melalui rangkaian sebagai berikut ;



Gambar. 2.9 rangkaian ekivalen trafo dari sisi primer

2. Transformator Tanpa Beban

Jika kumparan sisi primer suatu trafo yang dihubungkan ke sumber tegangan v_1 yang sinusoid akan mengalir ke arus primer i_0 yang juga sinusoid dengan belitan N_1 reaktif murni i_0 tertinggal 90° dari V_1

Gambar 2.10 Trafo tanpa beban



Gambar. 2.11 Vektor trafo tanpa beban

Arus primer I_0 menghasilkan fluks (Φ) yang sama fasanya dan juga

$$\text{sinusoid } \Phi = \Phi_{\max} \sin \omega t$$

Fluks sinusoid ini memberikan hasil tegangan induksi e_1

$$e_1 = -N_1 \frac{d\Phi}{dt}$$

$$e_1 = -N_1 \frac{d(\Phi_{\max} \sin \omega t)}{dt} =$$

$N_1 \cdot \omega \cdot \phi_{\max} \cdot \cos \omega t$ (tertinggal 90° dari ϕ) Harga efektifnya

$$E_1 = \frac{N_1 2\pi f \phi_{\max}}{\sqrt{2}} = 4,44 N_1 \phi_{\max}$$

Pada rangkaian sekunder, fluks (Φ) Bersama tadi menimbulkan :

$$e_2 = -N_2 \frac{d\Phi}{dt}$$

$$e_2 = -N_2 \cdot \omega \cdot \phi_{\max} \cdot \cos \omega t$$

$$E_2 = 4,44 N_2 \phi_{\max}$$

Sehingga : $\frac{E_1}{E_2} = \frac{N_1}{N_2}$

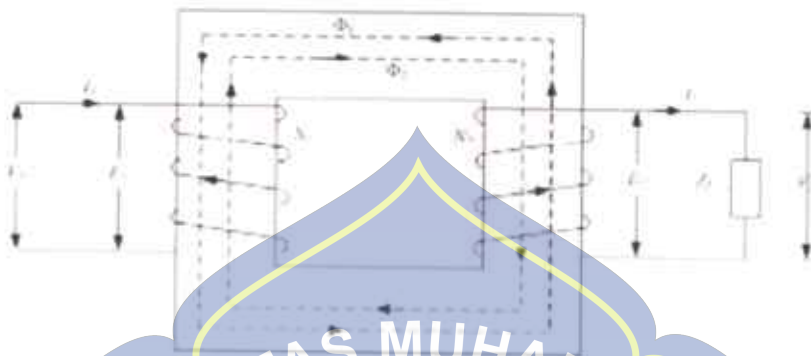
Dengan mengabaikan rugi tahanan dan adanya fluks bocor

$$\frac{E_1}{E_2} = \frac{V_1}{V_2} = \frac{N_1}{N_2} = a \text{ dimana } a = \text{perbandingan transformasi} \dots \dots \dots (2.1)$$

Dalam hal ini tegangan induksi E_1 mempunyai besaran yang sama tetapi berlawanan arah dengan tegangan sumber V_1

3. Transformator Dengan Beban

Rangkaian sekunder dihubungkan ke beban Z_L , I_2 yang mengalir ke kumparan sekunder, dimana $I_2 = V_2 / Z_L$ dengan $0.2 = \text{kerja faktor beban}$.



Gambar. 2.12 Trafo dengan beban

Arus beban I_2 menimbulkan gaya gerak magnet (ggm) $N_2 I_2$ yang cenderung berbeda fluks di akibatkan oleh arus pemagnetan I_M agar nilai pada fluks tidak berubah, sehingga pada kumparan primer harus mengalir ke arus I_1 sehingga menjadi :

$$I_1 = I_0 + I_2 \text{ rugi besi diabaikan /}$$

$$\text{Maka, } I_0 = I_M \text{ } I_1 = I_M + I_2$$

Agar tidak terjadi perubahan gaya gerak magnet maka berlaku pemagnetan I_M :

$$N_1 M_1 = N_1 I_1 \text{ dan } N_1 I_M = N_1 (I_M + I_2) - N_2 I_2$$

Sehingga terjadi : $N_1 I_2$ karena nilai I_M dihasilkan kecil maka, $I_2 = I_1$

$$\text{jadi } N_1 I_1 = N_2 I_2 \quad \phi$$

$$\frac{I_1}{I_2} = \frac{N_2}{N_1} = \frac{1}{a} \dots \dots \dots (2.2)$$

C. Rugi-rugi daya Transformator

Rugi-rugi daya trafo dapat terjadi pada rugi besi dan terjadi pada rugi tembaga. Adapun untuk memperkecil rugi-rugi tembaga yang terjadi maka harus dilakukan pengambilan kawat tembaga yang memiliki penampang yang besar yang diperlukan dalam keadaan tanpa beban, adapun besar daya adalah sebagai berikut :

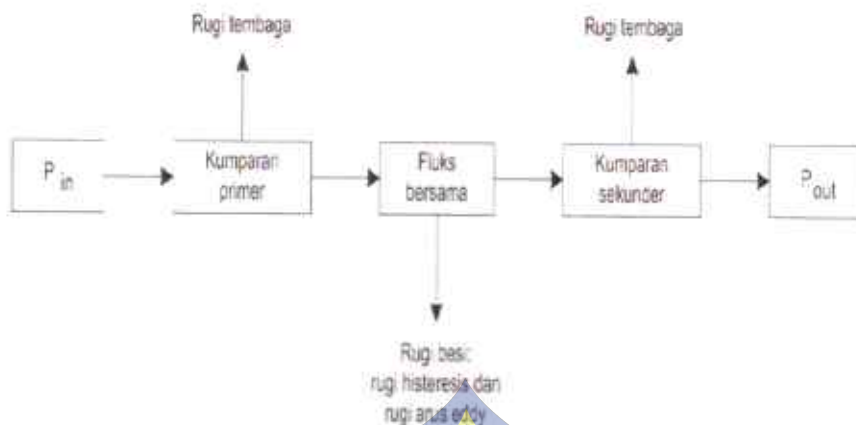
$$P = V I \cos \phi \dots \dots \dots (2.3)$$

Dimana $\cos V \phi$ = faktor kerja,

dari persamaan (2.3) diatas juga didapat

$$S = V.I$$

$$\text{Maka } \cos \phi = \frac{P(W)}{S(VA)} \dots \dots \dots (2.4)$$



Gambar 2.13 Diagram Rugi-rugi dan Efisiensi Transformator

D. Rugi Tembaga (P_{cu})

Rugi Tembaga merupakan suatu rugi yang terjadi sebab adanya arus beban mengalir melewati kawat tembaga, yang besarnya dapat dihasilkan sebesar :

$$P_{cu} = I_2^2 R \quad (2.5)$$

Dikarenakan arus beban yang berubah-ubah, sehingga rugi tembaga yang terjadi tidak konstan. Nilai rugi rugi-rugi tembaga dapat ditentukan dengan rumus persamaan :

$$P = I^2 R \quad P_1 = I_1^2 \cdot R \quad P_2 = I_2^2 \cdot R$$

$$\frac{P_1}{P_2} = \frac{I_1^2}{I_2^2} \cdot R_{cu} \quad \frac{P_1}{P_2} = \frac{I_1^2}{I_2^2}$$

$$S_1 = V \cdot I_1$$

$$S_2 = V \cdot I_2$$

$$\frac{S_1}{S_2} = \frac{V \cdot I_1}{V \cdot I_2}$$

$$\frac{S_1}{S_2} = \frac{I_1}{I_2}$$

$$\frac{S_1}{S_2} = \left(\frac{I_1^2}{I_2^2} \right) = \left(\frac{I_1}{I_2} \right)^2 = \frac{I_1}{I_2} = \frac{S_1}{S_2}$$

$$\frac{S_1}{S_2} = \left(\frac{S_1}{S_2} \right)^2$$

$$P_2 = \left(\frac{S_1}{S_2} \right)^2 \times P_1$$

$$P_2 = \left(\frac{S_1}{S_2} \right)^2 \times P_{il} \dots \dots \dots (2.6)$$

Keterangan :

P_{i2} = rugi-rugi tembaga pada saat pembebanan tertentu

P_{i1} = rugi-rugi tembaga beban penuh

S_2 = beban yang dioperasikan

S_1 = nilai pengenal

E. Rugi Besi (P_i)

Sedangkan untuk rugi-rugi inti (rugi besi) dalam keadaan normal selalu konstan tidak tergantung terhadap besarnya perubahan beban dan rugi ini dapat dikelompokkan dalam dua bagian yaitu :

- a. Rugi Histeresis (P_h) Rugi ini akibat dari inti besi menerima fluksi bolak-balik, yang dinyatakan dengan persamaan :

$$P_h = K_h \cdot f \cdot B_{max}^{1.6} \text{ Watt} \dots \dots \dots (2.7)$$

Keterangan :

Ph = Rugi arus pusar (w / kg)

Kh = Konstanta material inti

F = Frekuensi (Hz)

B_{mask} = Nilai puncak medan Maghnet (T)

b. Ruggi Eddy Current (Pe)

Rugi ini terjadi karena disebabkan oleh arus pusar yang ada pada inti besi.

Dinyatakan dengan persamaan sbb :

$$P_e = K_e \cdot f^2 \cdot B_{mask}^2 \quad (2.8)$$

Keterangan :

P_e = rugi-rugi arus pusar

K_e = konstanta material inti

F = frekuensi (Hz)

B_{mask} = nilai puncak medan maghnet (T)

F. Efisiensi Transformator

Efisiensi Trafo menunjukan tingkat keefisienannya pada perbandingan rating output terhadap input.

Adapun persamannya dapat dinyatakan sbb :

$$\eta = \frac{P_{out}}{P_{in}} \times 100\%$$

$$\eta = \frac{P_{out}}{P_{out} + \Sigma \text{rugi} - \text{rugi}} \times 100\% \dots \dots \dots (2.9)$$

Keterangan :

P_{in} = daya input trafo

P_{out} = daya output trafo

$\Sigma \text{rugi} - \text{rugi}$ = $P_{cu} + p_i$

$$\eta = \frac{V_2 I_2 \cos \Phi}{V_2 I_2 \cos \Phi + V_2^2 R_{2ek} + P_i}$$

$$\eta = \frac{V_2 I_2 \cos \Phi}{V_2 I_2 \cos \Phi + V_2^2 R_{2ek} + \frac{P_1}{I_2}}$$

Agar efisiensi maksimum

$$\frac{d}{dI_2} = \left(I_2 R_{2ek} = \frac{P_1}{I_2} \right) 0$$

$$\text{Jadi } R_{2ek} = \frac{P_1}{I_2^2}$$

$$P_1 = I_2^2 R_{2ek} = P_{cu} \dots \dots \dots (2.10)$$

BAB III

METODE PENELITIAN

A. Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilakukan di PLTU Barru Yang beralamat di Dusun Bawasalo, Desa Lampoko, Kecamatan Balusu, Kabupaten Barru, Sulawesi Selatan, Indonesia. Penelitian ini mulai dijalankan setelah hasil seminar proposal disetujui, lama penelitian di rencanakan dalam waktu 2 bulan mulai dari bulan oktober 2021.

B. Alat Dan Bahan Penelitian

Dalam penelitian ini instrument penelitian yang dipakai adalah sebagai berikut :

- Alat tulis menulis
- Tang Ampere
- Laptop
- Kamera

C. Jenis data dan sumber data

Data diperoleh di PLTU Barru sera data yang diperlukan antara lain ; spesifikasi transformator, data pembebanan transformator, diagram satu garis transformator.

D. Metode Penelitian

Dalam penelitian ini penulis menggunakan metode penelitian berikut :

1. Penelitian pustaka

Metode ini digunakan untuk mengumpulkan data-data atau informasi dengan cara membaca dan mengkaji sumber literatur seperti , buku, artikel, laporan kerja dan dokumen lain sesuai masalah yang diteliti.

2. Penelitian lapangan

Metode ini dilakukan secara langsung oleh peneliti terhadap obyek penelitian, yaitu kajian penampang penghantar dalam system kelistrikan di area tambak.

a. Observasi (Pengamatan Langsung)

Penulis mengadakan pengamatan langsung terhadap objek yang diteliti guna mengumpulkan data-data.

b. Interview (Wawancara)

Penulis melakukan tanya jawab secara langsung untuk memperoleh data-data dengan pihak-pihak yang memahami permasalahan ini.

E. Teknik Analisis Data

Metode dalam menganalisis data menggunakan teknik perhitungan berdasarkan rumus-rumus yang telah ditetapkan (Analisis matematis).

Adapun dalam perhitungan nilai efisiensi transformator daya dapat digunakan rumus sebagai berikut :

$$\eta = \frac{P_{out}}{P_{in}} \times 100\%$$

$$\eta = \frac{P_{out}}{P_{out} + \Sigma \text{rugi-rugi}} \times 100\%.$$

Keterangan ;

P'in = daya Input Trafo

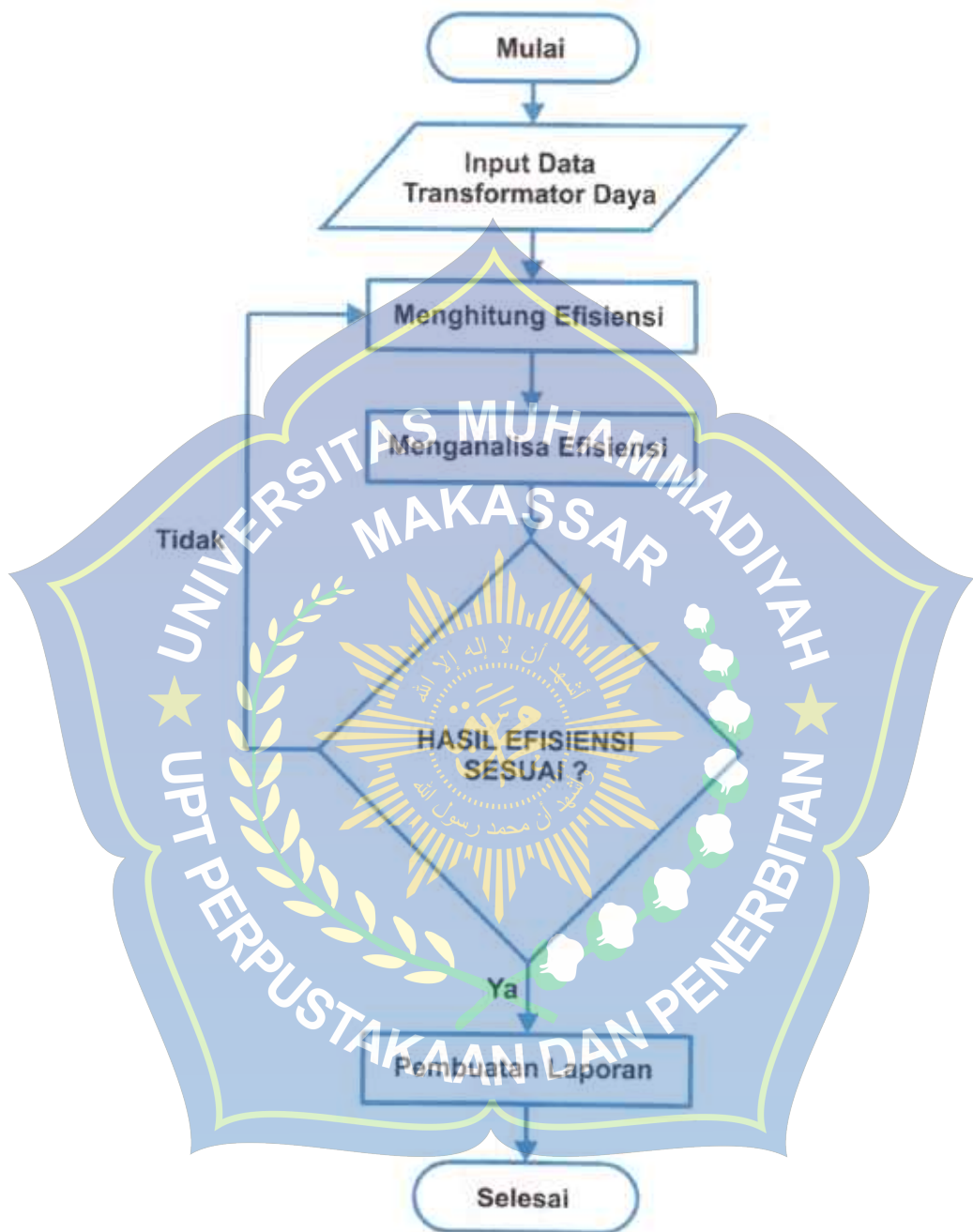
P'out = daya Output Trafo

Σ rugi-rugi = Pcu + Pi

F. Hasil

Hasil adalah penyelesaian dari permasalahan yang ada dalam penelitian ini. Permasalahan yang ada diselesaikan dengan cara matematis menggunakan persamaan yang sudah ada. Hasil penelitian ini berupa kesimpulan yang menunjukkan data dan pengaruh perubahan beban listrik terhadap transformator daya pada PT Indonesia Power UJP PLTU Barru.

G. Flowchart Penelitian



Gambar 3.1 Flowchart Penelitian

BAB IV

ANALISA DAN PEMBAHASAN

A. PT Indonesia Power UJP PLTU Barru (2x50 MW)



Gambar 4.1 Kantor PT Indonesia Power UJP PLTU BARRU

Seiring meningkatnya kebutuhan energy listrik di negeri ini. Terkhusus di daerah provinsi sulawesi selatan dan sekitarnya. Pemerintah kemudian mengeluarkan salah satu kebijakan yaitu program cepat pembangunan 1000 MW dengan membangun pembangkit listrik tenaga uap di barru Sulawesi selatan 2 x 50 MW. Pembangunan ini dikerjakan karena ketersediaan akan energy listrik yang di hasilkan dari PLTD, PLTB, PLTG/GU dan PLTA yang menyalurkan kebutuhan energy listrik di Sulawesi selatan belum cukup memadai permintaan atau kebutuhan

masyarakat yang secara terus menerus selalu bertambah. Sehingga dengan di bangunnya PLTU ini, maka PT PLN setidaknya kebutuhan listrik bisa terpenuhi di wilayah Sulawesi selatan dan sekitarnya.

Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU) Barru sendiri mulai dibangun pada tahun 2008, yang secara geografis terletak pada S : $4^{\circ} 17' 872''$ dan E : $119^{\circ} 37' 753''$ atau lebih tepatnya bertempat tinggal di Dusun Bawasalo, Desa Lampoko, Kecamatan Balusu, Kabupaten Barru sekitar 2KM dari jalan trans Sulawesi pare-pare – Makassar. Sekitar 15KM dari pusat Kota kabupaten Barru dan sekitar 110KM dari Kota Makassar Sulawesi selatan.

Pembangkit ini dibangun dengan berbahan bakar Batubara yang memiliki kalori rendah yaitu LHV : 3800-4100 kkal / kg yang membutuhkan batubara dalam setahun sekitar +- sebesar 564.000 Ton yang di angkut memakai kapal tongkang barge menuju ke lokasi pembangkit melalui jetty sebagai tempat khusus bongkar dan muat batubara. Adapun untuk hasil energy listrik dari PLTU ini kemudian disalurkan melalui SUTT (Saluran Udara Tegangan Tinggi) 150 Kv ke GI (Gardu Induk) 150 Kv sepanjang +- 40KM pare-pare dan GI 150KV pangkep sekitar +- 50KM.

B. Transformator Daya

Penelitian ini dimulai dengan mendapatkan data Transformator Daya yang ada pada PLTU Barru. Transformator yang terpasang di PLTU Barru merupakan transformator utama, dengan spesifikasi sebagai berikut,



Gambar 4.2 Transformator daya UUP PLTU BARRU

Tabel 4.1 Speksifikasi Trafo Utama PLTU Barru

Pabrik Pembuat	Chongqing New Century Electrical Co., Ltd.
Merek Transformator	Chongqing AEA
Rated Power	63 MVA
Rated Voltage	10.5 kV/150 kV
Rated Current	230.2 A/3464 A
Wiring Group	Ynd11
Frequency	50 Hz
Cooling	ON AN/ ON AF
Impedance Uk	12%

Sumber : Data Laporan KKN (sejarah PLTU Barru)

C. Data pembebanan Transformator Daya

1. Data pembebanan tertinggi siang & malam Hari

Tabel. 4.2 Pembebanan Tertinggi Siang Hari

Tanggal	Data			
	Tegangan	Daya		Arus
	kV	MW	MVAR	A
Minggu, 21 November 2021	20	2.77	1.03	86
Senin, 22 November 2021	20	2.93	1.05	92
Selasa, 23 November 2021	20	2.92	1.02	88
Rabu, 24 November 2021	20	4.09	1.47	125,6
Kamis, 25 November 2021	20	3.04	1.14	93,6
Jumat, 26 November 2021	20	2.90	1.04	90,3
Sabtu, 27 November 2021	20	2.87	1.01	89,3

Tabel. 4.3 Pembebanan Tertinggi Malam Hari

Tanggal	Data			
	Tegangan	Daya		Arus
	kV	MW	MVAR	A
Minggu, 21 November 2021	20	3.52	0.63	104,3
Senin, 22 November 2021	20	3.73	0.72	111,6
Selasa, 23 November 2021	20	3.75	0.72	109
Rabu, 24 November 2021	20	3.84	0.75	113
Kamis, 25 November 2021	20	3.78	0.75	111
Jumat, 26 November 2021	20	3.73	0.73	110,3
Sabtu, 27 November 2021	20	3.37	0.64	103

2. Data Pembebanan Terendah Siang & Malam Hari

Tabel. 4.4 Pembebanan Terendah Siang Hari

Tanggal	Data			
	Tegangan	Daya		Arus
	kV	MW	MVAR	A
Minggu, 21 November 2021	20	2.59	0.99	80,6
Senin, 22 November 2021	20	2.84	1.03	88
Selasa, 23 November 2021	20	2.75	1.02	86,3
Rabu, 24 November 2021	20	2.84	1.07	87,6
Kamis, 25 November 2021	20	2.92	1.13	90
Jumat, 26 November 2021	20	2.71	1.02	85,6
Sabtu, 27 November 2021	20	2.69	1.00	83,6

Tabel. 4.5 Pembebanan Terendah Malam Hari

Tanggal	Data			
	Tegangan	Daya		Arus
	kV	MW	MVAR	A
Minggu, 21 November 2021	20	2.30	0.56	69,3
Senin, 22 November 2021	20	2.43	0.61	73
Selasa, 23 November 2021	20	2.53	0.60	75,3
Rabu, 24 November 2021	20	2.45	0.51	72,6
Kamis, 25 November 2021	20	2.50	0.61	74,6
Jumat, 26 November 2021	20	2.45	0.61	73,3
Sabtu, 27 November 2021	20	2.27	0.54	68,3

D. Daya Semu / Daya Total

Berdasarkan data pembebanan pada table 4.2 sampai table 4.5, Pada tanggal 21 November sampai dengan tanggal 27 November 2021. Dengan melihat data tertinggi maupun data yang terendah Arus(ampere) maka, dengan memakai persamaan akan menghasilkan daya semu / daya total. Sebagai salah satu contoh perhitungan data untuk pembebanan trafo daya beban tertinggi siang hari.

$$S = \sqrt{3} \cdot V \cdot I$$

$$S = \sqrt{3} \cdot 20000 \cdot 86$$

$$S = 2,979$$

Sedangkan untuk mendapatkan nilai dari $\cos \varphi$, dapat dihitung dengan persamaan :

$$\cos \varphi = \frac{P(MW)}{S(MVA)}$$

$$\cos \varphi = \frac{2,77(MW)}{2,979(MVA)}$$

$$\cos \varphi = 0,92$$

E. Rugi-rugi Inti

Dari perolehan data yang didapatkan dari perusahaan bahwa Trafo Daya yang digunakan memiliki rugi-rugi Inti sebesar 38KW dan rugi-rugi tembaga beban penuh 220 kW. Rugi-rugi yang terjadi dapat dihitung dengan memperhitungkan trafo daya dalam keadaan tanpa beban, sedangkan dalam keadaan normal rugi inti yaitu konstan tidak bergantung kepada besarnya beban.

F. Rugi-Rugi Tembaga

Pembebanan yang terjadi pada trafo dapat menghasilkan rugi-rugi tembaga karena rugi inti merupakan rugi yang nialainya konstan tidak tergantung pada perubahan beban, sedangkan perubahan beban yang terjadi dapat menyebabkan berubahnya arus pada kumparan trafo, yang menyebabkan besar kecilnya rugi-rugi yang dihasilkan pada kumparan trafo daya tersebut.

Dalam menentukan rugi-rugi tembaga pada setiap pembebanan, maka dapat melakukan perhitungan dengan persamaan. Sebagai berikut :

$$P_2 = \left(\frac{S_2}{S_1} \right)^2 \times P_{11}$$

$$P_2 = \left(\frac{2979}{63000} \right)^2 \times 220$$

$$P_2 = 0,491 \text{ kW}$$

$$\begin{aligned}\text{Rugi Total} &= \text{Rugi inti} + \text{Rugi tembaga} \\ &= 38\text{kW} + 0,491\text{kW} = 38,491\text{kW}\end{aligned}$$

Maka efisiensinya dapat dihitung dengan ;

$$\eta = \frac{P_{out}}{P_{out} + \sum \text{rugi-rugi}} \times 100 \%$$

$$\eta = \frac{2770}{2770 + 38,491} \times 100\%$$

$$\eta = 98,6\%$$

Dengan perhitungan yang sama dapat pula dihitung berapa besar daya semu (S) . $\cos \varphi$, P_{cu} , rugiTotal, dan Efisiensi.

Berikut data yang di peroleh pada tanggal 21 November sampai dengan 27 November 2021.

G. Analisis Pembebanan dan Efisiensi Transformator

1. Data Pembebanan Dan Efisiensi Tertinggi Siang & Malam Hari

Tabel 4.6 Analisis Pembebanan Tertinggi Siang Hari

Tgl	Tegangan	Arus	Daya aktif	Daya Semu	$\cos \varphi$	Pcu	Rugi Total	Efisiensi
	kV	(A)	(MW)	(MVA)		(Kw)	(Kw)	(%)
21-Nov 2021	20	86	2.77	2.979	0,92	0,491	38,491	98,6%
22-Nov 2021	20	92	2.93	3.186	0,91	0,562	38,562	98,7%
23-Nov 2021	20	88	2.92	3.048	0,95	0,514	38,514	98,6%
24-Nov 2021	20	125,6	4.09	4.350	0,94	1,048	39,048	99%
25-Nov 2021	20	93,6	3.04	3.242	0,93	0,582	38,582	98,7%
26-Nov 2021	20	90,3	2.90	3.128	0,92	0,542	38,542	98,6%
27-Nov 2021	20	89,3	2.87	3.093	0,92	0,511	38,511	98,6%

Efisiensi Rata-Rata Adalah : 98,685%

Tabel. 4.7 Analisis Pembebanan Tertinggi Malam Hari

Tgl	Tegangan	Arus	Daya aktif	Daya Semu	Cos φ	Pcu	Rugi Total	Efisiensi
	kV	(A)	(MW)	(MVA)		(Kw)	(Kw)	(%)
21-Nov 2021	20	104,3	3.52	3,613	0,97	0,723	38,723	98,9%
22-Nov 2021	20	111,6	3.73	3,865	0,96	0,828	38,828	98,9%
23-Nov 2021	20	109	3.75	3,775	0,99	0,789	38,789	98,9%
24-Nov 2021	20	113	3.84	3,914	0,98	0,849	38,849	98,9%
25-Nov 2021	20	111	3.78	3,845	0,98	0,819	38,819	98,9%
26-Nov 2021	20	110,3	3.73	3,820	0,97	0,808	38,808	98,9%
27-Nov 2021	20	103	3.37	3,568	0,94	0,705	38,705	98,8%

Efisiensi Rata-Rata Adalah : 98.885%

2. Data Pembebanan Dan Efisiensi Terendah Siang & Malam Hari

Tabel 4.8 Pembebanan Terendah Siang Hari

Tgl	Tegangan	Arus	Daya aktif	Daya Semu	Cos φ	Pcu	Rugi Total	Efisiensi
	kV	(A)	(MW)	(MVA)		(Kw)	(Kw)	(%)
21-Nov 2021	20	80,6	2.59	2,792	0,92	0,432	38,432	98,5%
22-Nov 2021	20	88	2.84	3,048	0,93	0,514	38,514	98,6%
23-Nov 2021	20	86,3	2.75	2,989	0,92	0,495	38,495	98,6%
24-Nov 2021	20	87,6	2.84	3,034	0,93	0,510	38,510	98,6%
25-Nov 2021	20	90	2.92	3,117	0,93	0,538	38,538	98,6%
26-Nov 2021	20	85,6	2.71	2,965	0,91	0,487	38,487	98,5%
27-Nov 2021	20	83,6	2.69	2,895	0,92	0,464	38,464	98,5%

Efisiensi Rata-Rata Adalah : 98.557%

Tabel. 4.9 Pembebanan Terendah Malam Hari

Tgl	Tegangan	Arus	Daya aktif	Daya Semu	$\cos \varphi$	Pcu	Rugi Total	Efisiensi
	kV	(A)	(MW)	(MVA)		(Kw)	(Kw)	(%)
21-Nov 2021	20	69,3	2.30	2,400	0,95	0,319	38,319	98,3%
22-Nov 2021	20	73	2.43	2,528	0,96	0,354	38,354	98,4%
23-Nov 2021	20	75,3	2.53	2,608	0,97	0,377	38,377	98,5%
24-Nov 2021	20	72,6	2.45	2,514	0,96	0,350	38,350	98,4%
25-Nov 2021	20	74,6	2.50	2,584	0,96	0,370	38,370	98,4%
26-Nov 2021	20	73,3	2.45	2,539	0,96	0,357	38,357	98,4%
27-Nov 2021	20	68,3	2.27	2,365	0,95	0,310	38,310	98,3%

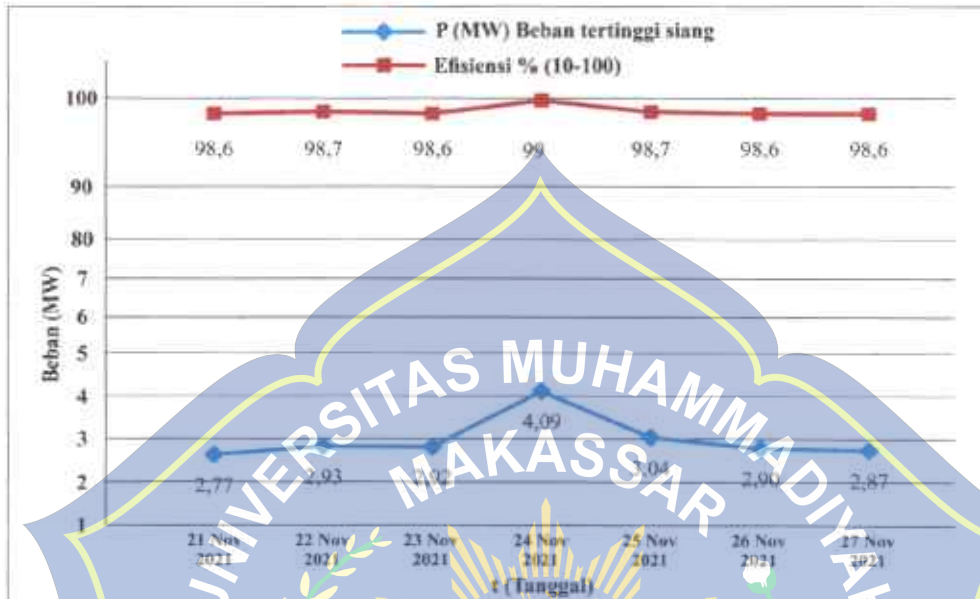
Efisiensi Rata-Rata Adalah : 98,385%

H. Analisis Hasil Penelitian

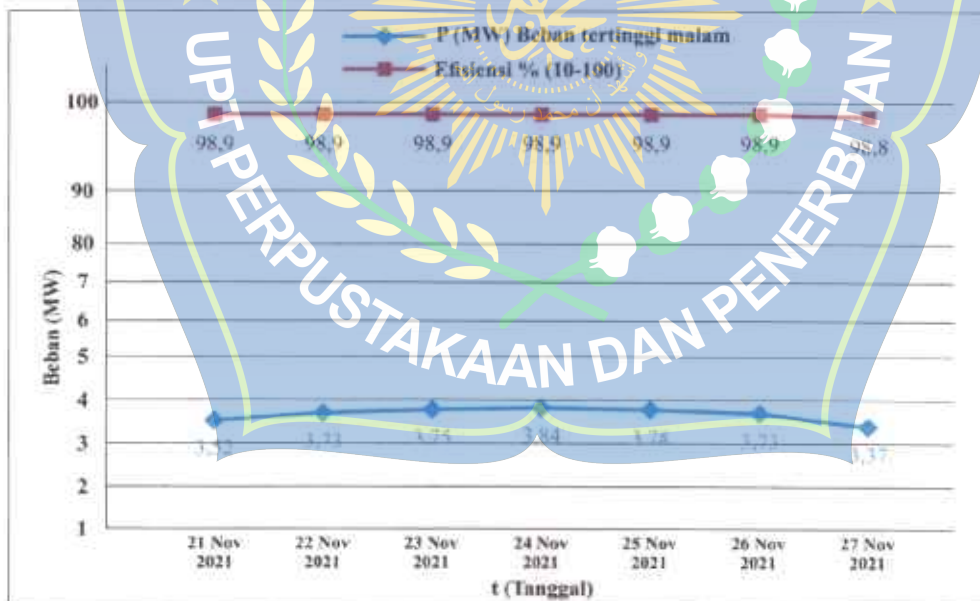
Dalam memudahkan analisa, maka sekiranya dapat dibuatkan grafik dalam menampilkan data-data yang telah ada, berdasarkan data-data yang ada dalam table diatas, maka, beberapa hal yang dapat dijadikan perbandingan berikutnya :

1. Perbandingan daya saat pembebanan terhadap efisiensi transformator

- grafik perbandingan daya tertinggi siang dan malam hari pembebanan dan terhadap efisiensi pada transformator :

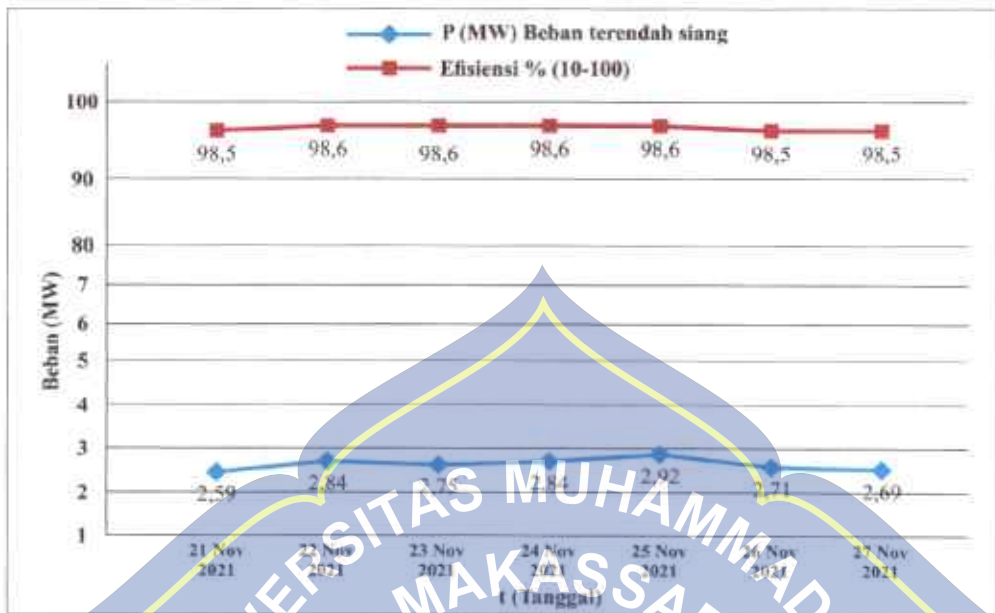


Gambar. 4.3 perbandingan daya terhadap efisiensi tertinggi siang



Gambar. 4.4 perbandingan daya terhadap efisiensi tertinggi malam

- Grafik perbandingan daya terendah siang dan malam hari pembebanan dan terhadap efisiensi pada transformator :



Gambar 4.5 perbandingan daya terhadap efisiensi terendah siang



Gambar 4.6 perbandingan daya terhadap efisiensi terendah malam

Pada grafik sebelumnya yaitu menampilkan data-data pada saat terjadi pembebanan, maka dapat dilihat juga pengaruh yang terjadi pada nilai efisiensinya. Pada grafik juga terlihat pada trafo daya saat beban tertinggi maupun pada saat beban terendah dapat juga mempengaruhi nilai efisiensi trafo walaupun nilainya tidaklah signifikan. berikut persammannya :

$$\eta = \frac{P_{out}}{P_{out} + \Sigma \text{rugi-rugi}} \times 100\%$$

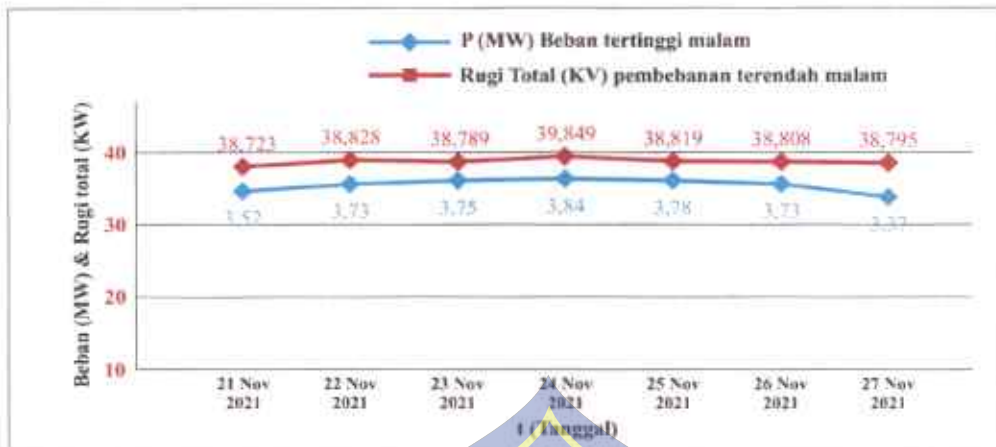
Persamaan diatas memperlihatkan bahwa rugi-rugi yang terjadi pada transformator itu sendiri turut mempengaruhi nilai efisiensinya.

2. Perbandingan daya saat pembebanan terhadap rugi total transformator

- Grafik perbandingan daya tertinggi siang dan malam saat pembebanan terhadap rugi total pada transformator :

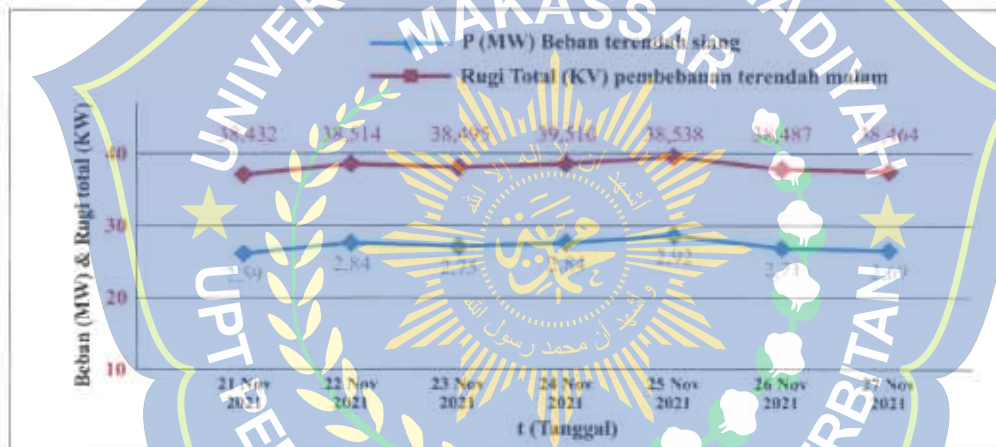


Gambar 4.7 perbandingan daya terhadap rugi total tertinggi siang

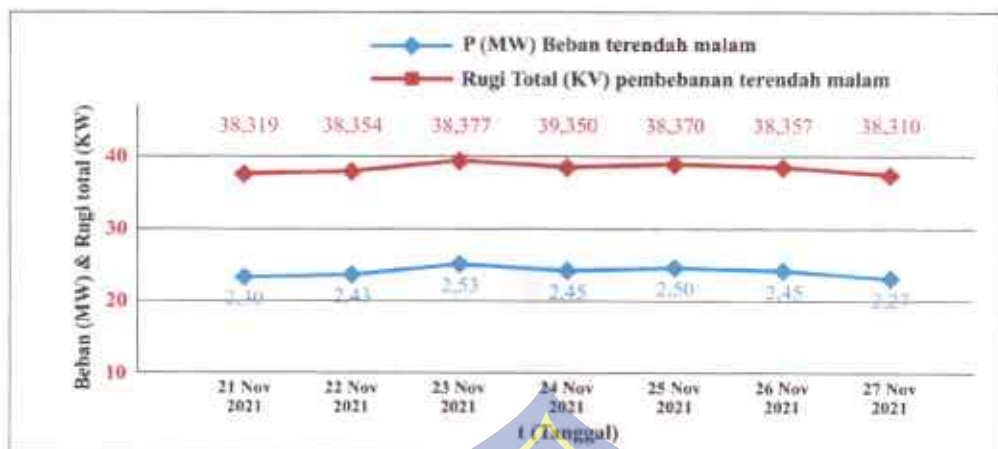


Gamba 4.8 perbandingan daya terhadap 'rugi total tertinggi malam

- Grafik perbandingan daya terendah siang dan malam saat pembebanan terhadap rugi total pada transformator :



Gambar. 4.9 perbandingan daya terhadap rugi total terendah siang



'Gambar. 4.10 'perbandingan daya terhadap rugi total terendah malam

Pada grafik sebelumnya yaitu menampilkan data-data pada saat terjadi pembebanan, maka dapat dilihat juga pengaruh yang terjadi pada nilai Rugi-rugi transformator yang juga akan sangat berpengaruh terhadap nilai efisiensi transformatornya. Pada grafik juga terlihat pada trafo daya saat terjadi perubahan daya , maka terjadi pula rugi-rugi total trafo (rugi-rugi tembaga pada transformator) sedangkan rugi-rugi inti tdk mengalami perubahan dimana : Rugi total = Rugi Inti + Rugi Tembaga

Berikut persamaan perubahan rugi tembaga terhadap daya :

$$pt2 = \frac{S_2}{S_1} \times pt1$$

dengan persamaan tersebut dapat diketahui bahwa perubahan daya yang terjadi juga dapat mempengaruhi rugi-rugi tembaga.

BAB V

PENUTUP

A. Kesimpulan

Adapun Kesimpulan yang dapat diperoleh dari hasil penelitian dan hasil analisis yang dilakukan adalah sebagai berikut :

1. Hasil analisa dan perhitungan nilai rata-rata efisiensi yang terdapat pada tansformator daya saat pembebanan tertinggi siang hari 98,685% dan saat pembebanan tertinggi malam hari 97,885% . Sedangkan, pada saat terendah siang 98,557% dan saat beban terendah malam 98,385%.
2. Analisis nilai rugi total yang terdapat pada tansformator daya pada saat beban tertinggi siang 39,048kv dan pada saat beban tertinggi malam 38,705kv sedangkan pada saat terendah siang 38,432kv dan pada saat terendah malam 38,310kv.

B. Saran

Adapun saran dari penulis sebagai pengembangan dari tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Dalam pengoperasian transformator sebaiknya besar beban yang dipasang harus sesuai dengan standar yang telah diperbolehkan
2. Perawatan transformator harus rutin dan berkala sesuai standar yang telah ditetapkan pabrikan agar transformator tetap berfungsi sebagaimana seharusnya.



DAFTAR PUSTAKA

Aprilian P. Kawiing, dkk. 2013, "Pemerataan Beban Transformator Pada Saluran Distribusi Sekunder", [online], ejournal.unsrat.ac.id/index.php/elekdankom/article/download/920/736. (diakses 07 Oktober 2021)

Himawan, Angga (2016). "*Pengaruh Perubahan Beban Terhadap Efisiensi Transformator Daya Di PLTU Pangkalan Susu PT.PLN (persero)*" Skripsi Fakultas Teknik Jurusan Teknik Elektro. Universitas Sumatra Utara Medan. (diakses 03 Desember 2021)

Irfan S, Muhammad dan Nurul Utami. (2015). "Analisis Pengoperasian Coal Feeder Terhadap Kinerja Pembangkit pada PT. Bosowa Energi PLTU Jeneponto Ekspansi 2x135 MW". Skripsi. Fakultas Teknik Jurusan Teknik Elektro. Universitas Muhammadiyah Makassar. Makassar

Kadir, Abdul (2010). *Pembangkit Tenaga Listrik Edisi revisi*. Jakarta. Penerbit Universitas Indonesia-press

Pabla, A.S., Abdul Hadi. Ir, 1991, *Sistem Distribusi Daya Listrik*, Jakarta, Cetakan Kedua, Penerbit Erlangga.

Samsurizal, & Hadinoto, B. 2020. Studi Analisis Dampak Overload Transformator terhadap Kualitas Daya di PT PLN (Persero) UP3 Pondok Gede. Kilat, 136-142. (diakses 08 Oktober 2021)

Wahyu Susanto, Muh Randi (2020). *"Studi Analisis Dampak Overload Transformator Terhadap Kualitas Daya Di PT.PLN (Persero) ULP Pangkep"* Skripsi Fakultas Teknik. Jurusan Teknik Elektro. Universitas Muhammadiyah Makassar.

Weedy, B.M, 1978 Sistem Tenaga Listrik, Edisi Ketiga, Penerbit Aksara Persada Indonesia.



LAMPIRAN

A. Surat Balasan Penelitian



PLTU Barru Operation and Maintenance Services Unit (BRU)
Dusun Bawasalo, Desa Lampoko, Kecamatan Balusu
Kabupaten Barru, Sulawesi Selatan
Telepon _____
Facsimile _____

Nomor 0263/070/BRU/OMU/2021
2021/Surat Sdr
No Lampiran 0
Sifat biasa
Penihal Permohonan Penelitian

Barru, 21 October

Kepada:
Universitas
Muhammadiyah
Makassar, Makassar

Dengan Hormat,

Selubungan dengan surat No: P5/05/C 4-VI/X/2021 Tentang Permohonan Penelitian siswa/mahasiswa dari Universitas Muhammadiyah Makassar sebagai berikut :

NO	UNIVERSITAS/SEKOLAH	NAMA MAHASISWA	ISI	URUTAN	JUDUL PENELITIAN
1	UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MAKASSAR	RI WAFFU	1006210002	TERAKA (ELN/PA)	ANALISIS PENGURUH PERUBAHAN BEBAN LISTRIK TERHADAP TRANSFORMATOR DATA PESA PLTU KARRU
2	UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MAKASSAR	ALJAH	1006210111	TERAKA (ELN/PA)	ANALISIS PENGURUH PERUBAHAN BEBAN LISTRIK TERHADAP TRANSFORMATOR DATA PESA PLTU KARRU

Dengan ini kami informasikan bisa melaksanakan praktek kerja dengan ketentuan :

1. Mengisi Formulir praktek kerja/penelitian dan dibuktikan tanda tangan dari pihak Universitas / Sekolah
2. Menunjukkan bukti hasil non reaktif pada rapid test serta telah di vaksin pencegahan covid minimal 1 kali
3. Mahasiswa dapat melaksanakan praktek kerja/penelitian setelah mengisi formulir dengan dibuktikan tanda tangan dan stempel dari pihak Universitas/sekolah serta menunjukkan bukti hasil non reaktif pada rapid test.
4. Periode Mahasiswa/siswa melaksanakan praktek kerja / penelitian sesuai dengan table diatas.
5. Selama periode penelitian/praktek kerja mahasiswa berdomisili di barru
6. siswa/mahasiswa selama penelitian/praktek kerja lapangan diharapkan membawa APD sendiri (Safety Shoes, Helm, Ear Plug) Apabila tidak ada harap mengkonfirmasi
7. PT Indonesia power PLTU Barru OMU tidak menyediakan makan siang untuk mahasiswa/siswa selama praktek kerja lapangan / penelitian
8. Siswa/Mahasiswa apabila ada yang ingin ditanyakan bisa menghubungi Ardhan (WA 085640031174)
9. Wajib Memakai masker dan menjaga physical cond serta Aturan PT Indonesia Power selagi berada di Barru :

1. Memakai seragam sekolah / praktisi untuk siswa dan memakai Jas Aman atau Awar Pack bagi mahasiswa / Bagi Praktisi Putri tidak diperkenankan menggunakan bawahan rok, wajib menggunakan celana kum berwarna gelap
2. Tidak diperkenankan memakai T-shirt (Kaos) dan celana jeans
3. Mengikuti kegiatan senam Jumat pagi, menggunakan pakaian olahraga (kaos dan training panjang).
4. Meniamakai safety shoes dan safety helmet untuk kerja praktik / penelitian / survey / riset , di Area Tertutup
5. Pukul 07.00 WITA sudah berada di PT. Indonesia Power Barru OMU untuk melakukan absensi tandatangan kehadiran di ruangan humas
6. Menntaati peraturan Keselamatan, Keselamatan, dan Kesehatan Kerja (K3) dan Lingkungan.

PLTU Barru Operation and Maintenance Services Unit (BRU)

Dusun Bawasalo, Desa Lampoko, Kecamatan Balusu,

Kabupaten Barru, Sulawesi Selatan,

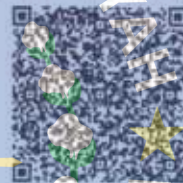
Telepon :

Facsimile :

7. Saat jam kerja tidak diperkenankan meninggalkan ruang kerja untuk kepentingan pribadi. Bila terpaksa meninggalkan ruang kerja harus melapor dan meminta ijin kepada pembimbing.
8. Bila tidak masuk praktik kerja karena sakit atau berhalangan wajib memberitahu pembimbing dan bidang humas baik melalui surat atau telepon.
9. Tidak merokok di area tertutup dan area terbatas PT. Indonesia Power PLTU Barru QMU.
10. Tidak menggunakan fasilitas / sarana telepon, fotocopy dan computer untuk kepentingan pribadi selama melaksanakan praktik kerja / penelitian / survey / riset / pengambilan data.
11. Tidak mengambil foto, ketual atau ijin dan pendampingan dari pembimbing (formulir disediakan).
12. Tidak menyebarkan hasil praktik kerja / penelitian / survey / riset / pengambilan data kepada pihak lain.
13. Menyerahkan 1 (satu) set laporan hasil praktik kerja / penelitian / survey / riset.
14. Sanggup mentaati semua peraturan perusahaan yang berlaku.

Demikian disampaikan, atas perhatiannya kami ucapkan terima kasih.

MANAGER OF PLTU BARRU OPERATION AND
MAINTENANCE SERVICES UNIT



ARRY PRIBADI

Tembusan

ALFIRA CHANDRA WICHYANTI, ARI ADI SASMITA, ARDHAN IBAD, TRI SANTOSO

UNIVERSITAS MUHAMMAD
MAKASSAR
UPT PERPUSTAKAAN DAN PENERBITAN

B. Gambar Single line Gardu Induk Balusu PLTU Barru



C. Gambar Dokumentasi Penelitian



Proses Pengambilan data Pembebanan Transformator



Proses Pengambilan data Pembebanan Transformator



Gedung Pengontrolan Gardu Induk Balusu (PLTU Barru)



Gambar Trafo Daya PLTU Barru

D. Gambar Data Penelitian



Data Trafo Tanggal 22 November 2021

Data Trafo Tanggal 23 November 2021

Data Trafo Tanggal 24 November 2021

This is a large, dense grid of data, likely a traffic flow table, with many small cells containing numbers and text. The grid is organized into columns and rows, with some cells highlighted in yellow.

Data Trafo Tanggal 25 November 2021

This is a large, dense grid of data, likely a traffic flow table, with many small cells containing numbers and text. The grid is organized into columns and rows, with some cells highlighted in yellow. A large blue watermark is overlaid on the table.

Data Trafo Tanggal 26 November 2021

The image shows a page from an old manuscript, possibly a calendar or astronomical table. It contains a large grid of numbers and text in Arabic script. The page is aged and yellowed. A blue and yellow decorative graphic, resembling a stylized dome or arch, is overlaid on the bottom right corner, partially obscuring the grid. The text "SITAS MUHAMMAD" is visible within this graphic.

Data Trafo Tanggal 27 November 2021

