

LAPORAN TUGAS AKHIR

ANALISA PENGARUH PEMBEBANAN TERHADAP EFISIENSI DAN SUSUT UMUR TRANSFORMATOR GST (GENERATOR STEP UP TRANSFORMER) UNIT 2 DI PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA UAP PT MERAK ENERGI INDONESIA

Diajukan guna melengkapi sebagian syarat
dalam mencapai gelar Sarjana Strata Satu (S1)



Disusun oleh :

Nama : Farid Arianto
NIM : 41420120012
Pembimbing : Badaruddin, Ir, M.Si

PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS MERCU BUANA

JAKARTA

2023

HALAMAN PENGESAHAN

ANALISA PENGARUH PEMBEBANAN TERHADAP EFISIENSI DAN UMUR TRANSFORMATOR GST (GENERATOR STEP UP TRANSFORMER) UNIT 2 DI PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA UAP PT MERAK ENERGI INDONESIA



UNIVERSITAS
MERCU BUANA

Disusun oleh :

Nama : Farid Arianto
NIM : 41420120012
Program Studi : Teknik Elektro

Mengetahui,

Pembimbing Tugas Akhir

UNIVERSITAS
MERCU BUANA

(Badaruddin, Ir, M.Si)

Kaprodi Teknik Elektro

(Dr. Ir. Eko Ihsanto, M.Eng)

Koordinator Tugas Akhir

(Muhammad Hafizd Ibnu Hajar, ST. M.Sc)

LEMBAR PERNYATAAN

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Farid Arianto
NIM : 41420120012
Fakultas : Teknik
Program Studi : Teknik Elektro
Judul Tugas Akhir : Analisa Pengaruh Pembebanan Terhadap Efisiensi Dan Susut Umur Transformator GST (*Generator Step Up Transformer*) Unit 2 Di Pembangkit Listrik Tenaga Uap PT Merak Energi Indonesia

Dengan ini menyatakan bahwa hasil penulisan skripsi yang saya buat ini merupakan hasil karya saya sendiri dan benar keasliannya. Apabila ternyata di kemudian hari penulisan skripsi ini merupakan hasil plagiat atau penjiplakan terhadap karya orang lain, maka saya bersedia mempertanggung jawabkan sekaligus bersedia menerima sanksi berdasarkan aturan tata tertib di Universitas Mercu Buana.

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

Penulis,

(Farid Arianto)



KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis ucapkan kepada Allah SWT, yang telah melimpahkan anugerah, kasih dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir yang berjudul "*Analisa Pengaruh pembebanan transformator terhadap efisiensi dan susut umur Transformator GST (Generator Step Up Transformer) unit 2 di PT Merak Energi Indonesia*" dengan baik.

Penulis menyadari bahwa banyak pihak yang telah membantu dalam penyelesaian Tugas Akhir ini. Oleh sebab itu, penulis mengucapkan terima kasih kepada :

1. Bapak Dr. Ir. Eko Ihsanto, M.Eng selaku Kepala Program Studi Teknik Elektro, Universitas Mercu Buana.
2. Bapak Muhammad Hafizd Ibnu Hajar, ST. M.Sc, selaku Koordinator Tugas Akhir, Universitas Mercu Buana
3. Bapak Badaruddin, Ir, M.Si., selaku Dosen Pembimbing yang telah mendampingi dan memberikan arahan serta masukan kepada penulis dalam penyelesaian Tugas Akhir ini
4. Seluruh Dosen Teknik Elektro Universitas Mercu Buana atas ilmu yang telah diberikan selama perkuliahan.
5. Orang tua penulis Bapak Tukinun dan Ibu Sunganti, terima kasih atas segala doa dan dukungannya. Untuk keluarga penulis, Kakak, adik, Om dan Tante terima kasih atas doa dan dukungannya.
6. Seluruh *team Department Maintenance, Electric, Control and Instrument* PT. Merak Energi Indonesia
7. Saudara Deni Nur Fauzi, sahabat yang sudah seperti saudara kandung, terima kasih semua dukungan dan bantuannya. Semoga Allah membalas kebaikanmu.
8. Teman kuliah seperjuangan penulis, Widodo, Erwan, dan Ricky terima kasih atas bantuannya. Serta, Andri Yovi terima kasih untuk semua bantuannya selama perkuliahan. Semoga Allah membalas kebaikan kalian.

9. Saudari Anisha Cahyani Eka, terima kasih atas semangat, dukungan, dan doanya. Sehingga penulis bersemangat untuk menyelesaikan tugas akhir.
10. Saudara Andyno, Gunawan, Khanet, Hindra, dan Bintang, terima kasih atas ide dan bantuannya. Dan juga semua pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu atas masukan dan waktu untuk memberi penulis masukan dalam proses penyelesaian dan penulisan Tugas Akhir.

Dalam penyusunan Tugas Akhir ini, penulis menyadari masih terdapat banyak kekurangan. Untuk itu penulis mohon maaf atas segala kekurangan tersebut dan membuka diri untuk menerima saran dan kritik serta masukan bagi diri penulis.

Akhir kata, semoga Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi penulis, institusi Pendidikan dan masyarakat luas.



Jakarta, Januari 2023

Penulis,

(Farid Arianto)

UNIVERSITAS
MERCU BUANA

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN	i
HALAMAN PERNYATAAN	ii
KATA PENGANTAR	iii
ABSTRAK	v
ABSTRACT	vi
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR TABEL	xiii
BAB I	1
PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan Penelitian.....	3
1.4 Batasan Masalah.....	3
1.5 Sistematika Penulisan.....	4
BAB II	5
LANDASAN TEORI	5
2.1 Literatur Review.....	5
2.2 Dasar Teori.....	8
2.2.1 Transformator.....	8
2.2.2 Kontruksi Transformator.....	9
2.2.3 Bagian-Bagian Transformer dan Fungsinya	13
2.2.3.1 Inti	13
2.2.3.2 Belitan (Winding) Transformer.....	14
2.2.3.3 Bushing.....	14
2.2.3.4 Tipe Pendinginan Transformator.....	16
2.2.3.5 Oil Preservation & Expansion (Konservator)	16
2.2.3.6 Minyak Transfomator	18
2.2.3.7 Tap Changer	18

2.2.3.8	NGR (<i>Neutral Grounding Resistor</i>)	19
2.2.4	Proteksi Pada Transformer	20
2.2.4.1	Rele Bucholz	20
2.2.4.2	Rele Jansen	20
2.2.4.3	Rele Sudden Pressure	21
2.2.4.4	Rele Thermal	21
2.2.5	Jenis-Jenis Transformator	21
2.2.5.1	Transformator Berdasarkan Pasangan Kumputan	21
2.2.5.2	Transformator Berdasarkan Fungsinya	22
2.2.6	Prinsip Kerja Transformator	23
2.2.7	Transformator Tiga Phasa	25
2.2.7.1	Polaritas Transformator	27
2.2.7.2	Hubungan-Hubungan Transformator 3 Phasa	28
2.2.8	Umur Transformator	30
2.2.8.1	Penyebab Berkurangnya Umur Transformator	30
2.2.8.2	Pengaruh Pembebanan Terhadap Umur Transformator	32
2.2.8.3	Susut Umur Transformer	33
2.2.8.4	Keadaan Pembebanan Pada Transformator	34
2.2.8.5	Rugi-Rugi Pada Transformer	35
2.3	Pembebanan Transformator	36
2.3.1	Temperatur Hot Spot	37
2.3.2	Kenaikan Temperatur Top Oil Kondisi Untuk Beban Stabil	38
2.3.3	Kenaikan Temperatur Top Oil Kondisi Untuk Beban Berubah-Ubah	39
2.3.4	Perhitungan Laju Penuaan Thermal Relatif	40
2.3.5	Perhitungan Susut Umur Transformator	41
2.3.6	Perhitungan perkiraan umur Transformator	42
2.4	Daya	42
2.4.1	Daya Aktif	43
2.4.2	Daya Reaktif	43
2.4.3	Daya Semu	44

2.5	Segitiga Daya	44
2.6	Efisiensi Transformator	44
BAB III.....		46
METODE PENELITIAN.....		46
3.1	Diagram Alir Penelitian.....	46
3.2	Skema Pengambilan Data.....	47
3.3	Metode Perhitungan	49
3.3.1	Perhitungan Daya Semu Transformator.....	49
3.3.2	Perhitungan Faktor Muat Penampang (Load Factor).....	50
3.3.3	Perhitungan Faktor Muat Penampang (Load Factor).....	50
3.3.4	Perhitungan Kenaikan Temperature Stabil Top Oil.....	50
3.3.5	Perhitungan Kenaikan Temperature Top Oil	51
3.3.6	Perhitungan Kenaikan Temperature Hotspot.....	51
3.3.7	Perhitungan Laju Penuaan Thermal Relative (V)	52
3.3.8	Perhitungan Susut Umur Transformator	52
3.3.9	Perhitungan Perkiraan Umur Transformator.....	52
3.3.10	Perhitungan Efisiensi Transformator	52
3.4	Jadwal Penelitian	53
BAB IV		54
HASIL DAN PEMBAHASAN		54
4.1	Perhitungan Beban Transformator	54
4.2	Data Harian Pembebanan Transformator Daya GST unit 2.....	55
4.2.1	Data Harian Pembebanan Transformator Pada Bulan Januari 2022	55
4.2.2	Data Harian Pembebanan Transformator Pada Bulan Februari 2022	56
4.2.3	Data Harian Pembebanan Transformator Pada Bulan Maret 2022 .	56
4.2.4	Perhitungan Pembebanan Transformator Daya GST unit 2.....	57
4.2.4.1	Perhitungan pada Bulan Januari	57
4.2.4.2	Perhitungan pada Bulan Februari	60
4.2.4.3	Perhitungan pada Bulan Maret	63
4.3	Hasil Perhitungan Pembebanan Transformator Daya GST unit 2	67

4.3.1	Hasil Perhitungan Pada Bulan Februari	67
4.3.2	Hasil Perhitungan Pada Bulan Maret	67
4.4	Grafik dan Analisa.....	68
4.4.1	Grafik dan Analisa Pada Bulan Januari	68
4.4.2	Grafik dan Analisa Pada Bulan Februari	70
4.4.3	Grafik dan Analisa Pada Bulan Maret	72
BAB V	74
PENUTUP	74
5.1	Kesimpulan.....	74
5.2	Saran	75
DAFTAR PUSTAKA	xiv
LAMPIRAN	xv



UNIVERSITAS
MERCU BUANA

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Teori dasar Transformator.....	9
Gambar 2.2. Laminasi inti sebuah transformator.....	10
Gambar 2.3 Konstruksi Transformator (a). tipe inti, (b) tipe cangkang	11
Gambar 2.4 Model gulung inti transformator	11
Gambar 2.5. Potongan laminasi individu inti transformator.....	12
Gambar 2.6. Perakitan inti transformator.....	12
Gambar 2.7 Perakitan inti transformator.....	13
Gambar 2.8. Inti Besi Transformator	13
Gambar 2.9. Belitan Transformator	14
Gambar 2.11. Konservator	16
Gambar 2.12. Konservator dengan rubber bag	17
Gambar 2.13. Tap Changer	19
Gambar 2.14. Neutral Grounding Resistor.....	20
Gambar 2.15. Kumparan induktif transformator.....	25
Gambar 2.16. Masukan dan keluaran transformator.....	25
Gambar 2.17. Transformator 3 phasa yang disusun dari 3 buah transformator 1 phasa dalam hubungan bintang.	26
Gambar 2.18. Transformator 3 phasa yang disusun dari 3 buah transformator 1 phasa yang dipasang pada satu inti dalam hubungan bintang.	26
Gambar 2.19. Tes Polaritas	27
Gambar 2.21. Additive Polarity and Subtractive Polarity	28
Gambar 2.22. Hubungan Bintang	28
Gambar 2.23. Hubungan Segitiga.	29

Gambar 2.24. Hubungan zig-zag kumparan sekunder	30
Gambar 2.25. Arah aliran arus	42
Gambar 2.26. Segitga Daya	44
Gambar 3.1 <i>Flowchart</i>	46
Gambar 3.1: (a) Transformator GST unti 1 (b) GST unit 2 di PT Merak Energi Indonesia	48
Gambar 3.2 : (a) HMI dari GST unit 1 (b) GST unit 2	49
Gambar 4.1. Perbandingan Temperature Hotspot dan Susut Umur pada Bulan Januari	68
Gambar 4.2. Perbandingan Pembebanan dan Efisiensi pada Bulan Januari	69
Gambar 4.3 Perbandingan Temperature Hotspot dan Susut Umur pada Bulan Februari	70
Gambar 4.4 Perbandingan Pembebanan dan Efisiensi pada Bulan Februari	71
Gambar 4.5 Perbandingan Temperature Hotspot dan Susut Umur pada Bulan Maret	72
Gambar 4.6 Perbandingan Pembebanan dan Efisiensi pada Bulan Maret	73

DAFTAR TABEL

Tabel 2.2 Skala Susut Umur.....	33
Tabel 2.3 Penuaan Thermal.....	41
Tabel 3.1 Jadwal Penelitian.....	53
Tabel 4.1 Pembebanan TRansformator Daya GST unit 2 bulan Januari 2022	55
Tabel 4.2 Pembebanan TRansformator Daya GST unit 2 bulan Februari 2022 ...	56
Tabel 4.3 Pembebanan Transformator Daya GST unit 2 bulan Maret 2022	57
Tabel 4.4 Hasil Perhitungan Pembebanan Transformator Daya GST unit 2 Januari 2022	81
Tabel 4.4 Hasil Perhitungan Pembebanan Transformator Daya GST unit 2 Februari 2022	82
Tabel 4.5 Hasil Perhitungan Pembebanan Transformator Daya GST unit 2 Maret 2022	83