

**LAPORAN TUGAS AKHIR**  
**ANALISA PENGARUH PEMBEBANAN TERHADAP PERUBAHAN**  
**TEMPERATUR WINDING DAN PENDINGINAN GENERATOR**  
**SINKRON DI PT. INDONESIA POWER SURALAYA PGU UNIT 2**

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



Disusun Oleh:

Nama : Dofan Adi Pratama  
N.I.M : 41420120093  
Pembimbing : Ir. Badaruddin, M.Si

**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO**  
**FAKULTAS TEKNIK**  
**UNIVERSITAS MERCU BUANA**  
**JAKARTA**  
**2022**

**HALAMAN PENGESAHAN**

**ANALISA PENGARUH PEMBEBANAN TERHADAP PERUBAHAN  
TEMPERATUR WINDING DAN PENDINGINAN GENERATOR  
SINKRON DI PT. INDONESIA POWER SURALAYA PGU UNIT 2**



Disusun Oleh:

Nama : Dofan Adi Pratama  
N.I.M : 41420120093  
Program Studi : Teknik Elektro

UNIVERSITAS  
MERCU BUANA  
Mengetahui,  
Pembimbing Tugas Akhir

(Ir. Badaruddin, M.Si)

Kaprodi Teknik Elektro

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

Koordinator Tugas Akhir

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

## HALAMAN PERNYATAAN

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Dofan Adi Pratama

NIM : 41420120093

Program Studi : Teknik Elektro

Fakultas : Teknik

Judul Tugas Akhir : Analisa Pengaruh Pembebanan Terhadap Perubahan Winding dan Pendinginan Generator Sinkron di PT. Indonesia Power Suralaya PGU Unit 2

Dengan ini menyatakan bahwa hasil penulisan Laporan Tugas Akhir yang telah saya buat ini merupakan hasil karya sendiri dan benar keasliannya. Apabila ternyata dikemudian hari penulisan Laporan Tugas Akhir ini merupakan hasil plagiat atau penjiplakan karya orang lain, maka saya bersedia mempertanggung jawabkan sekaligus bersedia menerima sanksi berdasarkan aturan di Universitas Mercu Buana.

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



Jakarta, Juli 2022



(Dofan Adi Pratama)

UNIVERSITAS  
MERCU BUANA

## KATA PENGANTAR

Syukur Alhamdulillah kami panjatkan kehadiran Allah SWT karena rahmat, hidayah dan inayah-Nya penulis dapat menyelesaikan Laporan Akhir ini yang berjudul “ANALISA PENGARUH PEMBEBANAN TERHADAP PERUBAHAN WINDING DAN PENDINGINAN GENERATOR SINKRON DI PT. INDONESIA POWER SURALAYA PGU UNIT 2” dapat terselesaikan dengan tepat waktu. Laporan Akhir ini bertujuan untuk memenuhi syarat pembuatan tugas akhir dalam mencapai gelar Sarjana Strata Satu (S1) Jurusan Teknik Elektro Universitas Mercu Buana.

Dalam kesempatan ini penulis mengucapkan banyak terimakasih kepada Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan taufiknya dan kepada Rasulullah Muhammad SAW sebagai risalah dalam sumber ilmu pengetahuan, kepada kedua orang tua kami, dan beberapa pihak yang membantu dalam membimbing dan memotivasi kami sehingga laporan akhir ini dapat terselesaikan. Penulis mengucapkan terimakasih kepada yang terhormat:

1. Bapak Dr. Ir. Eko Ihsanto, M.Eng selaku Ketua Program Studi Teknik Elektro Universitas Mercu Buana.
2. Bapak M. Hafidz Ibnu Hajar, ST., MSc selaku Sekretaris Jurusan Teknik Elektro Universitas Mercu Buana.
3. Bapak Ir. Badaruddin, M.Si selaku pembimbing.
4. Bapak/Ibu Dosen Akademik Universitas Mercu Buana.
5. Bapak Bambang Sutrisno dan Ibu Nanik Sulistyawati selaku orang tua penulis yang selalu memberikan nasehat, arahan, serta dukungan moril.
6. Supervisor Senior Operasi Regu B Suralaya PGU Deden Kusnadi.
7. Rekan-rekan Operator Suralaya PGU.
8. Teman-teman Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Mercu Buana.
9. Semua pihak yang telah membantu dalam penyelesaian laporan akhir ini baik dari instansi Universitas Mercu Buana maupun dari pihak lainnya.

Semoga amal baik dan ilmu bermanfaat yang telah diberikan kepada kami mendapat imbalan dari Allah SWT.

Penulis berusaha secara optimal dengan segala pengetahuan dan informasi yang didapatkan dalam menyusun laporan akhir ini. Namun, penulis menyadari akan keterbatasannya, karena itu penulis memohon maaf atas keterbatasan materi dan laporan akhir ini. Penulis sangat mengharapkan masukan berupa saran dan kritik yang membangun demi kesempurnaan buku laporan akhir ini.

Demikian dari penulis, besar harapan semoga buku ini dapat bermanfaat bagi pembaca dan kemajuan teknologi di Indonesia, khususnya bagi mahasiswa Teknik Elektro Universitas Mercu Buana.



Jakarta , Juni 2022

UNIVERSITAS  
MERCU BUANA

Penulis

## DAFTAR ISI

<b>HALAMAN PENGESAHAN</b>	<b>ii</b>
<b>HALAMAN PERNYATAAN</b>	<b>iii</b>
<b>KATA PENGANTAR</b>	<b>iv</b>
<b>ABSTRAK</b>	<b>vi</b>
<b>ABSTRACT</b>	<b>vii</b>
<b>DAFTAR ISI</b>	<b>viii</b>
<b>DAFTAR GAMBAR</b>	<b>xi</b>
<b>DAFTAR TABEL</b>	<b>xii</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN</b>	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Batasan Masalah	3
1.5 Metodologi Penelitian	4
1.6 Sistematika Penulisan	4
<b>BAB II LANDASAN TEORI</b>	<b>6</b>
2.1 Tinjauan Pustaka	6
2.2 Pembangkit Energi Listrik	8
2.3 Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU)	9
2.3.1 Siklus Kerja Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU)	10
2.3.2. Bagian-Bagian PLTU	14
2.4. Generator Sinkron	19
2.4.1. Konstruksi Generator Sinkron	20
2.4.2 Prinsip Kerja Generator Sinkron	25
2.4.3. Frekuensi Generator Sinkron	27
2.4.5. GGL Induksi Generator Sinkron	28
2.4.6 Beban Pada Generator Sinkron	29
2.4.7 Generator Sinkron Berbeban	29
2.4.8 Efisiensi Generator Sinkron	31

2.4.9 Rugi-rugi pada Generator Sinkron	31
2.5. Sistem Eksitasi Generator	35
2.6. Parameter Pengaturan Pada Generator	36
2.6.1. Pengaturan Daya Aktif (WATT) dan Daya Reaktif (VAR)	37
2.7 Kurva Kapabilitas Generator	38
2.8 Daya Beban Kelistrikan	39
2.8.1 Sifat-Sifat Beban Listrik	41
2.9. Sistem Pendingin Generator	42
2.9.1. Generator Dengan Sistem Pendinginan Hidrogen (H <sub>2</sub> )	42
2.10. Dampak Akibat Tidak Ada Sistem Pendingin Generator	46
<b>BAB III METODE PENELITIAN</b>	<b>50</b>
3.1 Metode Penelitian	50
3.2 Studi Literatur	50
3.3 Pengumpulan Data	51
3.4 Diagram Alir Penelitian	51
3.5 Analisis Tahapan Penelitian	53
3.6 Menghitung Rugi-Rugi Generator	53
3.6.1 Perhitungan Nilai Resistansi Winding	54
3.6.2 Perhitungan Resistansi Winding Generator Akibat Perubahan Temperatur	54
3.6.3 Perhitungan Rugi-Rugi Tembaga	55
3.6.4 Perhitungan Rugi-Rugi Inti Besi (Pi)	55
3.6.5 Perhitungan Rugi-Rugi Tembaga Kumbaran Jangkar (Ptj)	56
3.6.6 Perhitungan Rugi-Rugi Tembaga Kumbaran Medan (Ptm)	56
3.7 Analisa Kinerja Sistem Pendinginan Hidrogen Generator	57
3.8 Menghitung Efisiensi Generator	57
3.9 Menganalisa Kenaikan Temperatur Dalam Pembebanan Generator	57
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN</b>	<b>59</b>
4.1 Pengambilan Data	59
4.1.1 Data Pembebanan Beban MW dan MVAR Unit 2 Suralaya PGU	60

4.1.2. Data Beban Daya Aktif dan Daya Reaktif Terhadap Temperatur Winding Generator.	62
4.1.3 Data Pressure dan Purity Hidrogen (H <sub>2</sub> ) Pada Sistem Pendinginan Winding Generator Terhadap Pembebanan	64
4.2 Perhitungan Rugi-Rugi Generator Terhadap Temperatur Generator Winding di Unit 2 PLTU Suralaya	67
4.2.1 Perhitungan Rugi-Rugi Listrik	67
4.2.1.1 Perhitungan Rugi-Rugi Winding Stator	68
4.2.1.2 Perhitungan Rugi-Rugi Winding Rotor	69
4.2.2 Perhitungan Rugi-Rugi Mekanik dan Inti Besi	71
4.3 Analisa Kinerja Sistem Pendinginan Hidrogen Generator	74
4.4 Perhitungan Effisiensi Generator	76
4.5 Analisa Kenaikan Temperatur Dalam Pembebanan Pada Kurva Kapabilitas Generator	80
4.6 Analisa Keseluruhan Dari Hasil Perhitungan	82
<b>BAB V PENUTUP</b>	<b>84</b>
5.1 Kesimpulan	84
5.2 Saran	85
<b>DAFTAR PUSTAKA</b>	<b>86</b>



## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Proses Konversi Energi Pada PLTU	10
Gambar 2.2	Diagram T-S Siklus PLTU (Sinklus Rankine)	11
Gambar 2.3	Siklus Kerja PLTU	12
Gambar 2.4	Boiler	14
Gambar 2.5	Turbin Uap	15
Gambar 2.6	Kondensor	15
Gambar 2.7	Generator	16
Gambar 2.8	Main Exciter dan Pilot Exciter	16
Gambar 2.9	Rotating Diode	17
Gambar 2.10	Generator Transformer	17
Gambar 2.11	Bentuk konstruksi stator pada generator sinkron	21
Gambar 2.12	Bentuk Konstruksi Rotor Pada Generator Sinkron	22
Gambar 2.13	Rotor Kutub Menonjol (Salient)	24
Gambar 2.14	Rotor Kutub Silinder	25
Gambar 2.15	Proses Terbentuknya Gelombang AC Pada Generator Sinkron	26
Gambar 2.16	Brush Excitation	36
Gambar 2.17	Kurva Kapabilitas Generator (Generator Capability Curve)	39
Gambar 2.18	Sistem Sirkulasi Pendinginan H <sub>2</sub> Pada Generator	43
Gambar 3.1	Diagram Alir	52
Gambar 4.1	Kurva Effisiensi Generator Unit 2 Bulan April 2022	79
Gambar 4.2	Kurva Kapabilitas Generator Unit 2 PLTU Suralaya di Ruang Operator Control Room	80
Gambar 4.3	Plot Pembebanan Pada Kurva Kapabilitas Generator Bulan April	81

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Nilai Tahanan Jenis Bahan	48
Tabel 2.2 Nilai Koefisien Suhu Bahan Logam	49
Tabel 3.1 Nilai Koefisien Steinmentz Histerisis	56
Tabel 4.1 Pengambilan Data MW dan MVAR Tanggal 3 April 2022	60
Tabel 4.2 Data Rata-Rata Pembebanan MW dan MVAR Bulan April 2022	61
Tabel 4.3 Perubahan Temperatur Winding Terhadap Pembebanan Daya Aktif dan Daya Reaktif Tanggal 3 April 2022	62
Tabel 4.4 Data Rata-Rata Pembebanan Terhadap Temperatur Winding	63
Tabel 4.5 Pressure dan Purity Hidrogen (H <sub>2</sub> ) Terhadap Temperatur Winding Generator Tanggal 3 April 2022	65
Tabel 4.6 Data Rata-Rata Pressure dan Purity Terhadap Pembebanan Bulan April 2022	66
Tabel 4.7 Data Hasil Perhitungan Rugi-Rugi Generator Bulan April	73
Tabel 4.8 Data Hasil Pendinginan Generator Menggunakan Hidrogen	76
Tabel 4.9 Data Perhitungan Effisiensi Generator Unit 2 Bulan April 2022	78

UNIVERSITAS  
MERCU BUANA