

**APLIKASI GENERATOR MAGNET PERMANEN *LOW SPEED* PADA
PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA MIKROHIDRO (PLTMH)
DENGAN TURBIN *HYDROCOIL***



KETUT EFTA SUANAYASA
NIM: 41318010023
UNIVERSITAS
MERCU BUANA

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MERCU BUANA
JAKARTA 2023**

LAPORAN TUGAS AKHIR

APLIKASI GENERATOR MAGNET PERMANEN *LOW SPEED* PADA
PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA MIKROHIDRO (PLTMH)
DENGAN TURBIN *HYDROCOIL*



Nama : Ketut Efta Suanayasa
NIM : 41318010023
Program Studi : Teknik Mesin

**DIAJUKAN UNTUK MEMENUHI SYARAT KELULUSAN MATA KULIAH
TUGAS AKHIR PADA PROGRAM SARJANA STRATA 1 (S1)
JANUARI 2023**

HALAMAN PENGESAHAN

APLIKASI GENERATOR MAGNET PERMANEN *LOW SPEED* PADA PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA MIKROHIDRO (PLTMH) DENGAN TURBIN *HYDROCOIL*

Disusun Oleh:

Nama : Ketut Efta Suanayasa
NIM : 41318010023
Program Studi : Teknik Mesin

Telah di periksa dan di setujui pada tanggal: 10 Februari 2023

Telah dipertahankan di depan penguji,

Pembimbing TA



(Dr. Agung Wahyudi B., ST, MT, MM)

NIP. 0329106901

Penguji Sidang II



(Rikko Putra Youlia, ST, M.Eng)

NIP. 120930671

Penguji Sidang I



(Dr. Abdul Hamid, B.Eng., M.Eng)

NIP. 190460031

Penguji Sidang III

(I Gusti Ayu Arwati, Dra, MT, Ph.D)

NIP. 197580672

Mengetahui,

Kaprodi Teknik Mesin



(Muhamad Fitri M.Si, Ph.D)

NIP. 118690617

Koordinator TA



(Gilang Awan Yudhistira, ST.,M.T)

NIP. 221900211

HALAMAN PERNYATAAN

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Ketut Efta Suanayasa
NIM : 41318010023
Jurusan : Teknik Mesin
Judul Tugas Akhir : Aplikasi Generator Magnet Permanen *Low Speed* Pada
Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro (PLTMH) Dengan
Turbin *Hydrocoil*

Dengan ini menyatakan bahwa saya melakukan Tugas Akhir dengan sesungguhnya dan hasil penulisan Laporan Tugas Akhir yang telah saya ini merupakan hasil karya sendiri dan benar keasliannya. Apabila ternyata di kemudian hari penulisan Laporan Tugas Akhir ini merupakan hasil plagiat atau penjiplakan terhadap karya orang lain, maka saya bersedia mempertanggungjawabkan serta bersedia menerima sanksi berdsarkan aturan di Universitas Mercu buana.

Demikian pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tanpa paksaan.

Jakarta, 10 Februari 2023

UNIVERSITAS
MERCU BUA



Ketut Efta Suanayasa

PENGHARGAAN

Puji syukur selalu dan tak lupa penulis panjatkan kepada kehadiran Tuhan yang Maha Kuasa, Allah SWT, karena atas nikmat, ridho, dan karunia-Nya, penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir dengan tepat waktu dan dapat menyusun laporan Tugas Akhir. Penyusunan laporan Tugas Akhir merupakan sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan seluruh rangkaian kegiatan Tugas Akhir dan sebagai salah satu syarat untuk menempuh ujian jenjang Sarjana Strata Satu (S1) di Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Mercu Buana.

Dalam proses melaksanakan kegiatan dan penyusunan laporan Tugas Akhir, penulis menyadari begitu banyak bantuan dan dukungan dari berbagai pihak baik secara moral maupun langsung. Oleh karena itu dalam kesempatan ini penulis ingin menyampaikan ucapan terimakasih sebesar – besarnya kepada:

1. Bapak Muhamad Fitri M.Si, Ph.D. selaku Ketua Program Studi Teknik Mesin yang telah memberikan motivasi kepada setiap mahasiswa Teknik Mesin.
2. Bapak Alief Avicenna L, ST, M. Eng selaku Sekretaris Program Studi serta sebagai koordinator Tugas Akhir Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Mercu Buana sekaligus sebagai dosen pembimbing yang telah memberikan nasehat serta arahan selama proses pengerjaan laporan ini
3. Bapak Gian Villany Golwa, ST., MT, selaku Koordinator Laboratorium Program Studi Teknik Mesin serta sebagai koordinator Tugas Akhir Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Mercu Buana sekaligus sebagai dosen pembimbing yang telah memberikan nasehat serta arahan selama proses pengerjaan laporan ini
4. Bapak Agung Wahyudi B., ST, MT, MM selaku dosen pembimbing yang telah menyediakan waktu, tenaga, dan pengetahuan untuk membimbing saya dalam penyusunan skripsi ini
5. Kedua Orang Tua saya, dan keluarga besar yang telah mendoakan serta memberikan dukungan dan motivasi agar selalu sabar serta terus semangat dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini
6. Niko Eka Saputra, Irfan Alif, Fahmi Hidayat sebagai teman satu tim dalam kegiatan Tugas Akhir ini yang selalu memberikan semangat dan kerjasama yang maksimal.

7. Teman-teman jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Mercu Buana angkatan 2018 yang selama ini memberikan bantuan dan dukungan.
8. Teman-teman penulis yang tidak dapat penulis cantumkan satu persatu namanya yang telah membantu dan memberikan dukungan penulis agar laporan ini selesai.
9. Sahabat Seperjuangan yang selalu memberikan doa, dorongan dan saran agar laporan Tugas Akhir ini selesai.

Penulis sangat menyadari masih terdapat banyak kekurangan dalam laporan ini hal tersebut tidak lain karena keterbatasan pengetahuan yang dimiliki penulis. Oleh karena itu, penulis dengan sangat terbuka menerima segala kritik dan saran yang bersifat membangun. Akhir kata, penulis berharap agar laporan Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi pembaca.



Jakarta, 10 Februari 2023

Ketut Efta Suanayasa

UNIVERSITAS
MERCU BUANA

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN	i
HALAMAN PERNYATAAN	ii
PENGHARGAAN	iii
ABSTRAK	v
ABSTRACT	vi
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR GAMBAR	ix
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR SIMBOL	xi
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1. LATAR BELAKANG	1
1.2. RUMUSAN MASALAH	3
1.3. TUJUAN	3
1.4. MANFAAT	3
1.5. RUANG LINGKUP DAN BATAS MASALAH	4
1.6. SISTEMATIKA PENULISAN	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1. PENELITIAN TERDAHULU	5
2.2. PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA MIKRO HIDRO	18
2.3. TURBIN <i>HYDROCOIL</i>	19
2.4. GENERATOR	21
2.4.1 Jenis Generator	21
2.4.2 Pengertian Stator	22
2.4.3 Pengertian Rotor	22
2.4.4 Konstruksi Generator Singkron	22
2.4.5 Konstruksi Stator	23
2.4.6 Konstruksi Rotor	24
2.4.7 Prinsip Kerja Generator	25
2.5. PRINSIP MEDAN MAGNET	25
2.5.1 Medan Magnet	26
2.5.2 Fluks Magnet	26

2.6	EFISIENSI GENERATOR SINGKRON	26
2.7	INDUKSI ELEKTROMAGNET	27
2.8	PARAMETER PERFORMA TURBIN AIR	27
	2.8.1 Daya Potensial	28
	2.8.2 Torsi	28
	2.8.3 Kecepatan Putaran	29
	2.8.4 Daya Turbin	29
	2.8.5 Efisiensi Total	30
	2.8.6 Debit Air	30
2.9	<i>LOAD FLOW ANALYSIS</i> (ANALISIS ALIRAN DAYA)	32
BAB III METODOLOGI		34
3.1	DIAGRAM ALIR	34
	3.1.1 Perancangan Mekanik	37
	3.1.2 Pengujian Generator Tanpa Beban	41
3.2	ALAT DAN BAHAN	41
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN		43
4.1	PENGUJIAN TEGANGAN TANPA BEBAN	43
	4.1.1 Pengujian Satu Fasa	43
4.3	PENGUJIAN TEGANGAN BERBEBAN	44
	4.3.1 Pengujian Hari Pertama	44
	4.3.2 Pengujian Hari Kedua	48
4.4	HASIL PERHITUNGAN PENGUJIAN TEGANGAN TURBIN	51
	4.4.1 Hasil Perhitungan Daya Pada Kecepatan 2,25 m/s	51
	4.4.2 Hasil Perhitungan Daya Pada Kecepatan 2,30 m/s	54
	4.4.3 Hasil Perhitungan Daya Pada Kecepatan 2,35 m/s	57
4.5	EFISIENSI TURBIN HYDROCOIL PADA GENERATOR <i>LOW SPEED</i>	60
BAB V PENUTUPAN		63
5.1	KESIMPULAN	63
5.2	SARAN	64
DAFTAR PUSTAKA		65
LAMPIRAN		67

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Skema Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro [16]	19
Gambar 2.2. Ilustrasi Bentuk Lengkung Pita <i>Drive</i> [5]	19
Gambar 2.3. Turbin <i>Hydrocoil</i> [5]	20
Gambar 2.4. Skematik Sistem PLTMH yang Menggunakan Turbin Hydrocoil	20
Gambar 2.5. Konstruksi Generator Sinkron [18]	23
Gambar 2.6. Kerangka dan Inti Stator Mesin Sinkron [18]	23
Gambar 2.7. Rotor Jenis Kutub Menonjol [18]	24
Gambar 2.8. Rotor Jenis Kutub Silinder (a) Dan Silent (b) [18]	24
Gambar 2.9. Pembangkit Tegangan Induksi [18]	25
Gambar 2.10. Hukum Lenz [17]	27
Gambar 3.1. Diagram Alir Penelitian	34
Gambar 3.2. Diagram Alir Pemilihan Generator	35
Gambar 3.3. Diagram Alir Pengujian	36
Gambar 3.5. Generator DC 12 Volt	38
Gambar 3.6. Lokasi Penelitian	42
Gambar 4.1. Pengujian Satu Fasa Tanpa Beban	44
Gambar 4.2. Hubungan Kecepatan Aliran Terhadap RPM Hari Pertama	45
Gambar 4.3. Hubungan Kecepatan Aliran Terhadap Tegangan Hari Pertama	46
Gambar 4.4. Hubungan Kecepatan Aliran Terhadap Kuat Arus Hari Pertama	46
Gambar 4.5. Hubungan Kecepatan Aliran Terhadap Torsi Hari Pertama	47
Gambar 4.6. Hubungan Kecepatan Aliran Terhadap Daya Listrik Hari Pertama	47
Gambar 4.7. Hubungan Kecepatan Aliran Terhadap RPM Hari Kedua	49
Gambar 4.8. Hubungan Kecepatan Aliran Terhadap Tegangan Hari Kedua	49
Gambar 4.9. Hubungan Kecepatan Aliran Terhadap Arus Hari Kedua	50
Gambar 4.10. Hubungan Kecepatan Aliran Terhadap Torsi Hari Kedua	50
Gambar 4.11. Hubungan Kecepatan Aliran Terhadap Daya Listrik Hari Kedua	51
Gambar 4.12. Grafik RPM Kecepatan Aliran 2,25 m/s	54
Gambar 4.13. Grafik RPM kecepatan Aliran 2,30 m/s	57
Gambar 4.14. Grafik RPM Kecepatan Aliran 2,35 m/s	60
Gambar 4.15. Grafik Efisiensi Kecepatan Aliran	61

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1. Penelitian Terdahulu	5
Tabel 3.1. Spesifikasi Generator DC	38
Tabel 3.2. Luas Penampang Sungai	39
Tabel 3.3. Kecepatan Aliran	39
Tabel 3.4. Luas Penampang Sungai	40
Tabel 3.5. Luas Penampang Sungai	40
Tabel 3.6. Pengujian Generator Tanpa Beban	41
Tabel 3.7. Alat Dan Bahan	41
Tabel 4.1. Data Pengujian Satu Fasa Tanpa Beban	43
Tabel 4.2. Hasil Eksperimen Hari Pertama	45
Tabel 4.3. Hasil Eksperimen Hari Kedua	48
Tabel 4.4. Daya Dari Kecepatan 2,25 m/s	53
Tabel 4.5. Daya Dari Kecepatan Aliran 2,30 m/s	56
Tabel 4.6. Daya Dari Kecepatan Aliran 2,35 m/s	59
Tabel 4.7. Data Efisiensi Kecepatan Aliran	61

DAFTAR SIMBOL

Simbol	Keterangan
θ	Fluks Magnet (<i>Webber</i>)
A	Luas Penampang (m^2)
B	Kuat Medan Magnet (m^2 / <i>Webber</i>)
α	Sudut Antara Garis Normal Bidang A dan Bidang B
P_o	Daya <i>output</i>
P_i	Daya <i>Input</i>
e	GGL induksi yang dibangkitkan (<i>volt</i>)
N	Banyak Jumlah Lilitan
$\Delta\phi$	Perubahan Fluks Magnetik (<i>webber</i>)
Δt	Perubahan Waktu (<i>detik</i>)
P_h	Daya Hidrolik (<i>kW</i>)
P_t	Daya Turbin (<i>kW</i>)
P_l	Daya Generator (<i>kW</i>)
T	Torsi (<i>Nm</i>)
ω	Kecepatan Sudut (<i>Rad/s</i>)
η_t	Efisiensi Turbin (%)
P	Daya (<i>kW</i>)
N	Kecepatan Putaran (<i>rpm</i>)
F_t	Gaya Turbin (<i>N</i>)
Q	Debit Air (m^3/s)