

**RANCANG BANGUN TURBIN *CROSS-FLOW* UNTUK PEMBANGKIT LISTRIK
TENAGA MIKROHIDRO SEBAGAI LAMPU PENERANGAN JALAN
PADA SUNGAI GUNG KABUPATEN TEGAL**



MUJI PRASETIO
NIM: 41318010039

PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MERCU BUANA
JAKARTA 2023

RANCANG BANGUN TURBIN *CROSS-FLOW* UNTUK PEMBANGKIT
LISTRIK TENAGA MIKROHIDRO SEBAGAI LAMPU PENERANGAN
JALAN PADA SUNGAI GUNG KABUPATEN TEGAL



Disusun oleh:

Nama : Muji Prasetyo
NIM : 41318010039
Program Studi : Teknik Mesin

DIAJUKAN UNTUK MEMENUHI SYARAT KELULUSAN MATA KULIAH
TUGAS AKHIR PADA PROGRAM SARJANA STRATA SATU (S1)
FEBRUARI 2023

HALAMAN PENGESAHAN

RANCANG BANGUN TURBIN *CROSS-FLOW* UNTUK PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA MIKROHIDRO SEBAGAI LAMPU PENERANGAN JALAN PADA SUNGAI GUNG KABUPATEN TEGAL

Disusun oleh:

Nama : Muji Prasetyo
NIM : 41318010039
Program Studi : Teknik Mesin

Telah diperiksa dan disetujui pada tanggal 07 Februari 2023

Telah dipertahankan di depan penguji,

Pembimbing TA



Dr. Eng. Deni Shidqi Khaerudini

NIP. 216890126

Penguji Sidang II

Penguji Sidang I



Alief Avicenna L, ST M. Eng

NIP. 216910097

Penguji Sidang III



Prof. Dr. Chandrasa Soekardi

NIP: 114570409

Kaprodi Teknik Mesin



Muhamad Fitri M.Si, Ph.D.

NIP. 118690617



Dr. Abdul Hamid

NIP: 616460096

Koordinator TA



Gilang Awan Yudhistira, ST., M.T

NIP. 221900211

Mengetahui,

HALAMAN PERNYATAAN

Yang bertanda tangan di bawah ini,

Nama : Muji Prasetio
NIM : 41318010039
Jurusan : Teknik Mesin
Fakultas : Teknik
Judul Tugas Akhir : Rancang Bangun Turbin *Cross-Flow* untuk Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro Sebagai Lampu Penerangan Jalan pada Sungai Gung Kabupaten Tegal.

Dengan ini menyatakan bahwa saya melakukan Tugas Akhir dengan sesungguhnya dan 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 terhadap karya orang lain, maka saya bersedia mempertanggungjawabkan sekaligus bersedia menerima sanksi berdasarkan aturan di Universitas Mercu Buana.

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

UNIVERSITAS
MERCU BUANA

Jakarta, 07 Februari 2023



(Muji Prasetio)

PENGHARGAAN

Puji syukur penulis ucapkan kepada Tuhan Yang Maha Esa, karena telah diberikan rahmat dan anugerah sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan tugas akhir yang berjudul Rancang Bangun Turbin *Cross-Flow* untuk Pembangkit Listrik Tenaga MikroHidro Sebagai Lampu Penerangan Jalan pada Sungai Gung Kabupaten Tegal.

Puji syukur dengan adanya bimbingan dan bantuan dari pembimbing maupun rekan - rekan, penulis dapat melaksanakan tugas akhir dan menyelesaikan penyusunan laporan tugas akhir. Pada kesempatan ini juga penulis menyampaikan ucapan terima kasih yang sebesar – besarnya kepada:

1. Bapak Muhamad Fitri, ST., M.Si., P.hD selaku Ketua Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Mercu Buana.
2. Bapak Gilang Awan Yudhistira, ST., M.T selaku koordinator Tugas Akhir Teknik mesin Universitas Mercu Buana.
3. Bapak Dr. Eng. Deni Shidqi Khaerudini selaku dosen pembimbing Tugas Akhir Teknik mesin Universitas Mercu Buana.
4. Ayahhanda Bpk Masdun (Alm) dan ibunda Warsini (Almh), yang selalu memberikan dukungan moral semasa hidupnya, sehingga penulis bisa mencapai titik penyusunan Tugas Akhir ini.
5. Hana Salsabila, yang selalu memberikan doa dan dukungan sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan Tugas Akhir ini.
6. Teman-teman Teknik mesin Universitas Mercu Buana angkatan 2018 yang selalu memberikan masukan dalam penyusunan laporan Tugas Akhir.
7. Masyarakat Desa Danawarih yang senantiasa memberikan dukungan dalam penelitian Tugas Akhir ini.

Melalui lembar penghargaan ini saya menyampaikan permohonan maaf atas segala kekurangan dalam penyusunan laporan tugas akhir ini. Semoga laporan tugas akhir ini dapat memberikan manfaat bagi seluruh pihak yang membaca.

Jakarta, 07 Februari 2023



(Muji Prasetio)

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN	i
HALAMAN PERNYATAAN	ii
PENGHARGAAN	iii
ABSTRAK	iv
ABSTRACT	v
DAFTAR ISI	vi
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR SIMBOL	xiii
DAFTAR SINGKATAN	xiv
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 BATASAN MASALAH	4
1.6. SISTEMATIKA PENULISAN	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1. PENELITIAN TERDAHULU	6
2.2. ENERGI AIR	13
2.2.1. Debit Air	14
2.2.2. Penentuan Pipa Pesat	15
2.4. PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA MIKROHIDRO	15
2.4.1. Klasifikasi PLTMH	17
2.4.2. Pemilihan Lokasi PLTMH	18
2.4.3. Pengertian Turbin Air	19

2.4.4.	Pemilihan Jenis Turbin	23
2.5.	TURBIN <i>CROSS-FLOW</i>	24
2.6.	METODE PERANCANGAN TURBIN <i>CROSS-FLOW</i>	26
2.6.1.	Perancangan <i>Runner</i> Turbin	26
2.6.2.	Komponen Desain Turbin <i>Cross-flow</i>	29
2.6.3.	Menentukan Diameter Poros	29
2.7.	SISTEM TRANSMISI MEKANIK	32
2.7.1.	Kecepatan Rasio	32
2.7.2.	Diameter <i>Pulley</i> Penggerak	33
2.7.3.	Panjang Sabuk	33
2.8.	PARAMETER TURBIN	34
2.8.1.	Torsi	34
2.8.2.	Efisiensi Turbin	34
2.8.3.	Daya Teoritis	34
2.8.4.	Daya turbin	35
BAB III METODOLOGI		36
3.1.	DIAGRAM ALIR	36
3.1.1.	Studi Literatur	37
3.1.2.	Diagram Alir Perancangan Turbin <i>cross-flow</i>	38
3.1.3.	Perancangan <i>Runner</i> Turbin <i>Cross-flow</i>	39
3.1.4.	Menentukan Diameter Poros Turbin	40
3.1.5.	Perhitungan Rasio Kecepatan	41
3.1.6.	Perhitungan Diameter <i>Pulley</i> Penggerak	41
3.1.7.	Perhitungan Panjang Sabuk	41
3.2.	ALAT DAN BAHAN	41
3.2.1.	Teknik Pengumpulan Data	42

3.2.2.	Pengukuran Debit Air	43
3.2.3.	Pengukuran Tinggi Jatuh Air <i>Head</i> (m)	44
3.2.4.	Alat Ukur Pengujian	45
3.3.	PENGUJIAN TURBIN <i>CROSS-FLOW</i>	49
3.3.1.	Pengujian Variasi <i>Control Valve</i>	50
3.3.2.	Pengujian Kecepatan Putaran Turbin	50
3.3.3.	Pengujian Torsi	50
3.3.4.	Pengolahan Data Pengujian Turbin <i>Cross-flow</i>	51
3.3.5.	Hasil dan Kesimpulan	52
BAB IV	HASIL DAN PEMBAHASAN	53
4.1.	PENGAMBILAN DATA SURVEY LAPANGAN	53
4.2.	HASIL PENGUKURAN TINGGI TERJUNAN DAN PERHITUNGAN DEBIT AIR	54
4.2.1.	Perhitungan daya hidrolis	55
4.2.2.	Perhitungan Parameter Perancangan Turbin <i>Cross-flow</i>	55
4.3.	PERHITUNGAN DIAMETER POROS	58
4.3.1.	Daya Rencana	58
4.3.2.	Perhitungan Momen Rencana	58
4.3.3.	Perhitungan Tegangan Geser	58
4.3.4.	Perhitungan Diameter Poros	59
4.4.	DESAIN TURBIN <i>CROSS-FLOW</i>	60
4.5.	SISTEM TRANSMISI MEKANIK	62
4.5.1.	Perhitungan Kecepatan Rasio	63
4.5.2.	Menentukan Diameter <i>Pulley</i>	63
4.5.3.	Menentukan Panjang sabuk belt (V)	63
4.6.	SKEMATIK PENGUJIAN TURBIN	64

4.7.	PENGUJIAN TURBIN <i>CROSS-FLOW</i>	66
4.7.1.	Pengaruh Bukaannya <i>Valve</i> terhadap putaran turbin <i>cross-flow</i>	66
4.7.2.	Pengaruh Bukaannya <i>Valve</i> terhadap Torsi [Nm]	67
4.7.3.	Pengaruh Bukaannya <i>Valve</i> terhadap daya turbin <i>cross-flow</i>	68
4.7.4.	Pengaruh Bukaannya <i>Valve</i> terhadap efisiensi turbin [%]	70
4.7.5.	Perbandingan Hasil Penelitian	72
BAB V	PENUTUP	73
5.1.	KESIMPULAN	73
5.2.	SARAN	74
	DAFTAR PUSTAKA	75
	LAMPIRAN	78



UNIVERSITAS
MERCU BUANA

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Komponen Komponen PLTMH	16
Gambar 2.2. Turbin Pelton	20
Gambar 2.3. Turbin <i>Cross-flow</i>	21
Gambar 2.4. Turbin Francis	22
Gambar 2.5. Turbin Kaplan	23
Gambar 2.6. Turbin <i>cross-flow</i>	24
Gambar 3.1. Diagram Alir Penelitian	37
Gambar 3.2. Diagram Alir Perancangan Turbin <i>Cross-flow</i>	38
Gambar 3.3. Data Debit Air Sungai Gung 2022	43
Gambar 3.4. Pengukuran Volume Saluran Irigasi Sungai Gung	44
Gambar 3.5. Pengukuran Tinggi Jatuh Air <i>Head</i>	45
Gambar 3.6 Tachometer	46
Gambar 3.7. Neraca Pegas	46
Gambar 3.8. Beban Lampu	47
Gambar 3.9. Pipa PVC	47
Gambar 3.10. Meteran	48
Gambar 3.11. Diagram Alir Pengujian Turbin	49
Gambar 3.12. Metode pengukuran Kecepatan Putar Turbin	50
Gambar 3.13. Metode Pengukuran Torsi	51
Gambar 4.1. Lokasi Pengujian	53
Gambar 4.2. Skema Pengukuran Tinggi Jatuh Air	55
Gambar 4.3. Desain dan Parameter Turbin <i>Cross-flow</i>	60
Gambar 4.4. Desain <i>Nozzle</i>	60
Gambar 4.5. Desain Poros Turbin <i>Cross-flow</i>	61
Gambar 4.6. Desain Rumah Turbin	61
Gambar 4.7. Hasil Pembuatan Turbin <i>cross-flow</i>	62
Gambar 4.8. Transmisi Mekanik Turbin	64
Gambar 4.9. Skematik pengujian turbin	65
Gambar 4.10. Grafik Bukaannya <i>valve</i> terhadap kecepatan putar	66
Gambar 4.11. Grafik Bukaannya <i>Valve</i> terhadap Torsi	67
Gambar 4.12. Grafik Bukaannya <i>Valve</i> terhadap daya turbin	69



DAFTAR TABEL

Tabel 2.1. Penelitian Terdahulu	6
Tabel 2.2. Klasifikasi Turbin	23
Tabel 2.3. Komponen desain turbin <i>cross-flow</i>	29
Tabel 2.4. Bahan Baja Karbon Kontruksi Mesin	30
Tabel 2.5. Faktor Koreksi Daya	30
Tabel 3.1. Alat dan Bahan	41
Tabel 3.2. Hasil Pengukuran Volume Saluran Irigasi Sungai Gung	44
Tabel 4.1. Data perancangan turbin <i>cross-flow</i>	61
Tabel 4.2. Hasil Pengujian Bukaan <i>Valve</i> terhadap Putaran Turbin	66
Tabel 4.3. Hasil Pengujian bukaan <i>valve</i> terhadap torsi	67
Tabel 4.4. Pengujian Bukaan <i>Valve</i> terhadap daya turbin	69
Tabel 4.5. Hasil Pengujian Bukaan <i>Valve</i> terhadap efisiensi turbin	70



DAFTAR SIMBOL

Simbol	Keterangan
ρ	masa jenis air (1000 kg/m ³)
G	gravitasi (9,8 m/s)
Q	debit (m ³ /s)
H	<i>head</i> (m)
Pt	daya turbin (kW)
η_t	Efisiensi turbin (%)
LD	Luas <i>runner</i> turbin (m ²)
D	Diameter luar turbin (m)
D ₁	Diameter dalam Turbin (m)
N	Kecepatan <i>runner</i> turbin (rpm)
K	Jarak antar sudu (m)
r ₁	Jari jari kelengkungan sudu (m)
N	Jumlah sudu
T	Momen rencana (kg/mm)
τ	Tegangan geser (kg/mm)
σ_B	Kekuatan tarik (kg/mm ²)
Sf ₁	Faktor keamanan 1
Sf ₂	Faktor keamanan 2
d _s	Diameter poros (mm)
	Faktor koreksi
	Faktor beban lentur
	Kecepatan sudut (rad/s)
R	Jari jari pulley (m)
T	Torsi (Nm)
M	Pembebanan massa (kg)

DAFTAR SINGKATAN

Singkatan	Keterangan
PLTMH	Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro
ASME	<i>American Society of Mechanical Engineers</i>
BBWS	Balai Besar Pengawas Sungai

