

**STUDI EKSPERIMENTAL PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA AIR SKALA
PIKO HIDRO DENGAN TURBIN *HYDROCOIL* DI SUNGAI
CIGIRANG KABUPATEN SUMEDANG**



UNIVERSITAS
MERCU BUANA
RENDRY AGIT OCTAVIYANTO
NIM:41317010014

PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MERCU BUANA
JAKARTA 2021

LAPORAN TUGAS AKHIR

STUDI EKSPERIMENTAL PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA AIR SKALA
PIKO HIDRO DENGAN TURBIN *HYDROCOIL* DI SUNGAI
CIGIRANG KABUPATEN SUMEDANG



Nama : Rendry Agit Octavianto
NIM : 41317010014
Program Studi : Teknik Mesin

DIAJUKAN UNTUK MEMENUHI SYARAT KELULUSAN MATA KULIAH
TUGAS AKHIR PADA PROGRAM SARJANA STRATA 1 (S1)
MARET 2021

HALAMAN PENGESAHAN

STUDI EKSPERIMENTAL PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA AIR SKALA PIKO HIDRO DENGAN TURBIN *HYDROCOIL* DI SUNGAI CIGIRANG KABUPATEN SUMEDANG

Disusun Oleh:

Nama : Rendry Agit Octaviyanto
NIM : 41317010014
Program Studi : Teknik Mesin

Telah di periksa dan di setujui pada tanggal: 07-08-2021

Telah dipertahankan di depan penguji

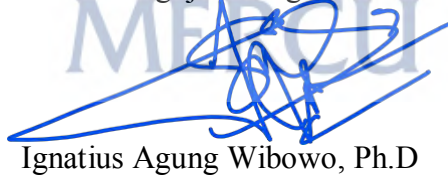
Pembimbing TA



Alief Avicenna Luthfie, M.Eng

NIP 216910097

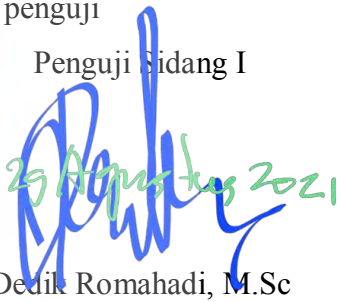
Penguji Sidang II



Ignatius Agung Wibowo, Ph.D

NIP 1975801015

Penguji Sidang I

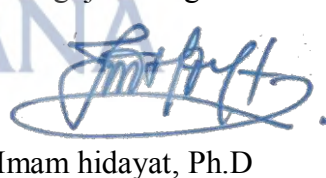


29 Agustus 2021

Dedik Romahadi, M.Sc

NIP 116910542

Penguji Sidang III




Imam Hidayat, Ph.D

NIP 11952

Mengetahui

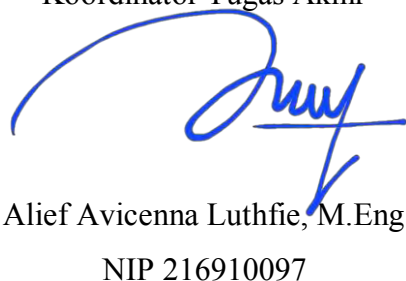
Kaprodi Teknik Mesin



Muhammad Fitri, Ph.D

NIP 1186906117

Koordinator Tugas Akhir



Alief Avicenna Luthfie, M.Eng

NIP 216910097

HALAMAN PERNYATAAN

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama :Rendry Agit Octaviyanto

NIM :41317010014

Jurusan :Teknik Mesin

Judul Tugas Akhir :Studi Eksperimental Pembangkit Listrik Tenaga Air Skala Piko Hidro dengan turbin *Hydrocoil* di Sungai Cigirang Kabupaten Sumedang

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 6 Agustus 2021


Rendry Agit Octaviyanto

PENGHARGAAN

Puji syukur selalu dan tak lupa penulis panjatkan kepada ke hadirat 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 terima kasih sebesar – besarnya kepada:

1. Rektor Universitas Mercu Buana Prof. Ngadino Surip
2. Dekan Fakultas Teknik Universitas Mercu Buana Dr. Mawardi, M. TI
3. Bapak Muhammad Fitri, Ph.D. selaku Ketua Program Studi Teknik Mesin yang telah memberikan motivasi kepada setiap mahasiswa Teknik Mesin.
4. Bapak Alief Avicenna L, ST, M. Eng selaku Sekretaris Program Studi Dan 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
5. Kedua orang tua, Ayahanda Eko Wahyono dan Ibunda Prihatun yang telah membiayai kuliah serta selalu mendoakan penulis.
6. Arif Rizki Fauzi dan Nur Imam Mafatih sebagai teman satu tim dalam Tugas Akhir ini yang selalu memberikan semangat dan kerjasama yang maksimal.
7. Teman-teman jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Mercu Buana angkatan 2017 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.

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.



**STUDI EKSPERIMENTAL PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA AIR SKALA
PIKO HIDRO DENGAN TURBIN *HYDROCOIL* DI SUNGAI CIGIRANG
KABUPATEN SUMEDANG**

ABSTRAK

Energi alternatif merupakan energi yang ketersediaannya sangat melimpah di alam dan dapat diperbaharui, salah satunya adalah energi air yang dapat dimanfaatkan untuk Pembangkit Listrik Tenaga Piko Hidro. Penelitian ini bertujuan untuk memanfaatkan potensi sungai yang melimpah khususnya daerah pegunungan namun belum dimanfaatkan secara optimal. Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan Metode Penelitian Eksperimental (*Experimental Research*), yaitu dengan melakukan pengujian secara langsung di lapangan untuk memperoleh data sebab akibat melalui eksperimen guna mendapatkan data empiris. Dari hasil pengujian turbin *Hydrocoil* pada Sungai Cigirang dengan tinggi jatuh air 2 meter dan debit rata-rata aliran dalam pipa $0,014 \text{ m}^3/\text{detik}$ adalah pada saat tanpa beban menghasilkan putaran turbin rata-rata 918 rpm, torsi 2,61 N.m, tegangan 10,39 Volt dan arus 0,96 Ampere dengan efisiensi 91,30 %.

Kata Kunci: Studi eksperimental, turbin *hydrocoil*, pembebanan



**EXPERIMENTAL STUDY OF PIKO HYDRO HYDROELECTRIC POWER
PLANT WITH HYDROCOIL TURBINE ON CIGIRANG RIVER
SUMEDANG REGENCY**

ABSTRACT

Alternative energy is energy whose availability is very abundant in nature and can be renewed, one of which is water energy which can be used for Pico Hydro Power Plants. This study aims to take advantage of the abundant potential of rivers, especially mountainous areas but has not been used optimally. This research was conducted using the Experimental Research Method, namely by conducting direct testing in the field to obtain causal data through experiments in order to obtain empirical data. From the results of testing the Hydrocoil turbine on the Cigirang River with a water drop height of 2 meters and an average flow rate in the pipe of 0.014 m³/second when no load produces an average turbine rotation of 918 rpm, torque 2.61 Nm, voltage 10.39 Volt and current 0.96 Ampere with 91.30% efficiency.

Keywords: Experimental study, hydrocoil turbine, loading.



DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN	i
HALAMAN PERNYATAAN	ii
PENGHARGAAN	iii
ABSTRAK	v
ABSTRACT	vi
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR SIMBOL	xii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1. LATAR BELAKANG	1
1.2. RUMUSAN MASALAH	3
1.3. TUJUAN PENELITIAN	3
1.4. RUANG LINGKUP DAN BATASAN MASALAH	4
1.5. SISTEMATIKA PENULISAN	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1. KAJIAN TERDAHULU	6
2.2. PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA AIR (PLTA)	9
2.3.1. TURBIN AIR	10
2.3.1. Turbin Impuls	10
2.3.2. Turbin Reaksi	10
2.4. PRINSIP KERJA TURBIN AIR	11
2.5. PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA PIKO HIDRO (PLTPH)	11
2.6. KOMPONEN PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA PIKO HIDRO	13
2.6.1. Bendung	13

2.6.2.	Saringan	14
2.6.3.	Pipa Pesat (<i>Penstock</i>)	14
2.6.4.	Katup	14
2.6.5.	<i>Power House</i>	14
2.7.	DASAR DASAR DINAMIKA FLUIDA	14
2.7.1.	Persamaan Bernoulli	15
2.7.2.	Luas Penampang Pipa	16
2.7.3.	Debit	16
2.7.4.	Kecepatan Aliran	16
2.7.5.	Laju Aliran Massa	17
2.7.6.	Tekanan Total	17
2.8.	PARAMETER TURBIN	18
2.8.1.	Daya Air	18
2.8.2.	Daya Turbin	19
2.8.3.	Torsi	19
2.8.4.	Kecepatan Sudut	20
2.9.	TURBIN HYDROCOIL	21
BAB III METODOLOGI		23
3.1.	DIAGRAM ALIR	23
3.2.	METODE PENELITIAN	24
3.3.	OBSERVASI LAPANGAN	28
3.4.	TEMPAT DAN WAKTU PENELITIAN	29
3.4.1.	Tempat Penelitian	29
3.4.2.	Waktu Penelitian	30
3.5.	PERSIAPAN ALAT DAN BAHAN	30
3.6.	PROSEDUR PENELITIAN	33

3.7.	FAKTOR PENELITIAN	33
3.7.1.	Variabel Penelitian	34
3.7.2.	Analisis Data	34
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN		35
4.1.	HASIL PENGUJIAN KINERJA TURBIN <i>HYDROCOIL</i>	35
4.2.	HASIL PENGAMBILAN DATA	36
4.3	HASIL PERHITUNGAN NILAI DAYA DAN EFISIENSI TURBIN	37
4.3.1.	Hasil Perhitungan Pada Pembebanan 0 Watt.	37
4.3.2.	Hasil Perhitungan Pada Pembebanan 50 Watt.	39
4.3.3.	Hasil Perhitungan Pada Pembebanan 100 Watt	40
4.3.4.	Hasil Perhitungan Pada Pembebanan 150 Watt	41
4.4.	PEMBAHASAN HASIL PENAMBAHAN BEBAN	43
4.4.1.	Hubungan Penambahan Beban Terhadap Tegangan	43
4.4.2.	Hubungan Penambahan Beban Terhadap Arus	44
4.4.2.	Hubungan Penambahan Beban Terhadap Torsi	45
4.5.	PEMBAHASAN PENURUNAN NILAI PUTARAN TURBIN	45
4.5.1.	Hubungan Penambahan Beban Terhadap Putaran Turbin	46
4.5.2.	Hubungan Putaran Turbin Terhadap Tegangan	47
4.6.	PENGOLAHAN DATA DAYA TURBIN	48
4.7.	EFISIENSI TURBIN HYDROCOIL	50
BAB V PENUTUP		52
5.1.	KESIMPULAN	52
5.2.1.	SARAN	52
DAFTAR PUSTAKA		53
LAMPIRAN		57

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 6 Turbin Impuls	10
Gambar 2. 7 Turbin Reaksi	11
Gambar 2. 8 Klasifikasi Turbin Air Berdasarkan Tinggi Jatuhnya Air dan Aliran	13
Gambar 2. 9 Skema Pengujian Torsi dengan Metode <i>Prony Brake</i>	20
Gambar 2. 10 Skema Bentuk Turbin Hydrocoil	21
Gambar 3. 1 Diagram Alir Penelitian	23
Gambar 3. 2 Tahapan Penelitian.	24
Gambar 3. 3 Pemasangan <i>Penstock</i>	25
Gambar 3. 4 Pemasangan Turbin ke <i>Penstock</i>	26
Gambar 3. 5 Pengukuran Kecepatan Turbin	26
Gambar 3. 6 Pengukuran Torsi	27
Gambar 3. 7 Pengukuran Nilai Tegangan	27
Gambar 3. 8 Pengukuran Nilai Arus	28
Gambar 3. 9 Pengukuran Lebar dan Kedalaman Aliran Irigasi	29
Gambar 3. 10 Pengukuran Tinggi Jatuh Air dan Panjang Aliran	29
Gambar 3. 11 Neraca Pegas	30
Gambar 3. 12 Tachometer	31
Gambar 3. 13 Lampu LED	31
Gambar 3. 14 Tali Tambang	32
Gambar 3. 15 Meteran	32
Gambar 3. 16 Multimeter	33
Gambar 4. 1. Skema Instalasi Turbin <i>Hydrocoil</i> pada Sungai Cigirang.	35
Gambar 4. 2 Grafik Hubungan Penambahan Beban Terhadap Tegangan	43
Gambar 4. 3 Grafik Hubungan Penambahan Beban Terhadap Arus	44
Gambar 4. 4 Grafik Hubungan Antara Penambahan Beban Terhadap Torsi	45
Gambar 4. 5 Grafik Hubungan Penambahan Beban Terhadap Putaran Turbin	47
Gambar 4. 6 Grafik Hubungan Putaran Turbin Terhadap Tegangan	48
Gambar 4. 8 Grafik Hubungan Penambahan Beban Terhadap Daya Turbin	49
Gambar 4. 9 Hubungan Penambahan Beban Terhadap Efisiensi	51

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 3 Klasifikasi Pembangkit Listrik Tenaga Air (PLTA)	12
Tabel 4. 1. Hasil Pengambilan Data	36
Tabel 4. 2 Data Analisis Penurunan Putaran Turbin	46
Tabel 4. 3 Analisis Daya Turbin	49
Tabel 4. 4 Hubungan Penambahan Beban Terhadap Efisiensi Turbin	50



DAFTAR SIMBOL

SIMBOL	KETERANGAN
P_1	Tekanan statis fluida kondisi 1 (Pa)
P_2	Tekanan statis fluida kondisi 2 (Pa)
P	Kerapatan fluida cair (kg/m^3)
V_1	Kecepatan rata – rata fluida cair di kondisi 1 (m/s)
V_2	Kecepatan rata – rata fluida cair di kondisi 2 (m/s)
Z_1	Titik elevasi di kondisi 1 (m)
Z_2	Titik elevasi di kondisi 2 (m)
H_L	Head karena rugi – rugi mayor (m)
H_{Lm}	Head karena rugi – rugi minor (m)
A	Luas Penampang pipa(m^2)
D	Diameter dalam pipa(m^2)
π	Phi (3,14)
Q	Debit alir dalam pipa (m^3 /s)
\dot{m}	Laju aliran masa (kg/s)
g	Percepatan gravitasi ($9,8 \text{ m/s}^2$)
P_T	Power Turbin (Watt)
ω	Kecepatan Sudut (Rad/s)
N	Jumlah Putaran (RPM)