

# **TUGAS AKHIR**

**ANALISA PENGARUH JUMLAH SUDU DAN SUDUT  
SUDU TURBIN KAPLAN TERHADAP PERFORMA PADA  
RANCANG BANGUN PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA  
MIKROHIDRO (PLTMH)**



**Disusun Oleh :**

**ABDUL BA'IS**  
**NBI : 1421900151**

**ALFIAN KHARISMA PRADANA PUTRA**  
**NBI : 1421900150**

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS 17 AGUSTUS 1945 SURABAYA**

**2022**

# **TUGAS AKHIR**

## **ANALISA PENGARUH JUMLAH SUDU DAN SUDUT SUDU TURBIN KAPLAN TERHADAP PERFORMA PADA RANCANG BANGUN PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA MIKROHIDRO (PLTMH)**



**Disusun Oleh :**

**ALFIAN KHARISMA PRADANA PUTRA**

**NBI : 1421900150**

**ABDUL BA'IS**

**NBI : 1421900151**

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS 17 AGUSTUS 1945 SURABAYA**

**2023**

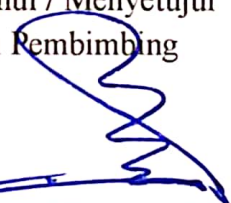
**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS 17 AGUSTUS 1945 SURABAYA**

---

**LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR**

NAMA : ABDUL BA'IS  
NBI : 1421900151  
NAMA : ALFIAN KHARISMA PRADANA PUTRA  
NBI : 1421900150  
PROGRAM STUDI : TEKNIK MESIN  
FAKULTAS : TEKNIK  
JUDUL : ANALISA PENGARUH JUMLAH SUDU DAN  
SUDUT SUDU TURBIN KAPLAN TERHADAP  
PERFORMA PADA RANCANG BANGUN  
PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA MIKROHIDRO  
(PLTMH)

Mengetahui / Menyetujui  
Dosen Pembimbing

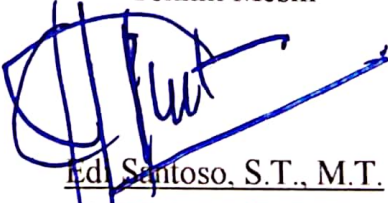
  
H. Gatut Priyo Utomo, M.Sc.  
NPP. 20420860073

Dekan  
Fakultas Teknik

  
Dr. Ir. Priyo, M.Kes.  
NPP. 20410900197



Ketua Program Studi  
Teknik Mesin

  
Edi Santoso, S.T., M.T.  
NPP. 20420960485

## PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Saya menyatakan dengan sesungguhnya bahwa Tugas Akhir dengan Judul :  
**ANALISA PENGARUH JUMLAH SUDU DAN SUDUT SUDU TURBIN  
KAPLAN TERHADAP PERFORMA PADA RANCANG BANGUN  
PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA MIKROHIDRO (PLTMH)**

yang dibuat untuk melengkapi persyaratan menjadi Sarjana Teknik Mesin pada Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya, sejauh yang saya ketahui bukan merupakan duplikasi dari Tugas Akhir yang sudah dipublikasikan atau pernah dipakai untuk mendapatkan gelar Sarjana Teknik di lingkungan Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya maupun di perguruan tinggi atau instansi manapun, kecuali bagian yang bersumber informasinya dicantumkan sebagaimana mestinya.

Surabaya, 14 Desember 2022



Abdul Ba'is

NBI. 1421900151



UNIVERSITAS  
17 AGUSTUS 1945  
SURABAYA

BADAN PERPUSTAKAAN

Jl. SEMOLOWARU 45 SURABAYA

TELP. 031 593 1800 (Ext. 311)

e-mail : [perpus@untag-sby.ac.id](mailto:perpus@untag-sby.ac.id)

## LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Sebagai Civitas Akademik Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya, saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Abdul Ba'is  
NBI/ NPM : 1421900151  
Fakultas : Teknik  
Program Studi : Teknik Mesin  
Jenis Karya : Skripsi/ ~~Tesis/ Disertasi/ Laporan Penelitian/Praktek\*~~

Demi perkembangan ilmu pengetahuan, saya menyetujui untuk memberikan kepada Badan Perpustakaan Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya **Hak Bebas Royalti Noneklusif (Nonexclusive Royalty-Free Right)**, atas karya saya yang berjudul:

### ANALISA PENGARUH JUMLAH SUDU DAN SUDUT SUDU TURBIN KAPLAN TERHADAP PERFORMA PADA RANCANG BANGUN PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA MIKROHIDRO (PLTMH)

Dengan **Hak Bebas Royalti Noneklusif (Nonexclusive Royalty - Free Right)**, Badan Perpustakaan Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya berhak menyimpan, mengalihkan media atau memformatkan, mengolah dalam bentuk pangkalan data (database), merawat, mempublikasikan karya ilmiah saya selama tetap tercantum

Dibuat di : Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya

Pada tanggal : 03 Januari 2023

Yang Menyatakan,

  
DB98BAKX293019831  
(Abdul Ba'is)

\*Coret yang tidak perlu

## **LEMBAR PERSEMBAHAN DAN KATA MUTIARA**

### **PERSEMBAHAN :**

Saya ucapkan terimakasih kepada Allah SWT yang telah melimpahkan segala rahmat, petunjuk, dan kemudahan yang diberikan kepada saya dalam menyelesaikan tugas akhir ini dengan baik. Tugas akhir ini saya persembahkan kepada kedua orang tua dan keluarga tercinta yang selalu mendukung, mendoakan dan memotivasi saya dalam menyelesaikan pendidikan ini dan juga kepada dosen pembimbing bapak Gatut Priyo Utomo yang telah membantu dan mendidik saya dalam menyelesaikan tugas akhir ini. serta kepada teman-teman dan sahabat saya yang tak pernah lelah dalam membantu, mendukung dan memberi nasihat.

### **KATA MUTIARA :**

“TIDAK ADA YANG TIDAK MUNGKIN DIDUNIA INI UNTUK DIRAIH  
SELAGI MAU BELAJAR DAN BERUSAHA, JANGAN MENGHARAPKAN  
CERAHNYA MASA DEPAN KALAU MASIH MENURUTI RASA MALAS”

## ABSTRAK

### ANALISA PENGARUH JUMLAH DAN SUDUT SUDU TURBIN KAPLAN TERHADAP PERFORMA PADA RANCANG BANGUN PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA MIKROHIDRO (PLTMH)

*Energi listrik merupakan kebutuhan penting, semua peralatan membutuhkan energi listrik. Meningkatnya jumlah penduduk kebutuhan energi listrik semakin meningkat, sehingga energi terbarukan sangat dibutuhkan. Pada Kawasan Wisata Surodudu Pacet terdapat aliran air terjun setinggi 4 meter yang berpotensi untuk Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro. Sehingga peneliti akan merancang alat mikrohidro dan menganalisa pengaruh jumlah sudu dan sudut sudu turbin kaplan terhadap performa dengan tujuan mendapatkan variasi terbaik. Metode dalam penelitian ini meliputi pembuatan alat, pengambilan data, dan analisa. Variasi yang digunakan yaitu jumlah sudu 3, 4, 5 dan sudut sudu 40°, 50°, 60°. Hasil analisa didapat kesimpulan bahwa hasil performa alat mikrohidro dengan turbin variasi jumlah sudu 5 dan sudut sudu 60° menghasilkan daya output terbesar yaitu 69,6 watt menghasilkan efisiensi turbin terbesar yaitu 22,4%, dan efisiensi PLTMH terbesar yaitu 31,6%. Hal ini dikarenakan air yang masuk dapat sempurna menghantam seluruh bagian sudu turbin sehingga gaya dorong yang terjadi semakin besar sehingga menghasilkan putaran yang tinggi. Semakin tinggi putaran yang dihasilkan maka daya dan efisiensi akan semakin meningkat.*

**Kata kunci : PLTMH, Energi Alternatif, Air Terjun, Turbin Kaplan, Jumlah Sudu, Sudut Sudu.**

## ABSTRACT

### **ANALYSIS OF THE EFFECT OF THE NUMBER AND ANGLE OF THE KAPLAN TURBINE ON PERFORMANCE ON THE DESIGN AND CONSTRUCTION OF A MICROHYDRO POWER PLANT (PLTMH)**

*Electrical energy is an important requirement, all equipment requires electrical energy. As the population increases, the need for electrical energy is increasing, so that renewable energy is urgently needed. In the Surodadu Pacet Tourism Area, there is a 4-meter-high waterfall that has the potential to be used as a Micro-hydro Power Plant. So the researchers will design a micro-hydro device and analyze the effect of the number of blades and the angle of the Kaplan turbine blades on performance with the aim of getting the best variation. Methods in this study include making tools, data collection, and analysis. The variations used are the number of blades 3, 4, 5 and the angles of 40°, 50°, 60°. From the results of the analysis, it can be concluded that the results of the performance of the micro-hydro device with a turbine with a variation of the number of blades 5 and the angle of the blades of 60° produce the greatest output power, namely 69.6 watts, resulting in the greatest turbine efficiency, namely 22.4%, and the largest PLTMH efficiency, namely 31.6%. This is because the incoming water can perfectly hit all parts of the turbine blades so that the thrust that occurs is greater, resulting in high rotation. The higher the rotation generated, the power and efficiency will increase.*

**Keywords : PLTMH, Alternative Energy, Waterfall, Kaplan Turbine, Number of Blades, Angle of Blades.**



## KATA PENGANTAR

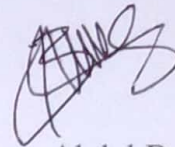
Syukur alhamdulillah kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan segala rahmat dan Hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir yang berjudul “Analisa Pengaruh Jumlah Sudu dan Sudut Sudu Turbin Kaplan Terhadap Performa Pada Rancang Bangun Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro (PLTMH)” ini dengan baik. Maksud dan tujuan dari Proposal Tugas Akhir ini adalah sebagai salah satu syarat yang harus di penuhi mahasiswa Fakultas Teknik untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik Strata 1 di Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya.

Dibalik keberhasilan penulis dalam menyusun Proposal Tugas Akhir ini tidak lepas dari bantuan dari berbagai pihak. Penulis dapat menyelesaikan Proposal Tugas Akhir ini tidak lepas dari bimbingan, pengarahan serta motivasi dari berbagai pihak sehingga segala kendala dan kesulitan yang ada dapat teratasi. Untuk itu pada kesempatan yang berbahagia ini penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar besarnya kepada yang terhormat :

1. Kedua orang tua saya yang selalu memberikan bantuan materil maupun non materil, mendoakan memberikan semangat dan dukungan sampai detik ini.
2. Bapak Ir. Gatut Priyo Utomo, M.Sc. sebagai dosen pembimbing yang telah bersedia untuk meluangkan waktu untuk membimbing, memeriksa, serta memberikan petunjuk-petunjuk dan saran dalam penyusunan Proposal Tugas Akhir ini.
3. Bapak Edi Santoso, S.T., M.T. selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya yang telah memberikan izin untuk penulisan Tugas Akhir ini.
4. Bapak Dr. Ir. H. Sajiyo M.Kes. selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya beserta staf yang telah memberikan kesempatan kepada penulis untuk menyelesaikan Proposal Tugas Akhir ini.
5. Seluruh bapak/ibu dosen Program Studi Teknik Mesin Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya yang telah memberikan ilmu pengetahuan kepada penulis selama mengikuti kegiatan kuliah.
6. Seluruh teman-teman Mahasiswa Teknik Mesin Untag Surabaya yang telah banyak memberi support, semangat, bantuan, saran selama menyelesaikan Tugas Akhir ini.
7. Masih banyak pihak-pihak lainnya yang juga berperan dalam penyelesaian Tugas Akhir ini yang belum bisa saya sebutkan satu persatu.

Akhir kata dari penulis, besar harapan penulis semoga Tugas Akhir ini dapat memberikan manfaat bagi semua pihak yang memerlukan, walaupun penulis menyadari bahwa Tugas Akhir ini masih jauh dari kesempurnaan.

Surabaya, 14 Desember 2022



Abdul Ba'is  
NBI. 1421900151

## DAFTAR ISI

Halaman Judul.....	i
Lembar Pengesahan .....	ii
Pernyataan Keaslian .....	iii
Lembar Persembahan .....	iii
Abstrak .....	v
Abstract .....	vi
kata Pengantar .....	vii
Daftar Isi.....	ix
Daftar Gambar.....	xii
Daftar Tabel .....	xiii

### **BAB I PENDAHULUAN**

1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Perumusan Masalah.....	2
1.3 Batasan Masalah.....	2
1.4 Tujuan Penelitian.....	3
1.5 Manfaat Penelitian.....	3
1.6 Sistematika Penulisan.....	3

### **BAB II DASAR TEORI**

2.1 Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro .....	5
2.2 Komponen PLTMH.....	6
2.3 Potensi PLTMH .....	7
2.4 Turbin Air.....	7
2.5 Komponen Turbin Air .....	8
2.6 Klasifikasi Turbin Air .....	9
2.6.1 Turbin Air Berdasarkan Head Dan Debit.....	9
2.6.2 Turbin Air Berdasarkan Arah Aliran.....	9
2.6.3 Turbin Air Berdasarkan Momentum Fluida .....	11
2.6.4 Turbin Air Berdasarkan Kecepatan Spesifik.....	11
2.7 Turbin Kaplan .....	12
2.8 Mekanisme Kerja Turbin Kaplan.....	13
2.9 Debit Air.....	13
2.10 Potensi Air.....	15
2.11 Hukum Bernoulli.....	15
2.12 Performa PLTMH .....	16
2.13.1 Pengaruh Variasi Jumlah Sudu Terhadap Performa Turbin.....	16

2.13.2 Pengaruh Variasi Sudut Sudu Terhadap Performa Turbin .....	17
2.13 Segitiga Kecepatan.....	17
2.14 Kecepatan Relatif .....	18
2.15 Kecepatan Turbin .....	19
2.16 Gaya .....	20
2.17 Torsi .....	20
2.18 Kecepatan Sudut.....	20
2.19 Daya Turbin .....	20
2.20 Daya Generator .....	21
2.21 Efisiensi Turbin.....	21
2.22 Efisiensi PLTMH .....	21

### **BAB III METODE PENELITIAN**

3.1 Penelitian.....	23
3.2 Diagram Alir (Flowchart).....	24
3.3 Perencanaan Penelitian.....	24
3.3.1 Mulai .....	24
3.3.2 Studi Literatur .....	25
3.3.3 Studi Lapangan.....	25
3.3.4 Pembuatan Alat Mikrohidro .....	25
3.3.5 Pengujian Alat Mikrohidro Dengan Variabel .....	25
3.3.6 Data Hasil Pengujian.....	26
3.3.7 Analisa Data .....	27
3.3.8 Kesimpulan.....	27
3.3.9 Selesai .....	27
3.4 Alat uji dan Perlengkapan .....	27
3.5 Mekanisme Kerja Alat Uji .....	28
3.6 Peralatan Pengujian .....	28
3.7 Alat dan Bahan Perancangan.....	29
3.8 Pelaksanaan Pengujian .....	32
3.9 Tata Cara Pengujian .....	32
3.10 Analisis.....	33

### **BAB IV ANALISA DATA**

4.1 Analisa Data Penelitian .....	35
4.2 Data Hasil Pengujian.....	35
4.3 Perhitungan Debit.....	38
4.4 Perhitungan Segitiga Kecepatan.....	39
4.4.1 Perhitungan Kecepatan Aliran Turbin.....	39

4.4.2	Perhitungan Kecepatan Keliling.....	40
4.4.3	Perhitungan Kecepatan Relative .....	40
4.4.4	Perhitungan Kecepatan Relatif Terhadap Kecepatan Keliling.....	40
4.4.5	Perhitungan Kecepatan Tangensial .....	40
4.4.6	Perhitungan Gaya .....	40
4.5	Hasil Perhitungan Segitiga Kecepatan .....	40
4.6	Perhitungan Kecepatan Turbin.....	41
4.6.1	Perhitungan Torsi .....	41
4.6.2	Perhitungan Kecepatan Sudut .....	41
4.6.3	Perhitungan Rasio Kecepatan.....	41
4.6.4	Perhitungan Kecepatan Satuan.....	41
4.6.5	Perhitungan Kecepatan Spesifik.....	41
4.7	Hasil Perhitungan Karakteristik Turbin .....	42
4.8	Perhitungan Daya dan Efisiensi Turbin.....	42
4.8.1	Perhitungan Daya Turbin .....	42
4.8.2	Perhitungan Daya Generator .....	42
4.8.3	Perhitungan Daya Air.....	42
4.8.4	Perhitungan Efisiensi Turbin.....	42
4.8.5	Perhitungan Efisiensi PLTMH.....	42
4.9	Hasil Perhitungan Daya dan Efisiensi PLTMH .....	43
4.10	Grafik Hasil Pengujian .....	43
<b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN</b>		
5.1	Kesimpulan .....	47
5.2	Saran.....	47
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>		<b>48</b>
<b>LAMPIRAN.....</b>		<b>50</b>

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Skema Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro .....	5
Gambar 2.3 Turbin Aliran Tangensial .....	10
Gambar 2.4 Turbin Aliran Aksial .....	10
Gambar 2.5 Turbin Aliran Aksial-Radial.....	10
Gambar 2.6 Turbin Impuls.....	11
Gambar 2.7 Turbin Reaksi .....	11
Gambar 2.8 Konstruksi Turbin Kaplan .....	12
Gambar 2.9 Skema Instalasi Turbin Kaplan .....	13
Gambar 2.10 Prinsip Bernoulli.....	15
Gambar 2.11 Variasi Jumlah Sudu.....	16
Gambar 2.12 Variasi Sudut Sudu.....	17
Gambar 2.13 Segitiga Kecepatan .....	18
Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian.....	24
Gambar 3.2 Alat Uji Prototype .....	27
Gambar 4.1 Ukuran Turbin Kaplan.....	39
Gambar 4.2 Segitiga Kecepatan .....	39
Gambar 4.3 Grafik Pengaruh Variasi Terhadap Putaran Turbin .....	43
Gambar 4.4 Grafik Pengaruh Variasi Terhadap Daya .....	44
Gambar 4.5 Grafik Pengaruh Variasi Terhadap Efisiensi Turbin .....	45
Gambar 4.6 Grafik Pengaruh Variasi Terhadap Efisiensi PLTMH .....	46

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Klasifikasi Pembangkit Listrik Tenaga Air.....	6
Tabel 2.2 Kapasitas Terpasang Pembangkit Tenaga Listrik Nasional .....	7
Tabel 2.3 Pengaplikasian Turbin Air Terhadap Tinggi Head .....	9
Tabel 2.4 Kecepatan Spesifik Pada Turbin .....	12
Tabel 3.1 Variasi Jumlah Sudu dan Sudut Sudu .....	25
Tabel 3.2 Pengambilan Data Pengujian .....	26
Tabel 3.3 Peralatan Pengujian .....	28
Tabel 3.4 Alat dan Bahan Perancangan Alat Mikrohidro .....	29
Tabel 4.1 Data Pengujian Metode Sample Random.....	35
Tabel 4.2 Data Pengujian Metode Sample Random Sesuai Kode.....	36
Tabel 4.3 Rata-rata data pengujian.....	37
Tabel 4.4 Hasil Perhitungan Segitiga Kecepatan .....	40
Tabel 4.5 Hasil Perhitungan Karakteristik Turbin .....	42
Tabel 4.6 Hasil Perhitungan Daya dan Efisiensi PLTMH .....	43