

# **TUGAS AKHIR**

**ANALISIS PENGARUH VARIASI DIAMETER INLET  
NOZZEL DAN SUDUT SUDU PADA TURBIN KAPLAN  
PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA MIKROHIDRO  
(PLTMH)**



**Disusun Oleh :**

**AMELIA FIRSTY ADEY WIJAYA**

**NBI : 1421900172**

**DAVID AKSAL JOHANSA**

**NBI : 1421900140**

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

**2023**



# TUGAS AKHIR

ANALISIS PENGARUH VARIASI DIAMETER INLET  
NOZZEL DAN SUDUT SUDU PADA TURBIN KAPLAN  
PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA MIKROHIDRO  
(PLTMH)



Disusun Oleh :

AMELIA FIRSTY ADEY WIJAYA

NBI : 1421900172

DAVID AKSAL JOHANSA

NBI : 1421900140

PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS 17 AGUSTUS 1945 SURABAYA

2023

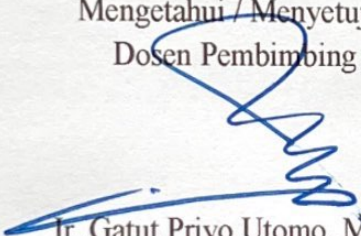
PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS 17 AGUSTUS 1945 SURABAYA

---

LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR

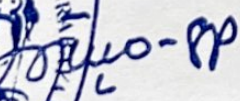
NAMA : AMELIA FIRSTY ADEY WIJAYA  
NBI : 1421900172  
NAMA : DAVID AKSAL JOHANSA  
NBI : 1421900140  
PROGRAM STUDI : TEKNIK MESIN  
FAKULTAS : TEKNIK  
JUDUL : ANALISIS PENGARUH VARIASI DIAMETER  
INLET NOZZEL DAN SUDUT SUDU PADA  
TURBIN KAPLAN PEMBANGKIT LISTRIK  
TENAGA MIKROHIDRO (PLTMH)

Mengetahui / Menyetujui  
Dosen Pembimbing

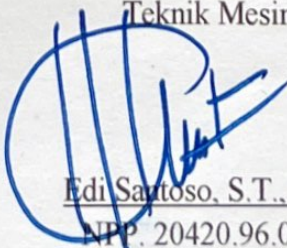
  
Ir. Gatut Priyo Utomo, M.Sc.  
NPP.20420.86.0073



Dekan  
Fakultas Teknik

  
Dr. Ir. Sa'lyo, M.Kes., IPU  
NPP. 20410.90.0197

Ketua Program Studi  
Teknik Mesin

  
Edi Santoso, S.T., M.T.  
NPP. 20420.96.0485



## PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Saya menyatakan dengan sesungguhnya bahwa Tugas Akhir dengan Judul :  
**ANALISIS PENGARUH VARIASI DIAMETER INLET NOZZEL DAN  
SUDUT SUDU PADA TURBIN KAPLAN 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, 3 Januari 2023



Amelia Firsty Adey Wijaya  
NBI. 1421900172





UNIVERSITAS  
17 AGUSTUS 1945  
SURABAYA

BADAN PERPUSTAKAAN  
Jl. SEMOLOWARU 45 SURABAYA  
TELP. 031 593 1800 (Ext. 311)  
e-mail : 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 : Amelia Firsty Adey Wijaya  
NBI/ NPM : 1421900172  
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:

**ANALISIS PENGARUH VARIASI DIAMETER INLET NOZZEL DAN SUDUT SUDU PADA TURBIN KAPLAN 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 Menvatakan

  
  
(Amelia Firsty Adey Wijaya)

\*Coret yang tidak perlu



## LEMBAR PERSEMBAHAN DAN KATA MUTIARA

### PERSEMBAHAN :

Saya ucapkan terima kasih kepada Tuhan Yang Maha Esa karena dengan segala rahmat, petunjuk, dan kesehatan yang telah diberikan kepada saya dalam perjalanan saya menyelesaikan tugas akhir ini dengan baik. Tugas akhir ini saya persembahkan kepada :

1. Kedua orang tua dan keluarga besar saya tercinta yang selalu mendukung, mendoakan, dan memotivasi saya dalam menyelesaikan pendidikan ini.
2. Dosen pembimbing saya, Bapak Ir. Gatut Priyo Utomo, M.Sc., yang telah mencurahkan kesabaran, ilmu, waktu, dan motivasinya pada saat proses bimbingan sehingga saya dapat menyelesaikan tugas akhir ini dengan baik dan lancar.
3. Ibu Eka Marlina, S.T., M.Eng., Bapak Ir. Zainun Achmad, M.T., dan Bapak Maula Nafi, S.T., M.T., selaku dosen penguji saya yang telah memberikan saran dan masukan dalam menyempurnakan tugas akhir saya.
4. Bapak Dr. Ir. Sajiyo, M.Kes., IPU selaku Dekan Fakultas Teknik, dan Bapak Edi Santoso, S.T., M.T. selaku Ketua Program Studi Teknik Mesin.
5. Segenap jajaran dosen program studi Teknik Mesin.
6. Segenap jajaran karyawan dan staff program studi Teknik Mesin.
7. Kekasih yang saya sayangi yang tak kenal lelah mendoakan saya, memberi saya dukungan, saran, dan motivasi untuk dapat selalu berprogress mengerjakan tugas akhir ini hingga selesai.
8. Teman-teman dan sahabat saya yang menerima saya dengan tangan terbuka untuk membantu, mendukung, dan memberi nasihat baik yang berdomisili di Surabaya, maupun di luar Surabaya.

### KATA MUTIARA :

*“EDUCATION IS THE PASSPORT TO THE FUTURE, FOR TOMORROW  
BELONGS TO THOSE WHO PREPARE FOR IT TODAY”*



## ABSTRAK

### ANALISIS PENGARUH VARIASI DIAMETER INLET NOZZEL DAN SUDUT SUDU PADA TURBIN KAPLAN PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA MIKROHIDRO (PLTMH)

*Pembangkit Listrik Tenaga Mikro-Hidro (PLTMH) merupakan sumber penghasil listrik alternatif berskala kecil yang memberikan banyak keuntungan terutama bagi masyarakat di pedesaan atau pedalaman yang belum terjangkau oleh jaringan distribusi PLN. Dengan adanya energi terbarukan seperti ini, masyarakat di kawasan pedalaman akan terbantu dalam mendapat pasokan energi listrik. Tugas Akhir ini peneliti akan merancang sebuah pembangkit listrik alternatif di Kawasan Wisata Surodadu Pacet dengan memanfaatkan aliran air sungai yang sering kita temui di desa ataupun daerah pegunungan yaitu Rancang Bangun Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro yang menggunakan turbin jenis kaplan dengan dilakukan analisis diameter inlet nozzel dan sudut sudu terhadap performansi yang dihasilkan. Kegiatan yang dilakukan dalam penelitian ini diawali dengan pembuatan alat, pengambilan data dan analisis. Selanjutnya dilakukan pengambilan data melalui pengujian pada inlet tersebut dengan menggunakan variasi diameter inlet nozzel dan sudut sudu sebagai parameter untuk mengetahui performansi yang dihasilkan. Dalam penelitian ini digunakan beberapa variasi yaitu diameter inlet yang terdiri atas 0,5 Inchi; 1 Inchi; dan 1,5 Inchi serta sudut sudu sebesar 40°, 50°, dan 60°. Hasil analisis didapat kesimpulan bahwa hasil performa alat mikrohidro dengan variasi diameter inlet nozzel 0,5 inci dan sudut sudu 60° menghasilkan daya output terbesar yaitu 63,1 Watt. Pada variasi diameter inlet nozzel 0,5 inci dan sudut sudu 60° menghasilkan efisiensi PLTMH terbesar yaitu 55,5% dan efisiensi Turbin terbesar 22,1%. Hal ini dikarenakan pada nilai sudut sudu 60° diameter inlet nozel 0,5 inci memancarkan air secara sempurna tepat mengenai seluruh bagian dari sudu turbin. Kondisi tersebut tentunya akan berdampak pada gaya dorong air terhadap turbin. Konklusi yang didapat yakni semakin tinggi nilai rpm yang diperoleh maka semakin tinggi pula hasil output dari generator yang didapat.*

**Kata kunci : Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro, Energi Air, Aliran Sungai, Turbin Kaplan, Diameter Inlet Nozzel, Sudut Sudu Turbin.**



## ABSTRACT

### ANALYSIS OF THE EFFECT OF VARIATION IN INLET NOZZLE DIAMETER AND BLADE ANGLE OF KAPLAN TURBINE ON MICROHYDRO ELECTRIC POWER PLANT (PLTMH)

*Micro Hydroelectric Power Plant (PLTMH) is a small-scale alternative energy source that provides many benefits, especially for rural or remote communities that are not yet reached by the State Electricity Company (PLN) distribution network. With the presence of renewable energy like this, communities in remote areas will be assisted in obtaining a supply of electric energy. In this Final Project, the researcher will design an alternative power plant in the Surodadu Pacet Tourist Area by utilizing the flow of rivers that we often encounter in villages or mountainous areas, namely the Design of Micro Hydroelectric Power Plant using Kaplan turbine with an analysis of the diameter of the inlet nozzle and the angle of the blade against the performance generated. The activities carried out in this research are initiated with the making of tools, data collection and analysis. Furthermore, data is collected through testing on the inlet using variations in the diameter of the inlet nozzle and the angle of the blade as parameters to determine the resulting performance. In this study, several variations were used, namely the inlet diameter consisting of 0.5 inches; 1 inch; and 1.5 inches as well as the blade angle of 40°, 50°, and 60°. The analysis results showed that the performance of the micro hydro tool with a variation of the 0.5-inch inlet nozzle diameter and a 60° blade angle produced the highest output power of 63,1 Watts. In the variation of the 0.5-inch inlet nozzle diameter and the 60° blade angle, the Micro Hydroelectric Power Plant (PLTMH) efficiency is the highest at 55,5% and the highest turbine efficiency at 22,1%. This is because at the value of the 60° blade angle, the 0.5-inch inlet nozzle radiates water perfectly accurately hitting all parts of the turbine blade. This condition will certainly impact the water thrust force on the turbine. The conclusion obtained is that the higher the rpm value obtained, the higher the output of the generator obtained.*

**Keywords :** *Micro Hydroelectric Power Plant, Water Energy, River Flow, Kaplan Turbine, Inlet Nozzle Diameter, Turbine Blade Angle.*



## KATA PENGANTAR

Syukur alhamdulillah ke-hadirat Allah SWT yang telah melimpahkan segala rahmat dan Hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir yang berjudul "Analisis Pengaruh Variasi Diameter Inlet Nozzel dan Sudut Sudu Pada Turbin Kaplan Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro (PLTMH)" ini dengan baik. Maksud dan tujuan dari Tugas Akhir ini adalah sebagai salah satu syarat yang harus di penuhi mahasiswa Fakultas Teknik untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik Strata I di Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya.

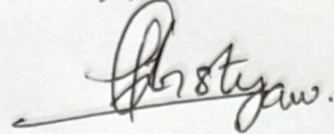
Dibalik keberhasilan penulis dalam menyusun Tugas Akhir ini tidak lepas dari bantuan dari berbagai pihak. Penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini tidak lepas dari bimbingan, pengarahan serta motivasi dari berbagai pihak sehingga segala kendala dan kesulitan yang ada dapat teratasi. Untuk itu pada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

1. 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 Tugas Akhir ini.
2. 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.
3. Bapak Dr. Ir. H. Sajiyo M.Kes., IPU selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya beserta staf yang telah memberikan kesempatan kepada penulis untuk menyelesaikan Tugas Akhir ini.
4. Seluruh bapak/ibu dosen Program Studi Teknik Mesin Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya yang telah memberikan ilmu pengetahuan kepada penulis selama mengikuti kegiatan kuliah.
5. Kedua orang tua saya yang selalu memberikan bantuan materil maupun non materil, mendoakan memberikan semangat dan dorongan sampai detik ini.
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, 3 Januari 2023



Amelia Firsty Adey Wijaya  
NBI. 1421900172



## DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN.....	i
PERNYATAAN KEASLIAN .....	i
LEMBAR PERSEMBAHAN.....	iii
ABSTRAK.....	iv
ABSTRACT.....	v
KATA PENGANTAR.....	vi
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR GAMBAR .....	xi
DAFTAR TABEL.....	xii

### BAB I PENDAHULUAN

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

### BAB II DASAR TEORI

2.1 Pengertian PLTMH.....	5
2.2 Fungsi Turbin Air .....	6
2.3 Potensi Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro.....	6
2.4 Komponen Turbin Air.....	7
2.5 Jenis Turbin.....	7
2.5.1 Jenis Turbin Air Berdasarkan Arah Aliran Air.....	7
2.5.2 Jenis Turbin Air Berdasarkan Jenis <i>Head Range</i> -nya .....	8
2.5.3 Turbin Air Berdasarkan Momentum Fluida .....	9
2.5.4 Jenis Turbin Air Berdasarkan Daya-nya.....	9
2.6 Turbin Kaplan.....	10
2.7 Prinsip Kerja Turbin Kaplan .....	12
2.8 Saluran Masuk (Inlet).....	12
2.9 Kecepatan Aliran Fluida.....	13
2.10 Unjuk Kerja Inlet Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro.....	14
2.11 Unjuk Kerja Sudut Sudu Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro .....	14
2.12 Pengaruh Variasi Diameter Inlet Nozzel terhadap Performansi Turbin .....	14
2.13 Pengaruh Variasi Sudut Sudu Turbin terhadap Performansi Turbin.....	14



2.14	Potensi Air.....	15
2.15	Hukum Bernoulli .....	15
2.16	Segitiga Kecepatan dan Sudut Sudu.....	16
2.17	Kecepatan Relatif.....	17
2.18	Kecepatan Turbin.....	18
2.19	Gaya .....	19
2.20	Torsi .....	19
2.21	Kecepatan Sudut .....	19
2.22	Daya Turbin.....	19
2.23	Daya Generator.....	20
2.24	Efisiensi Turbin .....	20
2.25	Efisiensi PLTMH.....	20
2.26	Tinjauan Pustaka.....	20

### **BAB III METODE PENELITIAN**

3.1	Penelitian .....	25
3.2	Diagram Alir ( <i>Flowchart</i> ).....	26
3.3	Perencanaan Penelitian.....	27
3.3.1	Mulai.....	27
3.3.2	Studi Literatur.....	27
3.3.3	Studi Lapangan .....	27
3.3.4	Pembuatan Alat Mikrohidro .....	27
3.3.5	Pengujian Alat Mikrohidro Dengan Variabel .....	27
3.3.6	Data Hasil Pengujian .....	28
3.3.7	Analisis Data.....	30
3.3.8	Kesimpulan .....	30
3.3.9	Selesai .....	30
3.4	Alat Uji dan Perlengkapan .....	30
3.4.1	Mekanisme Kerja Alat Uji.....	31
3.5	Alat dan Bahan Yang Digunakan .....	31
3.6	Alat dan Bahan Perancangan.....	32
3.7	Pelaksanaan Pengujian .....	34
3.7.1	Pengujian Berdasarkan Variabel.....	35
3.7.2	Pengujian Metode Sample Random .....	36
3.8	Analisis .....	37

### **BAB IV ANALISIS DATA**

4.1	Analisis Data Penelitian.....	39
-----	-------------------------------	----



4.2	Metode Sample Random.....	39
4.3	Perhitungan Debit.....	42
4.4	Perhitungan Segitiga Kecepatan.....	44
4.4.1	Perhitungan Daya Turbin.....	44
4.4.2	Perhitungan Daya Generator.....	45
4.4.3	Perhitungan Daya Air.....	45
4.4.4	Perhitungan Efisiensi Turbin.....	45
4.4.5	Perhitungan Efisiensi PLTMH.....	45
4.4.6	Perhitungan Efisiensi PLTMH.....	45
4.5	Hasil Perhitungan Segitiga Kecepatan.....	45
4.6	Perhitungan Kecepatan Turbin.....	46
4.6.1	Perhitungan Torsi.....	47
4.6.2	Perhitungan Kecepatan Sudut.....	47
4.6.3	Perhitungan Rasio Kecepatan.....	47
4.6.4	Perhitungan Kecepatan Satuan.....	47
4.6.5	Perhitungan Kecepatan Spesifik.....	47
4.7	Hasil Perhitungan Kecepatan Turbin.....	47
4.8	Perhitungan Daya dan Efisiensi Turbin.....	47
4.8.1	Perhitungan Daya Turbin.....	47
4.8.2	Perhitungan Daya Generator.....	47
4.8.3	Perhitungan Daya Air.....	47
4.8.4	Perhitungan Efisiensi Turbin.....	47
4.8.5	Perhitungan Efisiensi PLTMH.....	47
4.9	Hasil Perhitungan Daya dan Efisiensi PLTMH.....	48
4.10	Grafik Hasil Pengujian.....	48

## **BAB V KESIMPULAN DAN SARAN**

5.1	Kesimpulan.....	53
5.2	Saran.....	53

<b>DAFTAR PUSTAKA.....</b>	<b>55</b>
----------------------------	-----------

<b>LAMPIRAN.....</b>	<b>57</b>
----------------------	-----------



## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Pembangkit listrik tenaga mikrohidro .....	5
Gambar 2.2 Turbin Impuls .....	9
Gambar 2.3 Turbin Reaksi .....	9
Gambar 2.4 Turbin Kaplan .....	11
Gambar 2.5 Instalasi Turbin Kaplan .....	11
Gambar 2.6 Tipe Saluran Masuk Inlet .....	12
Gambar 2.7 Variasi diameter inlet 0,5 Inchi; 1 Inchi; dan 1,5 Inchi. ....	14
Gambar 2.8 Variasi sudut sudu 60°, 50°, dan 40 .....	15
Gambar 2.9 Diagram Skematik Persamaan Bernoulli .....	16
Gambar 2.10 Segitiga Kecepatan Inlet dan Outlet pada Turbin Kaplan .....	17
Gambar 3.1 Diagram Alir ( <i>Flowchart</i> ) Penelitian .....	26
Gambar 3.2 Alat Uji <i>Prototype</i> .....	30
Gambar 4.1 Sketsa ukuran turbin Kaplan .....	44
Gambar 4.2 Segitiga kecepatan .....	44
Gambar 4.3 Grafik Pengaruh Variasi Terhadap RPM .....	48
Gambar 4.4 Grafik Pengaruh Variasi Terhadap Daya .....	49
Gambar 4.5 Grafik Pengaruh Variasi Terhadap Efisiensi PLTMH .....	50
Gambar 4.6 Grafik Pengaruh Variasi Terhadap Efisiensi PLTMH .....	51



## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Pembangkit listrik tenaga air berdasarkan daya yang dihasilkan.....	6
Tabel 2.2 Total Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro di Indonesia.....	6
Tabel 2.3 Tabel Turbin.....	8
Tabel 3.1 Pengambilan Data pengujian .....	28
Tabel 3.2 Pengambilan Data Pengujian Metode Sample Random .....	29
Tabel 3.3 Kode Data pengujian Metode Sample Random.....	36
Tabel 4.1 Data pengujian variasi berdasarkan metode sample random.....	39
Tabel 4.2 Data pengujian variasi yang telah diurutkan sesuai kode .....	40
Tabel 4.3 Rata-rata data pengujian berdasarkan variasi .....	41
Tabel 4.4 Hasil Perhitungan Segitiga Kecepatan.....	45
Tabel 4.5 Hasil Perhitungan Kecepatan Turbin.....	46
Tabel 4.6 Hasil Perhitungan Daya dan Efisiensi PLTMH.....	47