

# **TUGAS AKHIR**

## **ANALISA PENGARUH DIAMETER DAN JUMLAH SUDU RUNNER TERHADAP PERFORMA TURBIN CROSS-FLOW**



**Disusun Oleh :**

**ANDRE HARIONO**  
**NBI : 1421600112**

**AHMAD ISTIGHFARID**  
**NBI : 1421600093**

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

**2021**

# TUGAS AKHIR

**ANALISA PENGARUH DIAMETER DAN JUMLAH SUDU RUNNER  
TERHADAP PERFORMA TURBIN CROSS-FLOW**



**Disusun Oleh :**

**ANDRE HARIONO**

**NBI : 1421600112**

**AHMAD ISTIGHFARID**

**NBI : 1421600093**

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

**2021**

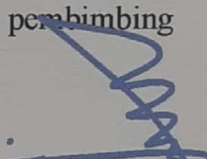
PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS 17 AGUSTUS 1945 SURABAYA

---


LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR

NAMA : ANDRE HARIONO  
NBI : 1421600112  
PROGRAM STUDI : TEKNIK MESIN  
FAKULTAS : TEKNIK  
JUDUL : ANALISA PENGARUH DIAMETER DAN JUMLAH  
SUDU *RUNNER* TERHADAP PERFORMA TURBIN  
*CROSS-FLOW*

Mengetahui / menyetujui  
Dosen pembimbing

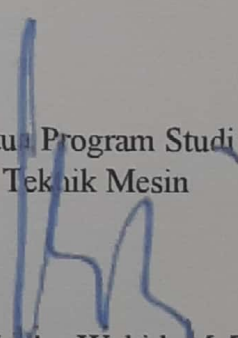
  
Ir. Saad Priyo Utomo, MSc  
NPP. 20420860073

Dekan  
Fakultas Teknik

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



Ketua Program Studi  
Teknik Mesin

  
Ir. Ichlas Wahid, M. T.  
NPP. 20420900207

## PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Dengan ini saya menyatakan dengan sesungguhnya bahwa tugas akhir dengan judul:  
**“ANALISA PENGARUH DIAMETER DAN JUMLAH SUDU *RUNNER*  
TERHADAP PERFORMA TURBIN *CROSS-FLOW*”**

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

Surabaya, 29 Januari 2021







**LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI  
KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS**

Sebagai sivitas akademik Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya, Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Andre Hariono  
Fakultas : Teknik  
Program Studi : Mesin  
Jenis Karya : Tugas Akhir

Demi perkembangan ilmu pengetahuan, saya meyetujui 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 DIAMETER DAN JUMLAH SUDU *RUNNER*  
TERHADAP PERFORMA TURBIN *CROSS-FLOW***

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 : 29 Januari 2021

Yang Menyatakan



( Andre Hariono )

## MOTTO

إِنَّ اللَّهَ لَا يُغَيِّرُ مَا بِقَوْمٍ حَتَّىٰ يُغَيِّرُوا مَا بِأَنفُسِهِمْ

“Sesungguhnya Allah tidak merubah keadaan sesuatu kaum sehingga mereka merubah keadaan yang ada pada diri mereka sendiri.” (QS. Ar Ra’d : 11).

وَأَن لَّيْسَ لِلْإِنْسَانِ إِلَّا مَا سَعَىٰ

”Dan bahwasanya seorang manusia tiada memperoleh selain apa yang telah diusahakannya.” (An Najm : 39)

“Baarag siapa mempelajari ilmu pengetahuan yang seharusnya yang ditunjukan untuk mencari ridho Allah bahwa hanya untuk mendapatkan kedudukan atau kekayaan duniawi maka ia tidak akan mendapatkan baunya surga nanti pada hari kiamat. (Riwayat Abu Hurairah Radhiallahu Anhu)”

## ABSTRAK

### ANALISA PENGARUH DIAMETER DAN JUMLAH SUDU *RUNNER* TERHADAP PERFORMA TURBIN *CROSS-FLOW*

*Pembangkit Listrik Tenaga Air adalah sumber daya yang energinya didapat dari proses alam yaitu dengan memanfaatkan air yang mengalir. Air yang mengalir ataupun air terjun inilah sumber energi yang digunakan untuk menghasilkan listrik. Air yang mengalir atau air yang jatuh dari ketinggian tertentu memiliki energi potensial yang disebabkan oleh gaya gravitasi dapat digunakan sebagai sumber energi yang dapat menghasilkan energi listrik.*

*Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro (PLTMH) adalah pembangkit listrik yang media utamanya adalah tenaga air sebagai penggerak turbin dan generator. PLTMH adalah tipe terkecil dari pembangkit listrik tenaga air dimana suatu instalasi tersebut mempunyai kapasitas yang rendah. Kapasitas daya yang dihasilkan oleh PLTMH berkisar antara 1 KW sampai 200 KW. Secara umum PLTMH merupakan sistem pembangkit yang masuk dalam jenis "run-of-river" yang dimana proses kerjanya tidak menggunakan sistem bendungan besar, melainkan mentransfer sebagian aliran sungai kedalam pipa atau saluran untuk turbin kesuatu sisi sungai tersebut setelah itu mengalirkannya lagi kesungai dimana beda ketinggian yang diinginkan sudah didapatkan. PLTMH dirancang berdasarkan sebuah lokasi yang mempunyai aliran air yang ketinggiannya memadai. Secara teknis, terdapat 3 komponen penting pada mikrohidro yaitu air sebagai sumber energi, turbin dan generator.*

*Jenis turbin yang digunakan adalah turbin cross-flow, jenis turbin Cross-flow sangat efisien jika digunakan pada sistem pembangkit tenaga air berskala kecil dengan daya yang digunakan sekitar 750 kW. Variabel yang digunakan merupakan diameter runner 0,45 m, 0,50 m, 0,55 m dan jumlah sudu runner 34, 36, 38.*

*Dari Analisa yang didapatkan dapat disimpulkan bahwa Semakin besar diameter sudu dan semakin banyak jumlah sudu performa yang dihasilkan semakin tinggi, tetapi pada titik tertentu performa turbin tersebut akan menurun, Hal ini ditandai pada jumlah sudu 36 dan diameter 0,50 mencapai titik optimal dengan daya turbin sebesar 155.084,6 watt, daya generator sebesar 136.800 watt, dan efisiensi turbin mencapai 92%,*

***Kata kunci : Diameter, Jumlah Sudu, Turbin Cross-flow***



## ABSTRACT

### ANALYSIS THE EFFECT OF DIAMETER AND AMOUNT OF RUNNER TURBINE ON CROSS-FLOW TURBINE PERFORMANCE

*Hydroelectric Power Plant is a resource whose energy is obtained from natural processes, namely by utilizing running water. The flowing water or waterfall is the source of energy used to produce electricity. Water that flows or water that falls from a certain height has potential energy caused by the force of gravity can be used as an energy source that can produce electrical energy.*

*Micro Hydro Power Plant (PLTMH) is a power plant whose main media is hydro power as a turbine and generator. MHP is the smallest type of hydro power plant where an installation has a low capacity. The capacity of the power generated by PLTMH ranges from 1 KW to 200 KW. In general, PLTMH is a generator system that is included in the "run-of-river" type in which the work process does not use a large dam system, instead of transferring a portion of the river flow into a pipe or channel for the turbine to one side of the river after that it flows again to the river where the desired height difference has been obtained. PLTMH is designed based on a location which has adequate water level. Technically, there are 3 important components in micro hydro: water as an energy source, turbine and generator.*

*The type of turbine used is a cross-flow turbine, this type is very efficient when used in a small-scale of hydropower system with a power used of around 750 kW. The variables used were the runner diameter 0.45 m, 0.50 m, 0.55 m and the number of runner blades 34, 36, 38.*

*From the analysis obtained, it can be concluded that the larger the diameter of the blades and the more the number of blades the higher the performance is, but at a certain point the performance of the turbine will decrease. This is indicated by the number of blades 36 and the diameter of 0.50 reaching the optimal point with power turbine of 155,084.6 watts, generator power of 136,800 watts, and turbine efficiency of 92%.*

**Keywords: Diameter, Number of Blades, Cross-flow Turbine**



## KATA PENGANTAR

Syukur alhamdulillah kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan segala rahmat dan Hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini dengan baik sebagai salah satu syarat yang harus di penuhi mahasiswa Fakultas Teknik untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik Strata 1 di Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya. Dengan arahan dan usaha dosen pembimbing maka penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini tepat pada waktunya

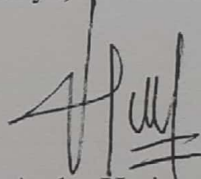
Dibalik keberhasilan penulis dalam menyusun skripsi ini tidak lepas dari bantuan dari berbagai pihak. Penulis dapat menyelesaikan laporan Tugas Akhir ini tidak lepas dari bimbingan, pengarahan serta motivasi dari dari berbagai pihak sehingga segala kendala dan kesulitan yang ada dapat teratasi. Untuk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

1. Kedua orang tua saya.
2. Bapak selaku dosen Ir.Gatut Priyo Utomo, MSc pembimbing saya dengan segala kesabaran dan usaha memberikan bimbingan kepada saya sehingga terselesaikannya Tugas Akhir ini.
3. Bapak Ir. Ichlas Wahid, MT 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 Tugas Akhir ini.
5. Dosen Jurusan 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. Tetap kompak dan solid buat teman-teman Teknik Mesin Untag Surabaya.

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, 19 Januari 2021



Andre Hariono

## DAFTAR ISI

Halaman Judul .....	i
Lembar Pengesahan .....	ii
Pernyataan Keaslian Tugas Akhir .....	iii
Pernyataan Persetujuan Publikasi .....	iv
Motto .....	v
Abstrak .....	vi
Kata Pengantar .....	viii
Daftar Isi .....	x
Daftar Gambar .....	xii
Daftar Tabel .....	xiii
Daftar Grafik .....	xiv

### BAB I PENDAHULUAN

I.1 Latar Belakang .....	1
I.2 Rumusan 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 Air (PLTA) .....	5
2.1.1 Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro (PLTMH) .....	5
2.2 Turbin Air .....	8
2.2.1 Denifisi Turbin Air .....	8
2.2.2 Prinsip Kerja Turbin .....	8
2.3 Klasifikasi Turbin Air .....	8
2.3.1 Turbin Impuls .....	9
2.3.2 Turbin Cross-flow .....	10
2.4 Prinsip Dasar Turbin Cross-flow.....	11
2.5 Alur Pergerakan pada Turbin Cross-flow .....	11
2.6 Kontruksi Sudut Sudu Turbin Cross-flow.....	13
2.7 Hubungan Diameter Terhadap Performa Turbin .....	13
2.8 Hubungan Jumlah Sudu Terhadap Performa Turbin .....	14
2.9 Rumus-Rumus Perhitungan .....	14
2.9.1 Daya Air Yang Digunakan (Pair) .....	14
2.9.2 Daya Yang dihasilkan Turbin (Pt) .....	14
2.9.3 Daya Yang Dihasilkan Generator (Pg) .....	15
2.9.4 Efisiensi Turbin (Nt).....	15



### **BAB III METODOLOGI PENELITIAN**

3.1 Diagram Alir Penelitian .....	17
3.2 Objek Penelitian .....	18
3.3 Perancangan Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro Tipe Crossflow .....	18
3.3.1 Desain 3D Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro Tipe Crossflow .....	18
3.3.2 Tampak Depan Dan Samping Kanan Turbin Tipe Crossflow .....	19
3.4 Alat dan Bahan .....	19
3.4.1 Runner .....	19
3.4.2 Sudu .....	19
3.4.3 Pelindung Sudu .....	19
3.4.4 Poros .....	19
3.4.5 Generator .....	19
3.4.6 Gear .....	20
3.4.7 Bearing .....	20
3.4.8 Tachometer .....	20
3.4.9 Avometer .....	20
3.5 Variabel Yang Digunakan .....	20

### **BAB IV PENGUJIAN DAN PERHITUNGAN DATA**

4.1 Pengujian Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro .....	21
4.1.1 Langkah-Langkah Pengujian .....	21
4.2 Data Hasil Pengujian .....	22
4.3 Perhitungan Data .....	25
4.3.1 Daya Air Yang Digunakan ( $P_{air}$ ) .....	25
4.3.2 Daya Yang dihasilkan Turbin ( $P_t$ ) .....	25
4.3.3 Daya yang dihasilkan generator ( $P_g$ ) .....	27
4.3.4 Efisiensi Turbin ( $N_t$ ) .....	29

### **BAB V KESIMPULAN DAN SARAN**

5.1 Kesimpulan .....	31
5.2 Saran .....	31

<b>DAFTAR PUSTAKA</b> .....	32
-----------------------------	----

<b>LAMPIRAN</b> .....	33
-----------------------	----

## DAFTAR GAMBAR

2.1	Skema Pltmh .....	7
2.2	Klasifikasi Turbin Mikro Hidro .....	9
2.3	Turbin <i>Cross-Flow</i> .....	10
2.4	Skema Turbin <i>Cross-flow</i> .....	11
2.5	Aliran pergerakan air pada turbin <i>Cross-flow</i> .....	12
2.6	Defleksi Pada Pergerakan Air Pada Turbin <i>Crossflow</i> .....	12
2.7	Kontruksi Sudut Sudu Turbin <i>Cross-flow</i> .....	13
3.1	Desain Perancangan Turbin <i>Crossflow</i> .....	18
3.2	Desain Perancangan Turbin <i>Crossflow</i> .....	18
3.3	Tampak Depan Dan Samping Kanan Turbin Tipe <i>Cross-Flow</i> .....	19

## DAFTAR TABEL

2.1	Kapasitas Terpasang Pembangkit Tenaga Listrik Nasional .....	8
2.2	Aplikasi Turbin Mikro Hidro Dengan Klasifikasi Head .....	9
4.1	Data Pengujian Dengan Jumlah Sudu 34 dan Variasi Diameter Sudu 0,45 0,5 dan 0,55.....	22
4.2	Data Pengujian Dengan Jumlah Sudu 36 dan Variasi Diameter Sudu 0,45 0,50 dan 0,55.....	22
4.3	Data Pengujian Dengan Jumlah Sudu 38 dan Variasi Diameter Sudu 0,45 0,50 dan 0,55.....	23
4.4	Data Pengujian Hasil Rata-Rata Dengan Jumlah Sudu 34 Dengan Variasi Diameter Sudu .....	23
4.5	Data Pengujian Hasil Rata-Rata Dengan Jumlah Sudu 36 Dengan Variasi Diameter Sudu .....	24
4.6	Data Pengujian Hasil Rata-Rata Dengan Jumlah Sudu 36 Dengan Variasi Diameter Sudu .....	24
4.7	Data Hasil Perhitungan Daya Turbin Pada Jumlah Sudu 34, 36, 38 dan Diameter Sudu 0,45 m, 0,50 m, dan 0,55 m .....	26
4.8	Data Hasil Perhitungan Generator Pada Jumlah Sudu 34,36, 38 dan Diameter Sudu 0,45 m, 0,50 m, 0,55 m .....	27
4.9	Data Hasil Perhitungan Efisiensi Sistem Pada Jumlah Sudu 34, 36 dan 38 dan Diameter Sudu 0,45 m, 0,50 m, 0,55 m .....	29



## DAFTAR GRAFIK

4.3.1 Hubungan Diameter Dan Jumlah Sudu Terhadap Daya Turbin .....	26
4.3.2 Hubungan Diameter Sudu Dan Jumlah Sudu Terhadap Daya Generator .....	28
4.3.3 Hubungan Diameter Sudu Dan Jumlah Sudu Terhadap Efisiensi Turbin .....	30