

# **TUGAS AKHIR**

**ANALISA PENGARUH KETINGGIAN ALIRAN FLUIDA,  
JUMLAH SUDU PENGARAH, DAN KEMIRINGAN SUDUT  
SUDU PENGARAH TERHADAP PERFORMA TURBIN  
AIR KAPLAN PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA  
MIKROHIDRO (PLTMH)**



**Disusun Oleh :**

**YOGI MAULANA YULIANSYAH**

**NBI : 1422000062**

**OCEAN RAKA TRI SEPFYANSYAH**

**NBI : 1422000008**

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

**2024**

# TUGAS AKHIR

**ANALISA PENGARUH KETINGGIAN ALIRAN FLUIDA,  
JUMLAH SUDU PENGARAH, DAN KEMIRINGAN SUDUT  
SUDU PENGARAH TERHADAP PERFORMA TURBIN  
AIR KAPLAN PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA  
MIKROHIDRO (PLTMH)**



**Disusun Oleh :**

**YOGI MAULANA YULIANSYAH**  
NBI : 1422000062

**OCEAN RAKA TRI SEPFYANSYAH**  
NBI : 1422000008

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

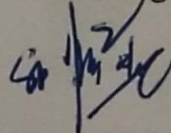
**2024**

PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS 17 AGUSTUS 1945 SURABAYA

LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR

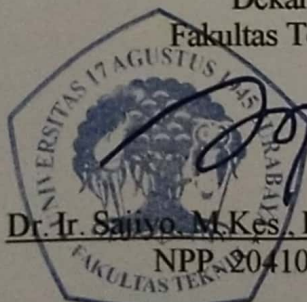
NAMA : YOGI MAULANA YULIANSYAH  
NBI : 1422000062  
NAMA : OCEAN RAKA TRI SEPFYANSYAH  
NBI : 1422000008  
PROGRAM STUDI : TEKNIK MESIN  
FAKULTAS : TEKNIK  
JUDUL : ANALISA PENGARUH KETINGGIAN ALIRAN  
FLUIDA, JUMLAH SUDU PENGARAH, DAN  
KEMIRINGAN SUDUT SUDU PENGARAH  
TERHADAP PERFORMA TURBIN AIR KAPLAN  
PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA MIKROHIDRO  
(PLTMH)

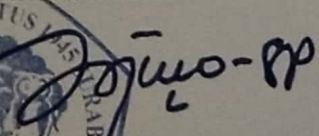
Mengetahui / Menyetujui Dosen  
Pembimbing



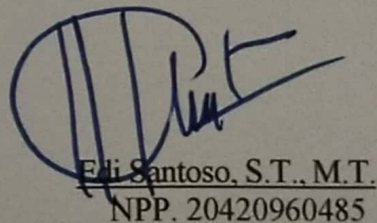
Ir. Supardi, M.Sc.  
NPP. 20420860083

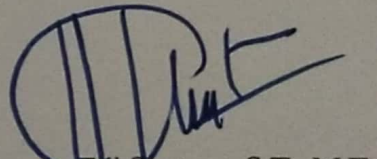
Dekan  
Fakultas Teknik



  
Dr. Ir. Sajiyo, M.Kes., IPU., ASEAN Eng.  
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 KETINGGIAN FLUIDA, JUMLAH SUDU  
PENGARAH, DAN KEMIRINGAN SUDU PENGARAH TERHADAP  
PERFORMA TURBIN AIR 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.





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 : Yogi Maulana Yuliansyah  
NBI/ NPM : 1422000062  
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 KETINGGIAN ALIRAN FLUIDA, JUMLAH SUDU PENGARAH, DAN KEMIRINGAN SUDUT SUDU PENGARAH TERHADAP PERFORMA TURBIN AIR 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 : 16 Januari 2024



(Yogi Maulana Yuliansyah)

\*Coret yang tidak perlu

## LEMBAR PERSEMBAHAN

### PERSEMBAHAN :

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

### KATA MUTIARA:

“MASA DEPANMU DICIPTAKAN OLEH APA YANG KAMU LAKUKAN HARI INI, BUKAN BESOK. KAMU MEMILIKI DUA PILIHAN SETIAP HARINYA, MELANJUTI TIDUR DAN BERMIMPI, ATAU BANGUN UNTUK MENGEJARNYA”

## ABSTRAK

### **ANALISA PENGARUH KETINGGIAN ALIRAN FLUIDA, JUMLAH SUDU PENGARAH, DAN KEMIRINGAN SUDUT SUDU PENGARAH TERHADAP PERFORMA TURBIN AIR KAPLAN PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA MIKROHIDRO (PLTMH)**

Dalam kehidupan manusia, energi listrik sangat memiliki peranan penting sebagai energi yang dapat membantu mempermudah manusia dalam melakukan aktifitas sehari-hari. Salah satu cara dalam memperoleh potensi energi listrik berskala besar adalah dengan pembuatan pembangkit listrik dengan sumber tenaga air. Salah satu negara yang memiliki potensi sumber daya air yang cukup banyak tetapi pemanfaatannya yang belum maksimal adalah Indonesia. Di Indonesia sendiri sumber tenaga yang sering digunakan dalam pembangkit listrik masih menggunakan batu bara, namun proses pembentukannya bahan bakar fosil ini memerlukan waktu yang sangat lama. Para penemu telah berhasil mengembangkan sumber energi alternatif yang sumber energinya tidak menggunakan bahan bakar fosil dan sumber energi ini bisa disebut sebagai energi baru terbarukan berupa Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro atau yang biasa disingkat dengan PLTMH. Pada Kawasan Daerah Pacet, Mojokerto, Jawa Timur terdapat air terjun bernama Heningsukmo dimana terdapat aliran air terjun setinggi kurang lebih 5 meter yang berpotensi untuk Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro. Sehingga peneliti akan menganalisa pengaruh jumlah sudu pengarah, kemiringan sudut sudu pengarah dan ketinggian aliran fluida air 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 pengarah 4, 6, 8 kemudian kemiringan sudut sudu pengarah  $65^\circ$ ,  $70^\circ$ ,  $75^\circ$  dan ketinggian aliran fluida 4 meter, 4,5 meter, dan 5 meter.

***Kata Kunci : PLTMH, Air Terjun, Turbin Air Kaplan, Jumlah Sudu Pengarah, Kemiringan Sudut Sudu Pengarah, Ketinggian Aliran Fluida.***

## ABSTRACT

### ANALYSIS OF THE EFFECT OF FLUID FLOW HEIGHT, NUMBER OF STEERING BLADES, AND ANGULAR SLOPE OF STEERING BLADES ON THE PERFORMANCE OF KAPLAN WATER TURBINE MICROHYDRO POWER PLANT (PLTMH)

*In human life, electrical energy has an important role as energy that can help make it easier for humans to carry out daily activities. One way to obtain large-scale electrical energy potential is to make power plants with hydropower sources. One of the countries that has quite a lot of potential water resources but its utilization is not yet maximized is Indonesia. In Indonesia itself, energy sources are often used in power plants still use coal, but the process of forming fossil fuels requires a very long time. The inventors have succeeded in developing alternative energy sources whose energy sources do not use fossil fuels and this energy source can be referred to as new renewable energy in the form of Micro Hydro Power Plants or commonly abbreviated as PLTMH. In the Pacet area, Mojokerto, East Java there is a waterfall called Heningsukmo, there is a waterfall flow of approximately 5 meters high which has the potential for Microhydro Power Plants. So that researchers will analyze the effect of the number of steering blades, the slope of the steering blade angle and the height of the Kaplan water turbine head on performance with the aim of obtaining the best variation. Methods in this study include tool making, data collection, and analysis. The variation used is the number of directional blades 4, 6, 8 then the angular slope of the steering blade is 65°, 70°, 75° and the head height is 4 meters, 4.5 meters, and 5 meters.*

**Keywords:** *PLTMH, waterfall, Kaplan water turbine, number of steering blades, slope of steering blade angle, fluid flow height.*



## KATA PENGANTAR

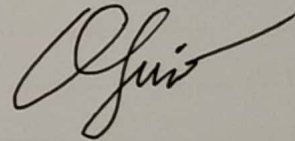
Syukur alhamdulillah ke-hadirat Allah SWT yang telah melimpahkan segala rahmat dan Hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir yang berjudul “Analisa Pengaruh Ketinggian Aliran Fluida, Jumlah Sudu Pengarah, Dan Kemiringan Sudu Sudu Pengarah Terhadap Performa Turbin Air Kaplan Pembangkit 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 1 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. Kedua orang tua saya yang selalu memberikan bantuan materil maupun non materil, mendoakan memberikan semangat dan dukungan sampai detik ini.
2. Bapak Ir. Supardi, 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.
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., IPU selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya beserta staf yang telah memberikan kesempatan kepada penulis untuk menyelesaikan 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. Kedua orang tua saya yang selalu memberikan bantuan materil maupun non materil, mendoakan memberikan semangat dan dorongan sampai detik ini.
7. Seluruh teman-teman Mahasiswa Teknik Mesin Untag Surabaya yang telah banyak memberi support, semangat, bantuan, saran selama menyelesaikan Tugas Akhir ini.
8. 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, 15 Desember 2023



Yogi Maulana Yuliansyah

NBI. 1422000062

## DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR .....	ii
ABSTRAK .....	v
KATA PENGANTAR.....	vii
DAFTAR ISI .....	ix
DAFTAR GAMBAR.....	xiii
DAFTAR TABEL .....	xiv
BAB I.....	1
PENDAHULUAN .....	1
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	2
1.3 Batasan Masalah.....	2
1.4 Tujuan Penelitian.....	3
1.5 Manfaat Penelitian.....	3
BAB II.....	5
TINJAUAN PUSTAKA .....	5
2.1 Pengertian PLTMH.....	5
2.1.1 Potensi Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro .....	6
2.2 Turbin Air.....	6
2.2.1 Prinsip Kerja Turbin Air.....	7
2.2.2 Fungsi Turbin Air .....	7
2.2.3 Komponen Turbin Air .....	8
2.2.4 Klasifikasi Turbin Air.....	8
2.3 Turbin Air Kaplan .....	12
2.3.1 Bagian – Bagian Utama dari Turbin Air Kaplan .....	13
2.3.2 Prinsip Kerja Turbin Air Kaplan.....	14
2.4 Pengujian Tarik.....	14
2.5 Potensi Air.....	16

2.5.1	Pengaruh Variasi Ketinggian Head terhadap Performa Turbin.....	16
2.6	Hukum Bernoulli .....	17
2.7	Performa PLTMH.....	18
2.8	Sudu.....	18
2.9	Sudut sudu .....	18
2.10	Segitiga Kecepatan .....	18
2.10.1	Pengaruh Variasi Jumlah Sudu Pengarah (guide vane) terhadap Performa Turbin .....	20
2.10.2	Pengaruh Variasi Sudut Kemiringan Sudu Pengarah (guide vane) terhadap Performa Turbin .....	20
2.11	Kecepatan Relatif .....	21
2.12	Kecepatan Turbin .....	21
2.13	Gaya.....	22
2.14	Torsi .....	23
2.15	Kecepatan Sudut.....	23
2.16	Daya Turbin.....	23
2.17	Daya Generator.....	24
2.18	Efisiensi Turbin .....	24
2.19	Efisiensi PLTMH.....	24
<b>BAB III</b>	.....	<b>25</b>
<b>METODE PENELITIAN</b>	.....	<b>25</b>
3.1	Metode Penelitian.....	25
3.2	Diagram Alir (flowchart).....	26
3.3	Desain 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 Variasi Jumlah Sudu Pengarah, Sudut Sudu Pengarah dan Ketinggian Aliran Fluida .....	27
3.3.5	Pengujian Alat Mikrohidro Variasi Jumlah Sudu Pengarah, Sudut Sudu Pengarah dan Ketinggian Aliran Fluida .....	28

3.3.6	Data Hasil Pengujian .....	28
3.3.7	Analisa Data .....	30
3.3.8	Kesimpulan .....	30
3.3.9	Selesai .....	31
3.4	Alat dan Perlengkapan Pengujian .....	31
3.5	Mekanisme Kerja Alat Uji .....	32
3.6	Peralatan Pengujian .....	33
3.7	Alat dan Bahan Perancangan .....	34
3.8	Pelaksanaan Pengujian .....	38
3.9	Tata Cara Melakukan Pengujian .....	38
3.10	Analisis .....	39
<b>BAB IV .....</b>		<b>41</b>
<b>ANALISA DAN PEMBAHASAN .....</b>		<b>41</b>
4.1	Analisa Data Penelitian .....	41
4.2	Data Hasil Pengujian .....	41
4.3	Perhitungan Debit .....	46
4.4	Perhitungan Segitiga Kecepatan .....	49
4.4.1	Perhitungan Kecepatan Aliran Turbin .....	50
4.4.2	Perhitungan Kecepatan Keliling .....	51
4.4.3	Perhitungan Kecepatan Relative .....	51
4.4.4	Perhitungan Kecepatan Relatif Terhadap Kecepatan Keliling .....	51
4.4.5	Perhitungan Kcepatan Tangensial .....	51
4.4.6	Perhitungan Gaya .....	51
4.5	Hasil Perhitungan Segitiga Kecepatan .....	52
4.6	Perhitungan Kecepatan Turbin .....	53
4.6.1	Perhitungan Torsi .....	53
4.6.2	Perhitungan Kecepatan Sudut .....	53
4.7	Hasil Perhitungan Karakteristik Turbin .....	54
4.8	Perhitungan Daya dan Efisiensi Turbin .....	54
4.8.1	Perhitungan Daya Turbin .....	54

4.8.2 Perhitungan Daya Generator.....	54
4.8.3 Perhitungan Daya Air .....	55
4.8.4 Perhitungan Efisiensi Turbin .....	55
4.8.5 Perhitungan Efisiensi PLTMH.....	55
4.9 Hasil Perhitungan Daya dan Efisiensi PLTMH .....	55
4.10 Grafik Hasil Pengujian .....	56
BAB V .....	65
KESIMPULAN .....	65
5.1 Kesimpulan.....	65
5.2 Saran.....	66
DAFTAR PUSTAKA.....	67
LAMPIRAN .....	69

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Skema Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro .....	5
Gambar 2.2 Prinsip kerja turbin air.....	7
Gambar 2.3 Turbin Aliran Aksial-Radial .....	9
Gambar 2. 4 Turbin Aliran Aksial .....	10
Gambar 2.5 Turbin Aliran Tangensial .....	10
Gambar 2.6 Turbin Implus .....	11
Gambar 2.7 Turbin Reaksi.....	11
Gambar 2.8 Turbin Kaplan .....	12
Gambar 2.9 Bagian – bagian turbin air kaplan (Kurniawan et al., 2019).....	13
Gambar 2.10 Prinsip Bernoulli .....	17
Gambar 2.11 Segitiga Kecepatan.....	19
Gambar 3.2 Prototype Alat Pengujian .....	31
Gambar 4. 1 Ukuran Turbin Kaplan .....	50
Gambar 4. 2 Segita Kecepatan.....	50
Gambar 4.3 Grafik Pengaruh Variasi Ketinggian Aliran Fluida dan Jumlah Sudu Pengaruh terhadap Putaran Turbin .....	56
Gambar 4.4 Grafik Pengaruh Ketinggian Aliran Fluida dan Sudut Sudu Pengaruh Terhadap Putaran Turbin .....	57
Gambar 4.5 Grafik Pengaruh Ketinggian Ketinggian Aliran Fluida dan Jumlah Sudu Pengaruh terhadap Daya .....	58
Gambar 4.6 Grafik Pengaruh Ketinggian Ketinggian Aliran Fluida dan Sudut Sudu Pengaruh terhadap Daya.....	58
Gambar 4.7 Grafik Pengaruh Ketinggian Aliran Fluida dan Jumlah Sudu Pengaruh terhadap Efisiensi Turbin .....	60
Gambar 4.8 Grafik Pengaruh Ketinggian Aliran Fluida dan Sudut Sudu Pengaruh terhadap Efisiensi Turbin .....	60
Gambar 4.9 Grafik Pengaruh Ketinggian Aliran Fluida dan Jumlah Sudu Pengaruh terhadap Efisiensi PLTMH.....	61
Gambar 4.10 Grafik Pengaruh Ketinggian Aliran Fluida dan Sudut Sudu Pengaruh terhadap Efisiensi PLTMH.....	62

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Klasifikasi Pembangkit Listrik Tenaga Air.....	5
Tabel 2.2 Total Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro di Indonesia.....	6
Tabel 2.3 Turbin Air Terhadap Ketinggian Head.....	9
Tabel 2.4 Kecepatan Spesifik pada Turbin.....	12
Tabel 3.1 Variasi Ketinggian Aliran Fluida, Jumlah Sudu Pengarah dan Sudut Sudu Pengarah.....	28
Tabel 3.2 Pengambilan Data Pengujian 1.....	28
Tabel 3.3 Pengambilan Data Pengujian 2.....	30
Tabel 3.4 Peralatan Pengujian.....	33
Tabel 3.5 Alat dan Bahan Perancangan Alat Mikrohidro.....	34
Tabel 4. 1 Data Pengujian Metode Sample Berurutan Variasi Ketinggian Aliran Fluida dan Jumlah Sudu Pengarah.....	41
Tabel 4. 2 Rata – rata data pengujian.....	42
Tabel 4.3 Data Pengujian Metode Sample Berurutan Variasi Ketinggian Aliran Fluida dan Sudut Sudu Pengarah.....	44
Tabel 4.4 Rata – rata data pengujian.....	45
Tabel 4.5 Hasil Perhitungan Segitiga Kecepatan Variasi Ketinggian Aliran Fluida dengan Jumlah Sudu Pengarah.....	52
Tabel 4.6 Hasil Perhitungan Segitiga Kecepatan Variasi Ketinggian Aliran Fluida dengan Kemiringan Sudut Sudu Pengarah.....	53
Tabel 4.7 Hasil Perhitungan Karakteristik Turbin Variasi Ketinggian Aliran Fluida dengan Jumlah Sudu Pengarah.....	54
Tabel 4.8 Hasil Perhitungan Karakteristik Turbin Variasi Ketinggian Aliran Fluida dengan Kemiringan Sudut Sudu Pengarah.....	54
Tabel 4.9 Hasil Perhitungan Daya dan Efisiensi PLTMH dengan Variasi Ketinggian Aliran Fluida dengan Jumlah Sudu Pengarah.....	55
Tabel 4.10 Hasil Perhitungan Daya dan Efisiensi PLTMH dengan Variasi Ketinggian Aliran Fluida dengan Kemiringan Sudut Sudu Pengarah.....	56