

TUGAS AKHIR

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



Disusun Oleh :

DAVID AKSAL JOHANSA
NBI : 1421900140

AMELIA FIRSTY ADEY WIJAYA
NBI : 1421900172

**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 :

DAVID AKSAL JOHANSA

NBI : 1421900140

AMELIA FIRSY ADEY WIJAYA

NBI : 1421900172

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

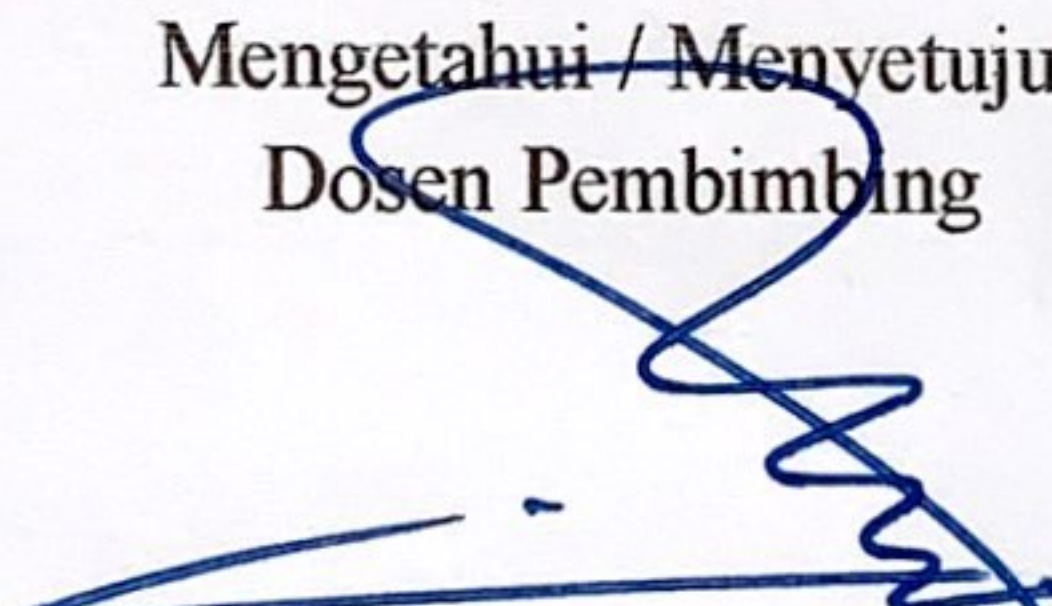
2023

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

LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR

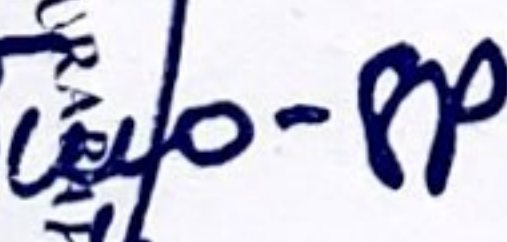
NAMA : DAVID AKSAL JOHANSA
NBI : 1421900140
NAMA : AMELIA FIRSTY ADEY WIJAYA
NBI : 1421900172
PROGRAM STUDI : TEKNIK MESIN
FAKULTAS : TEKNIK
JUDUL : ANALISA PENGARUH VARIASI DIAMETER
INLET NOZZEL DAN SUDUT SUDU PADA
TURBIN KAPLAN PEMBANGKIT LISTRIK
TENAGA MIKROHIDRO (PLTMH)

Mengetahui / Menyetujui
Dosen Pembimbing

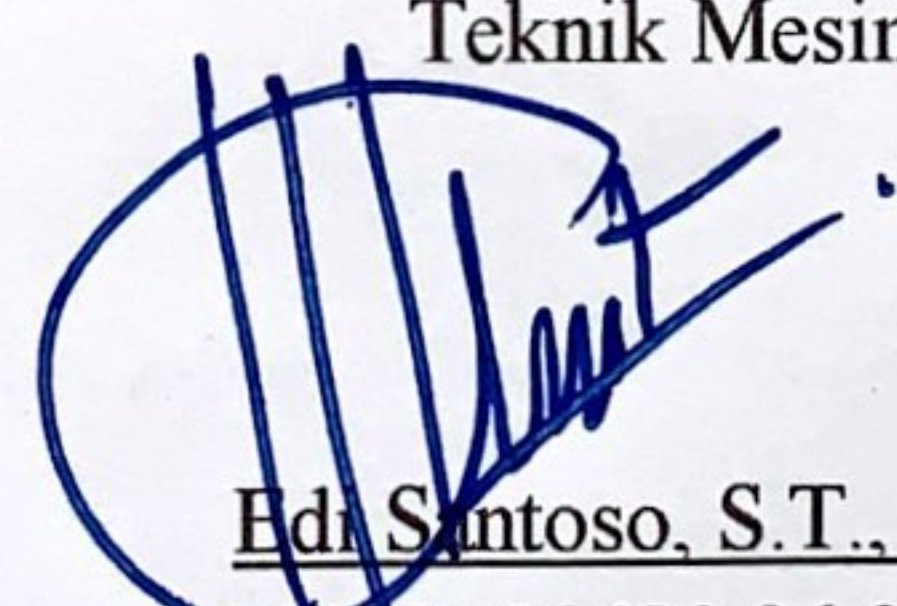

Ir. Gatut Priyo Utomo, M.Sc.
NPP.20420.86.0073



Dekan
Fakultas Teknik


Dr. Ir. Sajoyo, 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



David Aksal Johansa
NBI. 1421900140



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 : David Aksal Johansa
NBI/ NPM : 1421900140
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 Menyatakan



(David Aksal Johansa)

*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 :

1. Kedua orang tua dan keluarga saya tercinta yang selalu mendukung, mendoakan, dan memotivasi saya dalam menyelesaikan pendidikan ini.
2. Bapak Ir. Gatut Priyo Utomo, M.Sc, selaku dosen pembimbing dan dosen wali. Terima kasih atas kesabaran, waktu, ilmu, pengarahan dan motivasi yang telah diberikan selama penulisan dan penyusunan tugas akhir ini.
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 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 Madiun, maupun di luar Madiun.

KATA MUTIARA :

**“DUNIA INI PENUH DENGAN ORANG-ORANG BAIK, JIKA KAMU TIDAK
MENEMUKANNYA, JADILAH SALAH SATUNYA”**

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

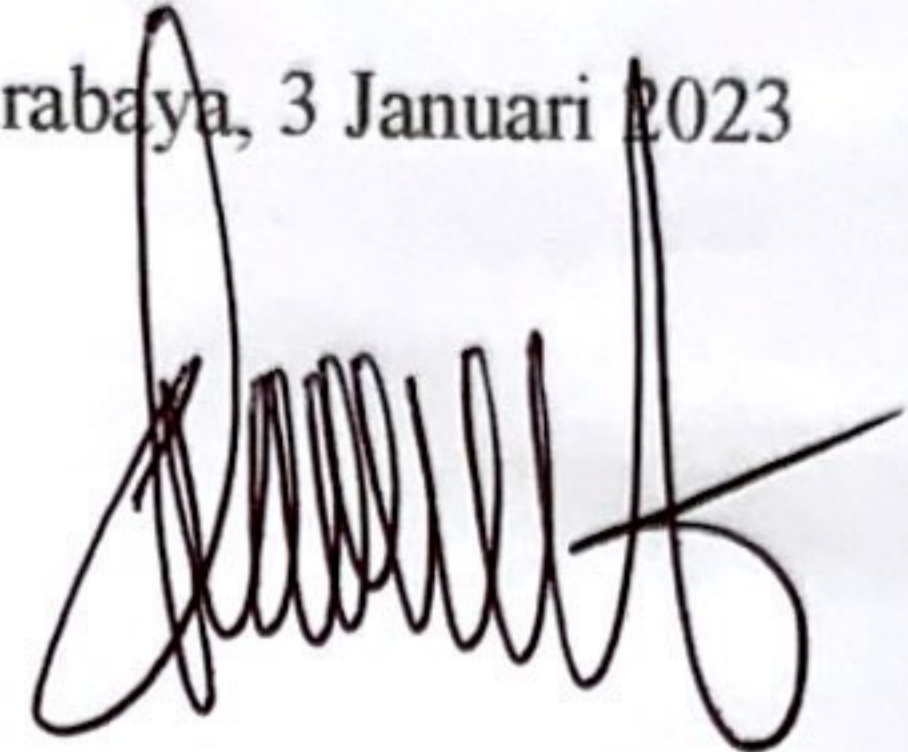
Syukur alhamdulillah ke-hadirat Allah SWT yang telah melimpahkan segala rahmat dan Hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir yang berjudul "Analisis Pengaruh Variasi Diameter Inlet Nozzel dan Sudut Sudu Pada Turbin Kaplan Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro (PLTMH)" ini dengan baik. 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 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. 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



David Aksal Johansa
NBI.1421900140

DAFTAR ISI

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

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
 DAFTAR PUSTAKA		
		55
LAMPIRAN.....		
		57

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.....	47
Tabel 4.6 Hasil Perhitungan Daya dan Efisiensi PLTMH.....	48