

TUGAS AKHIR

ANALISIS PENGARUH VARIASI TINGGI JATUH AIR (HEAD), JARAK NOZZLE, DIAMETER RUNNER, DAN SUDUT SUDU TERHADAP PERFORMA TURBIN PELTON MIKROHIDRO



Disusun Oleh :

IRFAN PRASETYO

1422200070

REYMOND CHANDRA ADI NUGRAHA

1422200088

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

2026

TUGAS AKHIR
ANALISIS PENGARUH VARIASI TINGGI JATUH AIR
(HEAD), JARAK NOZZLE, DIAMETER RUNNER, DAN
SUDUT SUDU TERHADAP PERFORMA TURBIN
PELTON MIKROHIDRO



Disusun Oleh

IRFAN PRASETYO

1422200070

REYMOND CHANDRA ADI NUGRAHA

1422200088

PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS 17 AGUSTUS 1945 SURABAYA
2026

PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS 17 AGUSTUS 1945 SURABAYA

LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR

NAMA : IRFAN PRASETYO
NBI : 1422200070
PROGRAM STUDI : TEKNIK MESIN
FAKULTAS : TEKNIK
JUDUL : ANALISIS PENGARUH VARIASI TINGGI
JATUH AIR (*HEAD*), JARAK *NOZZLE*,
DIAMETER RUNNER, DAN SUDUT SUDU
TERHADAP PERFORMA TURBIN *PELTON*
MIKROHIDRO

Mengetahui/Menyetujui
Dosen Pembimbing



Ir. Supardi, M.Sc.
NPP: 20420.86.0083

Dekan
Fakultas Teknik

Ketua Program Studi
Teknik Mesin



Dr. Ir. Ar. R. A. Retno Hastijanti, MT., IPU., IAL, APEC Eng
NPP. 20440.91.0218



Ir. Moh. Nor Ali Aziz, S.T., M.T.
NPP: 20420.20.0826

LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Irfan Prasetyo
NIM : 1422200070
Program Studi : Teknik Mesin
Fakultas : Teknik

Dengan ini menyatakan bahwa skripsi/tugas akhir dengan judul:
ANALISIS PENGARUH VARIASI TINGGI JATUH AIR (*HEAD*), JARAK
NOZZLE, *DIAMETER RUNNER*, DAN SUDUT SUDU TERHADAP
PERFORMA TURBIN *PELTON* MIKROHIDRO

adalah hasil karya saya sendiri. Skripsi/tugas akhir ini tidak mengandung karya orang lain yang telah dipublikasikan atau ditulis sebelumnya, kecuali sebagaimana yang telah disebutkan dalam daftar pustaka dan sumber kutipan.

Saya bertanggung jawab sepenuhnya atas keaslian isi skripsi/tugas akhir ini. Jika di kemudian hari ditemukan bukti bahwa skripsi/tugas akhir ini mengandung unsur plagiat, maka saya bersedia menerima sanksi akademik sesuai dengan peraturan yang berlaku di Universitas.

Demikian surat pernyataan ini saya buat dengan sebenar-benarnya dan tanpa paksaan dari pihak mana pun.

Surabaya, 23 Juni 2026
Yang membuat pernyataan,


Irfan Prasetyo
NIM.1422200070



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 : Irfan Prasetyo
NBI/ NPM : 1422200070
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 Noneksklusif (Nonexclusive Royalty-Free Right)**, atas karya saya yang berjudul:

“ANALISIS PENGARUH VARIASI TINGGI JATUH AIR (HEAD), JARAK NOZZLE, DIAMETER RUNNER, DAN SUDUT SUDU TERHADAP PERFORMA TURBIN PELTON MIKROHIDRO”

Dengan **Hak Bebas Royalti Noneksklusif (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 : 23 Juni 2026

Yang Menyatakan,


26D4AAOX120073405
(Irfan Prasetyo)

Coret yang tidak perlu

LEMBAR PERSEMBAHAN

Dengan mengucapkan puji syukur ke hadirat Allah SWT atas segala rahmat, hidayah, dan kemudahan yang telah diberikan, karya tugas akhir ini kami persembahkan sebagai wujud rasa hormat, cinta, dan terima kasih yang tulus kepada:

1. Kedua orang tua kami, Bapak dan Ibu tercinta yang telah membesarkan, mendidik, dan mencurahkan kasih sayang tanpa henti. Doa, pengorbanan, serta dukungan moral maupun material yang tiada pernah putus menjadi kekuatan utama bagi kami untuk menyelesaikan studi ini.
2. Seluruh keluarga besar dan saudara-saudara kami yang selalu memberikan semangat, motivasi, dan doa di setiap langkah perjuangan kami.
3. Bapak Ir. Supardi, M.Sc., selaku dosen pembimbing yang dengan sabar dan ikhlas membimbing, mengarahkan, serta meluangkan waktu dan ilmunya kepada kami selama proses penyusunan tugas akhir ini.
4. Bapak/Ibu dosen Program Studi Teknik Mesin Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya yang telah memberikan bekal ilmu, wawasan, dan pengalaman berharga selama masa perkuliahan.
5. Rekan-rekan seperjuangan yang telah menjadi keluarga kedua di bangku kuliah, saling mendukung, berbagi suka dan duka, serta memotivasi dalam setiap tantangan.
6. Almamater tercinta Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya yang menjadi tempat kami menimba ilmu, mengasah karakter, dan mempersiapkan diri untuk berkontribusi bagi masyarakat, bangsa, dan negara.
7. Semoga karya sederhana ini dapat memberikan manfaat, keberkahan, serta menjadi langkah awal dalam pengabdian kami di bidang ilmu teknik mesin dan energi terbarukan.

ABSTRAK

Air sebagai sumber daya alam terbarukan memiliki potensi besar untuk dimanfaatkan sebagai pembangkit listrik skala mikro di wilayah pedesaan. Turbin tipe Pelton menjadi pilihan umum pada kondisi dengan tinggi jatuh air (*head*) yang besar namun disertai debit yang rendah, meskipun unjuk kerjanya sangat bergantung pada parameter desain dan kondisi operasional. Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji dampak dari variasi head (1200 mm, 1500 mm, 1800 mm), jarak *nozzle* (150 mm, 160 mm, 170 mm), diameter runner (170 mm, 190 mm, 210 mm), serta sudut sudu (150°, 160°, 170°) terhadap kinerja turbin Pelton mikrohidro. Metode yang digunakan adalah eksperimen dengan *prototipe* turbin Pelton skala laboratorium. Data yang dikumpulkan berupa debit aliran, kecepatan putar (RPM), tegangan, dan arus listrik, yang selanjutnya dihitung untuk memperoleh daya hidrolis, daya turbin, dan efisiensi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kenaikan tinggi jatuh air (*head*) dari 1200 mm menjadi 1800 mm mampu meningkatkan efisiensi dari 84,2% menjadi 92,9% serta daya turbin dari 1,706 *Watt* menjadi 4,825 *Watt* pada kombinasi parameter terbaik. Jarak *nozzle* terdekat (150 mm) memberikan efisiensi dan daya paling tinggi. Diameter *runner* 170 mm secara konsisten lebih baik dibandingkan diameter 190 mm dan 210 mm. Sudut sudu 170° menghasilkan performa paling unggul pada semua kondisi pengujian. Kombinasi parameter paling optimal dicapai pada tinggi jatuh air (*head*) 1800 mm, jarak *nozzle* 150 mm, diameter runner 170 mm, dan sudut sudu 170° dengan efisiensi mencapai 92,9% dan daya turbin sebesar 4,825 *Watt*. Hasil penelitian ini dapat menjadi acuan empiris dalam merancang turbin Pelton mikrohidro yang lebih efisien.

Kata kunci: Turbin Pelton, mikrohidro, tinggi jatuh air (*head*), jarak *nozzle*, diameter *runner*, sudut sudu, efisiensi.

ABSTRACT

Water as a renewable natural resource holds great potential for utilization in micro-scale power generation in rural areas. The Pelton turbine is a common choice for conditions with a high head but low flow rate, although its performance heavily depends on design parameters and operational conditions. This study aims to examine the impact of variations in head (1,200 mm, 1,500 mm, 1,800 mm), nozzle distance (150 mm, 160 mm, 170 mm), runner diameter (170 mm, 190 mm, 210 mm), and bucket angle (150°, 160°, 170°) on the performance of a micro-hydro Pelton turbine. The method used is an experimental approach utilizing a laboratory-scale Pelton turbine prototype. The collected data includes flow rate, rotational speed (RPM), voltage, and electric current, which were subsequently calculated to determine hydraulic power, turbine power, and efficiency. The results indicate that increasing the head from 1,200 mm to 1,800 mm can enhance efficiency from 84.2% to 92.9% and turbine power from 1.706 Watts to 4.825 Watts at the best parameter combination. The closest nozzle distance (150 mm) yielded the highest efficiency and power. A runner diameter of 170 mm was consistently better compared to the 190 mm and 210 mm diameters. A bucket angle of 170° produced the most superior performance across all testing conditions. The most optimal parameter combination was achieved at a head of 1,800 mm, a nozzle distance of 150 mm, a runner diameter of 170 mm, and a bucket angle of 170°, reaching an efficiency of 92.9% and a turbine power of 4.825 Watts. The findings of this study can serve as an empirical reference in designing more efficient micro-hydro Pelton turbines.

Keywords: Pelton turbine, micro-hydro, head, nozzle distance, runner diameter, bucket angle, efficiency.

KATA PENGANTAR

Puji syukur kami ucapkan kepada Allah SWT, yang telah memberikan Rahmat dan Hidayah-Nya sehingga kami dapat menyelesaikan Proposal Tugas Akhir ini untuk memenuhi persyaratan meraih gelar sarjana.

Hasil penelitian dari penulisan ini diharapkan dapat digunakan untuk

“ANALISIS PENGARUH VARIASI TINGGI JATUH AIR (*HEAD*), JARAK *NOZZLE*, *DIAMETER RUNNER*, DAN SUDUT SUDU TERHADAP PERFORMA TURBIN *PELTON* MIKROHIDRO”, Tugas Akhir ini terselesaikan atas dukungan dari berbagai pihak. Oleh karena itu saya mengucapkan terima kasih dan penghargaan kepada:

1. Bapak Harjo Seputro, S.T., M.T., selaku rektor Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya.
2. Ibu Dr. Ir. R. A. Retno Hastijanti. MT., IPU., IAI., APEC Eng. Selaku Dekan Fakultas Teknik, Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya.
3. Bapak Ir. Moh. Nor Ali Aziz, S.T., M.T. Selaku Ketua Program Studi Teknik Mesin, Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya
4. Bapak Ir. Supardi, M.Sc. Selaku dosen pembimbing yang dengan sabar telah memberikan pengarahan dan bimbingan kepada penulis, sehingga Tugas Akhir ini dapat terselesaikan.
5. Para Dosen Pengajar Fakultas Teknik Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya yang telah membuka wawasan dan pengetahuan kami selama menempuh masa perkuliahan.
6. Keluarga yang memberikan semangat dan doa.
7. Rekan-rekan seperjuangan yang telah banyak memberikan masukan dan sarannya selama menyelesaikan tugas akhir ini.

Penulis menyadari banyaknya kelemahan dan kekurangan dalam penulisan Proposal Tugas Akhir ini, Mudah-mudahan di balik ketidaksempurnaan tugas akhir ini masih dapat memberikan manfaat untuk kajian lebih lanjut.

Surabaya, 23 Juni 2026

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR.....	ii
LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN	iii
LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS.....	iv
LEMBAR PERSEMBAHAN	v
ABSTRAK	vi
ABSTRACT	vii
KATA PENGANTAR	viii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR TABEL	xiii
BAB 1 Pendahuluan.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Batasan Masalah	2
1.4 Tujuan Penelitian	2
1.5 Manfaat Penelitian	2
BAB 2 Tinjauan Pustaka.....	3
2.1 Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro	3
2.2 Performa Turbin <i>Pelton</i>	4
2.2.1 Pengaruh Tinggi Jatuh Air (<i>Head</i>) terhadap Performa Turbin <i>Pelton</i>	4
2.2.2 Pengaruh Jarak <i>Nozzle</i> terhadap Performa Turbin <i>Pelton</i>	5
2.2.3 Pengaruh <i>Diameter Runner</i> terhadap Performa Turbin <i>Pelton</i> 6	6
2.2.4 Pengaruh Sudut Sudu terhadap Performa Turbin <i>Pelton</i>	6
2.3 Kriteria pemilihan jenis turbin.....	7
2.4 Klasifikasi Turbin Air.....	7
2.4.1 Turbin <i>Impuls</i>	7
2.4.2 Turbin Reaksi	9
2.5 Bagian Bagian Turbin <i>Pelton</i>	10
2.5.1 <i>Nozzle</i>	11
2.5.2 Sudu (<i>Bucket</i>)	12
2.5.3 <i>Runner</i> (Roda Turbin)	13
2.5.4 Poros (<i>Shaft</i>).....	14
2.5.5 <i>Casing</i> (Rumah Turbin).....	14
2.5.6 <i>Bearing</i> (Laher/Bantalan).....	15

2.6	Perencanaan Turbin <i>Pelton</i>	16
BAB 3	Metode penelitian.....	23
3.1	Diagram Alir.....	23
3.2	Perencanaan Penelitian.....	24
3.2.1	Mulai Awal.....	25
3.2.2	Studi Literatur.....	25
3.2.3	Studi Lapangan.....	26
3.2.4	Perumusan Masalah.....	26
3.2.5	Persiapan Alat.....	26
3.2.6	Pengambilan Data.....	31
3.2.1	Analisis Data.....	35
3.2.2	Kesimpulan.....	36
3.2.3	Selesai.....	36
3.3	Waktu dan Pelaksanaan.....	36
BAB 4	ANALISA DATA DAN PEMBAHASAN.....	37
4.1	Data Hasil Pengujian.....	37
4.2	Perhitungan Parameter Turbin.....	48
4.2.1	Mengubah Debit ke m^3/s	48
4.2.2	Kecepatan Aliran v	49
4.2.3	Kecepatan Keliling Runner.....	49
4.2.4	Gaya Tangensial (F).....	49
4.2.5	Torsi (T).....	49
4.2.6	Kecepatan Angular (ω).....	49
4.2.1	Daya Hidrolis.....	52
4.2.2	Daya Turbin.....	52
4.2.3	Efisiensi Turbin.....	52
4.3	Grafik Dan Pembahasan.....	56
BAB 5	PENUTUP.....	75
5.1	Kesimpulan.....	75
5.2	Saran.....	76
	DAFTAR PUSTAKA.....	77
	LAMPIRAN.....	81

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Tinggi Jatuh Air (<i>Head</i>) turbin.....	4
Gambar 2.2 Jarak <i>Nozzle</i>	5
Gambar 2.3 Diameter <i>Runner</i>	6
Gambar 2.4 Sudut Sudu	7
Gambar 2.5 Turbin Pelton.....	8
Gambar 2.6 Turbin Turgo	8
Gambar 2.7 Turbin Kaplan.....	9
Gambar 2.8 Turbin Francis	10
Gambar 2.9 <i>Nozzle</i>	11
Gambar 2.10 Sudu Pelton.....	12
Gambar 2.11 <i>Runner</i>	13
Gambar 2.12 Poros.....	14
Gambar 2.13 Bearing	15
Gambar 2.14 Dimensi Sudu Turbin Pelton	18
Gambar 2.15 Siklus Segitiga Kecepatan Turbin Pelton	19
Gambar 3.1 Diagram Alir.....	24
Gambar 3.2 Alat Uji Prototype	27
Gambar 4.1 Grafik Pengaruh Diameter <i>Runner</i> dan Sudut Sudu Terhadap Daya Turbin pada Tinggi Jatuh Air (<i>Head</i>) 1200 mm dan Jarak <i>Nozzle</i> 150 mm	56
Gambar 4.2 Grafik Pengaruh Diameter <i>Runner</i> Terhadap Efisiensi Turbin pada Tinggi Jatuh Air (<i>Head</i>) 1200 mm dan Jarak <i>Nozzle</i> 150 mm	57
Gambar 4.3 Grafik Pengaruh Diameter <i>Runner</i> dan Sudut Sudu Terhadap Daya Turbin pada Tinggi Jatuh Air (<i>Head</i>) 1200 mm dan Jarak <i>Nozzle</i> 160 mm	58
Gambar 4.4 Grafik Pengaruh Diameter <i>Runner</i> dan Sudut Sudu Terhadap Efisiensi Turbin pada Tinggi Jatuh Air (<i>Head</i>) 1200 mm dan Jarak <i>Nozzle</i> 160 mm	59
Gambar 4.5 Grafik Pengaruh Diameter <i>Runner</i> dan Sudut Sudu Terhadap Daya Turbin pada Tinggi Jatuh Air (<i>Head</i>) 1200 mm dan Jarak <i>Nozzle</i> 170 mm	60
Gambar 4.6 Grafik Pengaruh Diameter <i>Runner</i> dan Sudut Sudu Terhadap Efisiensi Turbin pada Tinggi Jatuh Air (<i>Head</i>) 1200 mm dan Jarak <i>Nozzle</i> 170 mm	61

Gambar 4.7 Grafik Pengaruh Diameter <i>Runner</i> dan Sudut Sudu Terhadap Daya Turbin pada Tinggi Jatuh Air (<i>Head</i>) 1500 mm dan Jarak <i>Nozzle</i> 150 mm	62
Gambar 4.8 Grafik Pengaruh Diameter <i>Runner</i> dan Sudut Sudu Terhadap Efisiensi Turbin pada Tinggi Jatuh Air (<i>Head</i>) 1500 mm dan Jarak <i>Nozzle</i> 150 mm	63
Gambar 4.9 Grafik Pengaruh Diameter <i>Runner</i> dan Sudut Sudu Terhadap Daya Turbin pada Tinggi Jatuh Air (<i>Head</i>) 1500 mm dan Jarak <i>Nozzle</i> 160 mm	64
Gambar 4.10 Grafik Pengaruh Diameter <i>Runner</i> dan Sudut Sudu Terhadap Efisiensi Turbin pada Tinggi Jatuh Air (<i>Head</i>) 1500 mm dan Jarak <i>Nozzle</i> 160 mm.....	65
Gambar 4.11 Grafik Pengaruh Diameter <i>Runner</i> dan Sudut Sudu Terhadap Daya Turbin pada Head 1500 mm dan Jarak <i>Nozzle</i> 170 mm.....	66
Gambar 4.12 Grafik Pengaruh Diameter <i>Runner</i> dan Sudut Sudu Terhadap Efisiensi Turbin pada Tinggi Jatuh Air (<i>Head</i>) 1500 mm dan Jarak <i>Nozzle</i> 170 mm.....	67
Gambar 4.13 Grafik Pengaruh Diameter <i>Runner</i> dan Sudut Sudu Terhadap Daya Turbin pada Tinggi Jatuh Air (<i>Head</i>) 1800 mm dan Jarak <i>Nozzle</i> 150 mm	68
Gambar 4.14 Grafik Pengaruh Diameter <i>Runner</i> dan Sudut Sudu Terhadap Efisiensi Turbin pada Tinggi Jatuh Air (<i>Head</i>) 1800 mm dan Jarak <i>Nozzle</i> 150 mm.....	69
Gambar 4.15 Grafik Pengaruh Diameter <i>Runner</i> dan Sudut Sudu Terhadap Daya Turbin pada Tinggi Jatuh Air (<i>Head</i>) 1800 mm dan Jarak <i>Nozzle</i> 160 mm	70
Gambar 4.16 Grafik Pengaruh Diameter <i>Runner</i> dan Sudut Sudu Terhadap Efisiensi Turbin pada Tinggi Jatuh Air (<i>Head</i>) 1800 mm dan Jarak <i>Nozzle</i> 160 mm.....	71
Gambar 4.17 Grafik Pengaruh Diameter <i>Runner</i> dan Sudut Sudu Terhadap Daya Turbin pada Tinggi Jatuh Air (<i>Head</i>) 1800 mm dan Jarak <i>Nozzle</i> 170 mm	72
Gambar 4.18 Grafik Pengaruh Diameter <i>Runner</i> dan Sudut Sudu Terhadap Efisiensi Turbin pada Tinggi Jatuh Air (<i>Head</i>) 1800 mm dan Jarak <i>Nozzle</i> 170 mm.....	73

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Alat Yang Dibutuhkan Untuk Pengujian Alat.....	28
Tabel 3.2 Spesifikasi Alat	30
Tabel 3.3 Format Tabel Hasil Pengujian.....	32
Tabel 4.1 Data Pengujian Tinggi Jatuh Air (<i>Head</i>) 1200 mm	37
Tabel 4.2 Data Pengujian Tinggi Jatuh Air (<i>Head</i>) 1500 mm	41
Tabel 4.3 Data Pengujian Tinggi Jatuh Air (<i>Head</i>) 1800 mm	45
Tabel 4.4 Rekapitulasi Seluruh Hasil Perhitungan Parameter Turbin Pelton Mikrohidro	50
Tabel 4.5 Hasil Perhitungan Pengaruh Masing-Masing Parameter Terhadap Efisiensi Turbin	53