

SKRIPSI

ANALISIS PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA MIKROHIDRO (PLTMH) MENGUNAKAN TURBIN PELTON DENGAN VARIASI JUMLAH SUDU 20, 22, DAN 24



**Dibuat Untuk Memenuhi Syarat Mendapatkan Gelar Sarjana Teknik
Pada Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik
Universitas Sriwijaya**

**OLEH :
FANHAR AGUNG
03041281924037**

**JURUSAN TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
2023**

LEMBAR PENGESAHAN
ANALISIS PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA MIKROHIDRO (PLTMH)
MENGGUNAKAN TURBIN PELTON DENGAN VARIASI
JUMLAH SUDU 20, 22, DAN 24



SKRIPSI

Dibuat Untuk Memenuhi Syarat Mendapatkan Gelar Sarjana Teknik
Pada Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik
Universitas Sriwijaya

OLEH :
FANHAR AGUNG
03041281924037

Palembang, Juli 2023

Menyetujui,

Pembimbing Utama

Hermawati, S.T., M.T.

NIP. 197708102001122001

Mengetahui,

Ketua Jurusan Teknik Elektro

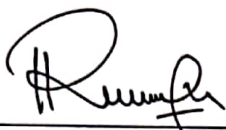


Muhammad Abu Bakar Sidik, S.T., M.Eng., Ph.D.

NIP. 197108141999031005

LEMBAR PERNYATAAN DOSEN

Saya sebagai pembimbing dengan ini menyatakan bahwa saya telah membaca dan menyetujui skripsi ini dan dalam pandangan saya skop dan kualitas skripsi ini mencukupi sebagai skripsi mahasiswa sarjana strata satu (S1)

Tanda Tangan : 

Pembimbing Utama : Hermawati, S.T., M.T.

Tanggal : 06 / 07 / 2023

**PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR UNTUK
KEPENTINGAN AKADEMIS**

Sebagai civitas akademik Universitas Sriwijaya, saya yang bertanda tangan di bawah ini:

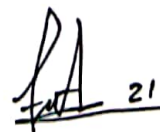
Nama : Fanhar Agung
NIM : 03041281924037
Jurusan : Teknik Elektro
Fakultas : Teknik
Universitas : Universitas Sriwijaya
Jenis Karya : Skripsi

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Sriwijaya **Hak Bebas Royalti Noneksklusif (*Non-exclusive Royalty-Free Right*)** atas karya ilmiah saya yang berjudul:

**ANALISIS PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA MIKROHIDRO (PLTMH)
MENGUNAKAN TURBIN PELTON DENGAN VARIASI JUMLAH
SUDU 20, 22, DAN 24**

Beserta perangkat yang ada (jika diperlukan), dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini Universitas Sriwijaya berhak menyimpan, mengalihmedia/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat, dan mempublikasikan tulisan saya tanpa meminta izin dari saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta. Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di Indralaya
Pada Tanggal: 11 Juli 2023
Yang menyatakan,



Fanhar Agung

HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Fanhar Agung
NIM : 03041281924037
Fakultas : Teknik
Jurusan/Prodi : Teknik Elektro
Universitas : Universitas Sriwijaya

Hasil Pengecekan

Software iThenticate/Turnitin : 16 %

Menyatakan bahwa karya ilmiah dengan judul “Analisis Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro (PLTMH) Menggunakan Turbin Pelton Dengan Variasi Jumlah Sudu 20, 22, dan 24” merupakan karya sendiri dan benar keasliannya. Apabila ternyata dikemudian hari karya ilmiah ini merupakan hasil plagiat atas karya ilmiah orang lain, maka saya bersedia bertanggung jawab dan menerima sanksi yang sesuai dengan ketentuan yang berlaku.

Demikian pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tanpa paksaan.

Indralaya, 1 Juli 2023



Fanhar Agung

NIM. 03041281924037

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT yang telah melimpahkan nikmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir yang berjudul “ANALISIS PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA MIKROHIDRO (PLTMH) MENGGUNAKAN TURBIN PELTON DENGAN VARIASI JUMLAH SUDU 20, 22, DAN 24”. Shalawat serta salam selalu tercurahkan kepada Rasulullah SAW, beserta keluarga, sahabat, dan juga para pengikutnya hingga akhir zaman.

Dalam proses penyusunan skripsi ini tidak terlepas dari segala bentuk dukungan, bantuan maupun bimbingan yang telah diberikan dari berbagai pihak. Maka dari itu, pada kesempatan ini penulis mengucapkan banyak terima kasih kepada:

1. Mak dan Aba yang senantiasa mendoakan yang terbaik serta membantu dalam segala hal sehingga penulis termotivasi dan semangat untuk menggapai kesuksesan.
2. Kakak dan Ayuk yang senantiasa mendukung dan memberikan motivasi sehingga penulis mampu berada pada tahap ini.
3. Bapak Muhammad Abu Bakar Sidik, S.T., M.Eng., Ph.D. selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro Universitas Sriwijaya.
4. Kakak Abdul Haris Dalimunthe, S.T., M.TI. selaku Dosen pembimbing akademik yang telah membantu serta membimbing saya selama masa perkuliahan.
5. Ibu Hermawati, S.T., M.T. selaku Dosen pembimbing tugas akhir yang telah membimbing, mendidik, serta selalu memotivasi saya selama masa perkuliahan hingga terselesaikannya tugas akhir ini.
6. Ibu Caroline S.T., M.T., Ibu Ike Bayusari S.T., M.T., dan Ibu Rahmawati S.T., M.T., selaku dosen penguji yang telah memberikan motivasi, arahan serta bimbingan selama proses penyusunan skripsi.
7. Seluruh dosen Teknik Elektro yang telah memberikan ilmu pengetahuan serta wawasan yang bermanfaat dan Staf Jurusan Teknik Elektro yang

telah banyak membantu selama perkuliahan.

8. Teman-teman satu TA bimbingan bu Herma (Destri, Dima, dan Fares) yang selalu mengingatkan, memotivasi dan memberi semangat selama penyusunan tugas akhir.
9. Teman-teman selama masa Kerja Praktik di PLTU Tarahan Lampung (Ahmad, Belly, Nafisah, Pratama, Purnomo, Setiawan dan Sitorus) yang telah memberikan semangat serta banyak membantu selama masa KP dan proses perkuliahan.
10. Teman-teman pejuang USEPT (Dani, Vidi, Adji, Ricky, Rian, Adam, Sandy, Fadil, Uyun, Zainal, dan Juan) yang senantiasa membantu selama persiapan tes USEPT serta proses perkuliahan.
11. Semua teman-teman Teknik Elektro 2019 yang telah memberikan bantuan selama perkuliahan dari awal sampai akhir perkuliahan.
12. Azizi Shafa Asadel selaku oshi saya satu-satunya yang selalu mewarnai hari-hari saya dan selalu menghibur serta memberikan semangat untuk menjalani aktivitas setiap harinya.

Penulis menyadari banyaknya keterbatasan serta kekurangan sehingga skripsi ini masih jauh dari kata sempurna. Maka dari itu diharapkan saran dan masukan dari para pembaca sehingga membuat skripsi ini jadi lebih baik. Semoga tugas akhir ini bermanfaat bagi para pembaca serta bagi yang membutuhkan.

Indralaya, Juli 2023



Fanhar Agung

NIM. 03041281924037

ABSTRAK
ANALISIS PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA MIKROHIDRO (PLTMH)
MENGGUNAKAN TURBIN PELTON DENGAN VARIASI
JUMLAH SUDU 20, 22, DAN 24

(Fanhar Agung, 03041281924037, 2023, 38 halaman)

Setiap tahun, semakin banyak energi listrik yang dibutuhkan. Untuk menggantikan penggunaan energi tak terbarukan (bahan bakar fosil), diperlukan energi alternatif. Pemanfaatan energi terbarukan, seperti sumber daya air yang dapat dimanfaatkan untuk menghasilkan tenaga listrik, merupakan salah satu strategi untuk menggantikan fungsi energi fosil. Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro (PLTMH) merupakan salah satu jenis energi terbarukan yang memiliki kapasitas untuk memenuhi kebutuhan listrik masyarakat. Pada penelitian ini penulis merancang serta membuat *prototype* PLTMH menggunakan turbin pelton dengan memvariasikan jumlah sudu turbin yaitu 20 sudu, 22 sudu, dan 24 sudu dengan beban lampu LED 12 watt. Berdasarkan hasil pengukuran dengan multimeter, nilai tegangan dan arus menunjukkan bahwa 24 buah sudu memiliki nilai daya maksimum 3,2058 watt dan 20 buah sudu memiliki nilai daya terendah 1,6192 watt. Hal tersebut sesuai hubungan daya dan arus yaitu semakin besar nilai arus pada rangkaian maka semakin besar pula daya listrik yang dihasilkan (berbanding lurus). Pada jumlah sudu 24 buah memiliki kecepatan putaran sebesar 6190 rpm dan merupakan yang tercepat dibandingkan dengan jumlah sudu yang lain. Kecepatan putaran terendah terdapat pada jumlah sudu 20 buah dengan kecepatan putaran turbinnya hanya sebesar 4575 rpm. Efisiensi turbin tertinggi yaitu diperoleh pada turbin berjumlah sudu 24 buah yaitu senilai 89,77 % dan efisiensi terendah diperoleh turbin berjumlah sudu 20 buah yaitu senilai 45,34 %.

Kata kunci: PLTMH, Turbin Pelton, Sudu, Efisiensi.

ABSTRACT

ANALYSIS OF MICROHYDRO POWER PLANT (PLTMH) USING PELTON TURBINE WITH VARIATIONS OF THE BUCKETS 20, 22, AND 24

(Fanhar Agung, 03041281924037, 2023, 38 pages)

Every year, more and more electrical energy is required. To replace the use of non-renewable energy (fossil fuels), alternative energy is needed. Utilization of renewable energy, such as water resources that can be used to produce electricity, is one of the strategies to replace the function of fossil energy. Micro Hydro Power Plant (PLTMH) is a type of renewable energy that has the capacity to meet the electricity needs of the community. In this study the authors designed and built a PLTMH prototype using a Pelton turbine by varying the number of turbine bucket, namely 20 buckets, 22 buckets, and 24 buckets with a load of 12 watt LED lights. Based on the results of measurements with a multimeter, the voltage and current values show that 24 buckets have a maximum power value of 3.2058 watts and 20 blades have the lowest power value of 1.6192 watts. This is in accordance with the relationship between power and current, namely the greater the value of the current in the circuit, the greater the electrical power generated (directly proportional). The 24 buckets have a rotational speed of 6190 rpm and is the fastest compared to the other buckets. The lowest rotation speed is found in the number of 20 buckets with a turbine rotation speed of only 4575 rpm. The highest turbine efficiency is obtained on a turbine with a total of 24 buckets which is worth 89.77% and the lowest efficiency is obtained with a turbine with a total of 20 buckets which is worth 45.34%.

Key words: *PLTMH, Pelton Turbine, Buckets, efficiency.*

DAFTAR ISI

| | |
|--|-------------|
| HALAMAN JUDUL | i |
| LEMBAR PENGESAHAN | ii |
| LEMBAR PERNYATAAN DOSEN | iii |
| PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS | iv |
| HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS..... | v |
| KATA PENGANTAR..... | vi |
| ABSTRAK | viii |
| ABSTRACT | ix |
| DAFTAR GAMBAR..... | xii |
| DAFTAR TABEL | xiii |
| DAFTAR GRAFIK | xiv |
| DAFTAR RUMUS | xv |
| BAB I PENDAHULUAN..... | 1 |
| 1.1 Latar Belakang | 1 |
| 1.2 Rumusan Masalah | 2 |
| 1.3 Tujuan Penelitian..... | 3 |
| 1.4 Batasan Masalah..... | 3 |
| 1.5 Sistematika Penulisan..... | 3 |
| BAB II TINJUAN PUSTAKA | 5 |
| 2.1. Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro | 5 |
| 2.1.1. Prinsip Kerja PLTMH..... | 6 |
| 2.1.2. Klasifikasi PLTA | 7 |
| 2.1.3. Keuntungan Pemanfaatan Mikrohidro | 8 |
| 2.1.4. Kekurangan Pemanfaatan Mikrohidro | 9 |
| 2.2. Turbin Air..... | 9 |
| 2.3. Jenis – Jenis Turbin Air..... | 10 |
| 2.3.1. Turbin Reaksi..... | 10 |
| 2.3.2. Turbin Impuls..... | 11 |

| | | |
|---|--|-----------|
| 2.4. | Turbin Pelton | 11 |
| 2.4.1. | Kelebihan Turbin Pelton | 12 |
| 2.4.2. | Cara Kerja Turbin Pelton | 12 |
| 2.4.3. | Komponen Utama Turbin Pelton | 13 |
| 2.5. | Debit Air | 17 |
| 2.6. | Faktor Daya | 18 |
| BAB III METODELOGI PENELITIAN..... | | 19 |
| 3.1. | Lokasi dan Waktu Penelitian..... | 19 |
| 3.2. | Umum..... | 19 |
| 3.3. | Peralatan dan Bahan | 20 |
| 3.4. | Desain Turbin Pelton..... | 25 |
| 3.5. | Diagram Alir Penelitian..... | 28 |
| 3.6. | Tahapan Penelitian | 29 |
| 3.7. | Rangkaian Pengukuran..... | 30 |
| BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN | | 31 |
| 4.1. | Umum..... | 31 |
| 4.2. | Pengujian Tanpa Menggunakan Beban | 32 |
| 4.3. | Pengujian Dengan Beban Lampu | 32 |
| 4.4. | Perhitungan dan Pengolahan Data..... | 33 |
| 4.4.2. | Perhitungan Efisiensi Turbin..... | 33 |
| 4.5. | Analisa dan Pembahasan | 35 |
| 4.5.1. | Hubungan Jumlah Sudu dan Kecepatan Putaran | 35 |
| 4.5.2. | Hubungan Jumlah Sudu dan Tegangan..... | 36 |
| 4.5.3. | Hubungan Jumlah Sudu dan Daya Output | 37 |
| 4.5.4. | Hubungan Jumlah Sudu dan Efisiensi Turbin..... | 37 |
| BAB V KESIMPULAN DAN SARAN | | 39 |
| 5.1. | Kesimpulan..... | 39 |
| 5.2. | Saran | 39 |
| DAFTAR PUSTAKA | | |
| LAMPIRAN | | |

DAFTAR GAMBAR

| | |
|---|----|
| Gambar 2. 1 Skema PLTMH | 6 |
| Gambar 2. 2 Turbin Kaplan | 11 |
| Gambar 2. 3 Turbin Francis | 11 |
| Gambar 2. 4 Turbin Pelton..... | 12 |
| Gambar 2. 5 <i>Runner</i> | 13 |
| Gambar 2. 6 <i>Bucket</i> | 14 |
| Gambar 2. 7 Poros | 14 |
| Gambar 2. 8 Piringan | 15 |
| Gambar 2. 9 <i>Nozzle</i> | 15 |
| Gambar 2. 10 <i>Pulley</i> | 15 |
| Gambar 3. 1 Turbin Pelton | 21 |
| Gambar 3. 2 <i>Bucket</i> (Sudu) | 21 |
| Gambar 3. 3 <i>Runner</i> (Piringan)..... | 22 |
| Gambar 3. 4 Desain PLTMH | 22 |
| Gambar 3. 5 Diagram Alir Penelitian | 24 |
| Gambar 3. 6 Rangkaian Pengukuran Tegangan Tanpa Menggunakan Beban | 25 |
| Gambar 3. 7 Rangkaian Pengukuran Tegangan Dengan Menggunakan Beban .. | 26 |
| Gambar 3. 8 Rangkaian Pengukuran Arus Dengan Beban | 26 |

DAFTAR TABEL

| | |
|---|----|
| Tabel 2. 1 Klasifikasi PLTA Berdasarkan Daya Yang Dihasilkan..... | 8 |
| Tabel 2. 2 Klasifikasi PLTA Berdasarkan Tinggi Bendungan | 8 |
| Tabel 3. 1 Jadwal Penelitian..... | 19 |
| Tabel 3. 2 Alat dan Bahan..... | 20 |
| Tabel 3. 3 Matriks Pengujian Tanpa Beban | 24 |
| Tabel 3. 4 Matriks Pengujian dengan lampu LED 12 watt | 25 |
| Tabel 4. 1 Pengujian Tanpa Beban | 32 |
| Tabel 4. 2 Pengujian dengan lampu DC 12 watt..... | 32 |

DAFTAR GRAFIK

| | |
|--|----|
| Grafik 4.1 Perbandingan Jumlah Sudu terhadap Putaran Turbin..... | 35 |
| Grafik 4.2 Perbandingan Jumlah Sudu terhadap Tegangan | 36 |
| Grafik 4.3 Perbandingan Jumlah Sudu terhadap Daya | 37 |
| Grafik 4.4 Perbandingan Jumlah Sudu terhadap Efisiensi Turbin..... | 38 |

DAFTAR RUMUS

| | |
|------------------|---|
| Rumus 2. 1 | 6 |
| Rumus 2. 2 | 7 |
| Rumus 2. 3 | 7 |

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Mengingat kemajuan teknologi khususnya di bidang energi yang kian canggih dan kenaikan jumlah penduduk sehingga menyebabkan peningkatan kebutuhan energi dari tahun ke tahun, maka energi merupakan kebutuhan yang sangat signifikan. Pilihan energi alternatif masa depan termasuk energi terbarukan, yang dapat diakses dalam skala global. Pilihan energi terbarukan dibuat karena penggunaannya yang tidak terbatas dan persediaan sumber daya yang melimpah. Karena polusi berlebihan yang disebabkan oleh penggunaan bahan bakar fosil, penggunaan energi yang dapat diperbaharui sebagai sumber energi untuk pembangkit listrik menawarkan keuntungan yaitu meminimalisir efek rumah kaca serta melestarikan lingkungan. Contoh cara pemanfaatan sumber *renewable energy* yang sering digunakan pada pembangkit listrik antara lain air, angin, biomassa, matahari, dan lain-lain.

Bahan bakar minyak mempunyai batas pakai hal tersebut disebabkan oleh ketersediaan sumber yang sangat terbatas serta susah atau bahkan tidak bisa diperbaharui. Ketersediaanya semakin menipis namun bahan bakar minyak sangat diperlukan atau sering dipakai sehingga suplainya semakin terbatas (langka) yang bisa saja habis dimasa yang akan datang. Solusi yang diperlukan untuk mengatasi hal ini dengan melakukan peralihan penggunaan bahan bakar tak terbarukan menjadi memanfaatkan energi alternatif yaitu energi terbarukan.

Indonesia merupakan negara maritim dengan kekayaan sumber energi terbarukan, termasuk salah satunya yaitu air. Oleh karena itu keputusan untuk membangun pembangkit listrik tenaga air (PLTA) mempunyai potensi yang besar karena selain pasokan energi air yang tidak terbatas, pemanfaatan energi air dapat memberikan kegunaan seperti tidak berefek terhadap polusi gas rumah kaca, tidak mengeluarkan karbondioksida, dan lain-lain. Pembangkit listrik mikrohidro adalah salah satu dari banyak jenis pembangkit listrik tenaga air yang dapat diklasifikasikan menurut jumlah listrik yang mampu mereka hasilkan.

Istilah "mikro hidro" menggabungkan istilah "mikro", yang berarti "kecil", dengan "hidro", yang berarti "air". Tiga komponen penting yang membentuk pembangkit listrik tenaga mikrohidro (PLTMH), yaitu energi air, turbin, dan generator. PLTMH menggunakan aliran air dengan ketinggian air tertentu untuk menghasilkan energi listrik. Karena skala PLTMH yang sederhana dan kebutuhan daya yang rendah, turbin pelton adalah pilihan yang sangat bagus diaplikasikan pada pembangkit listrik tenaga air ini. Turbin pelton terdiri dari sudu berbentuk dua mangkuk yang dihantam air dikeluarkan oleh nozel dan mengarahkannya melalui sudu dan masuk ke turbin. *Runner* akan terus berputar ketika air disemprotkan pada sudu akibat reaksi impuls yang menghasilkan momen puntir pada sudu [1].

Ukuran diameter nozel, jarak nozel, ketinggian jatuhnya air, volume debit air, dan jumlah sudu merupakan beberapa kriteria yang mempengaruhi kinerja turbin Pelton. Penelitian tugas akhir ini akan membahas dampak kinerja turbin Pelton, khususnya pengaruh jumlah sudu dengan tujuan untuk menentukan apakah penambahan jumlah sudu yang digunakan mulai dari 20, 22 hingga 24 sudu akan mempengaruhi tegangan dan arus. Nilai dan daya yang dihasilkan oleh turbin. Berdasarkan konteks tersebut di atas, maka tugas akhir penulis berjudul "ANALISIS PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA MIKROHIDRO (PLTMH) MENGGUNAKAN TURBIN PELTON DENGAN VARIASI JUMLAH SUDU 20, 22 DAN 24".

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang tersebut di atas, kita dapat membangun pembangkit listrik yang menggunakan tenaga air sebagai langkah untuk menciptakan energi dengan biaya operasi yang minimal dan ramah lingkungan.

Dalam salah satu penelitian sebelumnya oleh Muhammad Rafly, turbin pelton dengan jumlah sudu yang berbeda sejumlah 18, 20, dan 22 buah sudu dan menyimpulkan bahwa turbin dengan 22 sudu memberikan daya paling besar senilai 1,8681 watt. Penulis penelitian ini menyesuaikan jumlah sudu yang digunakan ialah dengan menggunakan 20, 22, dan 24 buah sudu, kemudian dianalisis daya keluarannya.

1.3 Tujuan Penelitian

Berikut adalah tujuan dari penelitian ini:

1. Merancang dan membangun prototipe PLTMH dengan turbin pelton menggunakan 20, 22, dan 24 buah variasi jumlah sudu.
2. Mengukur dan membandingkan kecepatan rotasi turbin dengan masing-masing jumlah sudu yang berbeda 20, 22, dan 24 buah sudu.
3. Menghitung daya keluaran serta efisiensi turbin untuk variasi yang berbeda dari 20, 22, dan 24 buah sudu.

1.4 Batasan Masalah

Adapun batasan masalah pada penelitian ini adalah :

1. Turbin pelton merupakan jenis turbin yang digunakan.
2. Diameter yang digunakan pada *nozzle* sebesar $\frac{1}{4}$ inch.
3. Jarak *nozzle* yang digunakan sejauh 40 cm.
4. Melakukan percobaan menggunakan beban lampu LED 12 watt.
5. Asumsi $\cos \phi$ dengan nilai 0.85.
6. Sudu dan piringan turbin pelton terbuat dari bahan *Poly Lactic Acid (PLA)*.

1.5 Sistematika Penulisan

Berikut kaidah penulisan yang digunakan dalam tugas akhir ini:

BAB I PENDAHULUAN

Latar belakang, rumusan masalah, tujuan penelitian, deskripsi masalah, dan sistematika penulisan semuanya tercakup dalam bab ini.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Teori mendasar dibahas dalam bab ini, bersama dengan data yang akan digunakan untuk mendukung penelitian berdasarkan badan penelitian sebelumnya.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Teknik penelitian yang akan digunakan, tempat penelitian, periode penelitian, serta tahapan pengerjaan tugas akhir ini akan diuraikan dalam bab ini.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Temuan penelitian yang ditemukan melalui pengujian, pengolahan dan analisis data dibahas dalam bab ini.

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

Temuan yang diambil dari hasil tes yang dilakukan disajikan dalam kesimpulan pada bab ini, serta dengan saran yang diberikan untuk penelitian lebih lanjut.

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Rimbawati, *Pemanfaatan Energi Baru dan Terbarukan (Mikrohidro di Rumah Sumbul)*, 1st ed. Medan: UMSU Press, 2021.
- [2] I. G. N. Saputra, L. Jasa, and I. W. A. Wijaya, "Pengaruh Jumlah Sudu Pada Prototype Pltmh," *J. SPEKTRUM*, vol. 7, no. 4, pp. 161–172, 2020.
- [3] N. Kholifah, A. C. Setyawan, D. S. Wijayanto, I. Widiastuti, and H. Saputro, "Performance of Pelton Turbine for Hydroelectric Generation in Varying Design Parameters," *IOP Conf. Ser. Mater. Sci. Eng.*, vol. 288, no. 1, 2018, doi: 10.1088/1757-899X/288/1/012108.
- [4] M. A. Nafian, S. I. Haryudo, W. Aribowo, and M. Widyartono, "Prototipe Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro Menggunakan Turbin Tipe Crossflow PROTOTYPE PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA MIKRO HIDRO MENGGUNAKAN TURBIN TIPE CROSS-FLOW," *J. Tek. Elektro*, vol. 9, pp. 251–260, 2021, [Online]. Available: <http://dreamindonesia.me/2019>
- [5] I. W. A. W. I Putu Andrean Wiranta, I Gusti Ngurah Janardana, "Rancang Bangun Prototipe Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro Menggunakan Turbin Cross-Flow," *Spektrum*, vol. 7, no. 4, pp. 151–160, 2020.
- [6] A. R. Harahap, "Pengaruh Jumlah Bucket Terhadap Kinerja Prototipe Turbin Pelton," *Univ. Muhammadiyah Sumatera Utara*, 2018.
- [7] S. Anwar, M. T. Tamam, and I. H. Kurniawan, "Rancang Bangun Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Air Menggunakan Konsep Hydrocat," *Resist. (Elektronika Kendali Telekomun. Tenaga List. Komputer)*, vol. 4, no. 1, p. 7, 2021, doi: 10.24853/resistor.4.1.7-10.
- [8] P. Val, I. Framework, U. Mengevaluasi, and K. Sistem, "Jurnal saintesa," vol. 2, pp. 1–7, 2022.
- [9] A. Mahmudi and R. T. Kustiawan, "Rekondisi Alat Uji Turbin Kaplan di Laboratorium Fluida , Termal dan Otomotif Polban," pp. 13–14, 2022.
- [10] I. R. A. Jurnal, T. Mesin, and Z. Mukhri, "Uji Kinerja Turbin Francis Skala Laboratorium dengan Variasi Bukaannya Katup Laboratory Scale Francis

- Turbine Performance Test with Variation of Valve Opening,” vol. 1, no. 1, pp. 17–24, 2022.
- [11] rahayu deny danar dan alvi furwanti Alwie, A. B. Prasetio, R. Andespa, P. N. Lhokseumawe, and K. Pengantar, “Tugas Akhir Tugas Akhir,” *J. Ekon. Vol. 18, Nomor 1 Maret 201*, vol. 2, no. 1, pp. 41–49, 2020.
- [12] E. Luna, H. Herawati, and R. A. Wicaksono, “Kajian pembangunan pembangkit listrik tenaga mikrohidro (pltmh) dengan turbin pelton di desa galar kecamatan sompak kabupaten landak,” *JeLAST J. PWK, Laut, Sipil, Tambang*, vol. 1, no. 9, 2022.
- [13] Muhammad Saleh Simamora, “Muhammad Saleh Simamora , Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Pasir Pengaraian,” *Peranc. alat uji prestasi turbin Pelt. Peranc.*, pp. 1–9, 2012.
- [14] A. H. Valuby, Y. Shalahudidin, F. Yumono, and R. F. Rizal, “Jurnal Teknik Elektro dan Informatika Rancang Bangun PLTMH Menggunakan Turbin Pelton,” vol. 4, no. 2, pp. 100–111, 2022.
- [15] A. Budiman, H. Asy’ari, and A. R. Hakim, “Desain Generator Magnet Permanen Untuk Sepeda Listrik,” *Emitor*, vol. 12, no. 01, pp. 59–67, 2012.
- [16] P. Ristiano and Sunardi, “Generator Ganda Pada Pembangkit Listrik Mikrohidro Dengan Turbin Tunggal,” *Avitec*, vol. 1, no. 1, pp. 65–70, 2019, doi: 10.28989/avitec.v1i1.473.
- [17] W. A. Alfatic, “Perancangan Prototipe Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro Vortex,” *Univ. Muhammadiyah Surakarta*, 2021.
- [18] N. Fuhaid, “Pengaruh Sudut Pipa Pesat Terhadap Efisiensi Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro (Pltmh),” *Proton*, vol. 4, no. 1, pp. 27–32, 2012, [Online]. Available: <http://publishing-widyagama.ac.id/ejournal-v2/index.php/proton/article/view/155>
- [19] H. Ndikade, S. Salim, and S. Abdussamad, “Studi Perbaikan Faktor Daya Pada Jaringan Listrik Konsumen Di Kecamatan Katobu Kabupaten Muna,” *Jambura J. Electr. Electron. Eng.*, vol. 4, no. 1, pp. 52–59, 2022, doi: 10.37905/jjee.v4i1.11989.