

**STUDI PERENCANAAN PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA  
MIKROHIDRO (PLTMH) WISATA TAMAN KEMESRAAN PUJON  
MALANG**

**Skripsi**

**Diajukan Kepada Universitas Muhammadiyah Malang**

**Untuk Memenuhi Salah Satu Persyaratan Akademik**

**Dalam Menyelesaikan Program Sarjana Teknik**



**Disusun Oleh:**

**SADAM HUSEIN RAMADHANA**

**201910340311246**

**JURUSAN TEKNIK SIPIL**

**FAKULTAS TEKNIK**

**UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MALANG**

**2024**

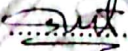

**LEMBAR PENGESAHAN**

Judul : STUDI PERENCANAAN PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA  
MIKROHIDRO (PLTMH) DI WISATA TAMAN KEMESRAAN PUJON  
MALANG

Nama : SADAM HUSEIN RAMADHANA

Nim : 201910340311246

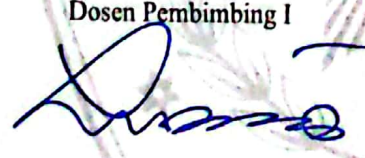
Pada hari Sabtu, 18 Mei 2024, telah diuji oleh tim penguji:

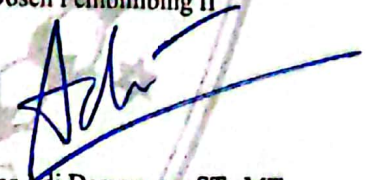
1.  .....Dosen Penguji I : Ir. Ernawan Setyono, MT.
2.  .....Dosen Penguji II : Ir. Lourina Evanale Orfa, ST., M.Eng

Disetujui Oleh:

Dosen Pembimbing I

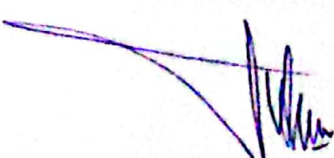
Dosen Pembimbing II

  
Ir. Chairil Saleh, MT

  
Azhar Adi Darmawan, ST., MT

Mengetahui

Ketua Jurusan Teknik Sipil

  
Dr. Ir. Sulianto, MT

## SURAT PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Sadam Husein Ramadhana  
NIM : 201910340311246  
Jurusan : Teknik Sipil  
Fakultas : Teknik  
Universitas : Universitas Muhammadiyah Malang

Dengan ini saya menyatakan sebenar-benarnya tugas akhir dengan judul: **“STUDI PERENCANAAN PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA MIKROHIDRO (PLTMH) DI WISATA TAMAN KEMESRAAN PUJON MALANG”** adalah hasil karya saya dan bukan karya tulis orang lain. Dalam naskah tugas akhir ini tidak terdapat karya ilmiah yang pernah diajukan oleh orang lain untuk memperoleh gelar akademik di suatu Perguruan Tinggi dan tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain. Baik Sebagian maupun seluruhnya, kecuali yang secara tertulis dikutip dalam naskah ini dan disebutkan dalam sumber kutipan atau daftar Pustaka. Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya dan apabila pernyataan ini tidak benar. Saya bersedia mendapat sanksi akademis

Malang, 3 Juni 2024



Sadam Husein Ramadhana

201910340311246



## KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT, karena dengan rahmat dan hidayah-Nya penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan judul "Studi Perencanaan Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro (PLTMH) di Wisata Taman Kemesraan Pujon Malang" yang disusun sebagai syarat utama untuk mendapatkan gelar Sarjana Teknik (ST.) pada jurusan Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Malang.


Tentunya dalam pengerjaan dan penyusunan tugas akhir ini tidak terlepas dari berbagai bantuan, bimbingan, dan dukungan dari berbagai pihak. Maka dari itu saya sampaikan rasa syukur dan terima kasih, semoga Allah SWT, memberikan balasan baik kepada:

1. Dua orang paling berjasa dalam hidup saya, Bapak Teguh Wiyono dan Ibu Sulis Setiyowati. Terima kasih atas cinta, doa, motivasi, semangat, dan juga tanpa lelah mendukung segala keputusan dan pilihan dalam hidup saya, kalian sangat berarti. Semoga Allah selalu memberikan kalian Kesehatan dan kebahagiaan.
2. Bapak Ir. Sulianto, MT. selaku ketua jurusan Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Malang.
3. Bapak Ir. Chairil Saleh, MT. selaku Dosen Pembimbing I yang telah meluangkan waktunya untuk mengarahkan penulis dalam menyelesaikan tugas akhir ini.
4. Bapak Azhar Adi Darmawan, ST., MT. selaku Dosen Pembimbing II yang telah meluangkan waktunya untuk mengarahkan penulis dalam menyelesaikan tugas akhir ini.
5. Bapak Ir. Suwignyo, MT. Selaku wali dosen Teknik Sipil Kelas E Angkatan 2019.
6. Teman - teman seperjuangan yang telah menjadi bagian dalam proses belajar saya selama di perkuliahan. Terima kasih karena telah menerima penulis dengan baik dan sudah banyak mengisi hari - hari penulis dengan banyak hal yang tidak akan pernah terlupakan.

7. Terakhir, Terima kasih untuk diri sendiri atas segala kerja keras dan semangatnya sehingga tidak pernah menyerah dalam mengerjakan tugas akhir skripsi ini.

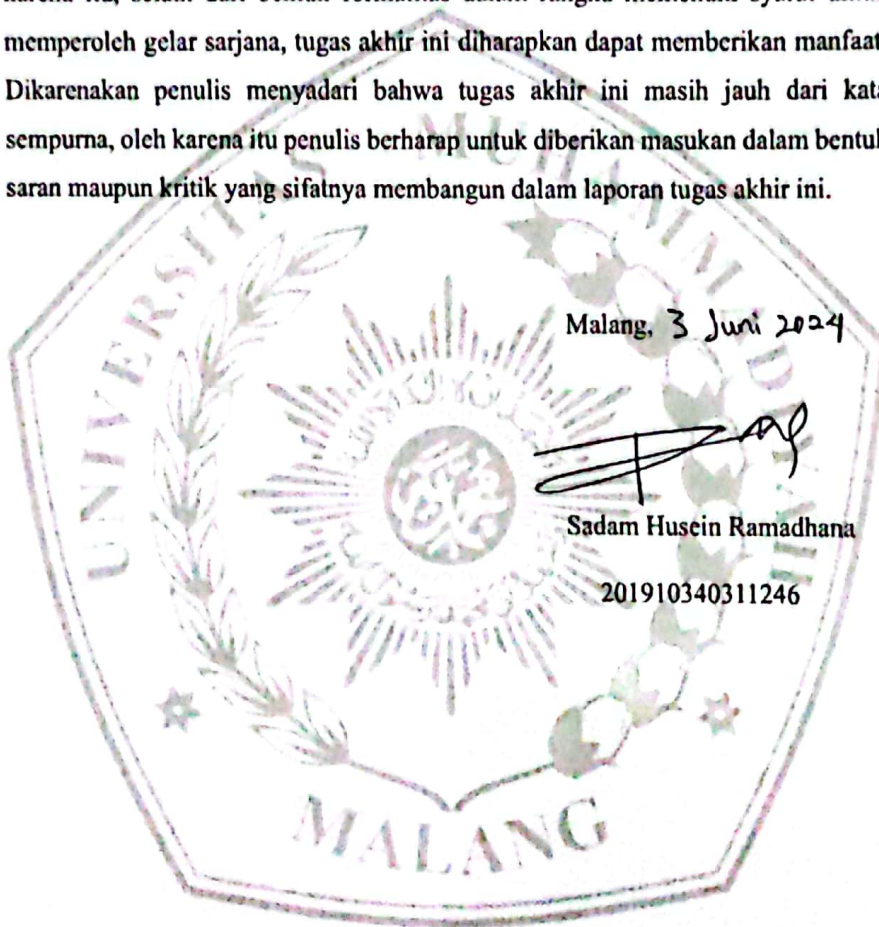
Penulis menyadari dalam penyusunan skripsi ini masih jauh dari kata sempurna, dikarenakan keterbatasan dalam hal pengalaman juga pengetahuan. Oleh karena itu, selain dari bentuk formalitas dalam rangka memenuhi syarat untuk memperoleh gelar sarjana, tugas akhir ini diharapkan dapat memberikan manfaat. Dikarenakan penulis menyadari bahwa tugas akhir ini masih jauh dari kata sempurna, oleh karena itu penulis berharap untuk diberikan masukan dalam bentuk saran maupun kritik yang sifatnya membangun dalam laporan tugas akhir ini.

Malang, 3 Juni 2024



Sadam Husein Ramadhana

201910340311246



## Studi Perencanaan Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro (PLTMH) Wisata Taman Kemesraan Pujon Malang

Sadam Husein Ramadhana<sup>(1)</sup>, Chairil Saleh<sup>(2)</sup>, Azhar Adi Darmawan<sup>(3)</sup>

<sup>1)</sup>Mahasiswa Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik – Universitas Muhammadiyah Malang

<sup>2,3)</sup>Dosen Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik – Universitas Muhammadiyah Malang  
Kampus III Jl. Tlogomas No. 246 Telp (034146318-319 pes. 130 Fax (0341)460435

e-mail: [ramadhanash@gmail.com](mailto:ramadhanash@gmail.com)

### ABSTRAK

Perencanaan Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro (PLTMH) dengan memanfaatkan sumber mata air di wilayah Taman Kemesraan merupakan salah satu upaya dalam mengembangkan energi baru terbarukan untuk menyuplai kebutuhan energi listrik di lokasi wisata Taman Kemesraan, Pujon, Malang. Perencanaan PLTMH meliputi komponen bangunan sipil, komponen mekanikal yang terbatas pada penentuan dimensi turbin dan kincir, dan pemilihan generator. Tahap perencanaan meliputi: 1). Pengukuran Elevasi, 2). Pengukuran kecepatan aliran, 3). Penghitungan debit, dan 4). Desain turbin pembangkit dan kincir. Desain komponen bangunan sipil, meliputi: tandon air, *penstock*, rumah pembangkit, dan *tailrace*. Sedangkan perencanaan tipe turbin terdiri dari penentuan tipe turbin dan generator, daya pembangkit, kecepatan spesifik, dan perencanaan *runner* turbin. Lalu untuk perencanaan tipe kincir meliputi penentuan tipe kincir, diameter kincir dan generator. Hasil survei diperoleh desain debit pembangkit (Q) 0,0372 m<sup>3</sup>/detik dan tinggi jatuh efektif (Heff) 28,704 m. Tipe turbin digunakan jenis *Kaplan* dengan generator sinkron 1 fasa, sedangkan untuk tipe kincir yaitu tipe *overshot*. Pada perencanaan dan penelitian ini membandingkan PLTMH menggunakan turbin dengan menggunakan kincir untuk nantinya akan di analisis kelayakan dan rencana anggaran biaya.

**Kata Kunci:** PLTMH, Pujon, *kaplan*, pipa pesat

## **ABSTRACT**

*Planning for a Micro Hydro Power Plant (PLTMH) by utilizing spring water sources in the Taman Kemesraan area is one of the efforts to develop new, renewable energy to supply electrical energy needs at the Taman Kemesraan tourist location, Pujon, Malang. PLTMH planning includes civil building components, mechanical components which are limited to determining the dimensions of the turbine and wheel, and generator selection. The planning stage includes: 1). Elevation Measurement, 2). Flow velocity measurement, 3). Debit calculation, and 4). Generator turbine and windmill design. Design of civil building components, including: water reservoir, penstock, power house, and tailrace. Meanwhile, turbine type planning consists of determining the type of turbine and generator, generating power, specific speed, and turbine runner planning. Then planning the type of wheel includes determining the type of wheel, diameter of the wheel and generator. The survey results showed that the generator discharge design ( $Q$ ) was 0.0372 m<sup>3</sup>/second and the effective fall height ( $H_{eff}$ ) was 28.704 m. The turbine type is the Kaplan type with a single phase synchronous generator, while the windmill type is the overshot type. In this planning and research, a comparison of PLTMH using a turbine with a windmill will be used to later analyze the feasibility and budget plan.*

**Keywords:** micro-hydro power plant, Pujon, kaplan, penstock



## DAFTAR ISI

<b>HALAMAN JUDUL .....</b>	<b>i</b>
<b>LEMBAR PENGESAHAN .....</b>	<b>ii</b>
<b>SURAT PERNYATAAN KEASLIAN.....</b>	<b>iii</b>
<b>KATA PENGANTAR.....</b>	<b>iv</b>
<b>ABSTRAK .....</b>	<b>vi</b>
<b>DAFTAR ISI.....</b>	<b>viii</b>
<b>DAFTAR TABEL .....</b>	<b>xii</b>
<b>DAFTAR GAMBAR .....</b>	<b>xiii</b>
<b>BAB 1 .....</b>	<b>1</b>
<b>PENDAHULUAN.....</b>	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	2
1.3 Maksud dan Tujuan .....	2
1.4 Batasan Masalah.....	3
1.5 Manfaat.....	3
<b>BAB 2 .....</b>	<b>5</b>
<b>TINJAUAN PUSTAKA .....</b>	<b>5</b>
2.1 Standar Perencanaan.....	5
2.2 Energi Baru Terbarukan.....	5
2.3 Definisi PLTMH.....	6
2.4 Prinsip Kerja.....	8
2.5 Pengukuran Kecepatan Aliran.....	9
2.6 Pengukuran Debit .....	9
2.7 Peta Topografi.....	10
2.8 Debit Andalan.....	10
2.9 Tandon Air .....	11
2.10 Ground Water Tank.....	12
2.11 Pipa Pesat .....	13
2.12 Kehilangan Energi .....	15



a.	Kehilangan energi mayor akibat gesekan.....	15
b.	Kehilangan energi minor akibat trash rack.....	17
c.	Kehilangan energi minor akibat masuk pipa.....	18
d.	Kehilangan energi minor akibat keluar pipa.....	18
e.	Kehilangan energi minor akibat belokan.....	19
2.13	Power House.....	19
2.14	Tailrace.....	20
2.15	Kincir Air.....	21
2.16	Struktur Kincir Air.....	21
2.17	Jenis-jenis Kincir Air.....	22
1.	Kincir Air <i>Overshot</i> .....	23
2.	Kincir Air <i>Undershot</i> .....	24
3.	Kincir Air <i>Breastshot</i> .....	25
2.18	Bangunan Pengarah Aliran dan Peninggi Muka Air.....	26
2.19	Bangunan Pelindung Tebing.....	27
2.20	Cara Kerja dan Penentuan Lokasi Kincir Air.....	28
2.21	Perencanaan Kincir Air.....	29
2.22	Sudu Kincir Air.....	30
2.23	Turbin PLTMH.....	30
2.24	Generator.....	33
2.25	Tinggi Jatuh Efektif.....	35
2.26	Daya Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro.....	35
2.27	Kecepatan Spesifik Turbin.....	36
2.28	Perhitungan Nozzle Turbin.....	38
2.29	Perhitungan Runner Turbin.....	39
2.30	Rencana Anggaran Biaya.....	40
2.31	Analisis Kelayakan.....	41
<b>BAB 3</b>	.....	<b>42</b>
<b>METODE PERENCANAAN</b>	.....	<b>42</b>
3.1	Lokasi Perencanaan.....	42
3.2	Studi Literatur.....	44
3.3	Data Topografi.....	45

3.4	Data Kecepatan Air .....	46
3.5	Data Penampang Saluran.....	47
3.6	Beda Tinggi Energi Efektif.....	47
3.7	Perencanaan <i>Penstock</i> .....	47
3.8	Jenis Kincir Air dan Turbin yang Digunakan .....	48
3.9	Analisis Daya dan Energi Listrik yang Dihasilkan .....	48
3.10	Analisis RAB (Rencana Anggaran Biaya) .....	48
3.11	Metode Perencanaan.....	48
<b>BAB 4`</b>	.....	<b>51</b>
<b>HASIL DAN PEMBAHASAN</b>	.....	<b>51</b>
4.1	Pengukuran Elevasi .....	51
4.2	Potensi Tinggi Jatuh Hidrolis .....	54
4.3	Pengukuran Kecepatan Aliran .....	54
4.4	Luas Penampang Pipa .....	56
4.5	Debit Air.....	57
4.6	Bak Penenang .....	58
4.7	Penstock.....	59
4.8	Kehilangan Energi .....	61
a.	Kehilangan energi mayor akibat gesekan di pipa .....	61
b.	Kehilangan energi minor akibat masuk pipa dan keluar pipa .....	62
c.	Kehilangan energi akibat belokan .....	63
d.	Total kehilangan energi ( $H_{losses}$ ).....	63
4.9	Tinggi Energi Efektif ( $H_{eff}$ ) .....	63
4.10	Tailrace .....	63
4.11	Perencanaan Menggunakan Kincir Air.....	64
4.11.1	Diameter Kincir Air.....	64
4.11.2	Perencanaan Sudu .....	64
4.11.3	Sistem Transmisi Mekanik.....	67
4.12	Daya Terbangkitkan Menggunakan Kincir.....	68
4.13	Perencanaan Menggunakan Turbin Air .....	69
4.13.1	Dimensi Turbin .....	71
4.13.2	Draft Tube .....	77

4.14	Daya Terbangkitkan Menggunakan Turbin .....	78
4.15	Power House.....	79
4.16	Rencana Anggaran Biaya .....	79
4.17	Analisis Kelayakan.....	81
<b>BAB V</b>	.....	<b>82</b>
<b>KESIMPULAN DAN SARAN</b>	.....	<b>82</b>
5.1	Kesimpulan.....	82
5.2	Saran.....	83
<b>DAFTAR PUSTAKA</b>	.....	<b>84</b>
<b>LAMPIRAN</b>	.....	<b>85</b>



## DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1. Klasifikasi PLTA .....	7
Tabel 2. 2. Karakteristik Material .....	15
Tabel 2. 3. Koefisien Hazen-Williams .....	16
Tabel 2. 4. Koefisien Kekasaran Darcy-Weisbach.....	17
Tabel 2. 5. Klasifikasi Turbin.....	31
Tabel 2. 6. Pemilihan Generator Berdasarkan Pemakaian Daya.....	33
Tabel 2. 7. Perbandingan Generator Sinkron dan Asinkron.....	33
Tabel 2. 8. Interval kecepatan spesifik masing-masing turbin.....	37
Tabel 4. 1. Elevasi Kontur Taman Kemesraan.....	53
Tabel 4. 2. Hasil Kecepatan aliran (V) pada pipa .....	55
Tabel 4. 3. Hasil Rekapitulasi .....	58
Tabel 4. 4. Koefisien C Hazen-William .....	62
Tabel 4. 5. Rencana Anggaran Biaya Turbin.....	80
Tabel 4. 6. Rencana Anggaran Biaya Kincir .....	81



## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1. Kurva Durasi .....	11
Gambar 2. 2. Spesifikasi <i>Ground Water Tank</i> .....	13
Gambar 2. 3. Nilai Ke (koefisien akibat masuk pipa).....	18
Gambar 2. 4. Nilai Kb (koefisien akibat belokan) .....	19
Gambar 2. 5. Kincir Air <i>Overshot</i> .....	24
Gambar 2. 6. Kincir air <i>Undershot</i> .....	25
Gambar 2. 7. Kincir Air <i>Breastshot</i> .....	26
Gambar 2. 8. Contoh pelindung tebing dari turap kayu .....	28
Gambar 2. 9. Contoh pelindungtebing dari beronjong kawat .....	28
Gambar 2. 10. Karakteristik Pemilihan Turbin .....	32
Gambar 2. 11. Efisiensi Masing-Masing Turbin .....	32
Gambar 3. 1. Lokasi Wisata Taman Kemesraan.....	42
Gambar 3. 2. Rute menuju sumber tandon.....	43
Gambar 3. 3. Tandon sebagai tempat menampung air .....	44
Gambar 3. 4. Peta kontur topografi Taman Kemesraan .....	45
Gambar 3. 5. Alat Current Meter .....	46
Gambar 3. 6. Spesifikasi Pipa Inlet yang dipakai .....	47
Gambar 3. 7. Diagram Alir ( <i>flowchart</i> ) Pengerjaan Tugas Akhir .....	49
Gambar 3. 8. Arti simbol <i>flowchart</i> .....	50
Gambar 4. 1. Pengukuran Elevasi Menggunakan GPS.....	51
Gambar 4. 2. Peta Kontur Taman Kemesraan .....	52
Gambar 4. 3. Spesifikasi Pipa .....	56
Gambar 4. 4. Spesifikasi <i>Ground Water Tank</i> .....	59
Gambar 4. 5. Penentuan Tipe Turbin .....	70

Gambar 4. 6. Efisiensi Turbin .....	71
Gambar 4. 7. Parameter Dimensi Sudu Turbin Kaplan.....	71
Gambar 4. 8. Nq dalam 1/menit .....	72
Gambar 4. 9. Dimensi Utama <i>Runner</i> .....	74
Gambar 4. 10. Tampak Atas Rumah Keong ( <i>Spiral Casing</i> ).....	74
Gambar 4. 11. Tampak Samping Rumah Keong ( <i>Spiral Casing</i> ).....	74
Gambar 4. 12. Spiral Case Dimensions and Draft Tube Dimensions .....	77



## DAFTAR PUSTAKA

- Al Bawani, A. M., & Sudarti, S. (2022). ANALISIS KELEMAHAN DAN KELEBIHAN PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA MIKROHIDRO (PLTMH) SEBAGAI ALTERNATIF SUMBER ENERGI LISTRIK. *Jurnal Kumparan Fisika*, 5(2). <https://doi.org/10.33369/jkf.5.2.99-104>
- Badan Standarisasi Nasional. 2017. Klasifikasi Pembangkit Listrik Tenaga Air. SNI 8396:2017. Badan Standarisasi Nasional. Jakarta.
- Direktorat Jenderal Listrik Dan Pemanfaatan Energi. 2009. Buku 2A: Pedoman Studi kelayakan Hidrologi. Jakarta: Direktorat Jenderal Listrik Dan Pemanfaatan Energi
- European Small Hydropower Association (ESHA). 2004. Guide on How to Develop a Small hydropower Plant. Brussels: ESHA.
- Japan International Cooperation Agency (JICA). 2011. Guideline and Manual for Hydropower Development Vol. 2: Small Scale Hydropower. Tokyo: JICA.
- Buku, B. (2009). *PEDOMAN* Studi kelayakan Hidrologi. Jakarta: Direktorat Jenderal Listrik Dan Pemanfaatan Energi
- Saputra, R., & Liichan, T. (2018). Perancangan Ulang Turbin Kaplan Poros Vertikal Di Pltm Plumbungan. *Bina Teknika*, 14(2), 153. <https://doi.org/10.54378/bt.v14i2.354>
- Pedoman Konstruksi dan Bangunan. 2004. Pd T-05-2004-A. Membangun kincir air tipe Pusair untuk irigasi desa

## SURAT KETERANGAN LOLOS PLAGIASI

Mahasiswa/i atas nama,

Nama : SADAM HUSEIN RAMADHANA

NIM : 201910340311246

Telah dinyatakan memenuhi standar maksimum plagiasi dengan hasil,

BAB 1 9 %  $\leq 10\%$

BAB 2 21 %  $\leq 25\%$

BAB 3 25 %  $\leq 35\%$

BAB 4 10 %  $\leq 15\%$

BAB 5 3 %  $\leq 5\%$

Naskah Publikasi 19 %  $\leq 20\%$

Malang, 28 Juni 2024



Sandi Wahyudiono, ST., MT