

**ANALISA KELAYAKAN PLTMH PADA KALI BLUMBANG
TAWANGMANGU KABUPATEN KARANGANYAR**

SKRIPSI

Diajukan untuk memenuhi persyaratan akademik guna memperoleh gelar Sarjana
Teknik (S.T) pada Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Mesin
Universitas Kristen Indonesia

Oleh

DAVID AGUSTINUS SIHOMBING

2151057009



**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS KRISTEN INDONESIA
JAKARTA**

2023



PERNYATAAN KEASLIAN KARYA TUGAS AKHIR

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : David Agustinus Sihombing

NIM : 2151057009

Program Studi : Teknik Mesin

Fakultas : Teknik

Dengan ini menyatakan bahwa karya tulis tugas akhir berjudul “ANALISA KELAYAKAN PLTMH PADA KALI BLUMBANG TAWANGMANGU KABUPATEN KARANGANYAR” adalah :

1. Dibuat dan diselesaikan sendiri dengan menggunakan hasil kuliah, tinjauan lapangan, buku-buku dan jurnal acuan yang tertera di dalam referensi pada karya tugas akhir saya.
2. Bukan merupakan duplikasi karya tulis yang sudah dipublikasikan atau yang pernah dipakai untuk mendapatkan gelar sarjana di universitas lain, kecuali pada bagian-bagian sumber informasi yang dicantumkan dengan cara referensi yang semestinya.
3. Bukan merupakan karya terjemahan dari kumpulan buku atau jurnal acuan yang tertera di dalam referensi pada tugas.

Kalau terbukti saya tidak memenuhi apa yang dinyatakan di atas, maka karya tulis tugas akhir ini dianggap batal.

Jakarta, 08 Februari 2023



(David Agustinus Sihombing)



**UNIVERSITAS KRISTEN INDONESIA
FAKULTAS TEKNIK**

**PERSETUJUAN DOSEN PEMBIMBING TUGAS AKHIR
ANALISA KELAYAKAN PLTMH PADA KALI BLUMBANG
TAWANGMANGU KABUPATEN KARANGANYAR**

Oleh :

Nama : David Agustinus Sihombing

NIM : 2151057009

Program Studi : Teknik Mesin

Telah diperiksa dan disetujui untuk diajukan dan dipertahankan dalam Sidang Tugas Akhir guna mencapai gelar Sarjana Strata Satu pada Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Kristen Indonesia.

Jakarta, 08 Februari 2023

Menyetujui:

Pembimbing I

Pembimbing II

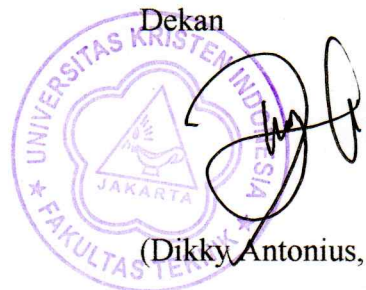
(Ir. Rahmad Samosir, M.T)

(Ir. Kimar Turnip, M.Sc)



Ketua Program Studi

(Ir. Budiarto, M.Sc)



Dekan

(Dikky Antonius, S.T., M.Sc)



PERSETUJUAN TIM PENGUJI TUGAS AKHIR

Pada telah diselenggarakan Sidang Tugas Akhir untuk memenuhi sebagian persyaratan akademik guna memperoleh gelar Sarjana Strata Satu pada Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Kristen Indonesia, atas nama :

Nama : David Agustins Sihombing

NIM : 2151057009

Program Studi : Teknik Mesin

Fakultas : Teknik

termasuk ujian Tugas Akhir yang berjudul "ANALISA KELAYAKAN PLTMH PADA KALI BLUMBANG TAWANGMANGU KABUPATEN KARANGANYAR" oleh tim penguji yang terdiri dari :

Nama Penguji Tangan	Jabatan dalam Tim Penguji	Tanda
---------------------	---------------------------	-------

1. Ir. Budiarto, M.Sc

Sebagai Ketua

2. Ir. Kimar Turnip, M.T

Sebagai Anggota

3. Ir. Rahmad Samosir, M.T

Sebagai Anggota

4. Dicky Antonius, S.T.,M.Sc

Sebagai Anggota

Jakarta, 08 Februari 2023



PERNYATAAN DAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : David Agustinus Sihombing
NIM : 2151057009
Fakultas : Teknik
Program Studi : Teknik Mesin
Jenis Tugas Akhir : Skripsi
Judul : Analisa Kelayakan PLTMH Pada Kali Blumbang
Tawangmangu Kabupaten Karanganyar

Menyatakan bahwa :

1. Tugas akhir tersebut adalah benar karya saya dengan arahan dari dosen pembimbing dan bukan merupakan duplikasi karya tulis yang sudah dipublikasikan atau yang pernah dipakai untuk mendapatkan gelar akademik di perguruan tinggi manapun;
2. Tugas akhir tersebut bukan merupakan plagiat dari hasil karya pihak lain, dan apabila saya/kami mengutip dari karya orang lain maka akan dicantumkan sebagai referensi sesuai dengan ketentuan yang berlaku.
3. Saya memberikan Hak Noneksklusif Tanpa Royalti kepada Universitas Kristen Indonesia yang berhak menyimpan, mengalih media/format-kan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (database), merawat dan mempublikasikan tugas akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilih hak cipta.

Apabila di kemudian hari ditemukan pelanggaran Hak Cipta dan Kekayaan Intelektual atau Peraturan Perundang-Undangan Republik Indonesia lainnya dan integritas akademik dalam karya saya tersebut, maka saya bersedia menanggung secara pribadi segala bentuk tuntutan hukum dan sanksi akademis yang timbul serta membebaskan Universitas Kristen Indonesia dari segala tuntutan hukum yang berlaku.

Dibuat di Jakarta
Pada Tanggal 08 Februari 2023
Yang menyatakan,



(David Agustinus Sihombing)

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis ucapkan kepada Tuhan Yang Maha Esa, atas berkat dan rahmat-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “ANALISA KELAYAKAN PLTMH PADA KALI BLUMBANG TAWANGMANGU KABUPATEN KARANGANYAR” ini. Skripsi ini disusun untuk memenuhi persyaratan guna memperoleh gelar Sarjana Teknik di tingkat Strata Satu (S1) di Fakultas Teknik Mesin, Program Studi Teknik Mesin Universitas Kristen Indonesia.

Dalam penulisan skripsi ini penulis akan menganalisa kelayakan pembangunan PLTMH di daerah Tawangmangu dari segi teknis dan dari segi ekonomisnya.

Selama proses penulisan skripsi ini penulis mendapat banyak arahan, bimbingan dan bantuan dari berbagai pihak. Oleh karena itu pada kesempatan ini penulis mengucapkan terimakasih kepada :

1. Dr. Dhaniswara K. Harjono, S.H., M.H., M.B.A selaku Rektor Universitas Kristen Indonesia;
2. Dicky Antonius, S.T., M.Sc selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Kristen Indonesia;
3. Ir. Budiarto, M.Sc selaku Ketua Program Studi Universitas Kristen Indonesia;
4. Ir. Rahmad Samosir, M.T selaku dosen pembimbing satu yang telah meluangkan waktu untuk membimbing dan memberi arahan kepada penulis sehingga Tugas Akhir ini dapat selesai dengan baik;
5. Ir. Kimar Turnip, M.Sc selaku dosen pembimbing dua yang juga telah meluangkan waktu untuk membimbing dan memberi arahan kepada penulis;
6. Seluruh dosen di Program Studi Teknik Mesin Universitas Kristen Indonesia;
7. Administrasi Program Studi Teknik Mesin Universitas Kristen Indonesia;
8. Orangtua saya yang selalu memberi dukungan berupa semangat, doa dan materi;

9. Teman-teman satu Program Studi Teknik Mesin yang sama-sama sedang mengerjakan Tugas Akhir.

Penulis juga menyadari bahwa dalam penulisan skripsi ini masih terdapat kekurangan mengingat keterbatasan literatur dan kemampuan yang penulis miliki, untuk itu penulis mengharapkan saran dan kritikan yang bersifat membangun untuk kebaikan dari laporan ini dikemudian hari.

Atas perhatiannya penulis mengucapkan terimakasih dan semoga laporan Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi pembaca.

Jakarta, 08 Februari 2023

Penulis,



David Agustinus Sihombing



DAFTAR ISI

PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR	ii
PERSETUJUAN DOSEN PEMBIMBING TUGAS AKHIR.....	iii
PERSETUJUAN TIM PENGUJI TUGAS AKHIR.....	iv
PERNYATAAN DAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR	v
KATA PENGANTAR.....	vi
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR.....	xii
DAFTAR SINGKATAN	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xiv
ABSTRAK	xv
<i>ABSTRACT</i>	xvi
BAB I.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	3
1.3 Tujuan Penelitian.....	3
1.4 Batasan Masalah	3
1.5 Manfaat Penelitian.....	4
1.6 Gambaran Umum Lokasi Penelitian	4
1.6.1 Lokasi.....	4
1.6.2 Sosial Ekonomi.....	6
1.7 Jadwal Kegiatan Penyusunan Tugas Akhir	6
BAB II.....	8
2.1 Pembangkit Listrik Tenaga Mini Hidro (PLTMH)	8
2.1.1 Klasifikasi PLTMH.....	9
2.1.2 Prinsip Kerja PLTMH	10
2.2 Debit.....	11
2.3 Tinggi Jatuh Air (<i>Head</i>)	12
2.4 Pipa Pesat (<i>Penstock</i>)	13
2.4.1 Jenis Pipa Pesat (<i>Penstock</i>)	14
2.4.2 Diameter <i>Penstock</i>	16

2.4.3	Tebal <i>Penstock</i>	17
2.5	Turbin.....	18
2.5.1	Pemilihan Turbin.....	18
2.5.2	Perhitungan Daya.....	21
2.6	Generator.....	21
2.6.1	Rotor.....	23
2.6.2	Stator.....	23
2.7	Bangunan Sipil PLTMH.....	24
2.7.1	Bangunan <i>Intake</i>	24
2.7.2	<i>Power House</i>	25
2.8	Analisa Kelayakan Ekonomi.....	25
2.8.1	<i>Break Event Point</i> (BEP).....	26
2.8.2	<i>Internal Rate of Return</i> (IRR).....	26
2.8.3	<i>Net Present Value</i> (NPV).....	28
BAB III	29
3.1	Pengertian Umum.....	29
3.2	Persiapan.....	29
3.3	Survey Lapangan.....	30
3.4	Sumber Data.....	30
3.4.1	Sumber Data Primer.....	30
3.4.2	Sumber Data Sekunder.....	30
3.5	Metode Pengumpulan Data.....	31
3.5.1	Wawancara.....	31
3.5.2	Observasi.....	31
3.5.3	Dokumentasi.....	31
3.6	Pengolahan Data.....	31
3.7	Diagram Alir Metodologi (Flow Chart).....	32
BAB IV	33
4.1	Perancangan <i>Penstock</i>	33
4.2	Menghitung Tinggi Jatuh Efektif (H_{eff}).....	36
4.2.1	<i>Penstock</i> 315 mm.....	37
4.2.2	<i>Penstock</i> 400 mm.....	39
4.2.3	<i>Penstock</i> 500 mm.....	41

4.3	Pemilihan Turbin dan Generator	44
4.4	Perhitungan Daya yang Dihasilkan	51
4.5	Analisa Kelayakan Ekonomi	52
4.5.1	Biaya	52
4.5.2	Proyeksi Pendapatan	58
4.5.3	Parameter Kelayakan Ekonomi.....	59
BAB V	66
5.1	Kesimpulan.....	66
5.2	Saran	66
DAFTAR PUSTAKA	67



DAFTAR TABEL

Tabel 1.1 Jadwal Kegiatan Penyusunan Tugas Akhir.....	6
Tabel 2.1 Jenis Pipa dengan Kelebihan dan Kekurangannya	14
Tabel 2.2 Kecepatan Putar Singkron dari Generator (RPM)	21
Tabel 4.1 Ukuran Standar Pipa HDPE.....	32
Tabel 4.2 Bahan-Bahan yang Digunakan.....	33
Tabel 4.3 Koefisien Gesek (k) untuk Berbagai Jenis Pipa.....	33
Tabel 4.4 Koefisien Kerugian pada Belokan Pipa	34
Tabel 4.5 Koefisien Kerugian pada <i>Gate Valve</i>	34
Tabel 4.6 <i>Head</i> Efektif (H_{eff}) yang Dihasilkan	41
Tabel 4.7 Diameter Nozzle, Diameter Runner, dan Daya yang Dihasilkan	48
Tabel 4.8 Biaya Pabrikasi	54
Tabel 4.9 Total Investasi Awal	54
Tabel 4.10 Biaya Operasional dan Pemeliharaan	55
Tabel 4.11 Proyeksi Pendapatan Per Tahun.....	56
Tabel 4.12 Hasil Analisa Ekonomi	62

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Letak Kali Blumbang Tawangmangu Kabupaten Karanganyar	5
Gambar 1.2 Kali Blumbang dengan Titik ke-1 Sebagai Lokasi <i>Intake</i> dan Titik ke-2 Sebagai Lokasi <i>Power House</i>	5
Gambar 2.1 Diagram Pemilihan Jenis Turbin Berdasarkan <i>Head</i> dan Putaran Spesifik	18
Gambar 2.2 Diagram pemilihan jenis turbin berdasarkan <i>head</i> dan debit.....	18
Gambar 2.3 Massa Fluida yang Mengalir Per Satuan Waktu pada Berbagai Penampang Pipa Selalu Sama.....	19
Gambar 2.4 Segitiga Kecepatan.....	20
Gambar 2.5 Grafik NPV dengan IRR Tunggal.....	26
Gambar 3.1 Diagram Alir Metodologi (Flow Chart).....	31
Gambar 4.1 Segitiga Kecepatan.....	42
Gambar 4.2 Sketsa Runner dengan Dua Buah Nozzle untuk Penggunaan Penstock 315 mm	43
Gambar 4.3 Segitiga Kecepatan.....	44
Gambar 4.4 Sketsa Runner dengan Dua Buah Nozzle untuk Penggunaan Penstock 400 mm	45
Gambar 4.5 Segitiga Kecepatan.....	46
Gambar 4.6 Sketsa Runner dengan Dua Buah Nozzle untuk Penggunaan Penstock 500 mm	47
Gambar 4.7 Turbin Pelton Merek Forster	53

DAFTAR SINGKATAN

PLTMH	Pembangkit Listrik Mini Hidro
HDPE	<i>High Density Polyethylene</i>
PVC	<i>Poly Vinyl Chloride</i>
CIP	<i>Cast Iron Pipe</i>
GIP	<i>Galvanis Iron Pipe</i>
DC	<i>Direct Current</i>
AC	<i>Alternating Current</i>
BEP	<i>Break Event Point</i>
IRR	<i>Internal Rate of Return</i>
NPV	<i>Net Present Value</i>
MARR	<i>Minimum Attractive Rate of Return</i>

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Sketsa Kali Blumbang	68
--	----



ABSTRAK

Daerah Tawangmangu Kabupaten Karanganyar merupakan salah satu daerah yang potensial untuk dibangun Pembangkit Listrik Tenaga Mini Hidro (PLTMH). Hal yang mendukung pendapat ini adalah adanya kali Blumbang yang mendapat aliran dari air terjun Grojogan Sewu. Serta keadaan topografi daerah Tawangmangu yang terjal membuat daerah ini mempunyai head yang potensial sebagai komponen penting PLTMH. Penelitian ini juga dilakukan untuk membuat analisa kelayakan ekonomi PLTMH tersebut, parameter yang digunakan sebagai analisa kelayakannya adalah *Break Event Point* (BEP), *Internal Rate of Return* (IRR), dan *Net Present Value* (NPV).

Titik pertama sebagai lokasi *intake* berada pada ketinggian 925 m dan titik kedua sebagai lokasi *power house* berada pada ketinggian 778 m. Dengan debit air sebesar 0.3 m³/detik, analisa kelayakan dilakukan dengan tiga diameter *penstock* yang berbeda yaitu 315 mm, 400 mm, dan 500 mm. *Head* efektif yang dihasilkan masing-masing *penstock* berbeda, *penstock* diameter 315 mm menghasilkan *head* efektif 49.89 m, *penstock* diameter 400 mm menghasilkan *head* efektif 117.12 m, dan *penstock* diameter 500 mm menghasilkan *head* efektif 137.07 m.

Daya yang mampu dibangkitkan pertahun masing-masing diameter 315 mm, 400 mm, dan 500 mm adalah 925.144 kW, 2.171.779 kW, dan 2.541.714 kW. Berdasarkan hasil perhitungan analisa ekonomi, penggunaan *penstock* 315 mm menghasilkan BEP pada tahun ke-16, penggunaan *penstock* 400 mm menghasilkan BEP pada tahun ke-8, dan penggunaan *penstock* 500 mm menghasilkan BEP pada tahun ke-10. Kemudian dari parameter IRR dan NPV, penggunaan *penstock* diameter 315 mm tidak layak karena menghasilkan IRR < MARR yaitu sebesar 8.14% dan NPV < 0 yaitu sebesar RP -602.425.419, sedangkan *penstock* diameter 400 mm menghasilkan IRR dan NPV yang paling baik yaitu IRR sebesar 14.94% dan NPV sebesar Rp 6.160.472.335 sehingga menjadi pilihan yang paling baik untuk direalisasikan.

Dari analisa ini dapat disimpulkan PLTMH pada Kali Blumbang Tawangmangu Kabupaten Karanganyar layak untuk direalisasikan menggunakan pipa diameter 400 mm.

Kata kunci : analisa kelayakan, debit, head, daya.

ABSTRACT

The Tawangmangu area of Karanganyar Regency is one of the areas with the potential to build a Mini Hydro Power Plant (PLTMH). The thing that supports this opinion is the existence of the Blumbang river which gets flow from the Grojogan Sewu waterfall. As well as the steep topography of the Tawangmangu area, making this area has a potential head as an important component of PLTMH. This research was also conducted to analyze the economic feasibility of the PLTMH, the parameters used for feasibility analysis were the Break Even Point (BEP), Internal Rate of Return (IRR), and Net Present Value (NPV).

The first point as the intake location is at an altitude of 925 m and the second point as the power house location is at an altitude of 778 m. With a water discharge of 0.3 m³/second, a feasibility analysis was carried out with three different penstock diameters, that is 315 mm, 400 mm and 500 mm. The effective head produced by each penstock is different, a penstock diameter of 315 mm produces an effective head of 49.89 m, a penstock diameter of 400 mm produces an effective head of 117.12 m, and a penstock diameter of 500 mm produces an effective head of 137.07 m.

The power that can be generated annually for each diameter of 315 mm, 400 mm and 500 mm is 925.144 kW, 2.171.779 kW and 2.541714 kW. Based on the results of economic analysis calculations, the use of a 315 mm penstock result a BEP in the 16th year, the use of a 400 mm penstock result a BEP in the 8th year, and the use of a 500 mm penstock result a BEP in the 10th year. Then from the IRR and NPV parameters, the use of a 315 mm diameter penstock is not feasible because it produces $IRR < MARR$ that is 8.14% and $NPV < 0$ that is RP - 602,425,419, while a penstock diameter of 400 mm produces the best IRR and NPV, that is IRR of 14.94% and an NPV of IDR 6,160,472,335 so that it is the best choice to realize.

From this analysis it can be concluded that the PLTMH on the Blumbang River Tawangmangu, Karanganyar Regency, is feasible to be realized using a 400 mm diameter pipe.

Keywords: feasibility analysis, discharge, head, power.