

**PERENCANAAN PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA
MIKROHIDRO DENGAN *HEAD* 18 METER DAN
DEBIT 41,6 LITER PER DETIK PADA AIR
TERJUN MONDROWE**

SKRIPSI

Oleh

**ARIVELIS GULO
2151050018**



**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS KRISTEN INDONESIA
JAKARTA
2025**

**PERENCANAAN PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA
MIKROHIDRO DENGAN *HEAD* 18 METER DAN
DEBIT 41,6 LITER PER DETIK PADA AIR
TERJUN MONDROWE**

SKRIPSI

Diajukan Untuk Memenuhi Persyaratan Akademik Guna Memperoleh Gelar
Sarjana Teknik (S.T) Pada Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik
Universitas Kristen Indonesia

Oleh

**ARIVELIS GULO
2151050018**



**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS KRISTEN INDONESIA
JAKARTA
2025**



PERNYATAAN KEASLIAN KARYA TUGAS AKHIR

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Arivelis Gulo

NIM : 2151050018

Program Studi : Teknik Mesin

Fakultas : Teknik

Dengan ini menyatakan bahwa karya tulis tugas akhir yang berjudul "PERENCANAAN PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA MIKROHIDRO DENGAN *HEAD* 18 METER DAN DEBIT 41,6 LITER PER DETIK PADA AIR TERJUN MONDROWE" adalah:

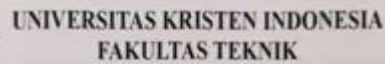
1. Dibuat dan diselesaikan sendiri dengan menggunakan hasil kuliah, tinjauan lapangan, buku-buku dan jurnal acuan yang tertera di dalam referensi pada karya tugas akhir saya.
2. Bukan merupakan duplikasi karya tulis yang sudah dipublikasikan atau yang pernah dipakai untuk mendapatkan gelar sarjana di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

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

Jakarta, 23 Juni 2025



(Arivelis Gulo)



PERSETUJUAN DOSEN PEMBIMBING TUGAS AKHIR
"PERENCANAAN PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA
MIKROHIDRO DENGAN *HEAD* 18 METER DAN
DEBIT 41,6 LITER PER DETIK PADA
AIR TERJUN MONDROWE"

Nama : Arivelis Gulo
NIM : 2151050018
Program Studi : Teknik Mesin
Peminatan : Konversi Energi

Jakarta, 23 Juni 2025

Pembimbing I

Dr. Rismen Sinambela, S.T., MT., IPM.
NIDN. 0317116903

Medyawanti Pane, S.T., M.Sc
NIDN. 0301119202

Dekan


Dicky Antonius, S.T., M.Sc



UNIVERSITAS KRISTEN INDONESIA
FAKULTAS TEKNIK

PERSETUJUAN TIM PENGUJI TUGAS AKHIR

Pada 23 Juni 2025 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 : Arivelis Gulo
NIM : 2151050018
Program Studi : Teknik Mesin
Fakultas : Teknik

Termasuk ujian tugas akhir yang berjudul "PERENCANAAN PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA MIKROHIDRO DENGAN *HEAD* 18 METER DAN DEBIT 41,6 LITER PER DETIK PADA AIR TERJUN MONDROWE" oleh penguji yang terdiri dari:

Nama Penguji	Jabatan Dalam Tim Penguji	Tanda Tangan
1. Ir. Budiarto, M.Sc	Sebagai Ketua	
2. Dr. Rismen Sinambela, S.T., MT., IPM.	Sebagai Anggota	
3. Medyawanti Pane, S.T., M.Sc	Sebagai Anggota	
4. Drs. Leonard Lisapaly, M.Si., PhD.	Sebagai Anggota	

Jakarta, 23 Juni 2025



UNIVERSITAS KRISTEN INDONESIA

Pernyataan dan Persetujuan Publikasi Tugas Akhir

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Arivelis Gulo
NPM : 2151050018
Program Studi : Teknik Mesin
Fakultas : Teknik
Jenis Tugas Akhir : Skripsi
Judul : Perencanaan Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro Dengan
Head 18 Meter Dan Debit 41,6 Liter Per Detik Pada Air
Terjun Mondrowe

Menyatakan Bahwa:

1. Tugas akhir tersebut adalah benar karya saya dengan arahan dari dosen pembimbing dan bukan duplikasi karya tulis yang sudah dipublikasikan atau yang pernah dipakai untuk mendapatkan gelar akademik diperguruan 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 Perundangan-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 23 Juni 2025
Yang Menyatakan



(Arivelis Gulo)

KATA PENGANTAR

Puji syukur kepada Tuhan Yesus Kristus atas karunia, rahmat, dan penyertaan-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi berjudul “Perencanaan Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro dengan *Head* 18 Meter dan Debit 41,6 Liter Per Detik pada Air Terjun Mondrowe”.

Penelitian ini dibuat dan disusun sebagai tugas akhir penulis, serta sebagai syarat yang harus dipenuhi untuk gelar Sarjana Teknik pada program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Kristen Indonesia.

Laporan Tugas Akhir ini masih jauh dari sempurna. Oleh karena itu, penulis mengharapkan kritik dan saran dari pembaca agar laporan ini dapat disempurnakan serta bermanfaat untuk kemajuan bersama.

Penyelesaian skripsi ini tidak lepas dari bantuan, bimbingan, dan dukungan berbagai pihak, baik secara langsung maupun tidak langsung. Dengan segala kerendahan hati dan ketulusan, penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Orang tua tercinta, Bapak Setieli Gulo dan Ibu Mardiani Gulo, yang telah membimbing, membesarkan, dan mendukung penulis sejak kecil hingga mencapai tahap ini. Juga kepada abang, kakak, dan adik penulis yang senantiasa memberikan semangat dan dukungan untuk menyelesaikan skripsi ini dengan penuh dedikasi.
2. Bapak Dr. Dhaniswara K. Hardjono, S.H., M.H., M.B.A selaku rektor Universitas Kristen Indonesia.
3. Bapak Dikky Antonius, S.T., M.Sc., selaku Dekan dan Ibu Chandra Christianti Purnomo, S.T., M.T., selaku Wakil Dekan Fakultas Teknik Universitas Kristen Indonesia.
4. Bapak Ir. Budiarto, M.Sc., selaku Kepala Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Kristen Indonesia.
5. Bapak Dr. Rismen Sinambela, S.T., M.T., dan Ibu Medyawati Pane, S.T., M.Sc., selaku dosen pembimbing yang telah meluangkan waktu untuk membimbing serta memberikan arahan sehingga tugas akhir ini dapat terselesaikan dengan baik.
6. Seluruh dosen Program Studi Teknik Mesin serta staf Fakultas Teknik Universitas Kristen Indonesia yang telah berbagi ilmu, pengalaman, dan motivasi selama masa perkuliahan.

7. Rekan-rekan Teknik Mesin angkatan 2021 yang telah menjadi saudara bagi penulis selama menjalani perkuliahan, saling berbagi suka dan duka, serta menciptakan banyak kenangan berharga bersama.
8. Himpunan Mahasiswa Jurusan Teknik Mesin sebagai wadah penyalur minat dan bakat mahasiswa Teknik Mesin serta tempat pembelajaran keorganisasian bagi mahasiswa Jurusan Teknik Mesin.

Akhir kata, penulis berharap skripsi ini dapat memberikan manfaat nyata dan dampak positif bagi pengembangan ilmu pengetahuan di bidang teknik, khususnya dalam pemanfaatan energi terbarukan. Semoga skripsi ini dapat menjadi referensi untuk penelitian selanjutnya serta menginspirasi pengembangan energi alternatif yang berkelanjutan

Jakarta, 23 Juni 2025



DAFTAR ISI

PERNYATAAN KEASLIAN KARYA TUGAS AKHIR.....	i
PERSETUJUAN DOSEN PEMBIMBING TUGAS AKHIR.....	ii
PERSETUJUAN TIM PENGUJI TUGAS AKHIR	iii
PERNYATAAN DAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR	iv
KATA PENGANTAR.....	v
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR TABEL.....	xi
DAFTAR GAMBAR	xii
ABSTRAK	xiii
ABSTRACT.....	xiv
 BAB I PENDAHULUAN.....	 1
1.1 Latar Belakang Penelitian.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	3
1.3 Tujuan Penelitian	4
1.4 Manfaat Penelitian.....	4
1.5 Batasan Masalah Penelitian	4
1.6 Metode Penelitian	4
1.7 Sistematika Penulisan	5
 BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	 7
2.1 Energi Dan Krisis Energi.....	7
2.1.1 Minyak Bumi	7
2.1.2 Gas Alam	8
2.1.3 Batu Bara	9
2.2 Energi Terbarukan.....	10
2.2.1 Energi Matahari	10
2.2.2 Energi Angin	11
2.2.3 Energi Panas Bumi (<i>Geothermal Energy</i>)	12
2.2.4 Energi Biomassa (<i>Biomass Energy</i>).....	12

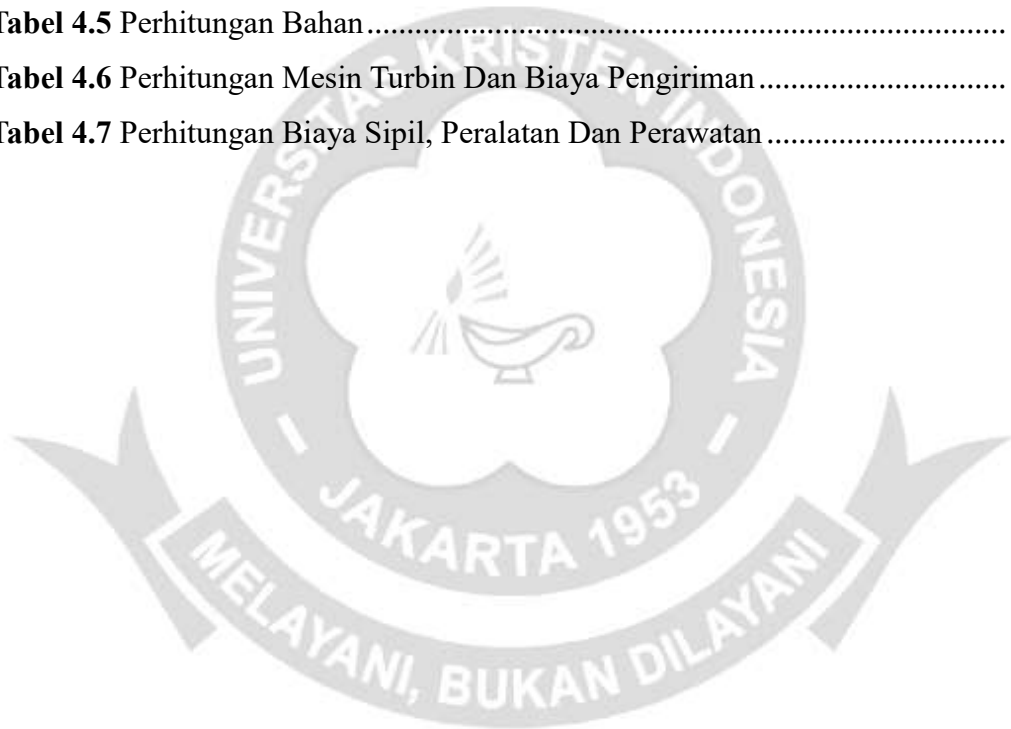
2.2.5	Energi Gelombang dan Pasang Surut	13
2.2.6	Energi Arus Air	14
2.3	Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro (PLTMH).....	15
2.3.1	Aliran Sungai	16
2.3.2	Bendungan	17
2.3.3	Bak Penenang/Penghantar	17
2.3.4	Saluran Tertutup.....	17
2.3.5	Pipa Pesat (Penstock).....	18
2.3.6	Turbin Air	18
2.4	Turbin Pelton	20
2.4.1	Turbin Pelton Kecil.....	20
2.5	Perancangan Pipa Pesat	21
2.5.1	Diamater Pipa Pesat.....	21
2.5.2	Kecepatan Air Pada Pipa Pesat (V)	22
2.5.3	Rugi Head Pada Pipa Pesat (H_{fp}).....	22
2.5.4	Rugi Head Pada Valve (H_{fv})	23
2.5.5	Rugi Head Pada Elbow 90^0 (H_{fe1})	23
2.5.6	Rugi Head Pada Elbow 45^0 (H_{fe2})	24
2.5.7	Head Total Pada Turbin	24
2.5.8	Pemilihan Turbin.....	25
2.5.9	Perhitungan Daya Yang Dihasilkan Turbin	25
2.5.10	Kecepatan Air Keluar Nozel (V_N)	26
2.6	Sistem Transmisi Pada Puli	27
2.6.1	Rasio Transmisi (i).....	27
2.6.2	Diameter Puli dan Sabuk	27
2.7	Transmisi Pada Sabuk.....	28
2.7.1	Panjang Sabuk V (L).....	29
2.7.2	Jenis - Jenis Sabuk	29
2.7.3	Luas Penampang Sabuk V (A).....	30
2.7.4	Massa Sabuk V (w).....	31
2.7.5	Tegangan Sentrifugal Sabuk V (T_C) :	31

2.7.6 Gaya Tarik Maksimal Sabuk V (T).....	31
2.7.7 Gaya Maksimal Pada Sisi Kencang Sabuk V (T_1).....	32
2.7.8 Gaya Tarik Pada Sisi Kendur (T_2).....	32
2.7.8 Daya Transmisi	33
2.8 Transmisi Pada Poros.....	33
2.9 Perancangan Pada Pasak.....	35
2.10 Analisis ekonomi	36
2.10.1 Biaya Investasi (<i>Cost Flow</i>)	37
2.10.2 Proyeksi Pendapatan (<i>Cash In Flow</i>)	37
2.10.3 Periode Pengembalian (<i>Payback Period</i>)	38
2.10.4 Nilai Sekarang Bersih (<i>Net Present Value</i>).....	38
2.10.5 Rasio Manfaat – Biaya (<i>Benefit-Cost Ration</i>)	39
BAB III METODE PENELITIAN.....	40
3.1 Tahap Perencanaan	40
3.1.1 Studi Literatur.....	40
3.1.2 Kunjungan Lokasi.....	41
3.1.3 Pengambilan Data Dan Analisa Data.....	41
3.1.4 Pembahasan	41
3.2 Diagram Alir Penelitian	42
3.4 Jadwal Kegiatan Penelitian.....	43
3.5 Deskripsi Lokasi Penelitian	43
BAB IV DATA, PERHITUNGAN DAN ANALISA.....	45
4.1 Pengumpulan Data Penelitian.....	45
4.1.1 Debit	45
4.1.2 Head (Tinggi Jatuh Air)	45
4.2. Peracangan Pipa Pesat	45
4.2.1 Pemilihan Jenis Turbin	49
4.2.2 Perhitungan Daya Turbin.....	50
4.2.3 Perhitungan Kecepatan Nozel.....	51

4.2.4	Perhitungan Kecepatan Tangensial (U)	51
4.2.5	Perhitungan Diameter Nozel.....	52
4.2.2	Kecepatan Putar Poros Turbin	52
4.3	Sistem Transmisi Dalam Mikrohidro (PLTMH).....	53
4.3.1	Perhitungan Rasio Transmisi (i)	53
4.3.2	Perhitungan Diameter Puli Dan Sabuk	54
4.3.3	Perhitungan Panjang Sabuk V (L)	55
4.3.4	Menentukan Jenis Sabuk	55
4.4	Perancangan Poros Turbin	61
4.5	Perancangan Pasak.....	62
4.6.	Analisis Ekonomi.....	63
4.6.1	Biaya Investasi (<i>Cost Flow</i>)	63
4.6.2	Proyeksi Pendapatan (<i>Cash in Flow</i>).....	64
4.6.3	Aliran Kas Bersih (<i>Annual Cash in Flow</i>).....	65
4.6.4	Periode Pengembalian (<i>Payback Period</i>)	65
4.6.5	Nilai Sekarang Bersih (<i>Net Present Value</i>).....	65
4.6.6	Rasio Manfaat – Biaya (<i>Benefit-Cost Ratio</i>)	66
4.7	Perhitungan Emisi Karbon Dioksida (CO ₂).....	66
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....		68
5.1	Kesimpulan.....	68
5.2	Saran.....	68
DAFTAR PUSTAKA		70
LAMPIRAN.....		77

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Bahan Dan Massa Jenis Sabuk	30
Tabel 2.2 Sifat Mekanik Baja Digunakan Untuk Poros.....	34
Tabel 3.1 Kegiatan Penelitian	43
Tabel 4.1 Bahan Perancangan Pipa Pesat	47
Tabel 4.2 Efisiensi Turbin Air Pada Beberapa Kondisi Beban.....	50
Tabel 4.3 Bahan Dan Massa Jenis Sabuk	56
Tabel 4.4 Sifat Mekanik Baja Digunakan Untuk Poros.....	61
Tabel 4.5 Perhitungan Bahan	63
Tabel 4.6 Perhitungan Mesin Turbin Dan Biaya Pengiriman	63
Tabel 4.7 Perhitungan Biaya Sipil, Peralatan Dan Perawatan	64



DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1. Data Pembangkit Listrik EBT	2
Gambar 2.1. Pabrik Minyak Bumi	8
Gambar 2.2. Pabrik Gas Alam.....	8
Gambar 2.3. Pabrik Batu Bara.....	9
Gambar 2.4. Pemanfaatan Energi Matahari.....	11
Gambar 2.5. Pemanfaatan Energi Angin	12
Gambar 2.6. Pemanfaatan Energi Panas Bumi (<i>Geothermal Energy</i>)	12
Gambar 2.7. Pemanfaatan Energi Biomassa (<i>Biomass Energy</i>).....	13
Gambar 2.8. Pemanfaatan Energi Gelombang dan Pasang Surut.....	14
Gambar 2.9. Pemanfaatan Energi Air.....	15
Gambar 2.10. Transmisi Sabuk	28
Gambar 2.11. Jenis-Jenis Sabuk	29
Gambar 2.12. Poros Turbin	32
Gambar 2.13. Gaya Yang Bekerja Pada Pasak.....	35
Gambar 3.1. Diagram Alir Penelitian	42
Gambar 3.2. Air Terjun Mondrowe	44
Gambar 3.3. Peta Lokasi Air Terjun Mondrowe.....	44
Gambar 4.1. Skema Desain Pipa Pesat.....	46
Gambar 4.2. Diagram Moody.....	48
Gambar 4.3. Pemilihan Jenis Turbin Air.....	49
Gambar 4. 4. Puli Penggerak A Dan Puli Penggerak B	55
Gambar 4.5. Jenis-Jenis Sabuk	56
Gambar 4.6. Luas Penampang Sabuk V	57

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan merancang Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro (PLTMH) di Air Terjun Mondrowe, Pulau Nias, untuk menyediakan energi terbarukan yang berkelanjutan bagi masyarakat terpencil. Air Terjun Mondrowe memiliki *head* 18 meter dan debit air 41,6 liter/detik, menjadikannya lokasi ideal untuk PLTMH skala kecil. Penelitian dilakukan melalui tahapan sistematis, yaitu studi literatur untuk memahami prinsip mikrohidro (PLTMH), kunjungan lapangan dengan bantuan keluarga lokal untuk pengumpulan data, pengukuran debit dan *head* secara langsung, analisis potensi daya, pemilihan komponen sistem, serta analisis ekonomi untuk mengevaluasi kelayakan finansial. Hasil penelitian menunjukkan PLTMH ini mampu menghasilkan daya 5 kW dengan energi tahunan 42.360 kWh/tahun, berdasarkan operasi 24 jam/hari selama 353 hari/tahun, dengan mempertimbangkan waktu pemeliharaan. Turbin Pelton dipilih karena efisiensinya (75%) pada kondisi *head* tinggi dan debit rendah. Sistem transmisi menggunakan sabuk V tipe B berbahan balata dengan rasio 2:1, menghubungkan turbin (750 rpm) ke generator (1500 rpm) untuk kinerja optimal. Analisis ekonomi menunjukkan biaya investasi awal Rp124.437.500, *payback period* 2,41 tahun, *Net Present Value* (NPV) Rp92.716.746, dan *Benefit-Cost Ratio* (BCR) 1,75, mengindikasikan proyek ini layak secara finansial. PLTMH ini juga mengurangi emisi CO₂ sebesar 38,12 ton/tahun, mendukung keberlanjutan lingkungan dan mengurangi ketergantungan pada bahan bakar fosil. Proyek ini memberikan solusi energi terjangkau bagi masyarakat Nias dengan ekonomi menengah ke bawah, meningkatkan akses listrik di daerah terpencil, mendorong pemberdayaan masyarakat melalui partisipasi dalam konstruksi dan pemeliharaan, serta menjadi model untuk pengembangan PLTMH serupa di lokasi lain dengan potensi air sebanding, mendukung visi pembangunan energi berkelanjutan di Indonesia.

Kata Kunci: PLTMH, Air Terjun Mondrowe, Turbin Pelton, Energi Terbarukan, Analisis Ekonomi

ABSTRACT

This study aims to design a Micro Hydropower Plant (PLTMH) at Mondrowe Waterfall, Nias Island, to provide sustainable renewable energy for remote communities. Mondrowe Waterfall, with a head of 18 meters and a water flow rate of 41,6 liters/second, is an ideal location for a small-scale PLTMH. The research was conducted through systematic stages, including a literature review to understand PLTMH principles, field visits with the assistance of local families for data collection, direct measurements of flow rate and head, analysis of power potential, selection of system components, and economic analysis to evaluate financial feasibility. The results show that the PLTMH can generate 5 kW of power, producing an annual energy output of 42,360 kWh/year, based on 24-hour operation for 353 days/year, accounting for maintenance periods. A Pelton turbine was selected due to its high efficiency (75%) in high-head, low-flow conditions. The transmission system employs a Type B V-belt made of balata with a 2:1 ratio, connecting the turbine (750 rpm) to the generator (1500 rpm) for optimal performance. Economic analysis indicates an initial investment cost of IDR 124.437.500, a payback period of 2,41 years, a Net Present Value (NPV) of IDR 92.716.746, and a Benefit-Cost Ratio (BCR) of 1,75, confirming the project's financial viability. The PLTMH also reduces CO₂ emissions by 38,12 tons/year, supporting environmental sustainability and reducing reliance on fossil fuels. This project provides an affordable energy solution for the Nias community with low to middle economic status, enhances electricity access in remote areas, promotes community empowerment through involvement in construction and maintenance, and serves as a model for developing similar PLTMHs in other locations with comparable water potential, contributing to Indonesia's sustainable energy development vision.

Keywords: Micro Hydro Power Plant (PLTMH), Mondrowe Waterfall, Pelton Turbine, Renewable Energy, Economic Analysis