

**ANALISIS KELAYAKAN FINANSIAL PEMBANGKIT LISTRIK
TENAGA MIKROHIDRO
(STUDI KASUS DI SALURAN IRIGASI NGENTEP, MAGETAN)**

*Financial Feasibility Analysis of Micro Hydro Power Plants
(Case Study at Irrigation Canal Ngentep, Magetan)*

SKRIPSI

**Disusun Sebagai Salah Satu Syarat Menempuh Ujian Sarjana
pada Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik
Universitas Sebelas Maret Surakarta**



Disusun oleh :

Bernadeta Margarita Adelia Putri Bau

I0117032

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SEBELAS MARET
SURAKARTA
2021**

**Analisis Kelayakan Finansial Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro (Studi Kasus di Saluran
Irigasi Ngentep, Magetan)**
***Financial Feasibility Analysis of Micro Hydro Power Plants (Case Study at Irrigation Canal
Ngentep, Magetan)***

Disusun oleh:

Bernadeta Margarita Adelia Putri Bau
10117032

Telah disetujui untuk dipertahankan dihadapan Tim Penguji Pendarasan
Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik
Universitas Sebelas Maret Surakarta

Persetujuan

Dosen Pembimbing 1



Dr. Ir. RR Rintis Hadiani, M.T.
NIP 196301201988032002

Dosen Pembimbing 2



Ir. Solichin, M.T.
NIP 196001101988031002




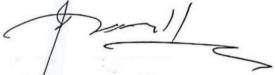
Analisis Kelayakan Finansial Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro (Studi Kasus di Saluran Irigasi Ngentep, Magetan)
Financial Feasibility Analysis of Micro Hydro Power Plants (Case Study at Irrigation Canal Ngentep, Magetan)

SKRIPSI

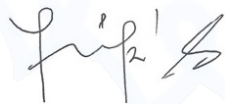
Disusun oleh:

Bernadeta Margarita Adelia Putri Bau
I0117032

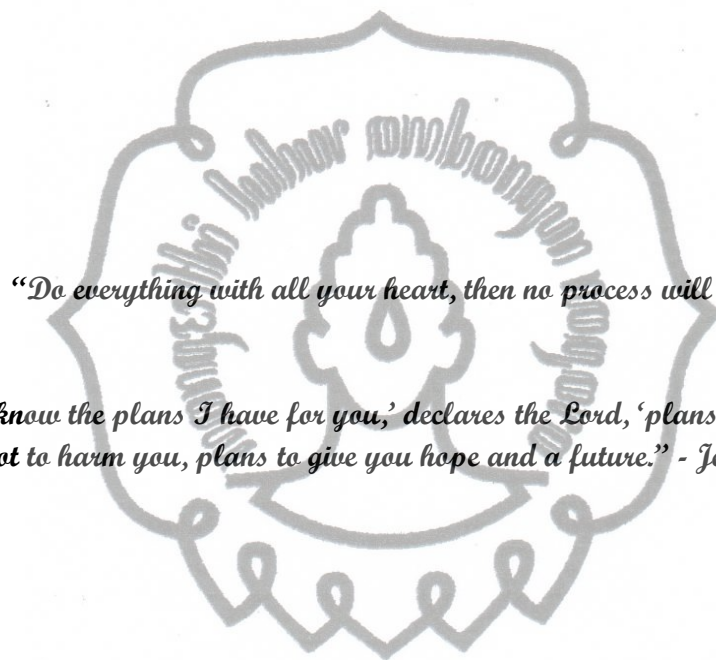
Telah dipertahankan dihadapan Tim Penguji Pendadaran Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Sebelas Maret Surakarta pada hari Selasa tanggal 13 Juli 2021

1.	Dr.Ir. RR Rintis Hadiani, M.T. NIP 196301201988032002	
2.	Ir. Solichin, M.T. NIP 196001101988031002	
3.	Ir. Budi Utomo, M.T. NIP 196006291987021002	
4.	Dr. Cahyono Ikhsan, S.T., M.T. NIP 197009071997021001	

Disahkan, 28 Juli 2021
Kepala Program Studi Teknik Sipil
Fakultas Teknik UNS



Dr. Niken Silmi S, ST, MT
NIP. 19690903 199702 2001



“Do everything with all your heart, then no process will be in vain”

“For I know the plans I have for you,” declares the Lord, “plans to prosper you and not to harm you, plans to give you hope and a future.” - Jeremiah 29:11

commit to user



Skripsi ini saya persembahkan untuk diri saya sendiri karena sudah berjuang melawan rasa malas sampai akhir.

commit to user

KATA PENGANTAR

Segala puji syukur penulis haturkan ke hadirat Tuhan Yesus yang telah memberikan berkat dan rahmat-Nya yang berlimpah sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan judul “Analisis Kelayakan Finansial Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro (Studi Kasus di Saluran Irigasi Ngentep, Magetan)” sebagai syarat untuk menyelesaikan Program Sarjana (S1) Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Sebelas Maret Surakarta.

Selama pengerjaan skripsi ini, tidak sedikit hambatan yang penulis hadapi. terselesaikannya skripsi ini tentu juga berkat adanya bimbingan, bantuan, serta motivasi dari berbagai pihak. Oleh karena itu, pada kesempatan ini penulis menyampaikan ucapan terima kasih yang tak terhingga kepada:

1. Ayah Adolfus Joce Bau, Ibu Veronika Eko Pertiwi, Kakak Methodius Ave Mahatma Putra Bau dan Kakak Kleofas Mario Permana Putra Bau yang selalu mendukung penulis secara moral maupun material dan menjadi motivasi utama penulis dalam penyelesaian skripsi ini.
2. Dr. Ir Rr. Rintis Hadiani, M.T. selaku dosen pembimbing I penulis yang selalu sabar dalam memberikan bimbingan dan motivasi hingga terselesaikannya skripsi penulis.
3. Ir. Solichin, M.T. selaku dosen pembimbing II penulis yang juga selalu memberikan dukungan hingga terselesaikannya skripsi penulis.
4. Dr. Eng. Ir. Syafi, M.T. selaku dosen pembimbing akademik yang telah memberikan bimbingan dan arahan kepada penulis selama di bangku perkuliahan.
5. Seluruh dosen khususnya dosen Teknik Sipil UNS yang telah memberikan ilmu dan membimbing penulis selama di bangku perkuliahan.
6. Tim Magetan yang telah berkerja sama bersama penulis dari awal hingga terselesaikannya skripsi ini.
7. Sahabat dan teman-teman penulis terkhusus Teknik Sipil angkatan 2017 yang telah memberi dukungan dan motivasi serta telah berdinamika bersama penulis selama perkuliahan.

commit to user

8. Semua pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu yang juga membantu penulis dalam menyelesaikan skripsi ini

Semoga bantuan dan dukungan semua pihak berbalaskan kasih dan juga berkat yang berlimpah. Amin

Akhir kata, penulis mengharapkan skripsi ini dapat bermanfaat bagi pembaca dan semua pihak khususnya dalam bidang hidroteknik.

Surakarta, Juni 2021

Penulis,

Bernadeta Margarita Adelia Putri Bau



ABSTRAK

Energi adalah hal yang tidak bisa lepas dari kehidupan manusia. Salah satu sumber energi berasal dari air yang dimanfaatkan melalui berbagai jenis pembangkit, salah satunya Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro (PLTMH). PLTMH merupakan pembangkit listrik skala kecil dengan *output* daya 10kW-100kW yang memanfaatkan tinggi terjunan maupun nilai *head* rendah yang diubah ke aliran *vortex*. Lokasi penelitian berada di saluran irigasi Ngentep, Kawedanan, Magetan, Jawa Timur. Tujuan penelitian untuk mendapatkan hasil debit andalan, mengetahui potensi *cost* dan *benefit*, serta analisis kelayakan ekonomi PLTMH. Dalam hal ini, dilakukan analisis dengan dua desain yaitu terjunan dan *vortex* sehingga didapatkan perbandingan hasilnya.

Debit andalan menggunakan metode *basic month* dan *Flow Duration Curve* (FDC) sehingga Q30 menggunakan pola tahun 2018, Q50 tahun 2016, dan Q80 tahun 2013. Energi listrik tahunan yang dihasilkan untuk desain terjunan Q80 adalah 42408,307 kWh, sedangkan untuk desain *vortex* Q80 adalah 44640,323 kWh.. Potensi energi yang dihasilkan kemudian dirupiahkan menjadi potensi Q80 didapat Rp 46.649.138 desain terjunan dan Rp 49.104.355 untuk desain *vortex*. Potensi *cost* desain terjunan didapat dari perhitungan RAB yaitu sebesar Rp 40.219.479 sedangkan desain *vortex* sebesar Rp 34.370.453. Analisis kelayakan ekonomi dianalisis dengan parameter *Net Present value* (NPV), *Internal Rate Return* (IRR), dan *Benefit Cost Ratio* (BCR). Desain terjunan dihasilkan NPV sebesar Rp 80.832.253, IRR sebesar 55%, dan BCR sebesar 1,94. Desain *vortex* dihasilkan NPV sebesar Rp 99.803.560, IRR sebesar 72%, dan BCR sebesar 2,05. Perhitungan tersebut membuktikan bahwa kedua desain memiliki kelayakan ekonomi yang memenuhi.

Kata kunci: PLTMH, debit andalan, potensi energi, kelayakan ekonomi

ABSTRACT

Energy is something that cannot be separated from human life. One source of energy comes from water which is utilized through various types of generators, one of which is the Micro-Hydro Power Plant (PLTMH). MHP is a small-scale power plant with a power output of 10kW-100kW that utilizes both high plunge and low head values that are converted to vortex flow. The research location is in the Ngentep irrigation canal, Kawedanan, Magetan, East Java. The purpose of this research is to obtain dependable discharge results, to know the potential costs and benefits, and to analyze the economic feasibility of MHP. In this case, an analysis was carried out with two designs, namely a plunge and a vortex so that a comparison of the results was obtained.

The mainstay discharge uses the basic month and Flow Duration Curve (FDC) method so that Q30 uses the 2018 pattern, Q50 in 2016, and Q80 in 2013. The annual electrical energy generated for the Q80 plunge design is 42408.307 kWh, while for the Q80 vortex design is 44640,323 kWh. The potential energy generated is then converted into Q80 potential, which is Rp 46,649,138 for the plunge design and Rp 49,104,355 for the vortex design. The potential cost of the plunge design obtained from the RAB calculation is Rp. 40,219,479 while the vortex design is Rp. 34,370,453. An economic feasibility analysis was analyzed with the parameters of Net Present Value (NPV), Internal Rate Return (IRR), and Benefit-Cost Ratio (BCR). The design of the plunge resulted in an NPV of Rp 80,832,253, an IRR of 55%, and a BCR of 1.94. The vortex design resulted in an NPV of Rp 99,803,560, an IRR of 72%, and a BCR of 2.05. The calculation proves that both designs have satisfactory economic feasibility.

Keywords: *MHP, dependable discharge, energy potential, economic feasibility*

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PERSETUJUAN	ii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iii
HALAMAN MOTTO	iv
HALAMAN PERSEMBAHAN	v
KATA PENGANTAR.....	vi
ABSTRAK	viii
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR GAMBAR.....	xiv
DAFTAR NOTASI.....	xv
DAFTAR LAMPIRAN.....	xvii
BAB 1	1
PENDAHULUAN.....	1
1.1 LATAR BELAKANG.....	1
1.2 RUMUSAN MASALAH.....	3
1.3 BATASAN MASALAH.....	3
1.4 TUJUAN PENELITIAN.....	3
1.5 MANFAAT PENELITIAN	4
BAB 2	5
TINJAUAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI	5
2.1 TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.2 DASAR TEORI	7
2.2.1 Data Hasil Survei Lapangan	7
2.2.2 Uji Konsistensi Data Metode RAPS (Rescaled Adjusted Partial Sum) .	8
2.2.3 Debit Andalan dengan Metode Basic Month dan Kurva Durasi Debit ..	9
2.2.4 Komponen Bangunan PLTMH.....	10
2.2.5 Perencanaan Kemampuan Tenaga Air.....	11
2.2.6 Analisis Ekonomi.....	12
BAB 3	14
METODE PENELITIAN	14
3.1 METODE PENELITIAN.....	14
3.2 LOKASI PENELITIAN	14
3.3 PENGUMPULAN DATA	15
3.4 ALAT YANG DIGUNAKAN.....	16
3.5 TAHAP PENELITIAN.....	16
3.5.1 Pengumpulan Data.....	16
3.5.2 Penentuan Lokasi PLTMH, Identifikasi Kondisi Saluran Irigasi, dan Membuat Sketsa Saluran	16

3.5.3 Uji Konsistensi Data Debit	16
3.5.4 Perhitungan Debit Andalan Sungai dengan Metode Basic Month dan Kurva Durasi Debit.....	17
3.5.5 Perhitungan Potensi Energi PLTMH.....	17
3.5.6 Perhitungan Analisis Ekonomi	18
3.6 DIAGRAM ALIR	19
BAB 4	20
HASIL DAN PEMBAHASAN	20
4.1 ANALISIS DATA	20
4.1.1 Debit Sesaat	20
4.1.2 Data Pengukuran.....	22
4.2 UJI KONSISTENSI DATA DEBIT	22
4.3 ANALISIS DEBIT ANDALAN METODE BASIC MONTH DAN KURVA ALIRAN DEBIT	26
4.4 ANALISIS BANGUNAN SIPIL PLMTH SALURAN NGENTEP.....	32
4.4.1 Bendung	32
4.4.2 Saluran Pembawa.....	32
4.4.3 Bak Penenang	32
4.4.4 Saluran Pembuang	32
4.4.5 Pipa Pesat (Penstock).....	32
4.4.6 Rumah Pembangkit.....	33
4.4.7 Turbin	33
4.5 PERHITUNGAN POTENSI ENERGI LISTRIK	40
4.6 PERHITUNGAN POTENSI BENEFIT	48
4.7 POTENSI COST DENGAN PERHITUNGAN RENCANA ANGGARAN BIAYA	61
4.8 ANALISIS KELAYAKAN EKONOMI	77
4.9 INVESTASI.....	81
BAB 5	82
KESIMPULAN DAN SARAN	82
5.1 KESIMPULAN	82
5.2 SARAN.....	83

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Klasifikasi Kondisi Hidrologi	9
Tabel 4.1	Data Survei pada Saluran Irigasi Ngentep	20
Tabel 4.2	Debit Saluran Primer DI Ngentep	23
Tabel 4.3	Perhitungan RAPS	25
Tabel 4.4	Nilai Kritik dari Q dan R.....	25
Tabel 4.5	Data Debit yang Telah Dirata-rata per Bulan	27
Tabel 4.6	Data Debit yang Telah Diurutkan	28
Tabel 4.7	Data Debit yang Menjadi Debit Andalan.....	30
Tabel 4.8	Potensi Energi Listrik PTMH dengan Debit Andalan Q30 Desain Terjunan	41
Tabel 4.9	Potensi Energi Listrik PTMH dengan Debit Andalan Q50 Desain Terjunan	42
Tabel 4.10	Potensi Energi Listrik PTMH dengan Debit Andalan Q80 Desain Terjunan	43
Tabel 4.11	Potensi Energi Listrik PTMH dengan Debit Andalan Q30 Desain <i>Vortex</i>	45
Tabel 4.12	Potensi Energi Listrik PTMH dengan Debit Andalan Q50 Desain <i>Vortex</i>	46
Tabel 4.13	Potensi Energi Listrik PTMH dengan Debit Andalan Q80 Desain <i>Vortex</i>	47
Tabel 4.14	Potensi <i>Benefit</i> PLTMH dengan Debit Andalan Q30 Desain Terjunan	49
Table 4.15	Potensi <i>Benefit</i> PLTMH dengan Debit Andalan Q50 Desain Terjunan	51
Table 4.16	Potensi <i>Benefit</i> PLTMH dengan Debit Andalan Q80 Desain Terjunan	53
Tabel 4.17	Potensi <i>Benefit</i> PLTMH dengan Debit Andalan Q30 Desain <i>Vortex</i>	55
Tabel 4.18	Potensi <i>Benefit</i> PLTMH dengan Debit Andalan Q50 Desain <i>Vortex</i>	57

Tabel 4.19 Potensi <i>Benefit</i> PLTMH dengan Debit Andalan Q80 Desain <i>Vortex</i>	59
Tabel 4.20 Spesifikasi dan Volume Pekerjaan Desain Terjunan	61
Tabel 4.21 Spesifikasi dan Volume Pekerjaan Desain <i>Vortex</i>	62
Tabel 4.22 Daftar Harga Satuan Upah	62
Tabel 4.23 Daftar Harga Satuan Bahan	63
Tabel 4.24 Daftar Harga Satuan Pekerjaan Desain Terjunan.....	64
Tabel 4.25 Daftar Harga Satuan Pekerjaan Desain <i>Vortex</i>	69
Tabel 4.26 Total RAB Desain Terjunan.....	73
Tabel 4.27 Total RAB Desain <i>Vortex</i>	74
Tabel 4.28 Rekapitulasi RAB Desain Terjunan	75
Tabel 4.29 Rekapitulasi RAB Desain <i>Vortex</i>	76
Tabel 4.30 Biaya Pemeliharaan dan Perawatan	76
Tabel 4.31 <i>Cash Flow</i> Desain Terjunan.....	77
Tabel 4.32 Nilai <i>Present Value Benefit</i> Desain Terjunan	78
Tabel 4.33 Nilai <i>Present Value Cost</i> Desain Terjunan	78
Tabel 4.34 <i>Cash Flow</i> Desain Terjunan.....	79
Tabel 4.35 Nilai <i>Present Value Benefit</i> Desain Terjunan	80
Tabel 4.36 Nilai <i>Present Value Cost</i> Desain Terjunan	80

DAFTAR GAMBAR

Gambar 3.1	Peta Kabupaten Magetan, Jawa Timur.....	14
Gambar 3.2	Lokasi Bendung Ngentep.....	15
Gambar 3.3	Lokasi Rencana Turbin PLTMH Saluran Ngentep.....	15
Gambar 3.4	Diagram Alir Penelitian.....	19
Gambar 4.1	Sketsa Saluran Irigasi Ngentep.....	21
Gambar 4.2	Gambar Penampang Saluran Irigasi Ngentep.....	22
Gambar 4.3	Grafik Debit Andalan (Q30, Q50, Q80).....	31
Gambar 4.4	Sketsa PLTMH Saluran Ngentep Desain Terjunan.....	33
Gambar 4.5	Sketsa PLTMH Saluran Ngentep Desain <i>Vortex</i>	34
Gambar 4.6	Desain Terjunan PLTMH Saluran Ngentep.....	35
Gambar 4.7	Potongan A-A Desain Terjunan PLTMH Saluran Ngentep.....	36
Gambar 4.8	Potongan B-B Desain Terjunan PLTMH Saluran Ngentep.....	37
Gambar 4.9	Desain <i>Vortex</i> PLTMH Saluran Ngentep.....	38
Gambar 4.10	Potongan A-A Desain <i>Vortex</i> PLTMH Saluran Ngentep.....	39

DAFTAR NOTASI

Q	Debit aliran
V	Kecepatan aliran
A	Luas penampang
L	Panjang lintasan pelampung (m)
t	Waktu tempuh lintasan penlampung (detik)
c	Koefisien kecepatan
\bar{v}	Kecepatan aliran rata-rata pada rai vertikal (m/s)
X_i	Nilai data X ke i
\bar{X}	Nilai X rata-rata
Sk^*	Nilai kumulatif penyimpangan
Sk^{**}	Nilai konsistensi data
n	Jumlah data X
Dy	Simpangan rata-rata
Q	Nilai statistik
R	Nilai statistik
$P(X \geq x)$	Probabilitas terjadinya variabel X (debit) yang sama dengan atau lebih besar x m ³ /s
m	Peringkat data
n	Jumlah data
X	Seri data debit
X	Debit andalan jika probabilitas sesuai dengan peruntukannya, misalnya $P(X \geq Q80\%) = 0,8$
d	Diameter penstock (m)
n	Koefisien manning
Q	Debit maksimal melewati penstock (m ³ /dt)
L	Panjang pipa pesat
H	Tinggi jatuh (m)
H_{eff}	Tinggi jatuh efektif (mm)

Hbruto	Tinggi jatuh bruto (mm)
Hloses	Tinggi jatuh dari tekanan air yang hilang (mm)
Pnet	Daya bersih yang dapat dibangkitkan (kW)
Q	Debit air (m ³ /s)
g	Percepatan gravitas, 9,81 (m/s ²)
He	Head efektif (m)
Eo	Efisiensi dari sistem
Phid	Daya hidrolis (W)
Q	Debit air (m ³ /s)
ρ	Massa jenis air (kg/ m ³)
g	Percepatan gravitas, 9,81 (m/s ²)
Hv	Tinggi vortex (m)
E	Energi yang dihasilkan (kWh)
Pnet	Daya yang dihasilkan (kW)
Bt	Manfaat setiap tahun
Ct	Biaya setiap tahun
$1 / (1 + i)^t$	Rumus pv (nilai sekarang)
t	Tahun ke-1,2,3, ...
n	Jumlah tahun
i	Suku bunga (%)
PV1	Manfaat tahun-1
NPV2	Manfaat tahun berikutnya
r1	Tingkat bunga yang lebih rendah
r2	Tingkat bunga yang lebih tinggi.

DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran A** Data yang Digunakan
Lampiran B *Novelty* Penelitian PLTMH dan Metode yang Digunakan
Lampiran C Gambar Pelaksanaan Penelitian
Lampiran D Form Administrasi Skripsi dan Lembar Komunikasi

