



Institut Teknologi Nasional Malang

SKRIPSI – TEKNIK ENERGI LISTRIK

**ANALISIS KELAYAKAN FINANSIAL PADA
DESAIN SISTEM PIKOHIDRO PLTS OFF-GRID
MENGUNAKAN KONSEP PUMP STORAGE
BERBASIS ARDUINO UNO**

Faiz Adriansyah Nanroe
NIM 2112034

Dosen Pembimbing
Ir. Ni Putu Agustini, MT.
Dr. Ir. Widodo Pudji Muljanto, MT.

PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO S-1
Fakultas Teknologi Industri
Institut Teknologi Nasional Malang
Juli 2025



Institut Teknologi Nasional Malang

SKRIPSI – TEKNIK ENERGI LISTRIK

**ANALISIS KELAYAKAN FINANSIAL PADA
DESAIN SISTEM PIKOHIDRO PLTS OFF-GRID
MENGUNAKAN KONSEP PUMP STORAGE
BERBASIS ARDUINO UNO**

Faiz Adriansyah Nanroe
NIM 2112034

Dosen Pembimbing
Ir. Ni Putu Agustini, MT.
Dr. Ir. Widodo Pudji Muljanto, MT.

PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO S-1
Fakultas Teknologi Industri
Institut Teknologi Nasional Malang
Juli 202

**ANALISIS KELAYAKAN FINANSIAL PADA DESAIN SISTEM
PIKOHIDRO PLTS OFF-GRID MENGGUNAKAN KONSEP
PUMP STORAGE BERBASIS ARDUINO UNO**

SKRIPSI

Faiz Adriansyah Nanroe
2112034

Diajukan Untuk Memenuhi Sebagian Persyaratan
Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik
Pada
Program Studi Teknik Energi Listrik
Institut Teknologi Nasional Malang PP

Diperiksa dan Disetujui

Dosen Pembimbing I



Ir. Ni Putu Agustini, MT
NIP. Y. 1030100371

Dosen Pembimbing II

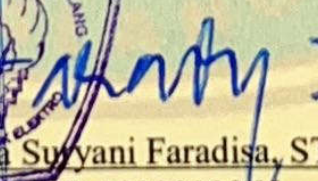


Dr. Ir. Widodo Pudji Muljanto, MT.
NIP. Y. 1028700171

Mengetahui:

Ketua Program Studi Teknik Elektro S-1




Dr. Irmiana Suryani Faradisa, ST., MT.
NIP. P. 1030000365

MALANG
Juli, 2025



PERKUMPULAN PENGELOLA PENDIDIKAN UMUM DAN TEKNOLOGI NASIONAL MALANG
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG

FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
PROGRAM PASCASARJANA MAGISTER TEKNIK

PT. BNI (PERSERO) MALANG
BANK NIAGA MALANG

Kampus I : Jl. Bendungan Sigura-gura No. 2 Telp. (0341) 551431 (Hunting), Fax. (0341) 553015 Malang 65145
Kampus II : Jl. Raya Karanglo, Km 2 Telp. (0341) 417636 Fax. (0341) 417634 Malang

**BERITA ACARA UJIAN SKRIPSI
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI**

Nama : Faiz Adriansyah Nanroe
NIM : 2112034
Program Studi : Teknik Elektro S1
Peminatan : Teknik Energi Listrik
Masa Bimbingan : Semester Genap 2024/2025
Judul Skripsi : Analisis Kelayakan Finansial Pada Desain Sistem
Pikohidro Plts Off-Grid Menggunakan Konsep Pump
Storage Berbasis Arduino Uno

Diperlihatkan dihadapan Majelis Penguji Skripsi Jenjang Strata Satu (S-1)
pada:

Hari : Senin
Tanggal : 25 Agustus 2025
Nilai : **76,25**

Majelis Penguji

Ketua

Dr. Ir. Widodo Pudji Muljanto, MT.

NIP.Y.1028700171

Anggota Penguji

Penguji I

Prof. Dr. Eng. Ir. Abraham Lomi MSEE, IPU, ASEAN.Eng.

NIP.Y.1018500108

Penguji II

Awan Uji Krismanto, ST., MT., Ph.D.

NIP.19800301 200501 1 002

PERNYATAAN ORISINALITAS SKRIPSI

Yang bertanda Tangan Dibawah Ini:

Nama : Faiz Adriansyah Nanroe
Nim : 2112034
Jurusan / Peminatan : Teknik Elektro S-1/ Energi Listrik
ID KTP / Paspor : 3504052903020001
Alamat : Jl. Sentot Prawiro Dirjo, RT.02 RW.04
Kel. Panggungrejo, Kec. Tulungagung,
Kab. Tulungagung, Jawa Timur
Judul Skripsi : Analisis Kelayakan Finansial Pada
Desain Sistem Pikohidro Plts Off-Grid
Megggunakan Konsep Pump Storage
Berbasis Arduino Uno.

Dengan ini menyatakan bahwa skripsi yang saya buat merupakan hasil karya sendiri bukan hasil plagiarism dari orang lain. Dalam skripsi ini tidak memuat karya orang orang lain kecuali dicantumkan sumber yang digunakan sesuai dengan ketentuan yang berlaku.

Apabila ternyata di dalam skripsi ini dapat dibuktikan terdapat unsur-unsur plagiarism, maka saya bersedia skripsi ini di gugurkan dan gelar akademik yang telah saya peroleh (S-1) di batalkan, serta proses sesuai dengan perundang-undangan yang berlaku.

Malang, 25 Agustus 2025
Yang membuat pernyataan



(Faiz Adriansyah Nanroe)
2112034

ABSTRAK

ANALISIS KELAYAKAN FINANSIAL PADA DESAIN SISTEM PIKOHIDRO PLTS OFF-GRID MENGGUNAKAN KONSEP PUMP STORAGE BERBASIS ARDUINO UNO

Faiz Adriansyah Nanroe, NIM: 2112034

Dosen Pembimbing I: Ir. Ni Putu Agustini, MT.

Dosen Pembimbing II: Dr. Ir. Widodo Pudji Muljanto, MT.

Penelitian ini menganalisis kelayakan finansial pada perancangan sistem kendali Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) Off-Grid dengan konsep pump storage berbasis Arduino Uno. Sistem ini dirancang sebagai alternatif solusi energi terbarukan untuk daerah terpencil yang belum terjangkau jaringan listrik PLN. Konsep pump storage memanfaatkan kelebihan energi surya pada siang hari untuk memompa air ke tandon atas, kemudian menggunakan energi potensial air tersebut untuk menghasilkan listrik melalui turbin pikohidro pada malam hari atau saat cuaca mendung. Sistem kendali berbasis Arduino Uno digunakan untuk mengoptimalkan pengoperasian pump storage secara otomatis. Analisis kelayakan finansial dilakukan menggunakan empat parameter utama yaitu Net Present Value (NPV), Internal Rate of Return (IRR), Benefit Cost Ratio (BCR), dan Payback Period (PP). Hasil penelitian menunjukkan bahwa sistem dengan investasi awal sebesar Rp 8.470.400 dan kapasitas 500 Watt menghasilkan energi 4 kWh per hari. Analisis finansial menunjukkan NPV sebesar Rp 8.595.728,53 (positif), IRR sebesar 15,5% (melebihi tingkat bunga 6%), BCR sebesar 1,48 (lebih dari 1), dan PP selama 8,01 tahun (kurang dari umur investasi 25 tahun). Seluruh parameter menunjukkan bahwa perancangan sistem kendali PLTS Off-Grid dengan konsep pump storage berbasis Arduino Uno layak secara finansial untuk diimplementasikan sebagai solusi energi alternatif di daerah terpencil

Kata kunci: Finansial, Net Present Value (NPV), Internal Rate of Return (IRR), Benefit Cost Ratio (BCR), Payback Period (PP)

ABSTRACT

ANALISIS KELAYAKAN FINANSIAL PADA DESAIN SISTEM PIKOHIDRO PLTS OFF-GRID MENGGUNAKAN KONSEP PUMP STORAGE BERBASIS ARDUINO UNO

Faiz Adriansyah Nanroe, NIM: 2112034

Dosen Pembimbing I: Ir. Ni Putu Agustini, MT.

Dosen Pembimbing II: Dr. Ir. Widodo Pudji Muljanto, MT.

This research evaluates the financial feasibility of designing a control system for Off-Grid Solar Power Plants (PLTS) utilizing an Arduino Uno-based pump storage mechanism. The system is developed as a sustainable energy alternative for remote areas lacking PLN grid access. The pump storage concept harnesses surplus solar energy during daytime to elevate water to an upper reservoir, subsequently leveraging the potential energy of the water to generate electricity via pico-hydro turbines during nighttime or inclement weather. The Arduino Uno-based control system is employed to automate the pump storage operation. Financial feasibility analysis incorporates four primary parameters: Net Present Value (NPV), Internal Rate of Return (IRR), Benefit Cost Ratio (BCR), and Payback Period (PP). Research results indicate that the system, with an initial investment of Rp 8,470,400 and a capacity of 500 Watts, produces 4 kWh daily. Financial analysis reveals an NPV of Rp 8,595,728.53 (positive), an IRR of 15.5% (exceeding the interest rate of 6%), a BCR of 1.48 (greater than 1), and a PP of 8.01 years (less than the 25-year investment lifespan). All parameters indicate that the design of the Arduino Uno-based control system for Off-Grid PLTS employing pump storage is financially viable for implementation as an alternative energy solution in remote regions.

Keyword – Financial Feasibility, Net Present Value (NPV), Internal Rate of Return (IRR), Benefit Cost Ratio (BCR), Payback Period (PP)

KATA PENGANTAR

Puji syukur kepada Allah SWT karena atas karunia kuasaNya, penulis dapat menyelesaikan penulisan skripsi ini. Penulisan skripsi ini dilakukan dalam rangka memenuhi salah satu syarat untuk mencapai gelar Sarjana Teknik Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik Industri, ITN Malang. Penulis menyadari bahwa penulisan skripsi ini masih memiliki kekurangan. Karenanya, penulis mengharap kritik dan saran yang membangun dalam rangka pembelajaran terus-menerus. Banyak pihak yang telah membantu dalam penulisan skripsi ini. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Ibu Ir. Ni Putu Agustini, MT. selaku Dosen Pembimbing 1 yang selalu membimbing dengan penuh kesabaran.
2. Bapak Dr. Ir. Widodo Pudji Muljanto, MT. selaku Dosen Pembimbing 2 yang selalu membimbing dengan penuh kesabaran.
3. Ibu Dr. Irmalia Suryani Faradisa, ST., MT. selaku Ketua Program Pendidikan Teknik Elektro ITN Malang
4. Bapak dan Ibu Dosen Elektro S1 yang senantiasa membantu setiap kesulitan yang penulis temui.
5. Kedua orang tua Penulis, Bapak Heru Cahyono, ST. dan Ibu Naning Eka Diana, A.Md.Keb, dua orang yang sangat berjasa dalam hidup penulis. Tanpa pengorbanan, kasih sayang dan motivasi tiada henti dari mereka, penulis tidak akan mampu menyelesaikan ini dengan baik. Terimakasih atas segala pengertian, kesabaran, serta semangat yang selalu diberikan baik dalam suka maupun duka, sehingga penulis dapat melewati berbagai tantangan selama proses penyusunan skripsi. Semoga Alla SWT membalas segala kebaikan dan doa yang senantiasa dipanjatkan oleh kedua orang tua penulis
6. Rekan – rekan teknik elektro angkatan 2021 yang telah menjadi keluarga, berbagi suka dan duka bersama. Terimakasih atas kehangatan yang telah diberikan selama 4 tahun ini, semoga kita semua bisa bertemu kembali dalam waktu terbaik dan dengan kesuksesan masing – masing.
7. Kepada diri saya sendiri, Faiz Adriansyah Nanroe yang telah berusaha melewati setiap tantangan dalam proses penyusunan skripsi ini dengan kesungguhan dan keikhlasan. Meski dihadapkan pada berbagai keterbatasan dan tekanan, saya memilih untuk tidak berhenti, karena saya percaya bahwa proses ini adalah bagian penting

dari pembentukan karakter dan kedewasaan diri, sebagaimana pesan bijak dari BJ. Habibie “*Hiduplah seperti kamu akan mati besok, Belajarlal seperti kamu akan hidup selamanya*” Kutipan ini menjadi pengingat bahwa perjuangan dalam menuntut ilmu tidak hanya tentang mencapai hasil, tetapi tentang mencintai proses dan menghargai setiap pelajaran yang datang seiring waktu

Dan semua pihak yang telah membantu dalam penulisan skripsi ini, namun tidak dapat disebutkan satu persatu. Akhir kata, penulis berharap skripsi ini dapat memberikan manfaat yang seluas-luasnya bagi perkembangan ilmu pengetahuan.

DAFTAR ISI

ABSTRAK.....	i
ABSTRACT	ii
KATA PENGANTAR	i
DAFTAR ISI.....	iii
DAFTAR GAMBAR.....	v
DAFTAR TABEL.....	vi
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Tujuan Penelitian	2
1.4 Batasan Masalah	3
1.5 Sistematika Penulisan	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 Pembangkit Listrik Tenaga Surya Off-Grid Non-Baterai.....	5
2.2 Pembangkit Listrik Tenaga Air.....	7
2.3 Pembangkit Listrik Tenaga Pikohidro	9
2.4 Pump Storage.....	13
2.5 Tandon Air.....	13
2.6 Kontrol PID	13
2.7 Arduino Uno R3	14
2.8 Sensor RPM (IR LM393)	14
2.9 Servo MG995	15
2.10 Modul I2C.....	15
2.11 Analisis Kelayakan Finansial.....	16
BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....	23
3.1 Desain Penelitian	23
3.2 Lokasi dan Waktu Penelitian	23
3.3 Teknik Pengumpulan dan Pengelolaan Data	23
3.4 Tahapan Pembangkit Listrik.....	24
3.5 Rancangan Anggaran Biaya.....	25
3.6 Blok Diagram Sistem.....	25
3.7 Biaya Investasi.....	28
3.8 Flowchart Penelitian	32
3.8.1 Flowchart Alur Penelitian	32
3.8.2 Flowchart Net Present Value	35
3.8.3 Flowchart Internal Rate Of Return.....	38

3.8.4	Flowchart Benefit Cost Ratio.....	41
3.8.5	Flowchart Payback Periode.....	44
BAB IV	HASIL DAN ANALISIS	47
4.1	Energi Dihasilkan Dari Perancangan.....	47
4.2	Total Biaya Pendapatan dari Perancangan.....	47
4.3	Rancangan Anggaran Biaya Selama 25 Tahun.....	47
4.4	Perhitungan NPV (Net Present Value.....	48
4.5	Perhitungan IRR	50
4.6	Perhitungan BCR (Benefit Cost Ratio).....	52
4.7	Perhitungan PP (Payback Periode.....	54
4.8	Analisa Perhitungan.....	55
BAB V	PENUTUP	57
5.1	Kesimpulan.....	57
5.2	Saran	58
DAFTAR PUSTAKA		59
LAMPIRAN.....		63

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 2 Rangkaian Ekivalen.....	6
Gambar 2. 1 Jenis Jenis Panel	6
Gambar 2. 3 Turbin Air	9
Gambar 2. 4 Pompa Air.....	10
Gambar 2. 5 Generator AC.....	12
Gambar 2. 6 Pipa	12
Gambar 2. 7 Sistem Pump Storage.....	13
Gambar 2. 8 Sistem PID	13
Gambar 2. 9 Arduino Uno R3	14
Gambar 2. 10 Sensor RPM (IR LM393)	14
Gambar 2. 11 Servo MG995.....	15
Gambar 2. 12 LCD 16x2	15
Gambar 3. 1 Flowchart Tahapan Perancangan Pembangkit Listrik.....	24
Gambar 3. 2 Skema rancang alat sistem kendali PLTS Off-Grid non baterai.....	26
Gambar 3. 3 Flowchart Alur Penelitian.....	32
Gambar 3. 4 Flowchart Net Present Value	35
Gambar 3. 5 Flowchart Internal Rate Of Return	38
Gambar 3. 6 Flowchart Benefit Cost Ratio	41
Gambar 3. 7 Flowchart Payback Periode	44

DAFTAR TABEL

Tabel 3. 1	RAB Komponen Pikohidro	28
Tabel 3. 2	RAB Komponen PLTS.....	28
Tabel 3. 3	RAB Komponen Governor.....	29
Tabel 3. 4	Total Biaya Perancangan.....	29
Tabel 3. 5	Biaya Pekerjaan Umum.....	29
Tabel 3. 6	Total Pekerjaan keseluruhan Perancangan	30
Tabel 3. 7	Biaya Operasional dan Pemeliharaan	30
Tabel 3. 8	Total Biaya Operasional Dan Maintenance	31
Tabel 4. 1	Rancangan Anggaran Biaya Selama 25 Tahun	47
Tabel 4. 2	Perhitungan Net Present Value.....	49
Tabel 4. 3	Perhitungan Internal Rate Of Return.....	50
Tabel 4. 4	Perhitungan Benefit Cost Ratio	52
Tabel 4. 5	Perhitungan Arus Kas Kumulatif	54