

SKRIPSI

**ANALISIS KELAYAKAN INVESTASI PERENCANAAN
ALAT PRAKTIKUM PLTPH DENGAN TURBIN
CROSSFLOW DAN PELTON BERKAPASITAS 2 kW**



Oleh :

I MADE AGUS SUDANAYASA

NIM. 2215374005

**PROGRAM STUDI D4 TEKNIK OTOMASI
SPESIALISASI ENERGI BARU TERBARUKAN
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO
POLITEKNIK NEGERI BALI
2023**

SKRIPSI

**ANALISIS KELAYAKAN INVESTASI PERENCANAAN
ALAT PRAKTIKUM PLTPH DENGAN TURBIN
CROSSFLOW DAN PELTON BERKAPASITAS 2 kW**



POLITEKNIK NEGERI BALI

Oleh :

I MADE AGUS SUDANAYASA

NIM. 2215374005

**PROGRAM STUDI D4 TEKNIK OTOMASI
SPESIALISASI ENERGI BARU TERBARUKAN
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO
POLITEKNIK NEGERI BALI
2023**

LEMBAR PERSETUJUAN UJIAN SKRIPSI

ANALISIS KELAYAKAN INVESTASI PERENCANAAN ALAT PRAKTIKUM PLTPH DENGAN TURBIN CROSSFLOW DAN PELTON BERKAPASITAS 2 kW

Oleh :

I Made Agus Sudanayasa

NIM. 2215374005

Skripsi ini telah melalui Bimbingan dan Pengujian Hasil, disetujui untuk
diujikan pada Ujian Skripsi

di

Program Studi D4 Teknik Otomasi
Jurusan Teknik Elektro - Politeknik Negeri Bali

Bukit Jimbaran, 16 Agustus 2023

Disetujui Oleh :

Dosen Pembimbing 1:



Risa Nurin Baiti, S.T., M.T.
NIP. 199202162020122006

Dosen Pembimbing 2:



Ir. Ida Bagus Ketut Sugirianta, M.T.
NIP. 196606161993031003

LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI

ANALISIS KELAYAKAN INVESTASI PERENCANAAN ALAT PRAKTIKUM PLTPH DENGAN TURBIN CROSSFLOW DAN PELTON BERKAPASITAS 2 kW

Oleh :

I Made Agus Sudanayasa

NIM. 2215374005

Skripsi ini sudah melalui Ujian Skripsi pada tanggal 18 Agustus 2023,
dan sudah dilakukan Perbaikan untuk kemudian disahkan sebagai Skripsi
di

Program Studi D4 Teknik Otomasi
Jurusan Teknik Elektro - Politeknik Negeri Bali

Bukit Jimbaran, 18 Agustus 2023

Disetujui Oleh :

Tim Penguji :

1. Ir. I Made Budiada, M.Pd
NIP. 196506091992031002

2. I Nyoman Sedana Triadi, S.T., M.T.
NIP. 197305142002121001

Dosen Pembimbing :

1. Risa Nurin Baiti, S.T., M.T.
NIP. 199202162020122006

2. Ir. Ida Bagus Ketut Sugirianta, M.T.
NIP. 196606161993031003

Disahkan Oleh:

Ketua Jurusan Teknik Elektro

Ir. I Wayan Raka Ardana, M.T.
NIP. 196705021993031005



HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN KARYA SKRIPSI

Saya yang bertanda tangan di bawah ini, menyatakan bahwa Skripsi dengan judul: **“Analisis Kelayakan Investasi Perencanaan Alat Praktikum PLTPH Dengan Turbin *Crossflow* Dan Pelton Berkapasitas 2 kW”** adalah asli hasil karya saya sendiri.

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam naskah Skripsi ini tidak terdapat karya orang lain yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar di suatu perguruan tinggi, dan atau sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis diacu dalam naskah Skripsi ini, dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Apabila saya melakukan hal tersebut di atas, dengan ini saya menyatakan menarik Skripsi yang saya ajukan sebagai hasil karya saya.

Bukit Jimbaran, 18 Agustus 2023

Yang menyatakan



I Made Agus Sudanayasa

NIM. 2215374005

ABSTRAK

Skripsi ini dilatarbelakangi adanya kekurangan alat peraga yang tersedia di institusi pendidikan khususnya pada bidang energi baru terbarukan. Rumusan masalah penelitian ini untuk mendapatkan hasil kajian investasi dari pembuatan alat praktikum PLTPH dengan turbin *crossflow* dan pelton berkapasitas 2 kW berdasarkan aspek keuangan dan aspek bahan, selain itu penelitian ini membahas RAB serta TKDN-nya dan menghitung HPP dari alat praktikum PLTPH. Tujuan penelitian ini untuk mendapatkan hasil kajian investasi, RAB, dan HPP dari pembuatan alat praktikum PLTPH dengan turbin *crossflow* dan pelton berkapasitas 2 kW. penelitian ini berupa penelitian deskriptif kuantitatif dengan obyek penelitian yang diteliti dalam penelitian ini adalah kelayakan investasi Alat Praktikum PLTPH dengan Turbin *Crossflow* dan Pelton Berkapasitas 2 kW. Penelitian dilakukan di Lab. Energi Baru Terbarukan (EBT) Teknik Elektro Politeknik Negeri Bali dan waktu penelitian yang dihabiskan adalah selama 5 bulan dimulai dari bulan April 2023 sampai dengan bulan Agustus 2023. Teknik pengumpulan data dilakukan dengan metode observasi dan wawancara kepada tim capstone project yang telah melaksanakan perencanaan pembuatan alat praktikum PLTPH. analisis kelayakan investasi yang dilakukan dengan metode LLC, NPV, BCR, PP, dan BEP. Hasil penelitian menunjukkan bahwa bahan yang digunakan untuk membuat rangka adalah besi galvanis 40 sebagai rangka alat praktikum PLTPH, RAB didapatkan Rp.130.948.000 dan HPP sebesar Rp.163.870.000 dengan TKDN 31,53%. Berdasarkan kajian kelayakan investasi didapatkan LLC Rp.154.114.668, NPV Rp.833.989.974, BCR 1.27, PP 9 bulan 2 minggu, dan BEP 4 unit, sehingga penelitian ini layak untuk dijalankan berdasarkan pertimbangan aspek ekonomi.

Kata Kunci: Alat praktikum PLTPH, kelayakan, investasi, penelitian, pembuatan

ABSTRACT

This thesis is motivated by the lack of available teaching tools in educational institutions, especially in the field of renewable energy. The research problem is formulated to obtain an investment study result for the creation of a practical PLTPH apparatus with a 2 kW capacity crossflow and Pelton turbines based on financial and material aspects. Additionally, this research discusses the Bill of Quantities (BoQ) and Domestic Component Level (TKDN), and calculates the Production Cost Price (HPP) of the PLTPH practical apparatus. The objective of this research is to obtain investment study results, BoQ, and HPP for creating a practical PLTPH apparatus with a 2 kW capacity crossflow and Pelton turbines. This research is in the form of quantitative descriptive research, focusing on the feasibility of investment in the PLTPH Practical Apparatus with Crossflow and Pelton Turbines of 2 kW capacity. The research was conducted in the Renewable Energy Lab of the Electrical Engineering Department at Politeknik Negeri Bali, with a duration of 5 months from April 2023 to August 2023. Data collection was performed using observation and interviews with the capstone project team members who were involved in the planning of the PLTPH practical apparatus creation. Investment feasibility analysis was carried out using methods such as LLC, NPV, BCR, PP, and BEP. The research results indicate that galvanized iron 40 is used for the apparatus frame of the PLTPH practical tool. The BoQ is Rp.130,948,000 and the HPP is Rp.163,870,000 with a TKDN of 31.53%. Based on the investment feasibility study, LLC is Rp.154,114,668, NPV is Rp.833,989,974, BCR is 1.27, PP is 9 months and 2 weeks, and BEP is 4 units. Thus, this research is considered feasible for implementation based on economic considerations.

Keywords: *PLTPH practical apparatus, feasibility, investment, research, creation*

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kehadapan Tuhan Yang Maha Esa karena atas Rahmat-Nya penulis dapat menyelesaikan skripsi ini yang berjudul “**Analisis Kelayakan Investasi Alat Praktikum PLTPH dengan Turbin *Crossflow* dan Pelton Berkapasitas 2 kW**” tepat pada waktunya. Penyusunan Proposal Proyek Akhir ini merupakan salah satu syarat untuk kelulusan program pendidikan pada jenjang Diploma IV Program Studi Teknik Otomasi Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Bali.

Penulisan skripsi ini bertujuan untuk mendapatkan hasil kajian investasi dari pembuatan alat praktikum PLTPH dengan turbin *crossflow* dan pelton berkapasitas 2 kW berdasarkan aspek keuangan dan aspek bahan, kemudian didapatkan hasil dari rancangan anggaran biaya (RAB) dan harga pokok produksi (HPP) dari pembuatan alat praktikum PLTPH dengan turbin *crossflow* dan pelton berkapasitas 2 kW, serta kedepannya dapat menjadi referensi pertimbangan biaya terhadap spesifikasi bahan yang digunakan dalam pembuatan alat praktikum PLTPH dengan turbin *crossflow* dan pelton berkapasitas 2 kW.

Dalam penyusunan buku skripsi ini, penulis banyak menerima bimbingan, petunjuk dan bantuan serta dorongan dari berbagai pihak baik yang bersifat moral maupun material. Penulis secara khusus mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada semua pihak yang telah membantu. Dengan puji syukur kepada Tuhan Yang Maha Kuasa, penulis pada kesempatan ini menyampaikan rasa terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Bapak I Nyoman Abdi, S.E., M.eCom., selaku Direktur Politeknik Negeri Bali
2. Bapak Ir. I Wayan Raka Ardana, M.T., selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro
3. Bapak I Gusti Putu Mastawan Eka Putra, ST., MT., selaku Sekretaris Jurusan Teknik Elektro
4. Bapak Ida Bagus Irawan Purnama, ST., M.Sc., Ph.D., selaku Ketua Program Studi Teknik Otomasi
5. Ibu Dr. Risa Nurin Baiti, S.T., M.T., selaku dosen pembimbing-1 yang selalu memberikan bimbingan, arahan, dorongan dan semangat kepada penulis, sehingga skripsi ini dapat terselesaikan.
6. Ir. Ida Bagus Ketut Sugirianta, MT., selaku dosen pembimbing-2 yang selalu memberikan dukungan, perhatian, nasihat dari awal menjadi mahasiswa yang

bersemangat hingga saat ini.

7. Segenap dosen dan seluruh staf akademik serta PLP yang selalu membantu dalam memberikan fasilitas, ilmu, serta pendidikan pada penulis hingga dapat menunjang dalam menyelesaikan skripsi ini.
8. Kemudian terima kasih banyak kedua orang tua dan saudara tercinta yang selama ini telah membantu penulis dalam bentuk perhatian, kasih sayang, semangat, serta doa demi kelancaran dan kesuksesan dalam menyelesaikan skripsi ini.
9. Teman-teman seperjuangan dalam menyelesaikan skripsi tahun 2023 yang telah memberikan banyak masukan serta dukungan kepada penulis.
10. Serta masih banyak banyak lagi pihak yang sangat berpengaruh dalam proses penyelesaian skripsi yang tidak bisa disebutkan semuanya. Semoga Tuhan Yang Maha Kuasa membalas semua kebaikan yang telah diberikan.

Semoga buku skripsi ini dapat bermanfaat bagi para pembaca umumnya, peneliti atau penulis dan khususnya kepada civitas akademik Politeknik Negeri Bali. Penulis menyadari skripsi ini masih jauh dari sempurna dan penulis masih melakukan kesalahan dalam penyusunan skripsi, oleh karena itu penulis meminta maaf yang sedalam-dalamnya atas kesalahan yang dilakukan penulis dan penulis sangat mengharapkan kritik dan saran yang membangun sebagai pembelajaran demi penyempurnaan karya-karya ilmiah penulis di masa yang akan datang.

Badung, 18 Agustus 2023

I Made Agus Sudanayasa

DAFTAR ISI

LEMBAR PERSETUJUAN UJIAN SKRIPSI.....	ii
LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI	iii
HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN KARYA SKRIPSI.....	iv
ABSTRAK	v
ABSTRACT.....	vi
KATA PENGANTAR.....	vii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR GAMBAR.....	xiii
DAFTAR TABEL	xiv
DAFTAR LAMPIRAN.....	xv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah	4
1.3 Batasan Masalah	5
1.4 Tujuan Penelitian	5
1.4.1 Tujuan Umu	6
1.4.2 Tujuan Khusus	6
1.5 Manfaat Penelitian	6
1.6 Sistematika Penulisan	7
BAB II KAJIAN PUSTAKA.....	9
2.1 Penelitian Terdahulu	9
2.2 Alat Praktikum Pembangkit Listrik Tenaga Piko Hidro (PLTPH).....	10
2.2.1 Bagian-bagian Alat Praktikum PLTPH.....	10
2.2.2 Fungsi dan Manfaat Alat Praktikum PLTPH	21
2.2.3 Cara Kerja Alat Praktikum PLTPH.....	21

2.3	Teori Bahan	24
2.3.1	Stainless Steel	24
2.3.2	Galvanized steel	25
2.3.3	Aluminium	26
2.4	Studi Kelayakan Proyek	27
2.4.1	Proyek yang Diteliti	28
2.4.2	Tujuan dan Manfaat Dilakukannya Studi Kelayakan	28
2.4.3	Hubungan Studi Kelayakan Proyek dengan Investasi	29
2.5	Rencana Anggaran Biaya (RAB)	30
2.5.1	Pengertian Rencana	30
2.5.2	Pengertian Anggaran	30
2.5.3	Pengertian Biaya	31
2.5.4	Persiapan Penyusunan RAB	32
2.6	Harga Jual	33
2.6.1	Harga pokok penjualan	33
2.6.2	Pengertian biaya bahan baku	34
2.6.3	Pengertian biaya tenaga kerja	34
2.6.4	Pengertian biaya <i>overhead</i> pabrik	35
2.6.5	Penentuan Harga Jual dengan <i>Cost Plus Pricing</i>	35
2.7	Pengertian dan Kriteria Penilaian Kelayakan Investasi	35
2.7.1	<i>Life Cycle Cost</i> (LLC)	36
2.7.2	Net Present Value (NPV)	37
2.7.3	<i>Benefit Cost Ratio</i> (BCR)	37
2.7.4	Payback Period (PP)	37
2.7.5	Arus Kas (<i>Cash flow</i>)	38
2.7.6	Faktor Diskonto (<i>Discount Factor</i>)	38
2.7.7	Break Even Point (BEP)	39

2.7.8	Tingkat Kandungan Dalam Negeri (TKDN)	39
BAB III	METODE PENELITIAN.....	42
3.1	Jenis Penelitian	42
3.2	Objek Penelitian	42
3.3	Alur dan Tahapan Penelitian	42
3.4	Lokasi dan Waktu Penelitian.....	44
3.5	Sumber dan Jenis Data	46
3.6	Teknik Pengumpulan Data	47
3.7	Analisis dan Pengolahan Data	48
3.8	Hasil yang Diharapkan	48
BAB IV	PEMBAHASAN	49
4.1	Gambaran Umum	49
4.2	Desain Alat Praktikum PLTPH	49
4.3	Hasil Analisis.....	50
4.4	Pertimbangan Bahan.....	51
4.4.1	Keputusan Pemilihan Bahan.....	51
4.5	Rancangan Anggaran Biaya (RAB)	52
4.5.1	Kebutuhan Material Mekanik	52
4.5.2	Kebutuhan Material Elektrikal	53
4.5.3	Kebutuhan Peralatan	53
4.6	Menentukan Harga Pokok Produksi.....	54
4.6.1	Biaya bahan baku.....	54
4.6.2	Biaya tenaga kerja langsung	55
4.6.3	Biaya <i>overhead</i> produksi	56
4.6.4	Tingkat Komponen Dalam Negeri (TKDN).....	57
4.6.5	Harga Pokok Penjualan (HPP).....	58
4.7	Evaluasi Data Berdasarkan Kelayakan Investasi.....	58

4.7.1	Faktor Diskonto	58
4.7.2	Perhitungan <i>Cashflow</i>	60
4.7.3	Net present value (NPV)	61
4.7.4	<i>Benefit cost</i> ratio (BCR)	61
4.7.5	Payback period (PP)	61
4.7.6	Break Even Point (BEP)	62
4.7.7	<i>Life Cycle Cost</i> (LCC)	62
4.8	Penilaian Kelayakan Investasi	65
BAB V PENUTUP		66
5.1	Kesimpulan	66
5.2	Saran	66
DAFTAR PUSTAKA		68
LAMPIRAN		73

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Generator	10
Gambar 2. 2 Turbin <i>crossflow</i>	11
Gambar 2. 3 Turbin pelton	12
Gambar 2. 4 Pompa air sentrifugal.....	12
Gambar 2. 5 Belt pulley	13
Gambar 2. 6 Bak penampung air.....	13
Gambar 2. 7 Main gate valve	14
Gambar 2. 8 Lampu bohlam sebagai ballast load	14
Gambar 2. 9 Electronic Load Controller	15
Gambar 2. 10 Hardware sistem SCADA.....	15
Gambar 2. 11 All in One PC.....	16
Gambar 2. 12 Load berupa a) Beban resistif berupa lampu [24]. b) Beban induktif berupa motor induksi 1 phasa.....	17
Gambar 2. 13 <i>Pressure gauge</i>	17
Gambar 2. 14 Panel kontrol.....	18
Gambar 2. 15 Flow meter.....	18
Gambar 2. 16 Stop kontak.....	19
Gambar 2. 17 Water tap	20
Gambar 2. 18 Saklar tunggal.....	20
Gambar 2. 19 Gambar cara kerja alat praktikum PLTPH	24
Gambar 2. 20 Alur pembiayaan proyek.....	32
Gambar 3. 1 Alur penelitian	43
Gambar 4. 1 Gambar desain alat praktikum PLTPH dengan turbin <i>crossflow</i> dan pelton berkapasitas 2 kW	50
Gambar 4. 2 Data inflasi 10 tahun terakhir	59
Gambar 4. 3 Data suku bunga 10 tahun terakhir.....	59

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Sifat mekanik stainless Steel 310	25
Tabel 2. 2 sifat mekanik galvanized steel.....	26
Tabel 2. 3 Sifat mekanik aluminium steel 6061	27
Tabel 3. 1 Jadwal kegiatan dan milestone penelitian	45
Tabel 4. 1 Tabel hasil pengujian bahan rangka.....	51
Tabel 4. 2 Kebutuhan material mekanik.....	52
Tabel 4. 3 Kebutuhan material elektrikal	53
Tabel 4. 4 Kebutuhan peralatan kerja.....	54
Tabel 4. 5 Kebutuhan peralatan K3 dan software	54
Tabel 4. 6 Daftar pekerjaan	55
Tabel 4. 7 Daftar biaya <i>overhead</i> pabrik	56
Tabel 4. 8 Tabel rekapitulasi nilai TKDN	57
Tabel 4. 9 Perhitungan harga pokok produksi (HPP)	58
Tabel 4. 10 Perhitungan net present value (NPV)	61
Tabel 4. 11 Penilaian kelayakan investasi	65

DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran 1: Lembar pengajuan judul skripsi
- Lampiran 2: Form lembar menyelesaikan skripsi
- Lampiran 3: Form bimbingan skripsi
- Lampiran 4: Lembar bukti cek turnitin
- Lampiran 5: Data suku bunga BI 10 tahun terakhir
- Lampiran 6: Data inflasi Indonesia 10 tahun terakhir
- Lampiran 7: Data rekap bahan baku TKDN
- Lampiran 8: Data rekap barang jadi TKDN
- Lampiran 9: Data rekap manajemen proyek TKDN
- Lampiran 10: Data rekap manajemen proyek TKDN
- Lampiran 11: Data rekap jasa umum TKDN

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Energi baru terbarukan telah menjadi isu yang sedang ramai di kalangan global dalam beberapa tahun terakhir mengingat kebutuhan energi saat ini masih didominasi oleh energi fosil yang semakin menipis dari waktu ke waktu. Sehingga, pemanfaatan energi baru terbarukan harus terus dikembangkan untuk menghentikan ketergantungan dari energi fosil. Indonesia merupakan negara yang memiliki sumber daya alam yang melimpah, termasuk juga sumber energi terbarukan. Potensi sumber energi terbarukan di Indonesia diantaranya adalah energi matahari, energi air, energi angin, biomassa, panas bumi, dan pasang surut air laut [1]. Dengan sumber daya alam yang berlimpah tersebut tentunya dapat digunakan sebagai alternatif energi ramah lingkungan di masa depan. Dalam upaya penggunaan energi ramah lingkungan tersebut dibutuhkan kualitas sumber daya manusia yang kompeten di bidang *hydropower*.

Sumber daya alam yang melimpah tanpa didukung kualitas sumber daya manusia (SDM) untuk mengelola tentunya akan menjadi sia-sia. Sumber daya manusia yang berkompeten memerlukan pengetahuan yang cukup dan fasilitas yang memadai dari institusi pendidikan. Di tengah maraknya gerakan untuk mengembangkan energi baru terbarukan di Indonesia, institusi pendidikan dianggap masih kurang mendukung perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi khususnya pada bidang *hydropower*. Alat peraga yang tersedia di institusi pendidikan saat ini masih sangat minim. Dengan demikian, keterbatasan ini tentunya menyulitkan proses pembelajaran terutama pada pembelajaran praktikum di perguruan tinggi maupun institusi pendidikan lainnya. Untuk mengatasi masalah tersebut, institusi pendidikan memerlukan sebuah alat praktikum sebagai media pembelajaran.

Secara umum, alat praktikum dapat diartikan sebagai alat komunikasi untuk menyampaikan materi pembelajaran. Dalam metode pengajaran yang bersifat praktikum, penggunaan alat bantu berupa alat praktikum memiliki pengaruh yang signifikan bagi mahasiswa dalam memahami secara mendalam materi yang diajarkan [2]. Alat praktikum Pembangkit Listrik Tenaga Piko Hidro (PLTPH) adalah sebuah perangkat simulasi yang menyerupai pembangkit listrik tenaga air alami. Fungsinya adalah untuk mengenalkan, menjelaskan, dan membantu dalam pemahaman konsep

dengan cara yang lebih komprehensif, sehingga mempermudah pemahaman tentang alat sebenarnya yang memiliki skala yang lebih besar [3]. Alat praktikum pembangkit listrik tenaga pikohidro merupakan salah satu alat yang dapat digunakan mahasiswa dalam mengenal lebih dalam perkembangan sistem pembangkit tenaga listrik, khususnya dalam program keahlian sistem pembangkit tenaga listrik dan program keahlian energi baru terbarukan [2].

Pengadaan yang dapat dilakukan pihak institusi untuk alat praktikum PLTPH dapat dilakukan dengan 2 cara yaitu dengan membeli langsung dari produsen atau merancang alat praktikum PLTPH mereka sendiri. Saat ini produsen yang memproduksi alat praktikum PLTPH di Indonesia masih sangat sedikit sehingga produsen dapat memonopoli pasar sehingga harga alat praktikum tersebut menjadi sangat mahal. Dengan kondisi seperti itu tentunya dapat menyebabkan institusi pendidikan berpikir ulang untuk berinvestasi alat praktikum PLTPH. Harga yang mahal namun tidak disertai kualitas yang memadai juga menjadi kekhawatiran konsumen (institusi pendidikan) dalam berinvestasi alat praktikum PLTPH. Terdapat isu dari pengguna yang telah membeli alat praktikum PLTPH yang mengatakan bahwa banyak katup dan sambungan yang mengalami kebocoran. Alat praktikum PLTPH yang tersedia tersebut juga tidak memiliki sistem monitoring dan kontrol berbasis *Supervisory Control and Data Acquisition* (SCADA). Dengan adanya sistem monitoring dan kontrol berbasis SCADA, alat praktikum PLTPH dapat lebih mudah dikontrol dan visual yang dihasilkan lebih baik dimana menjadi nilai tambah dari alat praktikum tersebut.

Dengan demikian, pihak institusi pendidikan bisa melakukan opsi kedua yaitu membuat sendiri alat praktikum PLTPH sesuai dengan kebutuhan praktikum. Yang menjadi kendala saat ini adalah ketidaktahuan dalam perancangan dan pengetahuan terkait pemilihan bahan yang sesuai dengan kebutuhan. Pemilihan bahan yang tepat adalah faktor krusial karena mempengaruhi kualitas, performa, dan biaya pembuatan alat praktikum PLTPH tersebut. Pemilihan bahan yang kurang tepat dapat memperpendek usia pakai dari alat praktikum PLTPH yang disebabkan oleh salah satunya korosi. Korosi dan perbaikan akibat korosi adalah masalah besar. Walaupun korosi merupakan proses alami yang tidak dapat dihindari sepenuhnya, penerapan sistem perlindungan korosi dan pemilihan bahan yang sesuai dapat secara signifikan mengurangi biaya perbaikan yang disebabkan oleh korosi. Faktor-faktor yang memengaruhi tingkat korosi dalam lingkungan air meliputi suhu, kecepatan aliran cairan, konduktivitas, jumlah padatan terlarut (TDS), kandungan oksigen terlarut (DO),

tingkat kekerasan air, tingkat pH, kandungan alkalinitas, dan tingkat indeks kejenuhan [4].

Pengetahuan terkait perancangan alat praktikum PLTPH menjadi hal yang penting apabila ingin membuat sebuah alat praktikum terutama dalam merancang rancangan anggaran biaya (RAB). Rancangan anggaran biaya adalah estimasi pengeluaran yang digunakan untuk akuisisi materi, penggajian tenaga kerja, dan biaya lain yang terkait dengan pelaksanaan suatu proyek [5]. Rancangan anggaran biaya sangat diperlukan mengingat besarnya nilai investasi dan banyaknya material yang harus di hitung pembiayaannya dengan sangat teliti dan penuh ketekunan untuk meminimalisir kesalahan pada perhitungan biaya Ada dua faktor yang mempengaruhi perencanaan anggaran biaya yaitu faktor teknis dan non-teknis. Faktor teknis, antara lain berupa ketentuan - ketentuan dan persyaratan yang harus dipenuhi dalam pelaksanaan pembuatan alat praktikum PLTPH serta gambar-gambar konstruksi dan pendukungnya, Faktor non-teknis meliputi harga material yang digunakan, upah tenaga kerja dan biaya lainnya yang berhubungan dengan pelaksanaan proyek [6]. Penyusunan RAB tentunya menjadi solusi untuk mengetahui kebutuhan biaya dan material yang akan digunakan. Setelah mengetahui kebutuhan material dan biaya yang digunakan, maka pembuatan alat praktikum PLTPH dapat dibuat dengan terstruktur dan sesuai kebutuhan praktikum.

Minimnya institusi pendidikan yang belum memiliki alat praktikum PLTPH ini membuat peluang usaha produksi alat praktikum PLTPH memiliki prospek yang cerah. Saat ini, produsen alat praktikum PLTPH masih sedikit dan didominasi oleh beberapa *brand*. Selain itu, kualitas alat praktikum masih dibawah standar kelayakan. Dengan peluang tersebut maka untuk produksi alat praktikum secara massal dengan kualitas terbaik dan harga yang lebih terjangkau tanpa menggadaikan kualitas dari alat praktikum PLTPH tersebut sangat memungkinkan untuk dilakukan. Hal yang penting untuk diperhatikan apabila memproduksi alat praktikum PLTPH selain dari aspek bahan yang digunakan dan perancangan yang baik adalah mengetahui potensi ekonomi yang dihasilkan secara jelas melalui studi analisis kelayakan investasi.

Studi kelayakan investasi adalah studi analisis mengenai apakah suatu proyek investasi memiliki potensi keberhasilan. Semakin besar skala investasi, semakin penting pelaksanaan evaluasi ini. Hal ini disebabkan semakin besar skala investasi maka semakin signifikan pula jumlah modal yang ditanamkan. Biaya yang diperlukan untuk melaksanakan analisis kelayakan investasi ini relative kecil jika dibandingkan dengan potensi risiko kegagalan proyek yang melibatkan investasi dalam jumlah besar.

Sebelum menjalankan proses studi kelayakan investasi, perancang menetapkan segmen-segmen apa yang akan diselidiki karena hal ini akan menentukan apakah suatu proyek investasi pantas atau tidak untuk dilanjutkan [7].

Dengan adanya alat praktikum PLTPH maka kegiatan ajar mengajar pada saat praktikum menjadi lebih efektif dan efisien. Kegiatan penelitian dan pengembangan literatur menjadi lebih akurat dan lebih massif sehingga masalah minimnya literatur yang terjadi di awal dapat tertutupi secara perlahan-lahan. Mahasiswa juga dapat banyak *benefit* setelah adanya alat praktikum PLTPH karena dapat menerapkan ilmu yang telah dipelajari melalui kegiatan praktikum dan kegiatan pembelajaran akan lebih menyenangkan nantinya. Dengan proses ajar mengajar di instansi Pendidikan tentunya kualitas sumber daya manusia akan semakin baik lagi dan kemajuan perkembangan energi baru terbarukan akan semakin berkembang pesat,

Penelitian ini berfokus pada tiga poin solusi yang ingin diselesaikan diantaranya: perbandingan kualitas bahan terhadap spesifikasi dan harga, pembuatan kajian ekonomi, dan pembuatan RAB alat praktikum PLTPH.

Perbandingan kualitas bahan terhadap spesifikasi dan harga merupakan penentuan bahan mana yang akan digunakan sebagai media pembuatan rangka dari alat praktikum PLTPH. Pembuatan kajian ekonomi dilakukan untuk mengetahui kelayakan dari alat praktikum PLTPH berdasarkan aspek keuangan, dengan selesainya penelitian ini bisa membantu pembaca dalam mengetahui proyek ini layak untuk dijalankan atau tidak. dan Pembuatan RAB alat praktikum PLTPH dilakukan sebagai penggambaran kebutuhan material yang perlu dipersiapkan memproduksi alat praktikum PLTPH. Berdasarkan uraian yang telah dijabarkan diatas maka penulis ingin mengangkat topik penelitian dengan judul “Analisis Kelayakan Investasi Perencanaan Alat Praktikum PLTPH Dengan Turbin *Crossflow* Dan Pelton Berkapasitas 2 kW”.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan diatas, maka adapun permasalahan yang di bahas pada penelitian ini, sebagai berikut:

1. Bagaimana-kah pertimbangan spesifikasi bahan terhadap biaya yang digunakan dalam pembuatan alat praktikum PLTPH dengan turbin *crossflow* dan pelton berkapasitas 2 kW ini?

2. Bagaimana-kah hasil rancangan anggaran biaya (RAB) dan harga pokok produksi (HPP) dari pembuatan alat praktikum PLTPH dengan turbin *crossflow* dan pelton berkapasitas 2 kW ini?
3. Bagaimana-kah hasil kajian investasi pembuatan alat praktikum PLTPH dengan turbin *crossflow* dan pelton berkapasitas 2 kW ini layak ditinjau dari aspek keuangan dan aspek bahan?

1.3 Batasan Masalah

Demi menghindari melebarnya pembahasan dari penelitian ini maka diperlukan batasan masalah agar pembahasan lebih spesifik. Dalam penelitian ini adapun batasan masalah yang dibahas mencakup:

1. Pada penelitian ini membahas kelayakan pembuatan alat praktikum PLTPH dengan spesifikasi: menggunakan turbin *crossflow* dan pelton dengan kapasitas masing-masing 1 kW, 2 unit generator dengan kapasitas 1,1 kW, dan dimensi alat praktikum sebesar 200 x 150 x 170 cm.
2. Penelitian ini membahas pemilihan bahan rangka dengan 3 pilihan material yaitu stainless steel 310, galvanis 40, dan aluminium 6061. rencana anggaran biaya (RAB) disusun untuk menentukan harga pokok produksi (HPP) dari alat praktikum PLTPH dengan turbin *crossflow* dan pelton berkapasitas 2 kW.
3. Untuk membatasi penelitian, penulis tidak menambahkan perhitungan penambahan pajak dan analisis sensitifitas dalam perencanaan ini.
4. Penelitian dilakukan pada lab EBT Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Bali
5. Penelitian ini menggunakan asumsi margin keuntungan sebesar 30% dari nilai HPP, asumsi durasi produksi alat praktikum PLTPH selama 16 hari dengan 3 pekerja, asumsi produksi per tahun sebanyak 20 unit, dan asumsi *lifetime* dari alat praktikum PLTPH ini adalah 20 tahun.
6. Penilaian investasi menggunakan 6 indikator kelayakan yaitu *life cycle cost*, NPV, BCR, TKDN, BEP, dan *Payback Period*.

1.4 Tujuan Penelitian

Dengan dibuatnya penelitian analisis kelayakan investasi perencanaan alat praktikum PLTPH dengan turbin *crossflow* dan pelton berkapasitas 2 kW ini, adapun beberapa tujuan yang ingin dicapai seperti yang telah penulis jabarkan dibawah ini:

1.4.1 Tujuan Umum

Adapun tujuan umum dari penelitian analisis kelayakan investasi perencanaan Alat Praktikum PLTPH Dengan Turbin *Crossflow* dan Pelton Berkapasitas 2 kW ini adalah sebagai berikut:

1. Memenuhi salah satu syarat akademik dalam menyelesaikan pendidikan Diploma IV Program Studi Teknik Otomasi Jurusan Teknik Elektro di Politeknik Negeri Bali.
2. Mengaplikasikan ilmu-ilmu yang diperoleh selama mengikuti perkuliahan di Politeknik Negeri Bali, baik secara teori maupun praktek.
3. Memenuhi kebutuhan klien dalam menentukan kelayakan proyek perencanaan pembuatan alat praktikum PLTPH dengan turbin *crossflow* dan pelton.

1.4.2 Tujuan Khusus

Tujuan khusus dari penelitian analisis kelayakan investasi perencanaan Alat Praktikum PLTPH Dengan Turbin *Crossflow* dan Pelton Berkapasitas 2 kW ini adalah sebagai berikut:

1. Untuk mendapatkan hasil kajian investasi dari pembuatan alat praktikum PLTPH dengan turbin *crossflow* dan pelton berkapasitas 2 kW berdasarkan aspek keuangan dan aspek bahan.
2. Untuk mendapatkan hasil dari rancangan anggaran biaya (RAB) dan harga pokok produksi (HPP) dari pembuatan alat praktikum PLTPH dengan turbin *crossflow* dan pelton berkapasitas 2 kW.
3. Untuk mendapatkan referensi pertimbangan biaya terhadap spesifikasi bahan yang digunakan dalam pembuatan alat praktikum PLTPH dengan turbin *crossflow* dan pelton berkapasitas 2 kW.

1.5 Manfaat Penelitian

Ada beberapa manfaat yang diperoleh dari hasil penelitian ini sebagai berikut:

1. Manfaat Bagi Penulis.

Dengan berjalannya penelitian ini dapat sebagai sarana untuk menerapkan dan mengembangkan ilmu-ilmu yang didapat selama perkuliahan di Program Studi Teknik Otomasi, Jurusan Teknik Elektro di Politeknik Negeri Bali baik secara teoritis maupun praktek. Selain itu dengan berjalannya penelitian ini juga dapat membuka wawasan baru terkait perkembangan terbaru dari *renewable energy* dan kedepannya dapat digunakan pada kehidupan sehari-hari baik secara pribadi ataupun di lingkungan masyarakat.

Selain itu merupakan syarat dalam menyelesaikan Pendidikan Diploma IV, Program Studi Teknik Otomasi di Politeknik Negeri Bali.

2. Bagi Politeknik Negeri Bali.

Sebagai bahan pendidikan atau ilmu pengetahuan dibidang otomasi dan khususnya *renewable energy*, yang nantinya menjadi suatu pertimbangan untuk dapat dikembangkan lebih lanjut dan jika produk dapat diterima dengan baik oleh masyarakat atau industri maka nama institusi Politeknik Negeri Bali dapat dikenal baik dalam menciptakan lulusan dengan sumber daya manusia yang berdaya saing tinggi.

3. Manfaat bagi masyarakat.

Manfaat yang diperoleh oleh masyarakat dari penelitian analisis kelayakan investasi alat praktikum PLTPH dengan turbin *crossflow* dan pelton ini adalah dengan suksesnya penelitian ini dapat menghasilkan analisis yang tepat guna mengetahui kelayakan dari proyek perencanaan alat praktikum PLTPH dengan turbin *crossflow* dan pelton secara mendalam dan menyeluruh sehingga dapat menjadi kajian dan bahan pertimbangan bagi klien dalam membuat keputusan investasi. Dengan berjalannya proyek analisis kelayakan ini secara tidak langsung membantu program klien yang mana Politeknik Negeri Bali itu sendiri dalam mengembangkan proyek alat praktikumnya dan dapat menjadi nilai komersial di masa depan.

1.6 Sistematika Penulisan

Sistematika pembahasan merupakan suatu susunan secara keseluruhan dari suatu penelitian yang disusun secara garis besar dengan tujuan untuk memudahkan mengetahui isi dari penelitian. Dalam penulisan skripsi ini penulis akan menjelaskan sistematika penulisan yang terdiri dari 5 bagian utama yang diuraikan sebagai berikut:

BAB I PENDAHULUAN

Bab ini membahas mengenai latar belakang, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian dan sistematika penulisan.

BAB II LANDASAN TEORI

Pada bab ini membahas mengenai semua dasar teori yang diperlukan dalam penelitian ini yang dibagi menjadi 8 sub bab diantaranya penelitian terlebih dahulu, alat praktikum pembangkit listrik tenaga piko hidro (PLTPH), teori bahan, tegangan dan regangan, studi kelayakan proyek, rencana anggaran biaya (RAB), harga jual, dan kriteria kelayakan investasi.

BAB III METODE PENELITIAN

Bab ini membahas mengenai metode yang akan digunakan pada analisis kelayakan investasi perencanaan alat praktikum PLTPH dengan turbin *crossflow* dan pelton berkapasitas 2 kW ini yang meliputi jenis penelitian, objek penelitian, alur dan tahapan penelitian, lokasi dan waktu penelitian, sumber dan jenis data, teknik pengumpulan data, analisis dan pengolahan data, dan hasil yang diharapkan.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini merupakan pembahasan dan hasil dari penelitian yang dilakukan peneliti dimana berisi tentang gambaran umum dari skripsi analisis kelayakan investasi perencanaan alat praktikum PLTPH dengan turbin *crossflow* dan pelton berkapasitas 2 kW, sekilas membahas mengenai alat praktikum PLTPH dengan turbin *crossflow* dan pelton berkapasitas 2 kW, penjabaran output dari analisis yang dibuat, pertimbangan bahan, rencana anggaran biaya (RAB), menentukan harga pokok produksi (HPP), evaluasi data berdasarkan kriteria investasi dan interpretasi hasil analisis.

BAB V PENUTUP

Bab ini membahas mengenai kesimpulan dan hasil dari apa yang telah disampaikan pada bab sebelumnya serta menjawab rumusan masalah dari topik yang diangkat. Bab ini juga berisikan saran yang disampaikan untuk nantinya dapat dikembangkan dalam penelitian berikutnya.

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Kesimpulan yang penulis dapat sampaikan pada skripsi analisis kelayakan investasi Alat Praktikum PLTPH Dengan Turbin *Crossflow* dan Pelton Berkapasitas 2 kW ini dapat penulis jabarkan menjadi beberapa poin penting diantaranya:

1. Berdasarkan pertimbangan spesifikasi bahan terhadap biaya yang digunakan dalam pembuatan rangka alat praktikum PLTPH dengan turbin *crossflow* dan pelton berkapasitas 2 kW, didapatkan galvanis 40 sebagai bahan untuk membuat rangka karena pada hasil pengujian menyatakan bahwa galvanis 40 memiliki nilai displacement yang layak dan safety faktor yang terbesar dibandingkan stainless steel 310 dan aluminium 6061
2. Berdasarkan hasil rancangan anggaran biaya (RAB) didapatkan Rp. 130.948.000 untuk biaya material, Rp. 7.200.000 Untuk biaya tenaga kerja, Rp. 25.722.727 untuk biaya *overhead*. Sedangkan harga pokok produksi (HPP) untuk alat praktikum PLTPH dengan turbin *crossflow* dan pelton berkapasitas 2 kW ini sebesar Rp. 163.870.727
3. Berdasarkan hasil kajian investasi yang telah dilaksanakan menyatakan penelitian perencanaan pembuatan alat praktikum PLTPH dengan turbin *crossflow* dan pelton berkapasitas 2 kW dinyatakan layak ditinjau dari aspek finansial. Didapatkan nilai dari NPV sebesar Rp. 833.989.974, BCR sebesar 1.27, PP selama 9 bulan 2 minggu, LCC sebesar Rp. 154.114.668, BEP sebanyak 4 unit, dan persentase untuk TKDN dari perencanaan ini sebesar 31,53%

5.2 Saran

Dalam pembuatan skripsi analisis kelayakan investasi Alat Praktikum PLTPH dengan Turbin *Crossflow* dan Pelton Berkapasitas 2 kW ini terdapat beberapa saran yang dapat digunakan sebagai bahan penelitian selanjutnya antara lain:

1. Apabila topik penelitian ini diangkat kembali alangkah baiknya dilakukan analisis dengan membandingkan perencanaan yang telah dilakukan dengan produk dari perusahaan yang memproduksi alat praktikum sejenis berdasarkan aspek ekonomi.

2. Diharapkan dalam penelitian selanjutnya juga menambahkan biaya pajak, parameter kelayakan lain, analisis manfaat dan analisis sensitifitas. Untuk mempertajam hasil penelitian yang telah dilakukan karena penelitian ini masih jauh dari kata sempurna sehingga penelitian selanjutnya dapat melanjutkan dengan penambahan yang telah disebutkan.
3. Diharapkan penelitian ini tidak hanya berhenti sampai perencanaan saja, sebaiknya dilakukan realisasi perancangan untuk mengimplementasikan desain dan kajian ekonomi yang telah dibuat
4. Selain desain yang telah penulis buat, kedepannya apabila topik analisis kelayakan investasi ini diangkat kembali dapat dilakukan dengan media desain yang berbeda. Terutama untuk kebutuhan dari Laboratorium lain sehingga diperlukan berbagai jenis desain sesuai dengan kebutuhan pembelajaran.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] I. P. E. A. Yanto, I. A. D. Giriantari, and W. G. Ariastina, “Perencanaan Sistem Kelistrikan PLTMH Banjar Dinas Mekar Sari,” *Majalah Ilmiah Teknologi Elektro*, vol. 20, no. 1, p. 37, Mar. 2021, doi: 10.24843/mite.2021.v20i01.p04.
- [2] I. A. Sunardi, “PEMBUATAN PROTOTYPE PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA PIKOHIDRO: PROYEK AKHIR,” Yogyakarta, 2017.
- [3] F. Odi, “SIMULATOR PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA PIKO HIDRO UNTUK MODUL PRAKTIKUM DI LABORATORIUM KONVERSI ENERGI,” Pontianak, 2016. Accessed: Jul. 29, 2023. [Online]. Available: <https://jurnal.untan.ac.id/index.php/jteuntan/article/view/16505>
- [4] A. Royani, L. Nuraini, S. Prifiharni, G. Priyotomo, J. Triwardono, and H. Gunawan, “Studi Korosi Pada Baja Galvanis Setelah Ekspos Dilingkungan Perairan Sungai Cidaho-Sukabumi,” *TEKNIK*, vol. 40, no. 2, pp. 1–5, 2019, doi: 10.14710/teknik.v39n1.xxxxxx.
- [5] S. Novita Sari, “Anggaran Biaya menggunakan Batu Bata Merah dan Batu Bata Ringan Gedung Kantor Kelurahan Bareng Kecamatan Klaten Tengah Kabupaten Klaten,” Klaten, Mar. 2019.
- [6] Y. Juansyah, D. Oktarina, and M. Zulfiqar, “ANALISIS PERBANDINGAN RENCANA ANGGARAN BIAYA BANGUNAN MENGGUNAKAN METODE SNI DAN BOW (STUDI KASUS: RENCANA ANGGARAN BIAYA BANGUNAN GEDUNG KWARDA PRAMUKA LAMPUNG),” Lampung, Jan. 2017.
- [7] F. Abdullah, “ANALISIS KELAYAKAN INVESTASI AKTIVA TETAP PEMBELIAN MESIN PRINTING PADA PT. RADJA DIGITAL PRINTING SAMARINDA,” *eJournal Ilmu Administrasi Bisnis*, vol. 3, no. 2, pp. 297–310, 2015.
- [8] R. A. Suatan, I. A. D. Giriantari, and I. W. Sukerayasa, “Kajian Ekonomi Rencana PLTMH di Desa Panji,” *Majalah Ilmiah Teknologi Elektro*, vol. 19, no. 2, p. 263, Dec. 2020, doi: 10.24843/mite.2020.v19i02.p20.
- [9] D. Purnatiyo, “ANALISIS KELAYAKAN INVESTASI ALAT DNA REAL TIME THERMAL CYCLER (RT-PCR) UNTUK PENGUJIAN GELATIN,” Tangerang, 2015.

- [10] D. Pramasida, “STUDI KELAYAKAN INVESTASI PEMBANGUNAN KONDOTEL DI KOTA BATU BERDASARKAN ASPEK FINANSIAL,” 2016.
- [11] B. A. Farhan, “INTERNATIONAL JOURNAL OF INVENTIONS IN ENGINEERING AND SCIENCE TECHNOLOGY DESIGN AND IMPLEMENTATION OF AN AUTOMATIC TRANSFER SWITCH FOR A SINGLE PHASE POWER GENERATOR TRAINING BORD,” *International Journal of Inventions in Engineering & Science Technology (IJEST)* 2021, no. 7, 2021, [Online]. Available: <http://www.ijiest.in>
- [12] E. Suswantoro, U. A. Gani, and M. Taufiqurrahman, “Analisis Pengaruh Jumlah Sudu Turbin Air Tipe *Crossflow* Terhadap Output PLTMH Skala Laboratorium,” *JTRAIN: Jurnal Teknologi Rekayasa Teknik Mesin*, vol. 2, no. 1, pp. 81–89, 2021.
- [13] A. Asrori, T. Adikusuma, and E. Yudiyanto, “Rancang Bangun Turbin Pelton Kapasitas 270 W Sebagai Alat Peraga Sistem Pembangkit Listrik Pico Hydro,” *Briliant: Jurnal Riset dan Konseptual*, vol. 7, no. 2, p. 522, May 2022, doi: 10.28926/briliant.v7i2.973.
- [14] A. Thobari, Mustaqim, and H. Wibowo, “Analisa Pengaruh Sudut Keluar Sudu Terhadap Putaran Turbin Pelton,” *Engineering : Jurnal Bidang Teknik*, vol. 4, no. 2, pp. 1–6, 2017.
- [15] Sentralpompa, “Gambar pompa sentrifugal DRAKOS DH 7-AR,” <http://sentralpompa.com/produk-3264-Pompa-Sentrifugal-4-kw-DRAKOS-DH-7-AR.html>. www.sentralpompa.com, 2023.
- [16] Ubaedillah, “Analisa Kebutuhan Jenis dan Spesifikasi Pompa untuk Suplai Air Bersih di Gedung Kantin Berlantai 3 PT Astra Daihatsu Motor,” *Jurnal Teknik Mesin (JTM)*, vol. 5, no. 3, pp. 30–38, 2016.
- [17] studentlesson, “Gambar belt dan pulley,” <https://studentlesson.com/belt-pulley-definiton-functions-types-parts-working/>. 2013.
- [18] M. I. Safaruddin, “Belt Conveyor,” *Jurnal terapan internship & multidisiplin*, vol. 1, no. 4, pp. 1–7, 2022.
- [19] M. Amfrudin, B. Harjanto, and Y. Estriyanto, “Pengaruh Jumlah Saluran Masuk terhadap Ketangguhan, Kekerasan, dan Struktur Mikro pada Pengecoran Pulley dari Besi Cor dengan Cetakan Pasir,” *Jurnal Ilmiah Pendidikan Teknik Mesin*, vol. 3, no. 1, pp. 1–8, 2014.

- [20] Nizar Muhammad, “Gambar sketsa pasir lambar penelitian bak penampung air bekas,” https://www.researchgate.net/figure/Gambar-1Sketsa-pasir-lambar-penelitian-Ket-A-Bak-Penampung-Air-Bekas-B-Reaktor_fig1_322886980. Nizar Muhammad, Feb. 2018.
- [21] M. Belladonna, N. Nasir, and E. Agustomi, “Perancangan Instalasi Pengolah Air Limbah (IPAL) Industri Batik Besurek Di Kota Bengkulu,” *J Teknol*, vol. 12, no. 1, pp. 1–8, 2019.
- [22] RFS Hydraulics Sdn Bhd., “GATE VALVES ANSI 150# Cast Steel Gate Valve,” www.rfshydraulics.id. 2020.
- [23] T. A. Kundagol, G. Irfan, and L. J. Kumar, “Design & Analysis of Gate valve DN900 #150,” *International Journal of Innovations in Engineering and Technology (IJIET)*, vol. 8, no. 3, pp. 130–137, 2017.
- [24] P. Indonesia, “Spesifikasi LED Bohlam,” <https://www.lighting.philips.co.id/id/consumer/p/led-bohlam/8718696823545/spesifikasi>. Phillips Indonesia, 2023.
- [25] S. Sofyan, K. Naim, and M. A. Basri, “Rancang Bangun Electronic Load Control Generator pada Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro Berbasis Mikrokontroler dan IoT,” *Jurnal Teknologi Elekerika*, vol. 19, no. 1, pp. 23–29, 2022.
- [26] P. Bandung, “Gambar electronic load controller,” <https://www.pme-bandung.com/product/electronic-load-controller-manufacturer-electronic-load-controller>. PME-Bandung, 2020.
- [27] D. Sulistiono, S. D. Panjaitan, R. Managam, A. Sunarso, and H. Sihombing, “Pengembangan Monitoring System dan Electronic Load Controller (ELC) pada Pembangkit Listrik Tenaga Arus Sungai (PLTAS),” *J.Oto.Ktrl.Inst (J.Auto.Ctrl.Inst)*, vol. 8, no. 2, pp. 213–2224, 2016.
- [28] I. Allafi and T. Iqbal, “Low-Cost SCADA System Using Arduino and Reliance SCADA for a Stand-Alone Photovoltaic System,” *Journal of Solar Energy*, vol. 1, no. 1, pp. 1–8, 2018.
- [29] D. Suprianto, V. A. H. Virdaus, R. Agustina, and D. W. Wibowo, “Microcontroller Arduino Untuk Pemula (Disertai Contoh-Contoh Proyek Yang Menginspirasi),” *Jasakom Edisi 1*, 2019.
- [30] D. Aribowo, M. Oton, and Radiyanto, “Remote Terminal Unit (RTU) SCADA Pada Jaringan Tegangan Menengah 30 kV,” *SETRUM*, vol. 3, no. 2, pp. 40–45, 2014.

- [31] www.popsoci.com, “best all in one computers,” <https://www.popsoci.com/gear/best-all-in-one-computers/>, 2021.
- [32] Shimizu.co.id, “Product catalogue SHIMIZU,” [https://www.shimizu.co.id › uploads › 2021/01](https://www.shimizu.co.id/uploads/2021/01), 2021.
- [33] Refco.ch, “Gambar pressure gauge,” <https://refco.ch/en/products/oil-pressure-gauge-ns-60-1-4-sae-class-1-0-oilfilled-connection-bottom-pressure-scale-bar~p3437>, 2022.
- [34] reylenferna.com, “yokogawa digital yewflo vortex flowmeter,” <https://www.reylenferna.com/solutions/industrial/automation-solutions/flowmeters-automation-solutions/yokogawa-digital-yewflo-vortex-flowmeter/>, 2021.
- [35] M. L. Hakim, “Perancangan dan Implementasi Stopkontak dengan Wireless dan Arduino berbasis Android. Project Akhir,” *Universitas Telkom Bandung*, 2017.
- [36] M. B. Zafhran, M. I. Sani, and T. Gunawan, “Smart Faucet (Keran Air Pintar Untuk Pengendalian Penggunaan Dan Pemantauan Air,” *e-Proceeding of Applied Science*, vol. 6, no. 2, pp. 3601–3611, 2020.
- [37] A. Syahrani, Naharuddin, and M. Nur, “ANALISIS KEKUATAN TARIK, KEKERASAN, DAN STRUKTUR MIKRO PADA PENGELASAN SMAW STAINLESS STEEL 312 DENGAN VARIASI ARUS LISTRIK,” *Jurnal Mekanikal*, vol. 9, no. 1, pp. 814–822, Jan. 2018.
- [38] S. Suyanto, R. Dwi Kurniawan, and P. Yanuar, “Pengaruh Natural Aging Terhadap Sifat Mekanis Aluminium Paduan A356 Sebagai Bahan Propeler,” Semarang, Dec. 2019. [Online]. Available: <https://jurnal.polines.ac.id/index.php/rekayasa>
- [39] Suyanto and I. Syafaat, “ANALISIS SIFAT MEKANIS PROPELER PERAHU NELAYAN TRADISIONAL BERBAHAN ALUMINIUM,” Semarang, Apr. 2018.
- [40] H. Yoshua, F. D. R. O. Walangitan, and M. Sibi, “STUDI KELAYAKAN PROYEK PEMBANGUNAN PERUMAHAN BETHSAIDA BITUNG OLEH PT. CAKRAWALA INDAH MANDIRI DENGAN KRITERIA INVESTASI,” *Jurnal Sipil Statik*, vol. 5, no. 7, pp. 401–410, 2017.
- [41] R. Pita, S. B. Ginting, and L. Sagala, “ANALISIS ANGGARAN BIAYA PRODUKSI SEBAGAI ALAT PERENCANAAN DAN PENGENDALIAN

- BIAYA PRODUKSI PADA PT. INDAPO BATU RONGKAM,” Medan, Jun. 2019. [Online]. Available: <http://stmb-multismart.ac.id/ejournal>
- [42] B. Bustami and Nurlela, *Akuntansi Biaya*, 4th ed. Jakarta: Mitra Wacana Media, 2013.
- [43] W. Sujarweni V and Mona, *Akuntansi Biaya: Teori & Penerapannya*, 1st ed. Yogyakarta: Pustaka Baru Press, 2015.
- [44] Siregar Badric *et al.*, *Akuntansi Manajemen*. Jakarta: Salemba Empat, 2013.
- [45] J. C. Moray *et al.*, “PENETAPAN HARGA JUAL DENGAN *COST PLUS PRICING* MENGGUNAKAN PENDEKATAN *FULL COSTING* PADA UD GLADYS BAKERY,” *Jurnal EMBA*, vol. 2, no. 2, pp. 1272–1283, 2014, Accessed: Aug. 06, 2023. [Online]. Available: <https://ejournal.unsrat.ac.id/index.php/emba/article/view/4719>
- [46] B. Sam, D. W. Manullang, H. Karamoy, and W. Pontoh, “ANALISIS KELAYAKAN INVESTASI AKTIVA TETAP (STUDI KASUS PADA CINCAU JO, BLENCHO DAN BROWNICE UNIT KREATIVITAS MAHASISWA UNIVERSITAS SAM RATULANGI),” *Jurnal EMBA*, vol. 7, no. 2, pp. 2561–2570, 2019.
- [47] D. Jati, “LIFE CYCLE *COST ANALYSIS* PADA ASET MILIK NEGARA (Studi pada Terminal Bus Tipe A Dhaksinarga),” Purwokerto, Dec. 2022.
- [48] T. Fitrio, “STUDI KELAYAKAN INVESTASI PEMBELIAN KAPAL TONGKANG CV. SURYA SAMUDRA SENTOSA,” *Jurnal Manajemen dan Bisnis*, vol. 7, no. 3, Aug. 2018.
- [49] G. Situmorang, “PENGATURAN TINGKAT KADUNGAN DALAM NEGERI (TKDN) ATAU LOCAL CONTENT REQUIREMENTS DI INDONESIA,” Aug. 2020. doi: <https://doi.org/10.25170/paradigma.v5i01.2182>.
- [50] R. Rahmawati, “Kajian Proses Pelaksanaan dan Perhitungan TKDN,” Bekasi, 2016.
- [51] Kemenperin, *Peraturan Menteri Perindustrian Nomor 54/M-IND/PER/3/2012*. Indonesia: <https://tkdn.kemenperin.go.id>, 2012.