

SKRIPSI

**ANALISIS DESAIN RANGKA ALAT PRAKTIKUM
PLTPH DENGAN TURBIN *CROSSFLOW* DAN PELTON
BERKAPASITAS 2 kW**



POLITEKNIK NEGERI BALI

Oleh

KHEMA AKIRA NOVANA ATMAJA

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

LEMBAR PERSETUJUAN UJIAN SKRIPSI

ANALISIS DESAIN RANGKA ALAT PRAKTIKUM PLTPH DENGAN TURBIN *CROSSFLOW* DAN PELTON BERKAPASITAS 2 kW

Oleh :

Khema Akira Novana Atmaja

NIM. 2215374019

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

di

Program Studi D4 Teknik Otomasi Spesialisasi Energi Baru Terbarukan
Jurusan Teknik Elektro - Politeknik Negeri Bali

Bukit Jimbaran, 18 Agustus 2023

Disetujui Oleh :

Dosen Pembimbing 1:



Ida Bagus Irawan Purnama, ST., M.Sc., Ph.D.
NIP. 197602142002121001

Dosen Pembimbing 2:



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

LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI

ANALISIS DESAIN RANGKA ALAT PRAKTIKUM PLTPH DENGAN TURBIN *CROSSFLOW* DAN PELTON BERKAPASITAS 2 kW

Oleh :

Khema Akira Novana Atmaja

NIM. 2215374019

Skripsi ini sudah melalui Ujian Skripsi pada tanggal 22 Agustus 2023,
dan sudah dilakukan Perbaikan untuk kemudian disahkan sebagai Skripsi
di

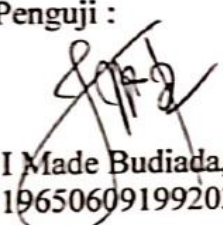
Program Studi D4 Teknik Otomasi
Jurusan Teknik Elektro - Politeknik Negeri Bali

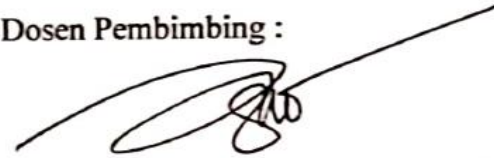
Bukit Jimbaran, 22 Agustus 2023


Disetujui Oleh :


Tim Penguji :

Dosen Pembimbing :


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



1. Ida Bagus Irawan Purnama, ST., M.Sc., Ph.D.
NIP. 197602142002121001


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


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

Disahkan Oleh:




I Wayan Raka Ardana, MT.
NIP. 196705021993031005

HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN KARYA SKRIPSI

Saya yang bertanda-tangan di bawah ini, menyatakan bahwa Skripsi dengan judul: **“Analisis Desain Rangka 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, 22 Agustus 2023

Yang menyatakan



Khema Akira Novana Atmaja
NIM. 2215374019

UCAPAN TERIMA KASIH

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. Bapak Ida Bagus Irawan Purnama, ST., M.Sc., Ph.D., selaku dosen pembimbing-1 yang selalu memberikan bimbingan, arahan, dorongan dan semangat kepada penulis, sehingga skripsi ini dapat terselesaikan.
6. Ibu Dr. Risa Nurin Baiti, S.T., M.T., 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 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. Semoga buku skripsi ini dapat bermanfaat bagi para pembaca umumnya, peneliti atau penulis dan khususnya kepada civitas akademik Politeknik Negeri Bali.

Badung, 22 Agustus 2023

Khema Akira Novana Atmaja

ABSTRAK

Alat praktikum PLTPH di laboratorium kampus digunakan sebagai pembelajaran sistem sederhana dari *hydro power*. Pembelajaran yang dilakukan umumnya seperti: menganalisis kinerja turbin, efisien turbin/generator dan perancangan turbin. Pendekatan analisis struktur desain dan material pada sistem PLTPH jarang dilakukan. Struktur desain dan material merupakan bagian penting dari kekokohan, stabilitas serta respons rangka dalam menahan beban komponen PLTPH. Dalam konteks memperpanjang umur kinerja alat dan perancangan yang lebih presisi, penelitian ini bertujuan untuk menganalisis desain rangka alat praktikum PLTPH yang dilengkapi dengan turbin *crossflow* dan pelton berkapasitas 2 kW.

Pada penelitian ini menggunakan metode simulasi *stress analysis* pada *Autodesk Inventor Professional 2020* dan metode kuantitatif berdasarkan *datasheet* material AISI/ATSM. Spesifikasi teknis komponen PLTPH sebagai acuan dalam merancang desain rangka. *Datasheet* untuk mengetahui sifat mekanik material. Material rangka menggunakan 3 logam tahan korosi : aluminium 6061, *galvanized steel* dan *stainless steel* 310. Simulasi pada 2 desain: desain 1 dan desain 2 atau alternatif. Variabel pembebanan berupa distribusi pembebanan komponen PLTPH = 2.223,1 N dan batas ambang maksimum pembebanan *safety factor* tertinggi pada desain 1. Kelemahan desain 1 memunculkan pembuatan desain alternatif.

Hasil analisis diperoleh bahwa desain rangka 1 berbentuk balok yang menghabiskan 27,16 m dalam penggunaan material. Hasil distribusi pembebanan pada desain rangka 1 terpilih material *galvanized steel* dengan nilai *safety factor* tertinggi = 14,553. Pembebanan *stress test* sebesar 14,553 kali lipat di desain 1 *galvanized steel*. Hasil simulasi *stress test*, sudut bagian luar dan di bawah rangka mengalami titik kritis. Oleh karena itu, alternatif desain dibuatkan dengan penambahan batang *galvanized steel* di sudut luar dan bawah rangka sebesar 10,64 m. Berdasarkan hasil simulasi desain alternatif, *safety factor* mengalami peningkatan sebesar 0,63.

Kata Kunci: *desain rangka alat praktikum PLTPH, analisis tegangan, aluminium 6061, galvanized steel, stainless steel 310*

ANALYSIS OF FRAME DESIGN PICO HYDRO PLANT LABORATORY EQUIPMENT WITH 2 KW CAPACITY FOR CROSSFLOW AND PELTON TURBINES

ABSTRACT

The pico hydro plant laboratory equipment in the campus serves as a practical tool for understanding simple hydro power systems. Common learning activities include analyzing turbine performance, turbine/generator efficiency and turbine design. However, the analysis of structural design and material aspects in the pico hydro plant system is often overlooked. Structural design and materials are vital for the strength, stability, and frame response to support the loads of the equipment. In the context of prolonging equipment lifespan and achieving more precise designs, this research aims to analyze the frame design of the pico hydro plant laboratory equipment which includes a 2 kW capacity crossflow and pelton turbine.

The research methodology involves stress analysis simulations using Autodesk Inventor Professional 2020 and a quantitative approach based on AISI/ASTM material datasheets. The technical specifications of the pico hydro plant components serve as a reference for frame design, with material mechanical properties gathered from datasheets. The frame materials under consideration comprise three corrosion-resistant metals: aluminum 6061, galvanized steel, and stainless steel 310. Two design scenarios, referred to as Design 1 and Design 2 (alternative), are subjected to simulations. The load variable encompasses distribution load of the pico hydro plant laboratory equipment components, it's 2,223.1 N, along with the highest safety factor threshold applied to Design 1. Weaknesses identified in Design 1 prompt the exploration of an alternative design.

Analysis findings reveal that Design 1, characterized by a beam-shaped frame, consumes 27.16 m of material. The distribution load analysis favors galvanized steel as the optimal material for Design 1, achieving the highest safety factor value of 14.553. Stress testing indicates of 14.553 times loads for galvanized steel in Design 1. Stress simulation outcomes highlight critical points at the outer corners and lower of the frame. Consequently, an alternative design is proposed, involving the addition of galvanized steel bars at the outer corners and lower frame, totaling 10.64 m. Based on the alternative design simulation, the safety factor experiences an increased by 0.63.

Keywords: *pico hydro plant laboratory equipment frame design, stress analysis, aluminium 6061, galvanized steel, stainless steel 310*

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kehadapan Tuhan Yang Maha Esa karena atas rahmat-Nya penulis dapat menyelesaikan penyusunan skripsi ini yang berjudul **Analisis Desain Rangka Alat Praktikum PLTPH dengan Turbin *Crossflow* dan Pelton berkapasitas 2 kW** tepat pada waktunya. Penyusunan Skripsi ini merupakan salah satu syarat untuk kelulusan program pendidikan pada jenjang Diploma 4 Program Studi Teknik Otomasi Spesialisasi Energi Baru Terbarukan, Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Bali. Penulis menyadari skripsi ini masih jauh dari sempurna, oleh karena itu penulis sangat mengharapkan kritik dan saran sebagai pembelajaran demi penyempurnaan karya-karya ilmiah penulis di masa yang akan datang.

Badung, 22 Agustus 2023

Khema Akira Novana Atmaja

DAFTAR ISI

lembar Persetujuan Ujian Skripsi	ii
Lembar Pengesahan Skripsi.....	iii
Halaman Pernyataan Keaslian Karya Skripsi	iv
Ucapan Terima Kasih	v
Abstrak.....	vi
<i>Abstract</i>	vii
Kata Pengantar.....	viii
Daftar Isi	ix
Daftar Tabel	xi
Daftar Gambar	xii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah	2
1.3 Batasan Masalah.....	2
1.4 Tujuan Penelitian	3
1.4.1 Tujuan Umum.....	3
1.4.2 Tujuan Khusus.....	3
1.5 Manfaat Penelitian	4
1.5.1 Manfaat Bagi Penulis	4
1.5.2 Manfaat Bagi Politeknik Negeri Bali	4
1.5.3 Manfaat Bagi Masyarakat.....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Penelitian Sebelumnya.....	5
2.2 Landasan Teori.....	6
2.2.1 Alat Praktikum Pembangkit Listrik Tenaga <i>Pico Hydro</i> (PLTPH).....	6
2.2.2 Turbin <i>Crossflow</i>	7
2.2.3 Turbin Pelton	8
2.2.4 Struktur Desain Rangka.....	9
2.2.5 Tegangan dan Regangan.....	9
2.2.6 Kriteria <i>Von Mises</i>	10
2.2.7 <i>Displacement</i>	10
2.2.8 <i>Safety Factor</i>	10
2.3 Material yang Digunakan.....	11
2.3.1 Aluminium 6061.....	11

2.3.2 Galvanized Steel	13
2.3.3 Stainless Steel 310	15
BAB III METODE PENELITIAN.....	17
3.1 Jenis Penelitian.....	17
3.2 Alur Penelitian	17
3.3 Lokasi dan Waktu Penelitian	19
3.4 Penentuan Sumber Data	20
3.5 Sumber Daya Penelitian.....	22
3.6 Instrumen Penelitian.....	23
3.6.1 Instrumen Dalam Pendesainan	23
3.6.2 Instrumen Dalam Analisis	23
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	24
4.1 Hasil Simulasi Rangka 1	24
4.1.1 Desain Rangka.....	24
4.1.2 Distribusi Pembebanan	26
4.1.3 Peng- <i>input</i> -an Data Material	28
4.1.4 Hasil Simulasi Desain Rangka 1	29
4.1.5 Pembebanan Maksimum (<i>Stress Test</i>).....	34
4.2 Hasil Simulasi Rangka 2 (Alternatif).....	39
4.2.1 Desain Rangka.....	39
4.2.2 Distribusi Pembebanan	39
4.2.3 Peng- <i>input</i> -an Data Material	40
4.2.4 Hasil Simulasi Desain Rangka 2	41
4.2.5 Hasil Penempatan Komponen PLTPH Pada Desain Rangka 2	43
BAB V PENUTUP	44
5.1 Kesimpulan	44
5.2 Saran.....	44
DAFTAR PUSTAKA.....	45

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Pembagian jenis dan daya pada PLTA	6
Tabel 2.2 Sifat mekanik pada aluminium 6061	13
Tabel 2.3 Sifat fisik aluminium 6061	13
Tabel 2.4 Sifat mekanik <i>galvanized steel</i>	15
Tabel 2.5 Sifat mekanik <i>stainless steel</i> 310	16
Tabel 2.6 Komposisi <i>stainless steel</i> 310	16
Tabel 3.1 Perunutan jadwal <i>milestone</i> penyusunan skripsi.....	19
Tabel 3.2 Format nilai hasil analisis simulasi (keamanan desain rangka)	21
Tabel 3.3 Format perbandingan hasil pembebanan maksimum berdasarkan pengalihan <i>safety factor</i> tertinggi pada desain rangka 1	22
Tabel 4.1 Beban yang diterima rangka	27
Tabel 4.2 Perbandingan kriteria distribusi pembebanan desain rangka alat praktikum PLTPH	34
Tabel 4.3 Beban maksimum yang diterima desain rangka 1 <i>galvanized steel</i>	35
Tabel 4.4 Distribusi beban desain 2 berdasarkan pembebanan maksimum desain 1 <i>galvanized steel</i>	39
Tabel 4.5 Hasil perbandingan pembebanan maksimum berdasarkan pengalihan <i>safety factor</i> tertinggi pada desain rangka 1	43

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Skema alat praktikum PLTPH.....	7
Gambar 2.2	Skema turbin <i>crossflow</i>	8
Gambar 2.3	Skema turbin pelton.....	8
Gambar 2.4	Skema <i>displacement</i>	10
Gambar 3.1	Diagram alir penelitian.....	17
Gambar 3.2	<i>Flow chart</i> analisis dalam penentuan sumber data.....	22
Gambar 4.1	Penempatan komponen PLTPH bagian atas rangka : (a) dimensi panjang, tinggi; (b) lebar	24
Gambar 4.2	Penempatan komponen PLTPH bagian bawah rangka : (a) dimensi panjang, tinggi; (b) lebar.....	25
Gambar 4.3	Desain rangka 1	25
Gambar 4.4	(a) Total massa komponen PLTPH bagian atas rangka (beban A1) ; (b) Penempatan komponen PLTPH bagian atas rangka (beban A1)	26
Gambar 4.5	(a) Total massa komponen PLTPH bagian bawah rangka (beban A2) ; (b) Penempatan komponen PLTPH bagian bawah rangka (beban A2) ...	27
Gambar 4.6	Penempatan constraint dan pembebanan A1 (desain rangka 1).....	27
Gambar 4.7	Penempatan pembebanan A2 (desain rangka 1).....	28
Gambar 4.8	<i>Input</i> data karakteristik material desain rangka 1 pada <i>Autodesk Inventor</i> : (a) aluminium 6061 ; (b) <i>steel galvanized</i> ; (c) <i>stainless steel</i> 310.....	28
Gambar 4.9	Hasil simulasi <i>von mises stress</i> pada desain rangka 1 (aluminium 6061).....	29
Gambar 4.10	Hasil simulasi <i>displacement</i> pada desain rangka 1 (aluminium 6061) ...	29
Gambar 4.11	Hasil simulasi <i>safety factor</i> pada desain rangka 1 (aluminium 6061).....	30
Gambar 4.12	Hasil simulasi <i>von mises stress</i> pada desain rangka 1 (<i>galvanized steel</i>).....	30
Gambar 4.13	Hasil simulasi <i>displacement</i> pada desain rangka 1 (<i>galvanized steel</i>) ...	31
Gambar 4.14	Hasil simulasi <i>safety factor</i> pada desain rangka 1 (<i>galvanized steel</i>)	31
Gambar 4.15	Hasil simulasi <i>von mises stress</i> pada desain rangka 1 (<i>stainless steel</i> 310).....	32
Gambar 4.16	Hasil simulasi <i>displacement</i> pada desain rangka 1 (<i>stainless steel</i> 310).....	33
Gambar 4.17	Hasil simulasi <i>safety factor</i> pada desain rangka 1 (<i>stainless steel</i> 310).....	33
Gambar 4.18	Posisi <i>constraint</i> & pembebanan maksimal bagian atas desain rangka 1 <i>galvanized steel</i>	35
Gambar 4.19	Posisi <i>constraint</i> & pembebanan maksimal bagian bawah desain rangka 1 <i>galvanized steel</i>	35

Gambar 4.20	<i>Input data karakteristik material desain rangka 1 galvanized steel pada Autodesk Inventor</i>	36
Gambar 4.21	Hasil simulasi <i>von mises stress</i> pada pembebanan maksimum desain 1 (<i>galvanized steel</i>)	36
Gambar 4.22	Hasil simulasi <i>displacement</i> pada pembebanan maksimum desain 1 (<i>galvanized steel</i>)	37
Gambar 4.23	Hasil simulasi <i>safety factor</i> pada pembebanan maksimum desain 1 (<i>galvanized steel</i>)	37
Gambar 4.24	Penempatan komponen PLTPH pada desain rangka 1	38
Gambar 4.25	Desain rangka 2 <i>galvanized steel</i>	39
Gambar 4.26	Penempatan <i>constraint</i> dan pembebanan B1 (desain rangka 2).....	40
Gambar 4.27	Penempatan pembebanan B2 (desain rangka 2).....	40
Gambar 4.28	<i>Input data karakteristik material desain rangka 2 galvanized steel pada Autodesk Inventor</i>	41
Gambar 4.29	Hasil simulasi <i>von mises stress</i> pada desain rangka 2 <i>galvanized steel</i> ..	41
Gambar 4.30	Hasil simulasi <i>displacement</i> pada desain rangka 2 <i>galvanized steel</i>	42
Gambar 4.31	Hasil simulasi <i>safety factor</i> pada desain rangka 2 <i>galvanized steel</i>	42
Gambar 4.32	Penempatan komponen PLTPH pada desain rangka 2 alternatif	43

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Surat edaran Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral Nomor 458.Pers/04/SJI/2021 dan Kebijakan Energi Nasional pada PerPres RI No.22 Tahun 2017 tentang Rencana Umum Energi Nasional menyatakan bahwa upaya peningkatan penggunaan energi terbarukan oleh Pemerintah Indonesia telah menetapkan sebuah target bahwa pada tahun 2025 sekitar 23%. Kemudian, target tersebut akan terus meningkat sehingga pada tahun 2050 diharapkan mencapai 31,2% dari seluruh kebutuhan energi nasional [1][2].

Berdasarkan kebijakan tersebut, seharusnya semua pihak harus mengambil langkah yang lebih serius dalam beralih menuju Energi Baru Terbarukan (EBT), mengingat potensi besar energi terbarukan di Indonesia. Potensi energi terbarukan yang memungkinkan di Indonesia dikualifikasikan menjadi 3 potensi urutan terbesar yaitu sumber energi matahari yang merata sepanjang tahun, sumber energi air yang melimpah (daerah aliran sungai, irigasi dan pegunungan di tiap kepulauan Indonesia) dan sumber energi bayu [3].

Salah satu pemanfaatan energi terbarukan yaitu energi air. Potensi energi air sangat dibutuhkan pada sistem Pembangkit Listrik Tenaga Air (PLTA). Pengoperasian PLTA yang baik dan efisien membutuhkan Sumber Daya Manusia (SDM) yang terampil. Maka dari itu, penting bagi lembaga pendidikan memberikan fasilitas yang cukup dan lengkap guna mendukung pembelajaran bagi pelajar khususnya mahasiswa yang berfokus di bidang PLTA. Fasilitas tersebut adalah alat praktikum yang memiliki kapasitas rendah (*pico hydro*) sebagai metode pembelajaran di laboratorium kampus yang menjurus ke bidang EBT [4].

Alat praktikum Pembangkit Listrik Tenaga *Pico Hydro* (PLTPH) ini sudah mulai marak tersebar di laboratorium-laboratorium kampus seluruh Indonesia. Alat praktikum PLTPH memiliki bermacam-macam jenis, mulai dari turbin berjenis *crossflow*, pelton, dan semacamnya. Penelitian pada alat praktikum PLTPH umumnya yang dilakukan adalah merancang turbin, menghitung efisiensi turbin, efisiensi generator dan menganalisis kinerja turbin. Tetapi, minimnya penelitian yang melakukan analisis material serta struktur desain rangka yang digunakan pada alat praktikum PLTPH [5][6].

Pembahasan struktur desain dan material untuk rangka alat praktikum PLTPH pada penelitian-penelitian terdahulu tidak menunjukkan secara mendalam mengenai perhitungan bentuk desain dan pemilihan jenis material yang digunakan [7][8][9]. Pemilihan material merupakan hal yang krusial dimana material yang digunakan berdasarkan kondisi di sekitar lingkungan dan kebutuhan total beban komponen. Hal penggunaan material berkaitan langsung dengan bentuk desain rangka yang nantinya bisa menghemat biaya perancangan dan memperpanjang umur alat praktikum PLTPH.

Oleh karena itu, penulis akan menganalisis pembebanan rangka yang diterima dari komponen-komponen PLTPH yang berjudul “Analisis Desain Rangka Alat Praktikum PLTPH dengan Turbin *Crossflow* dan Pelton berkapasitas 2 kW” sebagai skripsi serta salah satu syarat menuntaskan Pendidikan Diploma IV Program Studi Teknik Otomasi Spesialisasi Energi Baru Terbarukan. Besar harapan penelitian ini mampu memberikan dampak positif terhadap pemahaman dan penerapan teknologi PLTPH untuk masa depan yang lebih berkelanjutan.

1.2 Perumusan Masalah

Didalam pembahasan skripsi ini, yang menjadi permasalahan yakni:

- a. Bagaimana-kah bentuk desain rangka alat praktikum berdasarkan dimensi dan spesifikasi teknis komponen PLTPH?
- b. Bagaimana-kah distribusi pembebanan pada rangka dengan menggunakan material aluminium 6061, *galvanized steel* dan *stainless steel* 310 pada desain 1 dilihat dari faktor keamanan tertinggi?
- c. Bagaimana-kah hasil *stress test* rangka 1 dan 2 dengan menggunakan material yang memiliki faktor keamanan tertinggi pada rumusan masalah (b.)?

1.3 Batasan Masalah

Pada pembahasan skripsi ini, yang menjadi batasan permasalahan adalah sebagai berikut:

- a. Desain rangka yang dibuat adalah desain simpel dan kompleks.
- b. Spesifikasi teknis komponen yang dipakai (dimensi dan massa):
 - Turbin *crossflow* (287 x 256 x 348 mm ; 43 kg)
 - Turbin pelton (300 x 100 x 300 mm ; 7 kg)
 - Sistem pemipaan, alat ukur (2,5 dim ; 50 kg)
 - Monitor (700 x 400 mm ; 3,7 kg)
 - Sistem kontrol dan kelistrikan (20 kg)

- Pompa sentrifugal (308 x 180 x 343 mm)
- c. Gerakan turbin dan generator dianggap sebagai beban statis.
- d. Desain memiliki dimensi luar yang sama serta menggunakan 3 jenis material (aluminium 6061, *galvanized steel* dan *stainless steel* 310) dengan ukuran 30 x 30 mm.
- e. Skripsi ini membahas sifat mekanik material tanpa mempertimbangkan unsur kimia yang terjadi.
- f. Skripsi ini membahas penggunaan beberapa jenis material logam non korosi tanpa memperhitungkan kelayakan investasi.
- g. Menggunakan *software Autodesk Inventor Professional* 2020 guna membuat desain rangka dan simulasi *stress analysis: static analysis*.

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian dibagi menjadi tujuan umum dan tujuan khusus yang dirincikan sebagai berikut:

1.4.1 Tujuan Umum

Berikut tujuan umum pembuatan skripsi ini yakni sebagai berikut:

- a. Sebagai salah satu persyaratan untuk menyelesaikan Program Pendidikan Diploma IV pada Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Bali.
- b. Sebagai peninjauan kembali penerapan ilmu praktikum dan teoritis yang didapatkan selama menempuh di bangku kuliah.
- c. Sebagai pelatihan diri dalam menyelesaikan suatu permasalahan yang nantinya dihadapi di dunia industri atau kerja.

1.4.2 Tujuan Khusus

Adapun tujuan khusus dari analisis desain rangka alat praktikum PLTPH dengan turbin *crossflow* dan pelton berkapasitas 2 kW, sebagai berikut:

- a. Dapat mendesain bentuk rangka alat praktikum berdasarkan dimensi dan spesifikasi teknis komponen PLTPH.
- b. Dapat menganalisis distribusi pembebanan pada rangka dengan menggunakan material aluminium 6061, *galvanized steel* dan *stainless steel* 310 pada desain 1 dilihat dari faktor keamanan tertinggi.
- c. Dapat menganalisis *stress test* rangka 1 dan 2 dengan menggunakan material yang memiliki faktor keamanan tertinggi pada rumusan masalah (b.).

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat yang diharapkan oleh penulis dalam menganalisis desain rangka alat praktikum PLTPH dengan turbin *crossflow* dan pelton berkapasitas 2 kW, sebagai berikut:

1.5.1 Manfaat Bagi Penulis

Mampu untuk mengembangkan dan mengimplementasikan ilmu yang diterima sepanjang perkuliahan berlangsung di Politeknik Negeri Bali di Jurusan Teknik Elektro Program Studi Teknik Otomasi Spesialisasi Energi Baru Terbarukan baik secara praktikum dan teoritis. Disisi lain merupakan syarat untuk menyelesaikan pendidikan Diploma IV Politeknik Negeri Bali Jurusan Teknik Elektro.

1.5.2 Manfaat Bagi Politeknik Negeri Bali

Hasil analisis yang didapatkan dari skripsi ini besar harapan penulis kedepannya bisa digunakan sebagai sumber informasi dan ilmu pengetahuan para pembaca serta memperbanyak buku-buku referensi bagi perpustakaan di Politeknik Negeri Bali.

1.5.3 Manfaat Bagi Masyarakat

Hasil analisis skripsi ini besar harapan dari penulis bahwa masyarakat dapat mengetahui pengaruh besarnya distribusi pembebanan yang terjadi pada suatu rangka alat praktikum PLTPH atau akibat yang terjadi ketika benda tumpuan menahan beban yang ditopangnya.

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil dan pembahasan pada penelitian skripsi ini, dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

1. Desain rangka 1 menghabiskan 27,16 meter dengan material batang 30 x 30 mm ; desain berbentuk balok berdimensi 2 x 1,5 x 1 m. Bentuk desain rangka 1 berupa balok merupakan bentuk desain yang paling relevan, karena dilihat dari keperluan dimensi komponen dan cara kerja sistem alat praktikum PLTPH.
2. Hasil simulasi distribusi pembebanan desain 1 berdasarkan pemilihan material aluminium 6061, *galvanized steel* dan *stainless steel* 310 bahwa material *galvanized steel* memiliki nilai *safety factor* tertinggi = 14,553. Desain 1 menggunakan material *galvanized steel* lebih layak dirancang untuk menopang komponen alat praktikum PLTPH berkapasitas 2 kW.
3. Hasil *stress test* pada desain rangka *galvanized steel* (yang memiliki *safety factor* tertinggi) menunjukkan bahwa lokasi kritis ada di sudut luar dan tengah bagian bawah rangka sehingga penulis merekomendasikan desain 2 (alternatif) untuk meminimalisir kegagalan pada lokasi kritis tersebut. Desain alternatif direkomendasikan daripada desain 1 karena nilai *safety factor*-nya lebih tinggi yaitu 1,63 tetapi terdapat penambahan penggunaan segitiga penguat dan batang *galvanized steel* sebesar 10,64 meter.

5.2 Saran

Pada penyusunan skripsi ini terdapat saran yang perlu diperhatikan untuk penelitian selanjutnya yang mengacu pada penulisan skripsi ini antara lain sebagai berikut:

1. Melakukan analisis menggunakan metode elemen hingga atau *finite element method*.
2. Diharapkan penelitian kedepannya menggunakan variasi jenis logam anti korosi yang berbeda dari penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] A. Pribadi, “Direktorat Jenderal EBTKE - Kementerian ESDM,” 2021. <https://ebtke.esdm.go.id/post/2021/12/15/3038/menteri.esdm.perlu.upaya.konkrit.dan.terencana.capai.target.bauran.23.di.tahun.2025> (diakses 28 Juli 2023).
- [2] S. B. Parikesit, “Rencana Umum Energi Nasional Lampiran I Peraturan Presiden Republik Indonesia,” *peraturan.bpk.go.id*, 2017. <https://peraturan.bpk.go.id/Home/Details/68772>
- [3] R. Budiarto, D. S. Widhyharto, A. Prasetya, A. R. Wardhana, dan J. Jati Hidayat, *Energi Surya untuk Komunitas Meningkatkan Produktivitas Masyarakat Pedesaan Melalui Energi Terbarukan*, no. January. LAKPESDAM-PBNU, 2017.
- [4] Komarudin, “Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro - Pengenalan, Operasi dan Perawatan,” PT. Protel Multi Energi, Badung, 2022, hal. 1–25.
- [5] F. Odi dan , W., “Kajian Analisis Efisiensi Turbin dan Generator Simulator Pembangkit Listrik Piko hidro di Laboratorium Konversi Energi,” *Suara Tek. J. Ilm.*, vol. 11, no. 1, hal. 38, 2020, doi: 10.29406/stek.v11i1.1943.
- [6] A. Salam, J. Jamal, B. Nasrullah, T. Limin, A. M. Irsyam, dan A. Wahid, “Rancang Bangun Alat Uji Kinerja PLTMH Skala Laboratorium,” *J. Sinergi Jur. Tek. Mesin*, vol. 15, no. 2, hal. 142–148, 2019, doi: 10.31963/sinergi.v15i2.1188.
- [7] A. Asrori, T. Adikusuma, dan E. Yudiyanto, “Rancang Bangun Turbin Pelton Kapasitas 270 W Sebagai Alat Peraga Sistem Pembangkit Listrik Pico Hydro,” *Briliant J. Ris. dan Konseptual*, vol. 7, no. 2, hal. 522–536, 2022, doi: 10.28926/briliant.v7i2.973.
- [8] A. Akhwan, B. Gunari, S. Sunardi, dan W. A. Wirawan, “Rancang Bangun Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro (PLTMH) Politeknik Perkeretaapian Indonesia Madiun,” *Eksergi*, vol. 17, no. 1, hal. 15, 2021, doi: 10.32497/eksergi.v17i1.2168.
- [9] I. Abdurahmasyah, H. U. A. Gani, dan M. Ivanto, “Rancang Bangun Prototipe Instalasi PLTMH untuk Mengetahui Unjuk Kerja Alternator dengan Variasi Debit Aliran pada Pengaturan Katup terhadap Output Daya,” *J. Teknol. Rekayasa Tek. Mesin*, vol. 1, no. 1, hal. 1–7, 2019.
- [10] R. Ismail, M. Munadi, Z. K. Ahmad, dan A. P. Bayuseno, “Analisis Displacement dan Tegangan von Mises Terhadap Chassis Mobil Listrik Gentayu,” *Rotasi*, vol. 20, no. 4, hal. 231, 2019, doi: 10.14710/rotasi.20.4.231-236.
- [11] L. A. N. Wibawa, “Desain dan Analisis Kekuatan Rangka Meja Kerja (Workbench) Balai Lapan Garut Menggunakan Metode Elemen Hingga,” *J. Tek. Mesin ITI*, vol. 3, no. 1, hal. 13–17, 2019, doi: 10.31543/jtm.v3i1.216.
- [12] M. Ibrahim, I. Dirja, dan V. Naubnome, “Rancang Bangun Prototipe PLTPh Sebagai Listrik Penerangan Kapasitas 9 Watt,” *J. Energi Dan Manufaktur*, vol. 13, no. 2, hal. 63, 2020, doi: 10.24843/jem.2020.v13.i02.p04.
- [13] Tinawati, A. H. Wahyudi, dan Solichin, “Perencanaan Dasar Bangunan Pembangkit Listrik Tenaga Air (PLTA) Kalibeber Kabupaten Wonosobo,” *Matriks Tek. Sipil*, hal. 455–463, 2015, [Daring]. Tersedia pada: <https://103.23.224.239/matriks/article/view/37200>

- [14] E. Suryono dan A. E. B. Nusantara, “Simulasi Turbin Crossflow dengan Jumlah Sudu 18 sebagai Pembangkit Listrik Picohydro,” *Simetris J. Tek. Mesin, Elektro dan Ilmu Komput.*, vol. 8, no. 2, hal. 547–552, 2017, doi: 10.24176/simet.v8i2.1412.
- [15] A. H. Elbatran, M. W. Abdel-Hamed, O. B. Yaakob, Y. M. Ahmed, dan M. Arif Ismail, “Hydro Power and Turbine Systems Reviews,” *J. Teknol.*, vol. 74, no. 5, hal. 83–90, 2015, doi: 10.11113/jt.v74.4646.
- [16] W. Trisasiwi, Masrukhi, A. Mustofa, dan Furqon, “Rancang Bangun Turbin Cross-Flow untuk Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro (PLTMH) Skala Laboratorium,” vol. 13, no. 1, hal. 29–35, 2017.
- [17] A. Thobari, Mustaqim, dan H. Wibowo, “Analisa Pengaruh Sudut Keluar Sudu terhadap Putaran Turbin Pelton,” *Engineering*, vol. 7, no. 2, hal. 1–6, 2013, [Daring]. Tersedia pada: <http://e-journal.upstegal.ac.id/index.php/eng/article/view/272/274>
- [18] C. Insani, “Rancang Bangun Turbin Reaksi pada Sungai Taman Kota 2 dengan Model Aliran Vortex,” *J. Tek. Mesin ITI*, vol. 5, no. 2, hal. 79, 2021, doi: 10.31543/jtm.v5i2.587.
- [19] G. E. Pramono, A. Hidayat, dan R. Waluyo, “Perancangan dan Simulasi Desain Rangka Sepeda Motor Listrik Tipe Trellis Menggunakan Finite Element Analysis,” *JTERA (Jurnal Teknol. Rekayasa)*, vol. 5, no. 2, hal. 319, 2020, doi: 10.31544/jtera.v5.i2.2020.319-326.
- [20] Amrinsyah, *Mekanika Kekuatan Material*, 1 ed. Medan: Universitas Medan Area, 2013.
- [21] A. Hamdani, Q. Qomaruddin, R. Winarso, dan M. Kabib, “Perancangan Dan Simulasi Tegangan Rangka Mesin Pres Batako,” *J. Crankshaft*, vol. 3, no. 2, hal. 1–6, 2020, doi: 10.24176/crankshaft.v3i2.3094.
- [22] E. Prasetyo, R. Hermawan, M. N. I. Ridho, I. I. Hajar, H. Hariri, dan E. A. Pane, “Analisis Kekuatan Rangka Pada Mesin Transverse Ducting Flange (TDF) Menggunakan Software Solidworks,” *Rekayasa*, vol. 13, no. 3, hal. 299–306, 2020, doi: 10.21107/rekayasa.v13i3.8872.
- [23] S. Dwi Lesmana dan D. Yanti Sari, “Analisa Kekuatan Impact pada Aluminium 6061 dengan Variasi Lapisan Serat Karbon Aplikasi Kerangka Mobil Listrik,” *VOMEK*, vol. 3, no. 1, hal. 52–59, 2021, [Daring]. Tersedia pada: <http://vomek.ppj.unp.ac.id>
- [24] Harcourt, “6061 Aluminum 6061,” *harcourt*, 2018. https://www.harcourt.co/overview_documents/6061_aluminum_data_sheet.PDF
- [25] M. M. Irsat dan I. Ismail, “Tingkat Kekuatan Cara Biner dengan Beberapa Bentuk Variasi dari Bahan AL 6061 dengan Desain Triangel, Pentagon, Box, Butterfly, Wings, Kite,” *Publ. Online Mhs. Tek. Mesin UNTAG Surabaya*, vol. 1, no. 2, hal. 1–8, 2018.
- [26] Y. Wahyudi dan A. Fahrudin, “Analisa Perbandingan Pelapisan Galvanis Elektroplating dengan Hot Dip Galvanizing terhadap Ketahanan Korosi dan Kekerasan pada Baja,” *Rekayasa Energi Manufaktur*, vol. 1, no. 1, 2016, doi: 10.21070/r.e.m.v1i1.173.
- [27] M. Cascadia, “Grade Data Sheet,” 2020. <https://www.cmetals.com/wp->

content/uploads/2020/03/Galvanized_Steel_Grade_Data_Sheets.pdf

- [28] V. Anand Rao dan R. Deivanathan, “Experimental investigation for welding aspects of stainless steel 310 for the process of TIG welding,” *Procedia Eng.*, vol. 97, hal. 902–908, 2014, doi: 10.1016/j.proeng.2014.12.365.
- [29] J. Pearson, “Stainless Steel 310, 310S, 310H Grade Data Sheet,” *atlassteels*, 2021. <https://atlassteels.com.au/wp-content/uploads/2021/06/Stainless-Steel-310-310S-310H-Grade-Data-Sheet-23-04-21.pdf>
- [30] M. P. B. L. Eka, “Analisis Elastisitas dan Karakterisasi Kimia Logam Baja SS 304, SS 310, dan Low Alloy dengan Menggunakan Tensile Test Machine,” *TeknikM*, vol. 1, no. April, hal. 1–9, 2018.
- [31] I. M. A. Sudanayasa, I. P. D. A. Winata, K. A. N. Atmaja, dan I. W. A. Junaedy, “Laporan Akhir Capstone Project Perencanaan Pembuatan Alat Praktikum PLTPH dengan Turbin Crossflow dan Pelton Berkapasitas 2 kW,” Badung, 2023.