

PEMBUATAN PURWARUPA POROS TURBIN ULIR MODULAR ARCHIMEDES MENGGUNAKAN PEMESINAN 3D PRINTING

Proyek Akhir

Disusun sebagai salah satu syarat untuk

Menyelesaikan pendidikan Program Diploma III

Oleh

Ajeng Dyahrostyanti Rahadiana

220311001



PROGRAM STUDI PEMELIHARAAN MESIN

JURUSAN TEKNIK MANUFAKTUR

POLITEKNIK MANUFAKTUR BANDUNG

2023

LEMBAR PERSETUJUAN KARYA TULIS ILMIAH

**“PEMBUATAN PURWARUPA POROS TURBIN ULIR MODULAR ARCHIMEDES
MENGUNAKAN PEMESINAN 3D PRINTING”**

Oleh

Ajeng Dyahrostyanti Rahadaiana

220311001

Karya Tulis Ilmiah ini Telah Dikonsultasikan dengan Calon Dosen Pembimbing dan
Siap untuk Ditinjau.

Disetujui,

Calon Pembimbing 1

Calon Pembimbing 2

Dr. Herman Budi Harja, ST., MT.
NIP.197902022008101001

Mohammad Yazid Diratama, S.Tr., MT
NIP. 219404005

Mengetahui,

Ka. Prodi Pemeliharaan Mesin

Dr. Herman Budi Harja, ST., MT., IPM.

NIP. 197902022008101001

ABSTRAK

Turbin ulir *Archimedes* adalah jenis turbin air yang cocok untuk digunakan di sungai dengan kondisi fluida dan ketinggian rendah. Namun, ada tantangan dalam menerapkan turbin ini di daerah terpencil yang sulit diakses karena masalah logistik dan pemasangan yang kurang efisien. Untuk mengatasi permasalahan ini, solusinya adalah dengan menghasilkan poros turbin ulir *Archimedes* secara modular. Konsep modularitas pada poros turbin ulir mengacu pada penggunaan beberapa segmen turbin ulir yang dapat dirakit menjadi satu poros dengan panjang yang diinginkan. Ini memungkinkan turbin ulir dibangun dengan variasi ketinggian air yang berbeda. Pembuatan poros modular dengan panjang 120 mm dilakukan melalui proses pemesinan *3D Printing* di kampus POLMAN Bandung. Pendekatan metodologi proyek melibatkan perhitungan dimensi, perancangan gambar teknik *prototipe* poros modular, merencanakan proses pembuatan, melaksanakan tahap pemesinan, dan merakit komponen-komponen secara bersamaan. Hasil akhir dari proyek ini menunjukkan bahwa segmen poros yang dibuat menggunakan bahan Resin Rigid 4000 berhasil dicetak dengan sempurna melalui teknologi *3D Printing*. Lebih lanjut, modularitas poros teruji dengan baik melalui berbagai metode perakitan yang telah diuji sebanyak 30 kali pada modul-modul yang berbeda.

Katakunci: Turbin Ulir *Archimedes*, Modularitas poros turbin, Pemesinan, *3D Printing*.

KATA PENGANTAR

Syukur Alhamdulillah dipanjatkan kehadirat Allah SWT yang telah memberikan begitu banyak rahmat serta karunia-Nya, dan juga telah memberikan nikmat dan kesehatan sehingga penulis dapat menyelesaikan penulisan karya tulis proyek akhir sebaik mungkin dengan judul **“PEMBUATAN PURWARUPA POROS TURBIN ULIR MODULAR ARCHIMEDES MENGGUNAKAN PEMESINAN 3D PRINTING”**

Karya tulis proyek akhir ini diselesaikan untuk memenuhi salah satu syarat menempuh pendidikan Diploma III di Politeknik Manufaktur Bandung.

Penyusunan karya tulis proyek akhir ini dapat selesai tak luput dari bantuan dan motivasi dari berbagai pihak, sehingga dalam hal ini penulis akan mengucapkan terimakasih sebesar-besarnya kepada:

1. Kedua orang tua penulis, Bapak Bambang Rochadi, Ibu tercinta, dan Ibu Ros Hendrawati, yang selalu memberikan banyak dukungan, baik secara moril maupun materil selama kegiatan ini berlangsung dan sampai selesainya karya tulis proyek akhir ini.
2. Yth. Bapak Dr. Herman Budi Harja, ST., MT sebagai ketua program studi Teknik sekaligus dosen pembimbing 1 yang telah membantu memberikan arahan juga solusi pengerjaan proyek akhir, dan telah memberikan ilmu baru serta meluangkan waktu untuk melakukan bimbingan.
3. Yth. Bapak Mohammad Yazid Diratama, S.Tr., MT sebagai dosen pembimbing 2 yang telah bersedia memberikan waktu untuk melakukan bimbingan.
6. Teman-teman kelas 3MEA yang telah membantu memberikan semangat, Motivasi juga tenaganya, Sehingga penulis dapat menyelesaikan kegiatan proyek akhir ini.
7. Pegawai polman satpam, dan perpustakaan yang telah membantu memberikan kemudahan akses untuk memudahkan proyek akhir ini.

Penulis menyadari bahwa apa yang ada dalam karya tulis proyek akhir ini belum sepenuhnya sempurna, namun penulis berharap semoga dengan adanya karya tulis proyek akhir yang penulis telah selesaikan ini dapat memberikan manfaat dan ilmu baru bagi penulis sendiri dan untuk para pembaca, dan juga penulis berharap kegiatan pembuatan poros turbin ulir *modular Archimedes* menggunakan pemesinan *3D Printing* ini dapat memberikan manfaat yang bisa

digunakan. Terima kasih

Bandung, 30 Mei 2023

A handwritten signature in black ink, consisting of a large, sweeping loop on the left that crosses over a horizontal line extending to the right.

Penulis

DAFTAR ISI

ABSTRAK	ii
KATA PENGANTAR.....	iii
DAFTAR ISI.....	v
DAFTAR GAMBAR	vii
DAFTAR TABEL.....	ix
DAFTAR LAMPIRAN.....	x
BAB I.....	11
PENDAHULUAN.....	11
1.1 Latar Belakang.....	11
1.2 Rumusan Masalah	12
1.3 Tujuan.....	12
1.4 Ruang Lingkup	12
1.5 Sistematika Penulisan.....	13
BAB II.....	14
LAPORAN TEKNIK.....	14
2.1 Landasan Teori	14
2.1.1 Turbin Ulir <i>Archimedes</i>	14
2.1.2 Metoda Penentuan Dimensi Sudut Turbin ulir	14
2.1.3 Torsi Poros Turbin Ulir <i>Archimedes</i>	17
2.1.4 Diagram Benda Bebas.....	21
2.1.6 Tegangan Lentur dan Kekuatan Tarik	21
2.1.7 Pemesinan <i>3D Printing</i>	21
2.1.8 Material Pembuatan Poros Modular	22
2.1.9 Standar Pengembangan Produk Modular.....	23
2.2 Metodologi Penyelesaian.....	23
2.2.1 Perhitungan Dimensi dan Pembuatan Gambar Teknik Purwarupa Poros Turbin Ulir.	25
2.2.2. Perencanaan proses pemesinan dan melakukan pemesinan <i>3D Printing</i> Purwarupa poros segmen turbin ulir modular	38
2.2.3 Verifikasi fungsi modularitas poros segmen hasil pemesinan <i>3d Printing</i>	48
2.2.4 Proses Pembuatan dan QC.....	57
2.2.4.1 Hasil QC (<i>Quality Control</i>)	59
BAB III.....	62
KESIMPULAN DAN SARAN.....	62
3.1 Kesimpulan.....	62
3.2 Saran	62

DAFTAR PUSTAKA	63
LAMPIRAN A (Gambar <i>Drawing</i> hasil <i>Scalling Down</i> 1:4 Poros turbin)	
LAMPIRAN B (Gambar <i>Drawing</i> hasil <i>Scalling Down</i> 1:4 Rumah <i>Lower Bearing</i>)	
LAMPIRAN C (Gambar <i>Drawing</i> hasil <i>Scalling Down</i> 1:4 Rumah <i>Upper Bearing</i>)	
LAMPIRAN D (<i>Operation Plan</i> Poros Segmen dan Poros Selongsong)	
LAMPIRAN E (<i>Form Inspeksi QC</i>)	
LAMPIRAN F (Anggaran Biaya Pembuatan)	

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. 1 Area operasi <i>Head</i> dan debit Turbin air [3]	11
Gambar 2. 1 Turbin Ulir <i>Archimedes</i> [4]	14
Gambar 2. 2 Profil Turbin Ulir [4]	14
Gambar 2. 3 Hubungan Dimensi Turbin Ulir [4]	15
Gambar 2. 4 Skema Sudut $\theta = \beta$ [9]	17
Gambar 2. 5 Skema Gaya Berat Turbin Ulir [9]	17
Gambar 2. 6 Skema Gaya pada Sudu Turbin [9]	18
Gambar 2. 7 Skema Turbin Ulir [11]	19
Gambar 2. 8 Skema Gaya Hidrostatik pada Turbin Ulir [7]: (a) Kerendaman [9]	19
Gambar 2. 9 Penggambaran Kerendaman [9]	19
Gambar 2. 10 Mesin 3D Printer <i>Formlabs</i> 3L [5]	22
Gambar 2. 11 Resin Rigid 4000 [13]	22
Gambar 2. 12 Material <i>Properties</i> Resin Rigid 4000 [15]	22
Gambar 2. 13 Baut Inbus M5 X 65 [14]	23
Gambar 2. 14 Diagram alir tahapan pembuatan purwarupa poros turbin ulir	24
Gambar 2. 15 Tabel Pipa PVC [16]	29
Gambar 2. 16 Profil Turbin Ulir [4] dan Gambaran Dimensi Turbin Ulir [4]	29
Gambar 2. 17 Skema Gaya Berat Turbin Ulir [9]	31
Gambar 2. 18 Skema Gaya pada Sudu Turbin [9]	31
Gambar 2. 19 Skema Gaya Hidrostatik pada Turbin Ulir: (a) Kerendaman [7] , (b) Gaya Hidrostatik pada Sudu [9]	32
Gambar 2. 20 Penggambaran Kerendaman [9]	32
Gambar 2. 21 Diagram benda bebas	32
Gambar 2. 22 Gaya gaya yang perlu diketahui untuk berupa gaya radial poros (F_{tr}), gaya aksial poros (F_{ta}), gaya radial <i>Upper bearing</i> (F_{ra}) dan <i>Lower bearing</i> (F_{rb}).	32
Gambar 2. 23 Mesin 3D Printer <i>Makerbot</i> Method X material ABS teknologi FDM	38
Gambar 2. 23 Mesin 3D Printer <i>Formlabs</i> 3L	39
Gambar 2. 24 Poros Segmen	48
Gambar 2. 25 Poros Selongsong	48
Gambar 2. 26 Modularitas Poros Turbin [4]	49
Gambar 2. 27 Poros Turbin Modular	49
Gambar 2. 28 Gambar <i>Assembly</i> poros Normal 1-2-3-4-5-6	50
Gambar 2. 29 Estimasi menggunakan Mesin 3D Printer <i>Formlabs</i> 3L dengan material Rigid 4000	57
Gambar 2. 30 Poros segmen yang sudah dilakukan di Mesin 3D Printer <i>Formlabs</i> 3L	57

Gambar 2. 31 Poros segmen yang dimasukkan ke mesin washing.....	58
Gambar 2. 32 Poros segmen yang dimasukkan ke mesin quering.....	58
Gambar 2. 33 QC (<i>Quality Control</i>) Pipa Segmen	60
Gambar 2. 34 QC (<i>Quality Control</i>) Pipa Selongsong.....	61
Gambar 2. 35 QC (<i>Quality Control</i>) Pipa Sudu <i>Screw</i> Turbin	61

DAFTAR TABEL

Tabel 1. 1 Parameter ulir <i>Archimedes</i> optimum menurut Chris <i>Rorres</i>	16
Tabel 1. 2 <i>Scaling Down</i> Dimensi Drawing.....	27
Tabel 1. 3 Hasil Perhitungan poros modular.....	28
Tabel 1. 4 Parameter ulir <i>Archimedes</i> Optimum menurut Chriss <i>Rorres</i>	30
Tabel 1. 5 Keunggulan dan kekurangan Mesin 3D Printer Makerbot Method X material ABS teknologi FDM.....	39
Tabel 1. 6 Mesin 3D Printer Formlabs 3L	40
Tabel 1. 7 <i>Operation Plan</i> Penggunaan <i>3D Printing</i> Formlabs.....	45
Tabel 1. 8 <i>Operation Plan</i> Pembuatan poros Segmen	46
Tabel 1. 9 <i>Operation Plan</i> Pembuatan poros Selongsong	47
Tabel 1. 10 Verifikasi fungsi modularitas poros segmen.....	56

DAFTAR LAMPIRAN

LAMPIRAN A (Gambar *Drawing* hasil *Scalling Down* 1:4 Poros turbin)

LAMPIRAN B (Gambar *Drawing* hasil *Scalling Down* 1:4 Rumah *Lower Bearing*)

LAMPIRAN C (Gambar *Drawing* hasil *Scalling Down* 1:4 Rumah *Upper Bearing*)

LAMPIRAN D (*Operation Plan* Poros Segmen dan Poros Selongsong)

LAMPIRAN E (*Form Inspeksi QC*)

LAMPIRAN F (Anggaran Biaya Pembuatan)

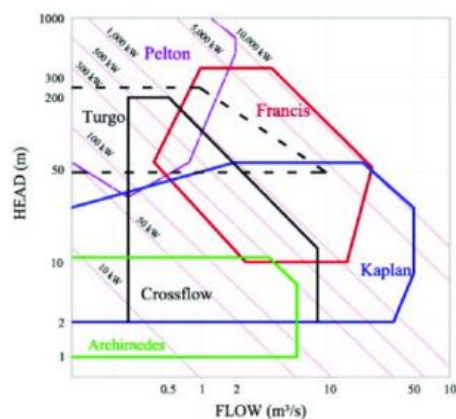
BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Ulir *Archimedes* adalah teknologi yang sejak zaman kuno yang telah ditemukan dan diterapkan sebagai pompa, dimana pada konstuksinya terdiri dari satu atau beberapa sudut berbentuk *heliks* yang terpasang pada poros dan berfungsi sebagai *bucket* bergerak untuk membawa air ke atas. Kemudian seiring dengan kebutuhan pemanfaatan sumber potensi energi air dengan *Head* rendah, penggunaan ulir *Archimedes* diterapkan sebagai turbin air [1]

Potensi energi fluida pada *Head* (tinggi jatuh air) yang rendah merupakan salah satu sumber energi yang berpotensi dimanfaatkan di Indonesia. Sumber energi tersebut didapatkan melalui sungai sungai yang terletak di berbagai penjuru Indonesia. Berdasarkan data Badan Pusat Statistik (BPS) tahun 2015 mengenai “Rata-rata Harian Aliran Sungai, Tinggi Aliran, dan Volume Air di Beberapa Sungai yang Daerah Pengalirannya Lebih dari 100 km²”, sungai di Indonesia memiliki potensi energi air yang *Head* rendah dengan rata-rata *Head* 16 [2] .



Gambar 1. 1 Area Operasi Headdan Debit Turbin Air [3]

Pada Gambar 1.1 turbin ulir *Archimedes* memiliki area operasi *Head* sekitar 1-10 m sehingga dalam tingkat jangkauan termasuk *Head* yang rendah. Turbin ulir *Archimedes* merupakan turbin yang paling berpotensi dibanding jenis turbin air lainnya.

Sungai-sungai yang akan dimanfaatkan dalam potensi energi fluida memiliki variasi *Head* dan tempat beragam sehingga diperlukan pengembangan dalam membuat turbin ulir *Archimedes* dengan menerapkan sistem modular. Sistem modular ini akan mempermudah dan mempercepat pembangunan turbin ulir *Archimedes* karena bisa diproduksi secara masal. Penerapan modular dilakukan

dengan cara membagi ukuran turbin dalam beberapa segmen dengan standar tertentu, kemudian segmen-segmen tersebut dihubungkan agar dapat memenuhi kebutuhan variasi *Head* sungai yang akan dibahas pada kajian ini.

Berdasarkan latar belakang diatas, pada kesempatan kali ini penulis melakukan proyek akhir yaitu pembuatan sebuah purwarupa poros Turbin Ulir Modular *Archimedes* menggunakan pemesinan *3D Printing*.

1.2 Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah dalam tugas akhir ini :

1. Bagaimana menghitung dimensi dan membuat gambar teknik purwarupa poros turbin ulir modular ?
2. Bagaimana perencanaan proses pemesinan dan pemesinan *3D Printing* purwarupa poros turbin ulir modular ?
3. Bagaimana verifikasi fungsi modularitas produk modul poros segmen hasil pemesinan *3D Printing* ?

1.3 Tujuan

Tujuan yang ingin dicapai oleh penulis dalam penulisan tugas akhir ini :

1. Menghasilkan gambar teknik purwarupa poros turbin ulir modular (melalui *scall down* dari hasil rancangan poros turbin ulir sebelumnya).
2. Menghasilkan puwarupa poros turbin ulir modular *Archimedes* menggunakan pemesinan *3D Printing*
3. Mampu Memverifikasi fungsi modularitas poros turbin ulir *Archimedes*

1.4 Ruang Lingkup

Adapun ruang lingkup dalam proyek akhir ini adalah melakukan kajian pada poros turbin ulir *Archimedes* modular yang meliputi penentuan ukuran segmen, pembuatan poros turbin ulir *Archimedes* menggunakan pemesinan *3D Printing* dan *assembly* dari hasil verifikasi data yang sudah dilakukan.

1.5 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan dalam Proyek Akhir ini dapat diuraikan sebagai berikut:

BAB I PENDAHULUAN

Bab ini berisi latar belakang masalah, rumusan masalah, tujuan penulisan, batasan masalah, metodologi penelitian dan sistematika penulisan.

BAB II LAPORAN TEKNIK

Bab ini menjelaskan dasar-dasar teori dan pembuatan poros yang berkaitan dengan proyek akhir yang dilakukan. Teori-teori ini diperoleh dari beberapa sumber seperti buku, jurnal maupun internet

BAB III PENUTUP

Bab ini berisi simpulan dan saran dari karya tulis tugas akhir ini