

**PENGARUH VARIASI JUMLAH *BLADE INLET TURBO* PADA  
*WATERJET THRUSTER* TERHADAP GAYA DORONG**

**PROYEK AKHIR**

Laporan akhir ini dibuat dan diajukan untuk memenuhi salah satu syarat kelulusan  
Sarjana Terapan Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung



Disusun Oleh :

Thala Viniolita

NIM : 1042056

**POLITEKNIK MANUFAKTUR NEGERI**

**BANGKA BELITUNG**

**TAHUN 2023**

**PENGARUH VARIASI JUMLAH *BLADE INLET TURBO* PADA  
*WATERJET THRUSTER* TERHADAP GAYA DORONG**

**PROYEK AKHIR**

Laporan akhir ini dibuat dan diajukan untuk memenuhi salah satu syarat kelulusan  
Sarjana Terapan Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung



Disusun Oleh :

Thala Viniolita

NIM : 1042056

**POLITEKNIK MANUFAKTUR NEGERI**

**BANGKA BELITUNG**

**TAHUN 2023**

**LEMBAR PENGESAHAN**

**JUDUL PROYEK AKHIR**

**PENGARUH VARIASI JUMLAH *BLADE INLET TURBO* PADA  
*WATERJET THRUSTER* TERHADAP GAYA DORONG**

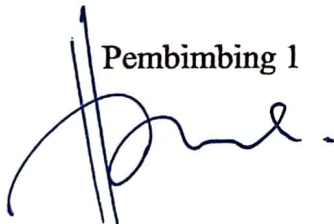
Oleh :

Thala Viniolita/1042056

Laporan akhir ini telah disetujui dan disahkan sebagai salah satu syarat kelulusan  
Program Sarjana Terapan Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung

Menyetujui,

Pembimbing 1



Hasdiansah, S.S.T., M.Eng.

Pembimbing 2



Zaldy S. Suzen, S.S.T., M.T.

Penguji 1



Husman, S.S.T., M.T.

Penguji 2



Pristiansyah, S.S.T., M.Eng.

## PERNYATAAN BUKAN PLAGIAT

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Thala Viniolita NIM : 1042056

Dengan Judul : Pengaruh Variasi Jumlah *Blade Inlet Turbo* Pada *Waterjet Thruster* Terhadap Gaya Dorong

Menyatakan bahwa laporan akhir ini adalah hasil kerja saya sendiri dan bukan merupakan plagiat. Pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya dan bila ternyata dikemudian hari ternyata melanggar pernyataan ini, saya bersedia menerima sanksi yang berlaku.

Sungailiat, 20 November 2023

Nama Mahasiswa  
1. Thala Viniolita

Tanda Tangan



## ABSTRAK

*Sistem propulsi waterjet sering dipilih sebagai pengganti baling-baling tradisional untuk kapal yang membutuhkan kecepatan tinggi, daya propulsi terlindungi, memiliki kemampuan manuver tinggi pada setiap kecepatan, rendahnya kebisingan suara dalam pengaplikasian militer, dan getaran rendah. Kinerja antikavitasi, getaran, dan kebisingan pompa propulsi waterjet secara signifikan dipengaruhi oleh kinerja hidrolis saluran masuk. Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan hasil yang paling berpengaruh dari variasi jumlah blade inlet turbo yaitu 6, 7, 8, dan 9 blade terhadap gaya dorong tertinggi pada prototype waterjet thruster. Penelitian ini menggunakan filamen Super Tough Polylactic Acid (ST PLA) sebagai material part waterjet thruster. Metode penelitian yang digunakan adalah metode eksperimental dengan rancangan waterjet thruster menggunakan konsep mesin tempel. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa gaya dorong tertinggi memiliki nilai sebesar 104,673 N. Sementara untuk nilai gaya dorong terendah diperoleh dengan nilai sebesar 78,554 N.*

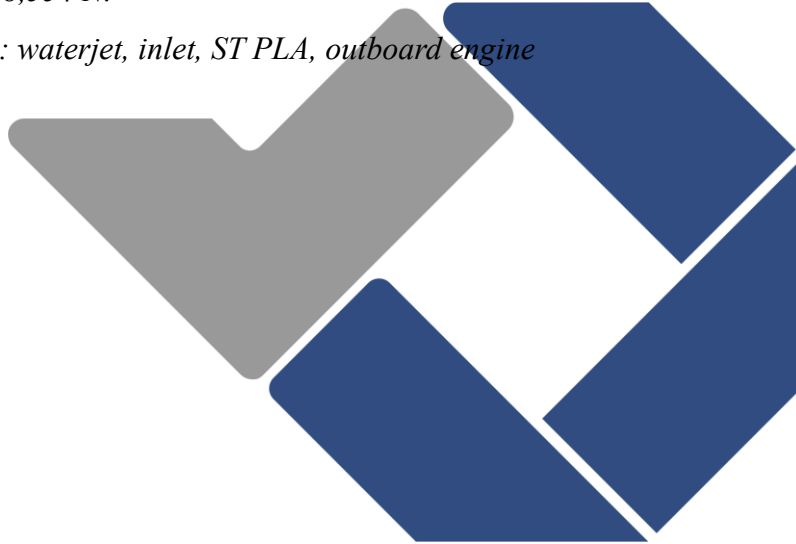
*Kata Kunci : waterjet, inlet, ST PLA, mesin tempel*



## **ABSTRACT**

*Waterjet propulsion systems are often chosen as a replacement for conventional propellers for vessels that require high speed, protected propulsion, high maneuverability at any speed, low noise in military applications, and low vibration. The anticavitation, vibration, and noise performance of the waterjet propulsion pump are significantly affected by the hydraulic performance of the inlet. This research aims to get the most influential results from variations in the number of blades inlet turbo, including 6, 7, 8, and 9 blades on the highest thrust on the prototype waterjet thruster. This research uses Super Tough Polylactic Acid (ST PLA) filaments as waterjet thruster part material. The research method used is an experimental with a waterjet thruster design using the outboard engine concept. The results of this research indicated that the highest thrust force had a value of 104.673 N. Meanwhile, the lowest thrust force value was obtained with a value of 78,554 N.*

*Keyword : waterjet, inlet, ST PLA, outboard engine*



## KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan atas kehadiran Tuhan Yang Maha Esa dan atas karunianya penulis dapat menyelesaikan Proyek Akhir dengan judul “Pengaruh Variasi Jumlah *Blade Inlet Turbo* Pada *Waterjet Thruster* Terhadap Gaya Dorong”. Penulis Proyek Akhir ini dilakukan untuk memenuhi syarat kelulusan DIV di jurusan Teknik Mesin Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung.

Penulis menyadari bahwa dalam menyelesaikan tugas akhir ini masih jauh dari kata sempurna, baik ditinjau dari segi materi maupun segi teknis penyusunannya, hal ini disebabkan oleh keterbatasan pengetahuan dan minimnya pengalaman penulis. Oleh karena itu dengan segala kerendahan hati, kritik dan saran yang sifatnya membangun sangatlah penulis harapkan demi kesempurnaan tugas akhir ini.

Dalam penulisan proyek akhir ini penulis menyadari tanpa adanya bantuan dari berbagai pihak penulis tidak akan dapat menyelesaikan proyek akhir ini. Sehingga penulis ingin mengucapkan terimakasih sebesar-besarnya kepada :

1. Allah SWT yang selalu mencurahkan rahmat, anugerah, dan karunia kepada penulis untuk dapat menyelesaikan proyek akhir ini.
2. Kepada Orang Tua, mama dan ayah yang selalu memberikan doa dan dukungannya selama penulis mengerjakan proyek akhir ini.
3. Bapak Hasdiansah, S.S.T., M.Eng., selaku Pembimbing utama penulis yang telah menentukan, menyetujui serta telah banyak memberikan konsep pemikiran tentang pelaksanaan proyek akhir ini.
4. Bapak Zaldy Sirwansyah Suzen, S.S.T., M.T., selaku Pembimbing kedua sekaligus Dosen Wali saya yang telah memberikan masukan-masukan serta dukungan pada proyek akhir ini.
5. Bapak Pristiansyah, S.S.T., M.Eng., selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin.
6. Bapak Boy Rollastin, S.Tr., M.T., selaku Kepala Program Studi D4 Teknik Mesin dan Manufaktur.

7. Bapak Ahmad Rusdi dan Bapak Mego Wahyudi, selaku PLP di Laboratorium Teknik Mesin Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung yang telah membantu dalam proses manufaktur dan mempermudah dalam proses peminjaman alat pada pelaksanaan proyek akhir ini.
8. Seluruh Dosen dan Staf Jurusan Teknik Mesin yang telah membantu dalam pelaksanaan proyek akhir ini.
9. Teman satu tim PA *Waterjet*, Wassi Ahadiatullah, Marcellino Stevanus Seva, M. Ahlan Maulidiansyah, dan Mario Oktavianto yang selalu membantu meringankan dalam pelaksanaan proyek akhir ini sehingga berjalan lancar.
10. Teman *Random* saya, Wassi Ahadiatullah, Sulistiana Rachmadini, dan Salsabilla Rienera yang selalu setia menemani dalam pelaksanaan proyek akhir ini.
11. Teman-teman yang saya sayangi, Aulia Ramadhona dan Nurholiza yang selalu mendoakan dan mendukung perjalanan dalam pelaksanaan proyek akhir ini.
12. Teman-teman Kelas B Teknik Mesin Angkatan 27 yang sudah memberikan dukungan dan bantuan.
13. Seluruh pihak yang tidak dapat ditulis satu persatu disini yang telah memberikan kontribusi atas penulisan proyek akhir ini.

Akhir kata penulis berharap Allah SWT membalas kebaikan semua pihak yang telah membantu menyelesaikan proyek ini. Semoga proyek ini dapat memberikan manfaat bagi pembaca di Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung pada masa yang akan datang. Aamiin.

Sungailiat, 20 November 2023



Thala Viniolita



## DAFTAR ISI

<b>LEMBAR PENGESAHAN</b> .....	<b>ii</b>
<b>PERNYATAAN BUKAN PLAGIAT</b> .....	<b>iii</b>
<b>ABSTRAK</b> .....	<b>iv</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>v</b>
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	<b>vi</b>
<b>DAFTAR ISI</b> .....	<b>viii</b>
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	<b>xi</b>
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	<b>xii</b>
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....	<b>xiii</b>
<b>BAB I</b> .....	<b>1</b>
<b>PENDAHULUAN</b> .....	<b>1</b>
1.1. Latar Belakang .....	1
1.2. Rumusan Masalah .....	2
1.3. Tujuan Penelitian.....	3
<b>BAB II</b> .....	<b>4</b>
<b>DASAR TEORI</b> .....	<b>4</b>
2.1. <i>Waterjet Thruster</i> .....	4
2.1.1. Pengertian <i>Waterjet</i> .....	4
2.1.2. Teori Dasar <i>Waterjet</i> .....	5
2.1.3. Prinsip Kerja <i>Waterjet</i> .....	5
2.2. <i>Propeller</i> .....	6
2.2.1. Pengertian <i>Propeller</i> (Baling-baling Kapal).....	6
2.3. <i>Inlet turbo</i> .....	7
2.4. Gaya Dorong ( <i>thrust</i> ) .....	8
2.5. <i>Filament ST PLA (Super Tough Polylactic Acid)</i> .....	9
2.6. Uji Gaya Dorong .....	10
2.7. Penelitian Terdahulu.....	10

<b>BAB III.....</b>	<b>12</b>
<b>METODE PELAKSANAAN .....</b>	<b>12</b>
3.1. Diagram Alir.....	12
3.2. Metode Penelitian.....	13
3.3. Studi Literatur.....	13
3.4. Tempat Pelaksanaan Penelitian .....	13
3.5. Perencanaan.....	13
3.5.1. Perencanaan Komponen <i>Waterjet Thruster</i> .....	13
3.5.2. Perencanaan Sistem <i>Waterjet Thruster</i> .....	15
3.5.3. Perencanaan Sistem Pengujian .....	15
3.6. Perancangan.....	15
3.6.1. Perancangan <i>Inlet Turbo Waterjet Thruster</i> .....	15
3.6.2. Perancangan Sistem <i>Medium Tail</i> .....	16
3.6.3. Perancangan Sistem Pengujian .....	16
3.7. Bahan dan Alat Penelitian .....	17
3.7.1. Bahan Penelitian .....	17
3.7.2. Alat Penelitian.....	17
3.8. Proses Manufaktur.....	18
3.8.1. Proses Pencetakan Komponen <i>3D Printing</i> .....	18
3.8.2. Pembuatan <i>Waterjet Thruster</i> .....	19
3.8.3. Pembuatan <i>Medium Tail</i> .....	23
3.8.4. Pembuatan Dudukan Mesin .....	24
3.9. Proses Perakitan .....	25
3.10. Pengujian Gaya Dorong .....	25
3.11. Pengambilan Data Pengujian.....	26
3.12. Pengolahan Data dan Analisis Hasil Pengujian.....	27
3.13. Kesimpulan.....	27
<b>BAB IV .....</b>	<b>28</b>
<b>PEMBAHASAN .....</b>	<b>28</b>
<b>BAB V.....</b>	<b>29</b>
<b>PENUTUP.....</b>	<b>29</b>

5.1. Kesimpulan.....	29
5.2. Saran.....	29
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>30</b>



## DAFTAR TABEL

Tabel 3. 1 Spesifikasi Komponen .....	14
Tabel 3. 2 Kombinasi <i>Waterjet Thruster</i> .....	15



## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Sistem Propulsi <i>Waterjet</i> (Adji, 2006) .....	4
Gambar 2. 2 Prinsip Kerja <i>Waterjet</i> (Fazlurrohman, 2018) .....	6
Gambar 3. 1 Diagram Alir .....	12
Gambar 3. 2 Skema Desain <i>waterjet thruster</i> .....	14
Gambar 3. 3 Komponen <i>Waterjet Thruster</i> .....	14
Gambar 3. 4 Empat Variasi Jumlah <i>Blade Inlet Turbo</i> .....	16
Gambar 3. 5 <i>Medium Tail</i> .....	16
Gambar 3. 6 Skema Proses Pengujian .....	17
Gambar 3. 12 Proses Pengefraisan Segi Enam .....	19
Gambar 3. 13 Proses Bubut.....	20
Gambar 3. 14 Pemotongan Pipa PVC .....	20
Gambar 3. 15 Penyambungan Mur dengan Poros dan Perekatan <i>Impeller</i> Pada Mur.....	21
Gambar 3. 16 Pengeleman <i>Outlet Turbo</i> .....	21
Gambar 3. 17 Pengeleman <i>Reducer</i> .....	22
Gambar 3. 18 <i>Assembly Waterjet Thruster</i> .....	22
Gambar 3. 19 Hasil dari Perakitan <i>Waterjet Thruster</i> .....	23
Gambar 3. 20 Proses Frais .....	23
Gambar 3. 21 Kerangka <i>Medium Tail Waterjet Thruster</i> .....	24
Gambar 3. 22 Dudukan Mesin Bakar 25 HP .....	24
Gambar 3. 23 Dudukan Mesin .....	25
Gambar 3. 24 Proses Uji Gaya Dorong.....	26

## DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran 1 : Daftar Riwayat Hidup
- Lampiran 2 : Perhitungan Manual Rata-rata dan Gaya Dorong
- Lampiran 3 : Hasil Perhitungan Menggunakan Ms. Excel
- Lampiran 4 : Skema Gaya Sistem *Waterjet Thruster*
- Lampiran 5 : Desain Komponen *Waterjet Thruster*
- Lampiran 6 : Desain Skema *Waterjet Thruster*
- Lampiran 7 : Dokumentasi Penelitian
- Lampiran 8 : Form Monitoring Proyek Akhir
- Lampiran 9 : Form Bimbingan Proyek Akhir
- Lampiran 10 : Bukti Bukan Plagiasi
- Lampiran 11 : Bukti Publikasi



# BAB I PENDAHULUAN

## 1.1. Latar Belakang

Salah satu alat transportasi yang sangat berperan dalam menunjang perekonomian di bidang transportasi perairan adalah kapal. Secara umum jumlah kapal penangkap ikan di Indonesia mengalami peningkatan khususnya di Provinsi Bangka Belitung, hal ini disebabkan oleh melonjaknya jumlah nelayan sebanyak 40.995 orang pada tahun 2018 dikarenakan sektor pertambangan yang dibatasi oleh Pemerintah daerah dan peningkatan hasil tangkapan nelayan. Salah satu dampaknya adalah pembuatan kapal penangkap ikan yang semakin meningkat setiap tahunnya, serta kebutuhan nelayan yang ingin memiliki mesin modifikasi yang dapat menyesuaikan dengan kondisi laut di Kepulauan Bangka (Harun *et al.*, 2019).

Dalam pengoperasian di laut menurut Rakhmadi (2016) kapal harus dapat mempertahankan kecepatan yang telah direncanakan selama pengoperasian di laut. Hal ini berarti bahwa agar dapat memenuhi kecepatan kerjanya, sistem propulsinya harus didesain dengan baik. Pemilihan alat penggerak yang tepat akan mempengaruhi hasil gaya dorong saat kapal digunakan. Penggunaan sistem propulsi yang lebih baik, maka akan memberikan nilai efektifitas dari penggunaan propulsi.

Menurut Yusuf *et al.* (2014) bahwa pada dasarnya ketika kapal bergerak pada media air dengan kecepatan yang telah disesuaikan, akan terjadi gaya hambat (*resistance*) yang berlawanan dengan arah gerak kapal. Gaya dorong (*thrust*) yang dihasilkan oleh alat gerak kapal (*propulsor*) harus dapat mengatasi *resistance* yang sangat besar. Gaya dorong kapal menjadi bervariasi disaat jumlah variasi dari *blade* juga berbeda, kecepatan *waterjet* dapat menjadi lebih cepat dan juga dapat mengalami penurunan kecepatan sesuai dengan penggunaan variasi jumlah *blade*. Semakin menurun kecepatannya maka semakin kurang efisiensi kapal pada saat dioperasikan.

(Nori et al., 2021) telah melakukan penelitian dengan judul pengaruh variasi *stator turbo* pada *turbojet drive* untuk menghemat bahan bakar minyak (BBM) di kapal nelayan. Dalam penelitian yang telah berhasil dilakukan pembuatan *part 3D printing* dengan variasi *stator turbo 8 blade, 6 blade, dan 4 blade*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa *stator turbo* pada *turbojet drive* berpengaruh terhadap penggunaan BBM dengan dilakukan pengujian kecepatan laju perahu. Hasil pengujian konsumsi bahan bakar dari ketiga variasi *stator turbo* menunjukkan bahwa variasi *stator turbo 8* mencapai kecepatan 12 km/h jauh lebih tinggi daripada kecepatan perahu pada *stator turbo 6 blade dan 4 blade*, tetapi hal tersebut berpengaruh pada konsumsi bahan bakar yang digunakan.

Sehingga berdasarkan latar belakang tersebut, pada tugas akhir ini akan meneliti desain *inlet turbo* pada *waterjet thruster* dan mengetahui pengaruh variasi jumlah *blade inlet turbo* yang digunakan terhadap gaya dorong yang dihasilkan menggunakan metode eksperimental dengan rancangan *waterjet thruster* menggunakan konsep mesin tempel pada *3D printing* dalam proses pembuatan komponen *waterjet thruster*. Variasi jumlah *blade inlet turbo* yang akan digunakan adalah *6 blade, 7 blade, 8 blade, dan 9 blade* dengan berdiameter 110 mm. Dengan begitu, performa *waterjet thruster* dapat ditingkatkan dengan variasi jumlah *blade inlet turbo*.

## **1.2. Rumusan Masalah**

Berdasarkan pernyataan dari latar belakang, dapat dirumuskan permasalahan dalam penelitian ini bagaimana pengaruh hasil variasi jumlah *blade inlet turbo* terhadap gaya dorong serta mengetahui nilai gaya dorong tertinggi yang dihasilkan dengan pengujian menggunakan putaran mesin 3400 rpm pada *prototype waterjet thurster*?



### 1.3. Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah di atas, adapun tujuan dari penelitian ini ialah untuk mendapatkan hasil gaya dorong tertinggi serta apakah variasi jumlah *blade inlet turbo* berpengaruh terhadap gaya dorong pada *prototype waterjet thruster*.



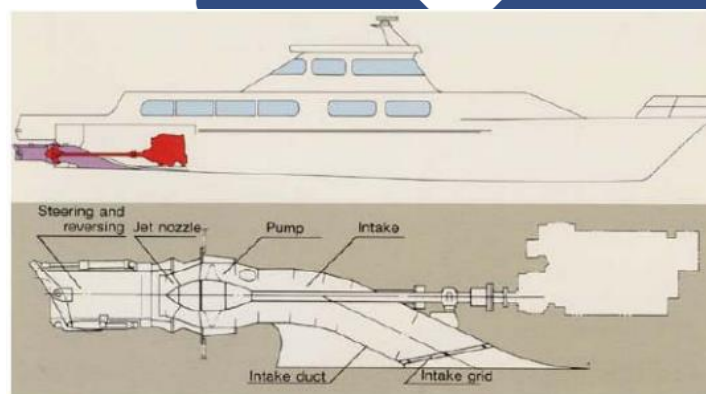
## BAB II

### DASAR TEORI

#### 2.1. *Waterjet Thruster*

##### 2.1.1. Pengertian *Waterjet*

*Waterjet* merupakan sistem propulsi kapal yang diaplikasikan pada kapal yang menggunakan prinsip kerja bahwa air dihisap, kemudian masuk mengikuti putaran jet dan disemburkan kembali keluar, sehingga menghasilkan gaya propulsi kapal. Sistem propulsi *waterjet thruster* telah dikenal sejak lama dan digunakan di berbagai jenis kapal yang menggunakan sistem propulsi. Efisiensi propulsi kapal yang relatif rendah, terutama dalam kinerja kapal menggunakan konsep *waterjet*, dibandingkan dengan sistem propulsi terbuka yang hanya menggunakan baling-baling, masih menghalangi penerapannya secara luas. Penggunaan sistem propulsi *waterjet* sebagai penggerak kapal telah berkembang sangat pesat seiring dengan kemajuan ilmu pengetahuan dan teknologi, baik dari segi jenis kapal, ukuran kapal, maupun upaya ilmiah untuk meningkatkan kecepatan kapal (Adji, 2006).



Gambar 2. 1 Sistem Propulsi *Waterjet* (Adji, 2006)

*Waterjet* merupakan sistem propulsi yang memerlukan efisiensi dari *thrust* (gaya dorong). Karena apabila efisiensi propulsi sistem *waterjet* rendah, ketika sistem tidak berada pada posisi horizontal yang benar, maka gaya yang diberikan oleh *waterjet* berkurang jauh secara signifikan dan sebaliknya. Kapal yang menggunakan konsep sistem *waterjet*, memberikan efek kapal dapat bergerak

berlawanan dengan arah gerak kapal pada bagian belakang sistem propulsi *waterjet* (Adji, 2006).

### **2.1.2. Teori Dasar *Waterjet***

Menurut penelitian oleh Maulana (2017), sistem propulsi memanfaatkan gaya dorong air sebagai penggerak kecepatan kapal dengan laju operasinya sesuai yang diinginkan. Pada umumnya *waterjet* mempunyai sistem saluran dan sistem pompa sebagai sistem penggerak. Pada sistem saluran mempunyai kemampuan sebagai pengarah kecepatan aliran dari lingkungan ke pompa, dan kemudian kembali ke lingkungan. Sementara pada sistem pompa memiliki kemampuan sebagai pengubah energi mekanik menjadi energi hidrolik. Menurut Purnomo (2016), secara umum komponen-komponen yang menjadi bagian dari sistem propulsi antara lain sistem transmisi, mesin penggerak, pompa, *thrust nozzle* dengan *deflector*, dan berbagai komponen lainnya seperti *thrust vectoring*, mekanisme pembalik, *diffuser*, *inlet* dan *ducting*.

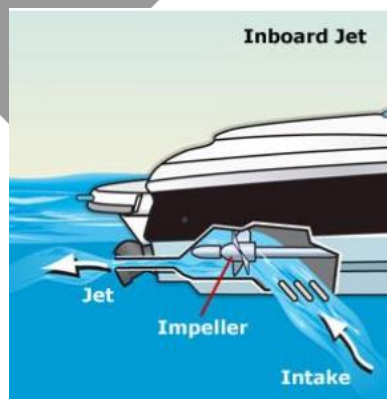
Dalam perencanaan sistem propulsi kapal, performa kecepatan tempuh kapal sangat penting. Beberapa persyaratan yang harus dipenuhi untuk menghasilkan suatu rancangan kapal yang berfungsi dengan baik seperti bentuk lambung yang menunjukkan gaya gesek dan hambatan agar kapal dapat bergerak dengan kecepatan yang diinginkan (Sukadana and Suastawa, 2009). Penelitian yang dilakukan oleh Yanuar dan Mayasari (2006), pemilihan jenis sistem propulsi tidak hanya bergantung pada desain tingkat kecepatan saja, tetapi ukuran dari sistem propulsinya. Karena kapal yang berkecepatan tinggi memerlukan kekuatan yang cukup besar untuk tujuan komersial dan tingkat efektivitas propulsi dalam mempertimbangkan aspek ekonomis dan dampak kedepannya pada pola pengoperasian kapal.

### **2.1.3. Prinsip Kerja *Waterjet***

Menurut Adji (2006), prinsip kerja pada *waterjet* ialah menggerakkan kapal dengan semburan di dalam air yang diciptakan oleh mesin dengan bantuan komponen di dalam *waterjet* berupa *inlet turbo*, *impeller*, dan *outlet turbo*. Pada

konsep *waterjet* berlaku hukum Newton ke III. Hukum tersebut dirumuskan dengan  $F_{aksi} = - F_{reaksi}$ . Dimana apabila suatu benda dikenakan gaya dari lingkungan sistem, maka benda tersebut akan memberikan gaya juga namun dengan arah yang berlawanan. Konsep yang terjadi pada *waterjet* saat dioperasikan ialah arah aliran air akan menuju kebelakang kapal, namun arah gerak kapal akan bergerak menuju kedepan. Hal inilah yang merupakan pengaruh dari konsep hukum Newton III. Metode propulsi *waterjet* melibatkan pelepasan tekanan fluida yang diciptakan oleh *propeller* untuk memungkinkan kapal bergerak, aliran fluida diarahkan ke arah belakang saat kapal bergerak ke depan.

Penelitian dari Anata dan Adji (2013) menyimpulkan bahwa sistem propulsi *waterjet thruster* apabila terjadinya sebuah aksi gaya dorong akan mengakibatkan kapal bergerak maju dengan kecepatan tertentu. *Thrust* yang diciptakan dari sistem propulsi *waterjet thruster* disebabkan oleh meningkatnya momentum aliran dari *inlet* ke *outlet nozzle*. Gesekan pada sisi permukaan bawah badan kapal menyebabkan aliran fluida bergerak dengan kecepatan tertentu pada lubang *inlet*.



Gambar 2. 2 Prinsip Kerja *Waterjet* (Fazlurrohman, 2018)

## 2.2. *Propeller*

### 2.2.1. Pengertian *Propeller* (Baling-baling Kapal)

Dalam meningkatkan kinerja gerak kapal dengan menerapkan penggunaan *propeller*, maka dalam mendesain *propeller* hal yang perlu diperhatikan ialah fungsi, dimensi, ukuran, serta struktur kekuatan dan kelemahan dari *propeller* (Abidin *et al.*, 2012). Dalam melakukan perencanaan *propeller* yang baik berguna

dalam mewujudkan tujuan dari prinsip kerja kapal yaitu kecepatan (*speed*). Kecepatan kapal tidak terlepas dari perencanaan desain *propeller* yang baik untuk menciptakan gaya dorong optimal yang dihasilkan oleh gerak *propeller* (Simbolon *et al.*, 2015). Pada bagian kapal, *propeller* terletak pada bagian komponen terbawah pada sisi kapal. Sehingga *propeller* perlu memiliki penampang yang baik, karena apabila kapal dalam kondisi memadai *propeller* mampu tenggelam menyesuaikan kondisi kapal. Agar dapat terhindar dari terjadinya fenomena udara terikut masuk ke dalam *propeller* (*airdrawing*) dan terjadinya pemacuan *propeller* ketika kapal mengalami gerak angguk/*pitching* (Arief *et al.*, 2014).

### 2.3. *Inlet turbo*

Pada penelitian yang dilakukan oleh Huang *et al.* (2019), menunjukkan bahwa berdasarkan aliran pada bidang keluar *inlet*, distribusi tekanan setelah optimasi sangat beragam dan kecepatan tangensial kecil tanpa aliran sekunder yang jelas. Selama penerapan sistem propulsi *waterjet* aliran campuran pada berbagai kecepatan navigasi, ketidakseragaman *inlet* yang dioptimalkan berkurang sebesar 20,4% dan tegak lurus meningkat rata-rata 4,11%, menunjukkan bahwa *inlet* yang dioptimalkan menghasilkan kualitas aliran keluar yang lebih baik. Perlu diketahui juga bahwa ketidakseragaman aliran dari *inlet* terutama mempengaruhi distribusi tekanan pada permukaan hisap *blade impeller* dan menyebabkan daya dorong yang berbeda.

Biasanya pada *inlet* terdapat penyaring untuk mencegah sampah atau benda lain masuk ke sistem sehingga menghambat sistem saat bekerja. Siklus pada *inlet* ialah pompa akan bekerja untuk menambah energi pada aliran air setelah air terserap ke dalam sistem. Kemudian sistem pompa menyalurkan air ke *outlet* untuk dikeluarkan. Agar kapal dapat terdorong, maka *oulet*lah yang akan mengaliri aliran air keluar melalui lubang *nozzle*. Semakin tinggi kecepatan kapal bergerak, maka aliran air yang masuk semakin cepat, karena *inlet* terhubung langsung dengan aliran air. Oleh karena itu, beban kerja mesin penggerak menjadi lebih ringan dan efisiensi lebih tinggi (Adji, 2006).

Sebagai komponen arus berlebih yang mempengaruhi dalam sistem propulsi *waterjet*, *inlet* digunakan untuk menghubungkan pompa propulsi dan bagian bawah kapal propulsi. Kinerja antikavitasi, getaran, dan kebisingan pompa propulsi *waterjet* secara signifikan dipengaruhi oleh kinerja hidrolis pada *inlet*. Kinerja hidrolis pada *inlet* secara langsung mempengaruhi kinerja keseluruhan sistem propulsi *waterjet*, sehingga desain dan metode pengoptimalan *inlet* merupakan bagian penting dari pengoptimalan hidrolis sistem propulsi *waterjet* (Jiao *et al.*, 2019).

Menurut penelitian oleh Jiao (2021) menyimpulkan bahwa hasil perhitungan dan analisis kasus kecepatan yang berbeda menunjukkan bahwa kecepatan kapal mempengaruhi efisiensi sistem propulsi *waterjet*. Dalam kondisi kecepatan kapal dan kecepatan rotasi konstan, pengaruh panjang dan sudut kemiringan *inlet* pada sistem propulsi *waterjet* diteliti dengan menggunakan metode faktor tunggal. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sudut kemiringan memiliki pengaruh yang jelas terhadap kinerja hidrolis *inlet*, dan sudut kemiringan yang sangat kecil akan menyebabkan pola aliran yang buruk pada *inlet*. Ketika panjangnya kira-kira enam kali diameter saluran keluar *inlet*, dan sudut kemiringan  $30^{\circ}$ - $35^{\circ}$ , kinerja hidrolis sistem pompa propulsi *waterjet* memuaskan.

#### **2.4. Gaya Dorong (*thrust*)**

(Wahyudi *et al.*, 2022) menyimpulkan bahwa ketika *propeller* berputar di dalam air, gaya angkat/*lift* yang dialami *propeller* akan memberikan gaya dorong bagi kapal. Gaya dorong *propeller* dihasilkan oleh sumber tenaga yang digunakan untuk menjalankan mesin penggerak kapal. Agar alat penggerak mekanis dapat berfungsi, diperlukan mesin penggerak yang dapat menyesuaikan dengan kecepatan yang diinginkan. Ketika fluida mengalir melalui saluran masuk (*inlet*), tekanan memberikan energi pada sistem melalui gaya dorong. Lalu *inlet* mengubah aliran, sehingga terjadilah momentum meningkat pada aliran. Daya dorong efektif pada sistem propulsi *waterjet* ialah jumlah energi yang dibutuhkan untuk menggerakkan kapal maju pada kecepatan tertentu. Untuk mencapai

kecepatan yang telah direncanakan, gaya dorong sistem *waterjet* harus mampu mengatasi hambatan aliran fluida (Matulavela, 2017). Menurut penelitian oleh Abidin *et al.* (2012) bahwa peningkatan momentum aliran dari saluran *inlet* hingga keluarnya *nozzle* inilah yang menyebabkan sistem propulsi *waterjet* menghasilkan gaya dorong. Kecepatan aliran tertentu akan tercipta pada lubang *inlet* karena adanya gesekan dari permukaan dasar kapal yang disebabkan oleh hisapan.

Gaya reaksi yang dihasilkan oleh *propeller* kapal terhadap fluida menghasilkan aliran fluida, menurut hukum ke-III Newton menyatakan “*Setiap ada gaya aksi, maka akan selalu ada gaya reaksi yang besarnya sama tetapi arahnya berlawanan*”. Gaya dorong kapal menjadi bervariasi disaat jumlah variasi dari *blade* juga berbeda, kecepatan *waterjet* dapat menjadi lebih cepat atau melambat tergantung pada penggunaan variasi jumlah *blade*. Dengan kecepatan yang lebih rendah, waktu serta bahan bakar yang digunakan dapat menjadi lebih efisien (Munawir *et al.*, 2017). Percepatan sebuah benda akan berbanding terbalik dengan massanya dan berkorelasi langsung dengan keseluruhan gaya (resultan gaya) yang dikenakan padanya. Maka dituliskan sebagai berikut secara matematis (Irwan and Jalil, 2019):

$$F = m \cdot a \dots \dots \dots (2.1)$$

Keterangan :

$F$  = Gaya/force (N)

$m$  = Massa (kg)

$a$  = Percepatan Gravitasi (m/s<sup>2</sup>)

## 2.5. *Filament ST PLA (Super Tough Polylactic Acid)*

Menurut Penelitian dari Suzen *et al.* (2020), diantara *thermoplastic polymer* yang umum digunakan dalam penelitian dan pengembangan model tiga dimensi adalah material PLA atau biasa dikenal sebagai *filament PLA*. *Filament PLA* memiliki titik leleh yang rendah yaitu berada pada suhu 190°C. Kualitas dimensi yang dimiliki *filament PLA* dengan orientasi posisi objek horizontal lebih baik daripada

material lain. Kesalahan akurasi dari *filament* ini berjumlah tidak lebih dari 1 mm pada setiap layernya.

## 2.6. Uji Gaya Dorong

Hasil penelitian Hartanto (2022), menunjukkan bahwa adanya pengaruh jumlah *blade* terhadap gaya dorong kapal. Di mana jumlah 3 *blade* lebih baik untuk mendapatkan gaya dorong dan kestabilan gaya dorong kapal. Penelitian yang dilakukan oleh Fadhlin (2017) menunjukkan bahwa semakin tinggi nilai kecepatan maka semakin tinggi juga nilai dari daya dorong yang dihasilkan.

Pada penelitian yang dilakukan oleh Sumardi *et al.* (2020) merakit Mesin Tempel (*outboard*) 4 tak berkapasitas 5,5 HP dan melakukan dua kali pengujian dengan bahan bakar jenis premium. Hasil penelitian menunjukkan bahwa *propeller waterjet* mengalami peningkatan daya tarikan pada tiga kali sesi pengujian dengan putaran mesin 700, 1000, dan 1300 rpm dalam waktu kurang dari 15 menit. *Propeller waterjet* memiliki kekuatan tarik berada pada kisaran 30, 55, dan 85 kgf (N).

## 2.7. Penelitian Terdahulu

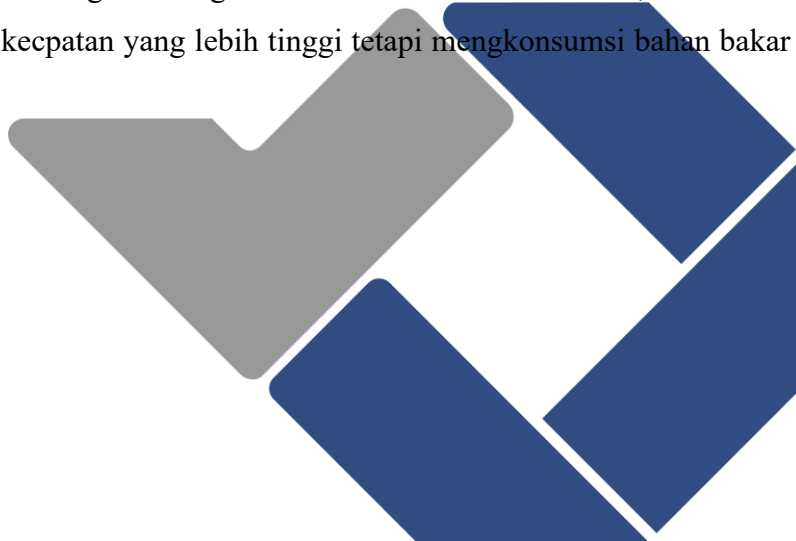
Pada penelitian ini membahas mengenai 3D printing yang merujuk kepada variasi jumlah *blade inlet turbo* 6 *blade* 7 *blade*, 8 *blade*, dan 9 *blade* pada *waterjet thruster* terhadap gaya dorong. Maka dari itu, diperlukan penelitian terdahulu dengan pembahasan yang mirip.

Penelitian terdahulu yang mengenai tentang 3D *printing* pada *waterjet thruster* terhadap gaya dorongnya masih terbilang sedikit, karena hanya ada satu penelitian yang melakukan penelitian tersebut seperti penelitian (Nori Farandi, 2021) dengan judul pengaruh variasi *stator turbo* pada *turbojet drive* untuk menghemat bahan bakar minyak (BBM) di kapal nelayan.

(Farandi, 2021) telah melakukan penelitian dengan judul pengaruh variasi *stator turbo* pada *turbojet drive* untuk menghemat bahan bakar minyak (BBM) di kapal



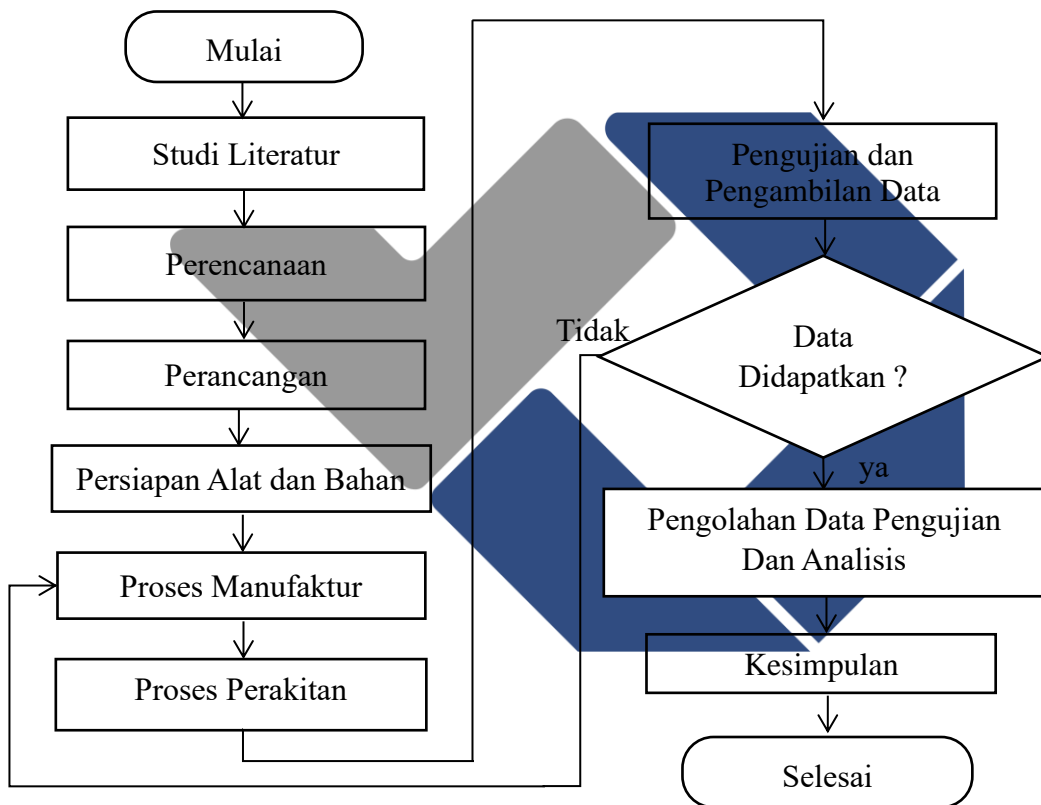
nelayan. Dalam penelitian ini telah berhasil dilakukan pembuatan part 3D *printing* dengan variasi *stator turbo 8 blade, 6 blade, 4 blade* dengan diameter 158 mm di Laboratorium Teknik Mesin Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung. Hasil penelitian menunjukkan bahwa konsumsi bahan bakar minyak selama pengujian kecepatan kapal dipengaruhi oleh kemampuan *stator turbo* untuk mengurangi konsumsi bahan bakar pada kapal penangkap ikan yang dilengkapi dengan penggerak *turbojet*. Hasil pengujian konsumsi bahan bakar yang dilakukan pada tiga variasi *stator turbo* yang berbeda menunjukkan bahwa, meskipun kecepatan kapal pada *stator turbo 8 blade* sangat tinggi 12km/h ia memiliki perkiraan konsumsi bahan bakar minyak sebesar 42mm/menit bahan bakar. Dibandingkan dengan *stator turbo 6* dan *4 blade, stator turbo 8 blade* memiliki kecepatan yang lebih tinggi tetapi mengkonsumsi bahan bakar yang lebih banyak.



### BAB III METODE PELAKSANAAN

#### 3.1. Diagram Alir

Diagram alir didesain berdasarkan langkah-langkah yang dilakukan secara sistematis. Adapun diagram alir pada penelitian ini disajikan pada Gambar 3.1.



Gambar 3. 1 Diagram Alir

### **3.2. Metode Penelitian**

Ditinjau dari jenis datanya metode penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode eksperimen. Metode eksperimen dalam penelitian ini ialah metode penelitian yang digunakan untuk mencari pengaruh dari variasi jumlah *blade inlet turbo* terhadap gaya dorong pada *prototype waterjet thruster*.

### **3.3. Studi Literatur**

Studi literatur ialah salah satu tahapan dari kegiatan mengumpulkan berbagai teori pendukung untuk penelitian yang akan dilakukan kedepannya. Pengumpulan teori dapat dari jurnal maupun buku.

### **3.4. Tempat Pelaksanaan Penelitian**

Pelaksanaan penelitian ini dilakukan di Laboratorium Teknik Mesin, Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung. Pelaksanaan di mulai dari menentukan variabel penelitian hingga pengambilan data.

### **3.5. Perencanaan**

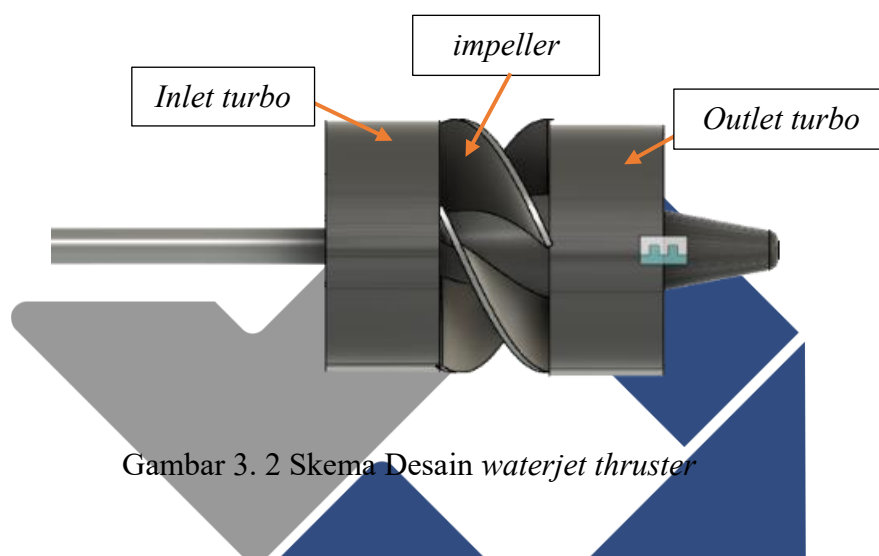
Perencanaan merupakan langkah pertama yang dilakukan pada setiap proses penelitian. Pada tahapan ini akan dilakukan perencanaan terkait desain penelitian yang digunakan, sistem *waterjet thruster* serta perencanaan sistem pengujian.

#### **3.5.1. Perencanaan Komponen *Waterjet Thruster***

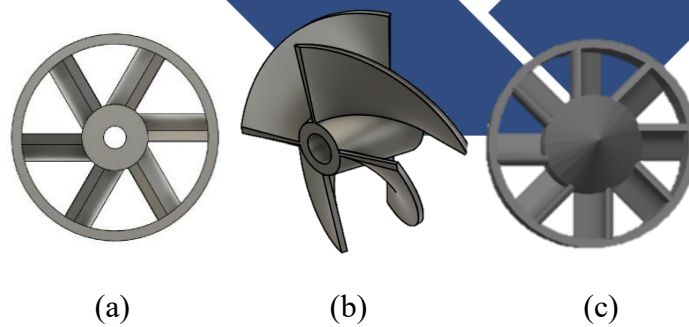
Perencanaan komponen *waterjet thruster* dilakukan untuk menentukan spesifikasi komponen dan rancangan penelitian yang akan digunakan pada penelitian. Komponen utama yang digunakan berupa *inlet turbo*, *impeller*, dan *outlet turbo*. Spesifikasi komponen yang digunakan pada penelitian ini ditampilkan tabel 3.1 dan tabel 3.2.

Tabel 3. 1 Spesifikasi Komponen

Spesifikasi	<i>Inlet Turbo</i>	<i>Impeller</i>	<i>Outlet Turbo</i>
Panjang	50 mm	60 mm	50 mm
Diameter	110 mm	110 mm	110 mm



Gambar 3. 2 Skema Desain *waterjet thruster*



Gambar 3. 3 Komponen *Waterjet Thruster*

(a) *Inlet Turbo* (b) *Impeller* (c) *Outlet Turbo*

Dari spesifikasi komponen yang digunakan, maka dalam penelitian ini akan dibuat empat buah *prototype waterjet thruster* yang memiliki variasi jumlah *blade inlet turbo* yang berbeda. Kombinasi dari rangkaian *waterjet thruster* dalam penelitian ini disajikan pada Tabel 3.2

Tabel 3. 2 Kombinasi *Waterjet Thruster*

<i>Prototype</i>	<b>Jumlah Variasi Blade Inlet Turbo</b>	<i>Impeller</i>	<i>Outlet Turbo</i>
1	6 blade	4 blade	8 blade
2	7 blade	4 blade	8 blade
3	8 blade	4 blade	8 blade
4	9 blade	4 blade	8 blade

### 3.5.2. Perencanaan Sistem *Waterjet Thruster*

Sistem *waterjet thruster* memanfaatkan gaya dorong air sebagai penggerak kecepatan kapal dengan laju operasinya sesuai yang diinginkan. Dalam perencanaan sistem *waterjet thruster*, performa kecepatan tempuh kapal sangat penting. Jenis sistem *waterjet thruster* yang digunakan dalam penelitian ini adalah *medium tail*.

### 3.5.3. Perencanaan Sistem Pengujian

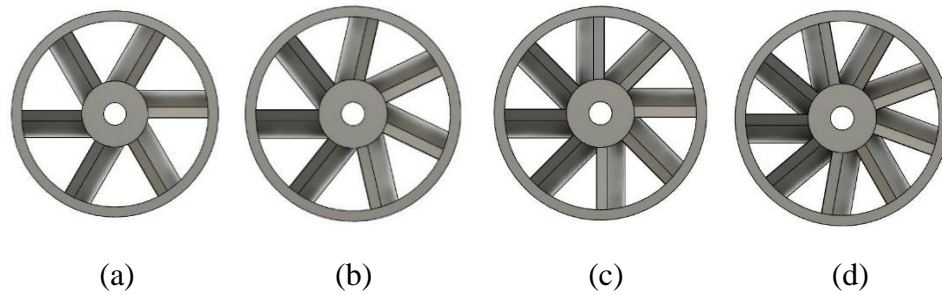
Perencanaan sistem pengujian dilakukan untuk menentukan metode pengambilan data gaya dorong yang dihasilkan. Pengujian dilakukan menggunakan kolam uji dengan sistem yang dilengkapi oleh rel.

## 3.6. Perancangan

Setelah dilakukan perencanaan penelitian, tahapan selanjutnya ialah merancang *waterjet thruster* dan sistem pengujian yang telah direncanakan. Bentuk dan dimensi objek cetak didesain menggunakan *software Autodesk Fusion 360*.

### 3.6.1. Perancangan *Inlet Turbo Waterjet Thruster*

*Inlet turbo* yang digunakan memiliki variasi jumlah *blade inlet turbo* 6 blade, 7 blade, 8 blade, dan 9 blade. Gambar *inlet turbo* dapat dilihat pada Gambar 3.4 dan desain detail *inlet turbo* dapat dilihat pada Lampiran.



Gambar 3. 4 Empat Variasi Jumlah *Blade Inlet Turbo*

(a) 6 blade (b) 7 blade (c) 8 blade (d) 9 blade

### 3.6.2. Perancangan Sistem *Medium Tail*

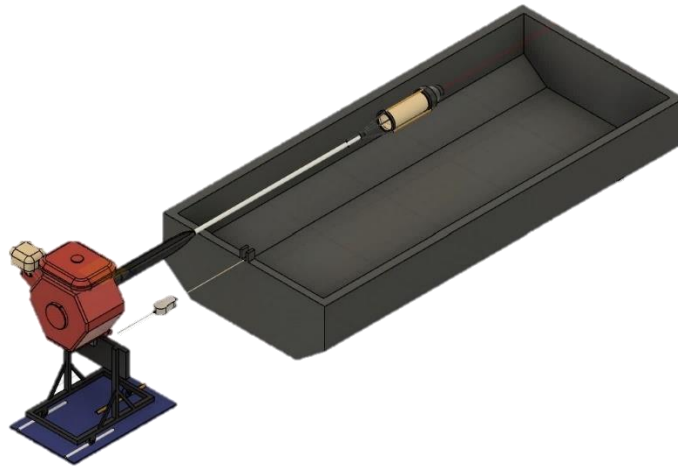
Sistem *medium tail* yang digunakan memiliki panjang 2 m dengan pipa *stainless* berdiameter 1 *inch*. Sistem *medium tail* dilengkapi dengan dudukan *waterjet thruster* yang berfungsi untuk tempat *waterjet thruster* yang akan dilakukan pengujian. Rancangan tersebut disajikan pada Gambar 3.5. Detail dari *medium tail* ditampilkan pada Lampiran.



Gambar 3. 5 *Medium Tail*

### 3.6.3. Perancangan Sistem Pengujian

Pengujian gaya dorong yang dihasilkan oleh *waterjet thruster* dilakukan pada kolam uji. Metode pengujian ditampilkan pada Gambar 3.6 dan detail perancangan disajikan pada Lampiran.



Gambar 3. 6 Skema Peoses Pengujian

### 3.7. Bahan dan Alat Penelitian

#### 3.7.1. Bahan Penelitian

Bahan yang akan digunakan dalam menunjang penelitian ini yaitu :

1. Material filamen filamen ST PLA (*Super Tough Poly Lactic Acid*) berdiameter 1,75 mm.
2. Lem Super Serbaguna sebagai penguat ikatan antar lapisan produk *3D printing* setelah dilakukan pencetakan pada part-part *waterjet*.
3. Ass *Stainless* sebagai poros part *3D Printing* yaitu komponen *outlet turbo*, *impeller*, dan *inlet turbo* untuk menyambungkannya ke *engine*.
4. Ass Kuningan dengan panjang 1 m dengan diameter 30 mm untuk dibuat sebagai *bushing* pada part *3D Printing*.
5. Pipa PVC 4 *inch* sebagai cover pelindung baling-baling *3D Printing*.
6. *Reducer 4x2"* sebagai pengarah keluaranya fluida.

#### 3.7.2. Alat Penelitian

Peralatan untuk menunjang penelitian ini yaitu :

1. Mesin *3D Printing* berteknologi FDM  
Mesin pencetak yang digunakan untuk mencetak part-part *waterjet thruster* menggunakan mesin *3D printing* berteknologi FDM yaitu *Ender 3 PRO*.
2. *Software Autodesk Fusion 360*

*Software* yang digunakan dalam menunjang pembuatan model CAD pada mesin 3D printer di penelitian ini adalah *Autodesk Fusion 360*.

### 3. Laptop

Laptop Lenovo Ideapad Slim 1 yang digunakan untuk membuat desain 3D part-part *waterjet* pada perangkat lunak Autodesk Fusion 360 serta digunakan untuk mengolah data dan menganalisa data setelah pengujian.

### 4. Mesin Bakar

Mesin bakar 25 HP yang digunakan sebagai mesin penggerak kapal dengan putaran mesin 3400 rpm yang sudah ditentukan.

### 5. Kolam

Kolam berupa bak uji yang diisi dengan air untuk melakukan pengujian kekuatan gaya dorong pada *waterjet thruster*.

### 6. Timbangan digital

Timbangan digital berfungsi untuk mengukur kekuatan tarik yang dihasilkan oleh daya yang dihasilkan mesin menjadi gaya dorong.

## **3.8. Proses Manufaktur**

Pada tahapan ini dilakukan pembuatan *waterjet thruster* salah satu aspek terpenting dalam penelitian ini. Proses manufaktur dilakukan secara bertahap agar penelitian dapat berjalan dengan lancar meliputi proses pada mesin frais, bubut, bor serta dilakukan pengelasan. Pada tahap perakitan terdapat beberapa bagian komponen alat yang diproses sebagai pendukung kinerja *waterjet thruster*. Tahapan proses perakitan akhir pada *waterjet thruster* ialah memasang satu persatu bagian komponen menjadi komponen utuh dari *waterjet thruster*.

### **3.8.1. Proses Pencetakan Komponen 3D *Printing***

Tahapan-tahapan proses pada pencetakan *part waterjet thruster* pada mesin 3D *printing Ender 3 PRO* sebagai berikut :

1. Terlebih dahulu tekan tombol ON untuk menghidupkan mesin 3D *printing*.
2. Pasangkan *filament* di tempat penempatan jalur *filament* pada mesin 3D *printing*.



3. Meja pada mesin 3D *printing* dilakukan kalibrasi sebelum masuk ke proses pencetakan, agar meja pada mesin 3D *printing* dalam kondisi datar dan dapat menjaga jarak antara meja dan *nozzle* mesin 3D *printing*.
4. Dilanjutkan dengan memasukkan masukkan kartu memori yang isinya *file G-code* yang telah dilakukan *slicing* dari *software slicing* Ultimaker Cura ke tempat kartu memori pada mesin 3D *printing*.
5. Lalu *setting* parameter proses yang telah ditentukan pada mesin 3D *printing* seperti suhu *nozzel*, *bed temperature*, serta *printing speed*.
6. Kemudian melakukan proses pencetakan, pada proses pencetakan dilakukan secara bertahap.
7. Setelah semua hasil *part waterjet thruster* dicetak, maka tahap selanjutnya ialah dilakukan pengeleman pada setiap komponen *waterjet thruster*. Setelah semua dilem maka langkah selanjutnya proses manufaktur dan perakitan untuk *waterjet thruster*.

### 3.8.2. Pembuatan *Waterjet Thruster*

1. Pembuatan segi enam pada poros *stainless*

Pada proses ini dilakukan proses pemotongan menggunakan mesin frais, yang mana dilakukan pemotongan membentuk segi enam diujung poros sepanjang 20 mm dan sedalam 1 mm sampai membentuk segi enam. Poros *ass stainless* memiliki panjang 30 cm. Pembuatan poros ini berfungsi sebagai media penghubung antara *waterjet thruster* dengan *medium tail*.



Gambar 3. 7 Proses Pengefraisan Segi Enam

## 2. Pembubutan pada *bush*

Pada proses ini dilakukan pembubutan pada *ass* kuningan sepanjang 20 mm dan berdiameter luar 14 mm dan diameter dalam 10 mm. *Bush* ini berfungsi sebagai pengganti *bearing*. Lalu *bush* ini akan dilem pada bagian dalam *outlet turbo*.



Gambar 3. 8 Proses Bubut

## 3. Pemotongan pipa PVC

Pada proses ini dilakukan pemotongan pipa PVC berukuran 4 *inch* sepanjang 20 mm, pipa PVC berfungsi sebagai *cover* pelindung untuk *inlet turbo*, *impeller*, dan *outlet turbo*.



Gambar 3. 9 Pemotongan Pipa *PVC*

4. Penyambungan mur dengan poros *ass stainless*

Pada proses ini dilakukan proses pengelasan pada mur dengan poros *ass stainless*. Pengelasan dilakukan berjarak 10 mm dari ujung poros. Peletakan mur pada poros ini dilakukan sebagai penghubung untuk *impeller*.



Gambar 3. 10 Penyambungan Mur dengan Poros dan Perekatan *Impeller* Pada Mur

5. Pengeleman *outlet turbo* ke pipa, lalu pemasangan *reducer*

Pada proses ini dilakukan pengeleman menggunakan lem super serbaguna pada *part outlet turbo* ke pipa yang sudah dipotong. Lalu dilakukan kembali pengeleman pada *reducer* berukuran 4x2 *inch*.



Gambar 3. 11 Pengeleman *Outlet Turbo*



Gambar 3. 12 Pengeleman *Reducer*

6. Perakitan komponen *waterjet thruster*

Pada proses ini dilakukan perakitan untuk *waterjet thruster* yaitu penyambungan *impeller* dan *inlet turbo* ke dalam pipa. Lalu untuk *inlet turbo* akan dilakukan pengeleman pada diameternya, agar *inlet turbo* tidak berputar saat dilakukan pengujian di dalam kolam uji.



Gambar 3. 13 *Assembly Waterjet Thruster*



Gambar 3. 14 Hasil dari Perakitan *Waterjet Thruster*

### 3.8.3 Pembuatan *Medium Tail*

#### 1. Pembuatan *plan*

Pada proses ini dilakukan pembuatan *medium tail* di mesin frais. *Medium tail* ini berfungsi sebagai penghubung antara *medium tail* dengan *engine* pada mesin.



Gambar 3. 15 Proses Frais

#### 2. Pembuatan Kerangka *Medium Tail Waterjet Thruster*

Pada proses ini dilakukan pengelasan untuk dilakukan pembentukan pada kerangka *medium tail waterjet thruster*. Kerangka ini disambung dengan pipa *stainless 1 inch*.



Gambar 3. 16 Kerangka *Medium Tail Waterjet Thruster*

### 3.8.4. Pembuatan Dudukan Mesin

#### 1. Dudukan Mesin

Proses ini dilakukan proses pembuatan dudukan mesin, proses ini dilakukan pengelasan pada pelat yang sudah dibentuk dan diukur sesuai dengan motor bakar 25 HP yang digunakan. Selanjutnya dilakukan pengelasan untuk pembuatan dudukan mesin menggunakan *hollow* dan dirakit sesuai dengan perencanaan.



Gambar 3. 17 Dudukan Mesin Bakar 25 HP



Gambar 3. 18 Dudukan Mesin

### 3.9. Proses Perakitan

Proses perakitan (*assembly*) dilakukan untuk menyatukan bagian-bagian komponen yang telah diproses sebelumnya menjadi kesatuan yang utuh. Komponen *waterjet thruster* yang berbahan dari filamen ST PLA disatukan sesuai perencanaan menggunakan lem super serbaguna dan untuk komponen sistem pengujian yang akan dilakukan penyambungan komponen berupa pengelasan untuk setiap komponen yang memiliki material besi.

### 3.10. Pengujian Gaya Dorong

Proses pengujian gaya dorong dilakukan apabila keseluruhan proses pencetakan, manufaktur, serta perakitan telah selesai dilakukan. Pengujian gaya dorong menggunakan mesin bakar 25 HP sebagai motor induk menggerakkan *waterjet thruster* dan menciptakan gaya dorong untuk mendapatkan nilai tertinggi dari gaya dorong yang dihasilkan. Berikut proses pengujian gaya dorong yang akan dilakukan yaitu :

1. Persiapkan mesin bakar/*engine* dan komponen *waterjet thruster* yang akan diuji gaya dorongnya.
2. Letakkan *waterjet thruster* pada *medium tail* yang telah dibuat lalu kencangkan masing-masing baut pada kuping *medium tail* yang menghubungkan ke lubang penanda pada *waterjet thruster*. Hal ini dilakukan agar *waterjet thruster* tidak terlepas saat mesin dioperasikan pada pengujian gaya dorong.

3. Sebelum melakukan pengujian gaya dorong, pastikan kondisi air dalam kolam bersih tanpa kotoran yang ditinggalkan.
4. Setelah itu letakan timbangan digital dengan posisi angka 0 pada dudukan mesin yang menghubungkannya ke sisi kolam berupa kawat sebagai pengaitnya. Jika sudah siap dilakukan pengujian maka hidupkan mesin bakar/*engine* dengan putaran mesin yang sudah ditentukan hingga menghasilkan dorongan dan hasil nilai dorongan dapat dilihat pada timbangan digital.
5. Lakukan proses pengujian secara berulang sampai seluruh *prototype waterjet thruster* selesai dilakukan proses pengujian gaya dorong.

Adapun proses uji gaya dorong ditampilkan pada Gambar 3.26 di bawah.



Gambar 3. 19 Proses Uji Gaya Dorong

### 3.11. Pengambilan Data Pengujian

Pada tahapan ini yaitu pengambilan dan pengolahan data, dimana setelah data diambil pada pengujian maka *waterjet thruster* yang dihasilkan akan disampaikan pada penelitian ini, untuk mengetahui rancangan mana yang paling optimal dalam menghasilkan *waterjet thruster* paling tinggi gaya dorongnya.

Apabila pengambilan data sudah selesai, maka tahap selanjutnya ialah dilakukan pengolahan data dari hasil pengujian. Apabila nilai hasil gaya dorong telah didapatkan, maka langkah berikutnya data akan diproses menjadi grafik nilai pengujian yang digunakan untuk menganalisis hasil gaya dorong yang didapatkan.



### **3.12. Pengolahan Data dan Analisis Hasil Pengujian**

Apabila pengambilan data sudah selesai, maka tahap selanjutnya ialah dilakukan pengolahan data dari hasil pengujian. Apabila nilai hasil gaya dorong telah didapatkan, maka langkah berikutnya data akan diproses menjadi grafik nilai pengujian yang digunakan untuk menganalisis hasil gaya dorong yang didapatkan. Data yang telah selesai dilakukan proses dan dijadikan grafik, maka langkah selanjutnya akan dilakukan analisis untuk mengetahui hasil akhir dari pengujian. Dalam proses ini dilakukan analisis pada bentuk grafik yang telah disajikan sehingga dapat dilihat pengaruh jumlah *blade inlet turbo* terhadap nilai gaya dorong dengan menampilkan nilai gaya dorong tertinggi hingga nilai gaya dorong terendah.

### **3.13. Kesimpulan**

Pada tahapan terakhir merupakan tahapan di mana kesimpulan serta saran dibuat yang diharapkan agar penelitian ini dapat menjawab semua permasalahan yang ada pada penelitian, sehingga penelitian yang sudah dilakukan ini kedepannya dapat berguna bagi peneliti dan pembaca.

**BAB IV**  
**PEMBAHASAN**



## **BAB V**

### **PENUTUP**

#### **5.1. Kesimpulan**

Dari penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan hasil olah data dan analisis pada penelitian ini bahwa variasi jumlah *blade inlet turbo* sangat berpengaruh terhadap nilai gaya dorong pada *prototype waterjet thruster* yang dicetak menggunakan material *Super Tough Polylactic Acid* (ST PLA) dengan menggunakan putaran mesin 3400 rpm. Hasil pengolahan data penelitian yang telah dilakukan didapatkan nilai gaya dorong tertinggi ditunjukkan oleh *prototype* nomor 4 pada variasi jumlah *blade inlet turbo* berjumlah 9 *blade* dengan nilai sebesar 104,673 N. Sementara untuk nilai gaya dorong terendah diperoleh oleh *prototype* nomor 1 pada variasi jumlah *blade inlet turbo* berjumlah 6 *blade* dengan nilai sebesar 78,554 N. Semakin banyak variasi jumlah *blade inlet turbo* yang digunakan, mempengaruhi gaya dorong tertinggi dan sebaliknya. Hal ini dikarenakan semakin banyak jumlah *blade inlet turbo* luas input fluida membuat gaya dorong bertambah. Sehingga aliran fluida yang masuk ke dalam sistem semakin banyak.

#### **5.2. Saran**

Saran dari penulis yang dapat disampaikan kepada pembaca setelah melaksanakan penelitian ini ialah :

1. Terdapat banyak sekali variasi *blade inlet turbo* yang dapat dikombinasikan sehingga mendapatkan nilai gaya dorong yang lebih bervariasi lagi.
2. Menambah penggunaan metode penelitian dengan jumlah *prototype* yang lebih sederhana agar mendapatkan hasil yang lebih akurat.

## DAFTAR PUSTAKA

- Abidin, M.Z., Adji, S.W. and Arief, I.S. (2012) “Analisa Performance Propeller B-series dengan pendekatan structure dan unstructure meshing,” *Jurnal Teknik ITS*, 1(1), pp. G241–G246.
- Adji, S.W. (2006) *Water jet propulsion system, Schiff & Hafen Seewirtschaft*.
- Anata, R. and Adji, S.W. (2013) “Pengembangan Rancangan Nozzle Waterjet untuk Meningkatkan Kecepatan Renang pada Tank BMP-3F (Infantry Fighting Vehicle),” *Jurnal Teknik ITS*, 2(2), pp. G172–G176. Available at: <http://ejurnal.its.ac.id/index.php/teknik/article/view/4930%0Ahttps://ejurnal.its.ac.id>.
- Arief, I.S., Koenhardono, E.S. and Smail, S.H. (2014) “Perancangan Program Pemilihan Propeller Jenis Wageningen B Series Berbasis Efisiensi.”
- Fadhlin, D. (2017) *Analisis Gaya Dorong Propeller Kapal Penumpang Dengan Menggunakan Software Solidwork, Teknik Mesin Pada Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara*.
- Farandi, N. (2021) *Pengaruh Variasi Stator Turbo Pada Turbojet Drive Untuk Menghemat Bahan Bakar Minyak (BBM)*.
- Fazlurrohman, D.R. (2018) *Studi Optimasi Sistem Water Jet Dengan Memodifikasi Blade Impeller Menggunakan Metode CFD*.
- Hartanto, I. (2022) “Studi pengaruh jumlah sudu, kelengkungan sudu, dan jarak poros propeller terhadap gaya dorong kapal.”
- Harun, Fherado, F., Siswanto and Sahiddin, M. (2019) *Kelautan Dan Perikanan Dalam Angka Bangka Belitung 2018*. Edited by Y. Ristianity. Dinas Kelautan dan Perikanan Provinsi Kepulauan Bangka Belitung.
- Huang, R., Dai, Y., Luo, X., Wang, Y. and Huang, C. (2019) “Multi-objective optimization of the flush-type intake duct for a waterjet propulsion system,” *Ocean Engineering*, 187(June), p. 106172. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.oceaneng.2019.106172>.
- Irwan, M. and Jalil, E. (2019) “Pemodelan Matematika Dalam Sistem Massa Pegas,” *Jurnal MSA ( Matematika dan Statistika serta Aplikasinya )*, 7(1),

- p. 33. Available at: <https://doi.org/10.24252/msa.v7i1.7520>.
- Jiao, W., Cheng, L., Zhang, D., Zhang, B. and Su, Y. (2021) "Investigation of key parameters for hydraulic optimization of an inlet duct based on a whole waterjet propulsion pump system," *Transactions of Famena*, 45(1). Available at: <https://doi.org/10.21278/TOF.451004819>.
- Jiao, W., Cheng, L., Zhang, D., Zhang, B., Su, Y. and Wang, C. (2019) "Optimal Design of Inlet Passage for Waterjet Propulsion System Based on Flow and Geometric Parameters," *Advances in Materials Science and Engineering*, 2019. Available at: <https://doi.org/10.1155/2019/2320981>.
- Matulavela, D. (2017) *Analisa Pengaruh Rancangan Sudut Intake Grating Terhadap Efisiensi Thrust Pada Waterjet Tank Amfibi*.
- Maulana, A. (2017) *Kajian Teknis Perancangan Sistem Propulsi Waterjet Pada Patrol Boat 10,3 M*.
- Purnomo, T.A. (2016) *Analisa Perancangan Sistem Propulsi Waterjet sebagai propulsi alternatif pada kapal patroli cepat 61 M*.
- Rakhmadi, W., Trimulyono, A. and Iqbal, M. (2016) "Analisa Perbandingan Tipe Kort Nozzle Terhadap Gaya Dorong Propeller Dengan Metode CFD," *Jurnal Teknik Perkapalan*, 4(1), pp. 199–208.
- Simbolon, H., Trimulyono, A. and Rindo, G. (2015) "Analisa Nilai Maximum Thrust Propeller B-Series Dan Kaplan Series Pada Kapal Tugboat Ari 400 Hp Dengan Variasi Diameter, Jumlah Daun, Sudut Rake Menggunakan Cfd," *Jurnal Teknik Perkapalan*, 3(4), pp. 394–404.
- Subakti, Y., -, H. and Kurniawan, Z. (2021) "Pengaruh Media, Temperatur Dan Waktu Perlakuan Annealing Pada Spesimen Standar ASTM D638 Type IV Menggunakan Filamen ST PLA," *Sprocket Journal of Mechanical Engineering*, 3(1), pp. 7–14. Available at: <https://doi.org/10.36655/sprocket.v3i1.569>.
- Sukadana, I.B.P. and Suastawa, I.W. (2009) "Rancangan Propeller Optimum Kapal Ikan Tradisional."
- Sumardi, Fasni, N., Martunis and Munzir (2020) "Tinjauan Efektifitas Dan Perbandingan Kinerja Mesin Tempel Outboard Jenis Propeller Baling-

- Baling Konvensional Dengan Propeller Jenis Water Jet Propulsion,” *Proceeding Seminar Nasional Politeknik Negeri Lhokseumawe*, 4(1), pp. 121–127.
- Suzen, Z.S., Mesin, T. and Manufaktur Negeri Bangka Belitung, P. (2020) “Pengaruh Tipe Infill Dan Temperatur Nozzle Terhadap Kekuatan Tarik Produk 3D Printing Filamen Pla+ Esun,” *Jurnal Teknologi Manufaktur*, 12(02).
- Wahyudi, S., Arief, R. and Syamrahmad, P. (2022) “Perancangan dan Penggambaran Propeller Dengan Pendekatan Software Hydrocomp Propcad,” *Jurnal Ilmiah Indonesia*, 7(8.5.2017), pp. 2003–2005. Available at: [www.aging-us.com](http://www.aging-us.com).
- Yanuar and Mayasari, S. (2006) “Analisa Perbandingan System Propulsion Waterjet dengan Propeller Kapal Patroli Tipe 28M,” (November), pp. 21–23.
- Yusuf, H., Santoso, A. and Amiadji (2014) “Analisa Penggunaan Waterjet Pada Sistem Propulsi Kapal Perang Missile Boat Dengan Kecepatan 70 Knot,” *Jurnal Teknik ITS*, 3(1), pp. G58–G63.

## Lampiran 1 Daftar Riwayat Hidup

### DAFTAR RIWAYAT HIDUP



#### 1. Data Pribadi

Nama Lengkap : Thala Viniolita  
Tempat, Tanggal Lahir : Sungailiat, 04 Juli 2002  
Alamat Rumah : Jl. Mentawai No. 124, Karya Makmur  
HP : 0813 6810 2246  
Email : [thlaviniolita@gmail.com](mailto:thlaviniolita@gmail.com)

Jenis Kelamin : Perempuan

Agama : Islam

#### 2. Riwayat Pendidikan

SD Negeri 9 Perumnas	2008-2014
SMP Negeri 1 Sungailiat	2014-2017
SMA Negeri 1 Sungailiat	2017-2020

Sungailiat, 04 Desember 2023

Thala Viniolita

## Lampiran 2 Perhitungan Manual Rata-rata dan Gaya Dorong

1. *Prototype 1* dengan variasi *blade inlet turbo 6*

2. *Prototype 2* dengan variasi *blade inlet turbo 7*

3. *Prototype 3* dengan variasi *blade inlet turbo 8*

4. *Prototype 4* dengan variasi *blade inlet turbo 9*





### Lampiran 3 Hasil Perhitungan Menggunakan Ms. Excel

Variasi Jumlah <i>Blade Inlet Turbo</i>	Percobaan 1 (kg)	Percobaan 2 (kg)	Rata-Rata (kg)	Gaya Dorong (N)
<i>6 blade</i>				
<i>7 blade</i>				
<i>8 blade</i>				
<i>9 blade</i>				





**Lampiran 4 Skema Gaya Sistem *Waterjet Thruster***

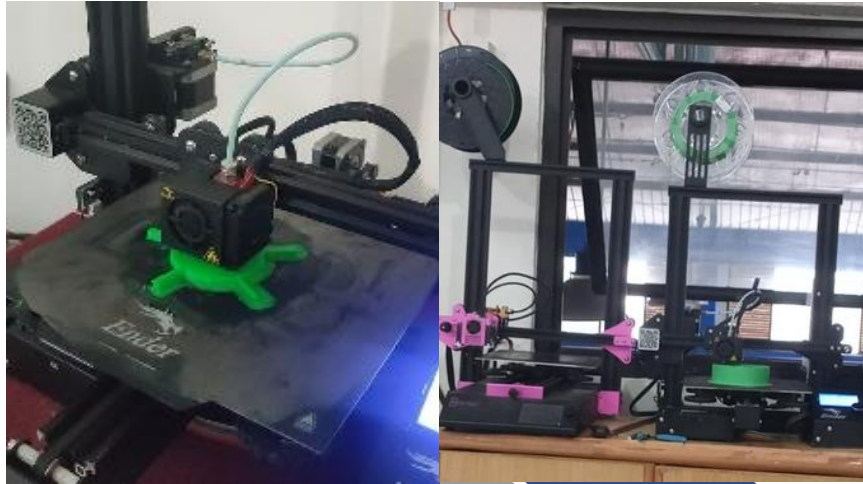


**Lampiran 5 Desain Komponen *Waterjet Thruster***



**Lampiran 6 Desain Skema *Waterjet Thruster***

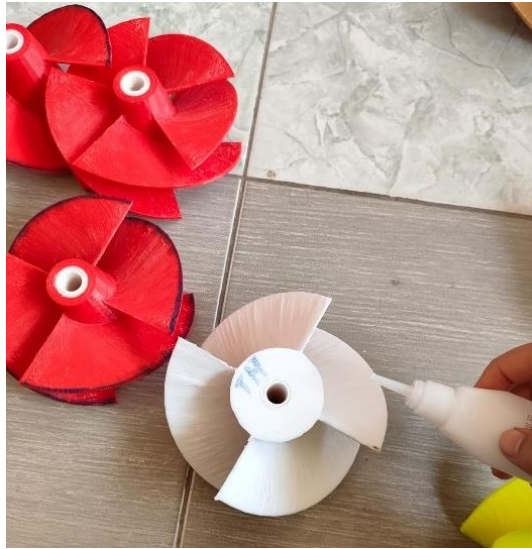
## Lampiran 7 Dokumentasi Penelitian



Proses pencetakan *part waterjet*



Hasil cetak *part waterjet*



Proses pengeleman *part waterjet*



Perakitan *waterjet*



*Waterjet thruster*



*Sistem waterjet thruster*






Proses pengujian *waterjet thruster*





## Lampiran 8 Form Monitoring Proyek Akhir

FORM-PPR-3- 6: Form Monitoring Proyek Akhir










		<b>FORM MONITORING PROYEK AKHIR</b> TAHUN AKADEMIK <u>2023 / 2024</u>	
JUDUL		Pengaruh Variasi Jumlah Blade Inlet Turbo pada Waterjet Thruster Terhadap Gaya Dorong	
Nama Mahasiswa		1. <u>Thala Viniolita</u> /NIRM: <u>1042056</u> 2. .... /NIRM: ..... 3. .... /NIRM: ..... 4. .... /NIRM: ..... 5. .... /NIRM: .....	
Monitoring ke	Tanggal	Progress Alat	Paraf Pembimbing
III	4 / 2023 Desember	Progress Alat 100% Progress Makalah 95%	
III	4 / 2023 Desember	Progress Makalah 95%	

KESIAPAN ALAT UNTUK SIDANG: SIAP / ~~BELUM~~ (coret salah satu)

Mengetahui		
Pembimbing 1  (.....) Hasdiansah, S.S.T.M. Eng	Pembimbing 2  (.....) Zaldy S. Suzen, S.S.T. M.T.	Pembimbing 3 (.....)

## Lampiran 9 Form Bimbingan Proyek Akhir

FORM-PPR-3- 4: Bimbingan Proyek Akhir

 FORM BIMBINGAN PROYEK AKHIR TAHUN AKADEMIK 2024/2023			
JUDUL	Pengaruh Variasi Jumlah Blade Inlet Turbo Pada Waterjet Thruster Terhadap Gaya Dorong		
Nama Mahasiswa	Thala Viniolita NIM: 1042056		
Nama Pembimbing	1. Hasdiansah, S.S.T., M. Eng 2. Zaldy Sirwansyah Suzen, S.S.T., M.T. 3. _____		
Pertemuan Ke	Tanggal	Topik Bimbingan	Paraf dan nama Pembimbing
1	8 / 2023 maret	Konsultasi mengenai desain waterjet thruster dan desain variasi blade inlet waterjet thruster	
2	13 / 2023 maret	Konsultasi persiapan alat dan bahan yang akan digunakan	
3	6 / 2023 April	Perencanaan pencetakan komponen 3D printing	
4	14 / 2023 April	Konsultasi penulisan Laporan PA dan Jurnal	
5	17 / 2023 Mei	Konsultasi mengenai media pengujian untuk pengambilan data	
6	12 / 2023 Juni	Konsultasi opsi engine yang akan digunakan	
7	14 / 2023 Juni	Konsultasi penulisan Laporan PA	
8	4 / 2023 Juli	Konsultasi penulisan Laporan PA	
9			
10			

Catatan:

- Jika pertemuan bimbingan lebih dari sepuluh kali, dapat mengambil Form kembali di Panitia/Komisi Proyek Akhir








FORM-PPR-3- 4: Bimbingan Proyek Akhir

	FORM BIMBINGAN PROYEK AKHIR • TAHUN AKADEMIK 2023/2024		
	JUDUL Pengaruh Variasi Jumlah Blade Inlet Turbo Pada Waterjet Thruster Terhadap Gaya Dorong		
Nama Mahasiswa		Thala Vinidita NIRM: 1042056	
Nama Pembimbing		1. Hasdiansah, S.S.T., M. Eng 2. Zaldy Sirwanayah Suzen, S.S.T., M.T. 3.	
Pertemuan Ke	Tanggal	Topik Bimbingan	Paraf dan nama Pembimbing
1	4 / sept 2023	Konsultasi mengenai hasil dari pengujian Waterjet Thruster	[Signature]
2	7 / sept 2023	Konsultasi mengenai hasil data pengujian waterjet Thruster Mini	[Signature]
3	11 / sept 2023	Konsultasi mengenai penulisan matalah dan Jurnal	[Signature]
4	17 / sept 2023	Konsultasi mengenai progesalat, metode dan penulisan Matalah	[Signature]
5	27 / sept 2023	remeriksaan mengenai penulisan matalah BAB 1-BAB 4 dan Jurnal	[Signature]
6	2 / oktober 2023	konsultasi mengenai hasil data pengujian waterjet Thruster Mini dengan metode Taguchi	[Signature]
7	14 / oktober 2023	Konsultasi mengenai penulisan matalah BAB 1- BAB 4	[Signature]
8	10 / oktober 2023	Pemberian materi mengenai metode Taguchi	[Signature]
9	11 / oktober 2023	Konsultasi mengenai penulisan Jurnal Dinamika	[Signature]
10	12 / oktober 2023	Konsultasi mengenai penulisan matalah dan Jurnal	[Signature]

Catatan:

- Jika pertemuan bimbingan lebih dari sepuluh kali, dapat mengambil Form kembali di Panitia/Komisi Proyek Akhir

FORM-PPR-3- 4: Bimbingan Proyek Akhir

 <p style="text-align: center;">FORM BIMBINGAN PROYEK AKHIR TAHUN AKADEMIK 2023./2024</p>			
JUDUL	Pengaruh Variasi Jumlah Blade Inlet Turbo Pada Waterjet Thruster Terhadap Gaya Dorong		
Nama Mahasiswa	Thala Viniolita NIRM: 1042056		
Nama Pembimbing	1. Hasdiansah, S.S.T., M.Eng 2. Zaldy Sirwansyah Suzen, S.S.T., M.T. 3. _____		
Pertemuan Ke	Tanggal	Topik Bimbingan	Paraf dan nama Pembimbing
1	19/10/2023	Konsultasi mengenai penulisan Jurnal Dinamika	
2	30/10/2023	Konsultasi mengenai penulisan Jurnal JITT	
3	1/11/2023	Konsultasi mengenai pemilihan untuk Jurnal Quantum	
4	2/11/2023	Konsultasi mengenai kemajuan penulisan Makalah & Jurnal	
5	2/11/2023	Konsultasi mengenai kemajuan penulisan Makalah & Jurnal	
6	4/12/2023	Monitoring 3 dan peninjauan kembali Makalah	
7			
8			
9			
10			

Catatan:

- Jika pertemuan bimbingan lebih dari sepuluh kali, dapat mengambil Form kembali di Panitia/Komisi Proyek Akhir

## Lampiran 10 Bukti Bukan Plagiasi

THALA\_VINIOLITA\_\_CEK\_TURNITIN.pdf

### ORIGINALITY REPORT

4%

SIMILARITY INDEX

4%

INTERNET SOURCES

0%

PUBLICATIONS

0%

STUDENT PAPERS

### PRIMARY SOURCES

1

[repository.polman-babel.ac.id](http://repository.polman-babel.ac.id)

Internet Source

3%

2

[instrumen-kapal.blogspot.com](http://instrumen-kapal.blogspot.com)

Internet Source

1%

3

[repository.its.ac.id](http://repository.its.ac.id)

Internet Source

1%

Exclude quotes  On

Exclude bibliography  On

Exclude matches  < 1%



## Lampiran 11 Bukti Publikasi



BERANDA	TENTANG KAMI	BERANDA	PENGGUNA	CARI	TERKINI	ARSIP	INFORMASI
<p>OPEN JOURNAL SYSTEMS</p> <p><b>Menu Utama</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Editorial Team</li> <li>Reviewer</li> <li>Process Review</li> <li>Ruang Lingkup</li> <li>Indeksasi</li> <li>Etika Publikasi</li> <li>Registrasi Online</li> <li>Pernyataan Akses Terbuka</li> <li>Kebijakan Plagiasi</li> <li>Panduan Penulis</li> <li>Hak Cipta dan Lisensi</li> </ul> <p><b>Menu Login</b></p> <p>PENGGUNA</p> <p>Anda login sebagai...</p> <p><b>thlavinioita_4</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Jurnal Saya</li> <li>Profil Saya</li> <li>Log Out</li> </ul>							
<p>BERANDA &gt; Vol 8, No 1. (2023) &gt; <b>Viniolita</b></p> <p><b>Optimasi Variasi Jumlah Blade Inlet Turbo Pada Waterjet Thruster Mini Terhadap Gaya Dorong Menggunakan Metode Taguchi</b></p> <p>Thala Viniolita</p> <p><b>Sari</b></p> <p>Seiring dengan perkembangan zaman saat ini, sistem penggerak dari masa ke masa mengalami perkembangan semakin pesat. Penggunaan sistem penggerak sangat mempengaruhi laju kapal yang digunakan, salah satu sistem penggerak kapal yang sangat penting ialah propeller. Saat ini teknologi yang mendukung teknologi yang berbasis rapid prototyping adalah 3D printing dengan teknologi berbasis FDM. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui faktor penelitian yang berpengaruh terhadap hasil gaya dorong suatu level yang telah dicetak menggunakan filament ST PLA (Super Tough Lactic Acid) sebagai material part 3D printing pada komponen waterjet thruster mini dan telah dilakukan proses uji gaya dorong yang kemudian mendapatkan nilai gaya dorong tertinggi hingga terendah. Dengan dilakukan metode Taguchi, penelitian ini dilakukan pencetakan part menggunakan mesin 3D printing Ender 3 Pro. Faktor penelitian yang dilakukan dalam penelitian ini ialah jumlah blade inlet turbo, impeller type, dan jumlah blade outlet turbo. Penelitian ini menghasilkan gaya dorong tertinggi pada level eksperimen 2 dengan jumlah blade inlet turbo 6, impeller 2, dan jumlah blade outlet turbo 7 dengan nilai gaya dorong sebesar 2,281 N dan nilai gaya dorong terendah pada level eksperimen 3 dengan jumlah blade inlet turbo 6, impeller type 3, dan jumlah blade outlet turbo dengan nilai gaya dorong sebesar 0,956 N. Sehingga berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan</p>							

