



Investigasi Performa Variasi Sudut *Impeller Blade* Terhadap Gaya Dorong *Waterjet Thruster*

Pristiansyah¹, Mario Oktavianto², Muhammad Subhan³, Zaldy Sirwansyah Suzen⁴, Hasdiansah^{5*}
^{1,2,3,4,5}Jurusan Rekayasa Mesin, Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung
^{*}phianttarah@yahoo.co.id

Abstract

Variations in ship propulsion are needed to assist in the water transportation purposes that will be used. Waterjet becomes one of the efforts for variations of the ship propulsion system on the waterjet occurs because the action of the thrust force that occurs causes the ship to move at a certain speed and the reaction of the fluid. The use of 3D Printing is starting to be developed and researched whether it is feasible to use in water transportation. 3D Printing technology or known as Additive layer manufacturing and the famous technology is Fused Deposition Modeling this technique is used to print products using filaments as material, the printed product has ideal geometry if it has a precise size and perfect shape. The testing process carried out at the Bangka Belitung state manufacturing polytechnic obtained the highest thrust results 30° angle with the number of blades 5 has the highest value with a thrust of 206 N and the lowest 45° 5 blade with 135 N thrust, the difference in angle affects the thrust generated.

Keywords: 3D printing, impeller, propulsion, thrust, waterjet thruster

Abstrak

Variasi sistem propulsi kapal diperlukan untuk menunjang kebutuhan transportasi air yang akan digunakan. *Waterjet* menjadi salah satu upaya dalam menciptakan variasi sistem propulsi kapal, di mana pergerakan kapal terjadi karena adanya gaya dorong yang dihasilkan dan reaksi dari fluida. Penggunaan teknologi 3D *Printing* mulai dikembangkan dan diteliti untuk mengetahui kelayakannya dalam penerapannya pada transportasi air. Teknologi 3D *Printing*, yang dikenal juga sebagai *Additive Layer Manufacturing*, salah satu metode populernya adalah *Fused Deposition Modeling* (FDM). Teknik ini digunakan untuk mencetak produk menggunakan filamen sebagai material, di mana produk hasil cetakan memiliki geometri yang ideal apabila ukuran dan bentuknya presisi. Pengujian yang dilakukan di Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung menunjukkan bahwa hasil gaya dorong tertinggi diperoleh pada sudut 30° dengan jumlah 5 *blade*, menghasilkan gaya dorong sebesar 206 N. Sementara itu, hasil terendah terjadi pada sudut 45° dengan 5 *blade*, menghasilkan gaya dorong sebesar 135 N. Perbedaan sudut bilah mempengaruhi besar gaya dorong yang dihasilkan.

Kata kunci: 3D printing, impeller, propulsi, gaya dorong, waterjet thruster

1. Pendahuluan

Kapal maupun sampan sering digunakan pada aktivitas Masyarakat didaerah kepulauan bagaimana laut maupun sungai mengelilingi daerah tersebut. Terkhusus pada Provinsi kepulauan Bangka Belitung yang terbagi menjadi dua pulau yaitu pulau bangka dan belitung untuk menghubungkan ke dua pulau tentu transportasi sangat dibutuhkan [1] pergerakan dari kapal juga dipengaruhi oleh baling-baling dan faktor pendukung lainnya [2] tentu kerusakan dari pada baling-baling juga berpengaruh terhadap akselerasi dari transportasi air bagaimana daya yang

ditransferkan dari mesin tidak maksimal dengan kata lain terjadi *losses* pada baling-baling [3] *Impeller* atau *propeller* menjadi bagian penting dalam akselerasi transportasi laut karena akan mentransformasikan daya dari motor penggerak menjadi sumber daya dorong yang diperlukan oleh kapal [4].

Pengembangan dari *impeller* menggunakan kemampuan dari 3D *Printing* pernah dilakukan oleh [5] pengabdian yang dilakukan di desa sampan menggunakan *Turbojet* dari produk 3D *Printing* untuk perahu nelayan dapat digunakan namun harus sesuai

dengan kebutuhan dan bobot perahu, penelitian lainnya berkenaan dengan produk 3D *Printing* pada transportasi air dilakukan oleh [6] dengan menguji produk tersebut untuk mengetahui bahan bakar yang digunakan agar diperoleh variasi waterjet terbaik ditinjau dari segi paling hemat dalam penggunaan BBM, dan penelitian yang dilakukan oleh [7] yang menggunakan *Prototype* dari sistem *Waterjet Thruster* untuk mengetahui variasi dari produk 3D *Printing*.

3D *Printing* merupakan teknologi yang mampu mencetak benda tiga dimensi dengan detail yang tinggi Teknik ini bisa membuat pengguna membuat benda yang kompleks secara mudah dan cepat [8,9], teknologi 3D *Printing* atau yang dikenal *Additive layer manufacturing* dan teknologi yang terkenal adalah *Fused Deposition Modelling* (FDM) [10,11], teknik ini digunakan untuk mencetak produk menggunakan filamen sebagai material, produk yang dicetak memiliki geometri ideal apabila mempunyai ukuran yang teliti dan bentuk yang sempurna [12,13]. Pemilihan filamen ST PLA karena filamen ini dikomposkan dengan sifat aditif special, tidak berpengaruh biodegradasi dan beberapa kali lebih keras disbanding dengan PLA normal [14,15].

2. Metode Penelitian

Pada pengujian yang bertujuan untuk mendapatkan performa yang optimal dilakukan di Bengkel mekanik Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung dengan menggunakan bak air sebagai media uji untuk mendapatkan nilai pengujian. Pengujian dilakukan dengan membuat variasi dari objek pengujian yang berupa hasil cetakan 3D *Printing* menggunakan teknologi FDM, objek dari pengujian yaitu variasi besar sudut dan jumlah *blade* pada *impeller*. Adapun alat uji yang digunakan pada penelitian ini, yaitu :

2.1 Mesin 3D *Printing*

Eksperimen yang dilakukan menggunakan beberapa variasi *impeller* yang dibuat menggunakan sistem 3D *printing*. Mesin 3D *printing* yang digunakan dalam mencetak objek dari pengujian ini menggunakan *Ender 3 Pro* menggunakan teknologi FDM, untuk pengaturan dari mesin dalam mencetak objek tersebut menggunakan suhu *Nozzle* 200-300°C, *bed temperature* 60-70°C, dan kecepatan dari *printing* 50 mm/s. mesin 3D *Printing* ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Mesin 3D *Printing*

2.2 Timbangan Digital

Untuk alat pendukung dari pengujian ini menggunakan timbangan digital dengan spesifikasi 14191-742E dengan beban maksimal 50 Kg. Gambar ditunjukkan pada Gambar 2.



Gambar 2. Timbangan Digital

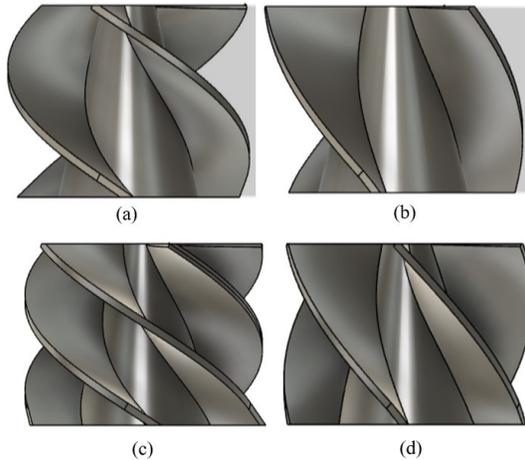
2.3 Mesin Pengujian



Gambar 3. Mesin Pengujian

Mesin pengujian sebagai alat bantu dari pengujian kali ini. Dimana motor penggerak yang ada pada mesin ini menggunakan mesin berkekuatan 28 PK.

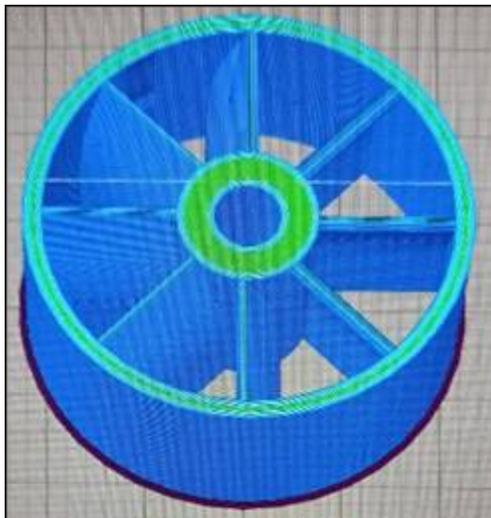
Pada penelitian ini menggunakan spesimen pengujian yang dibuat pada aplikasi desain yaitu *Fusion 360*. Desain ditunjukkan pada Gambar 4.



Gambar 4. Desain objek penelitian

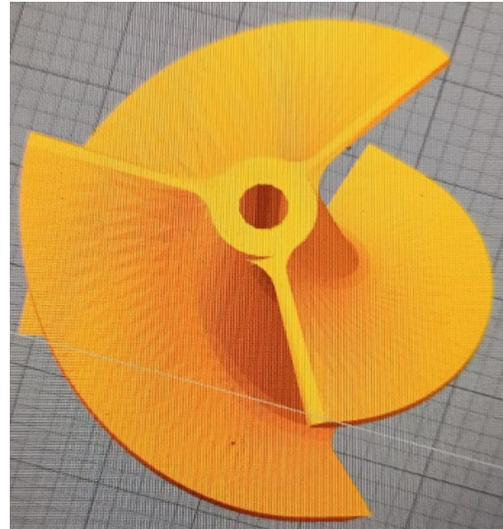
- (a) *Impeller 3 Blade 30°*
- (b) *Impeller 3 Blade 45°*
- (c) *Impeller 5 Blade 30°*
- (d) *Impeller 5 Blade 45°*

Berdasarkan variabel penelitian yang telah ditetapkan pada Tabel 1, langkah selanjutnya melakukan proses pencetakan menggunakan mesin 3D printing untuk setiap komponen *waterjet thruster* yang akan diuji. Gambar 5 menunjukkan salah satu contoh proses *slicing* pada *software* CURA sebelum dicetak menggunakan mesin 3D printing untuk *inlet turbo 8 blade* dengan ukuran 4 in.



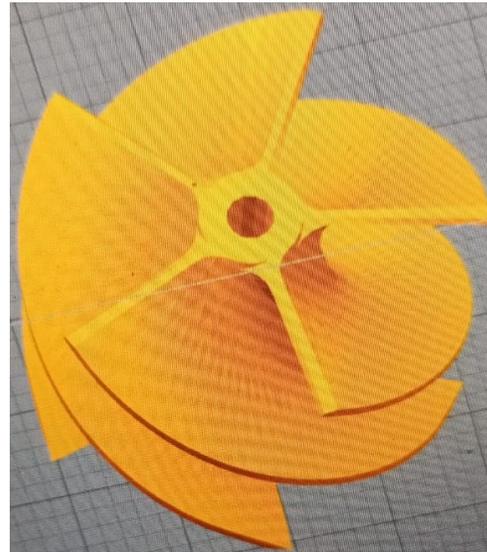
Gambar 5. Proses *Slicing* Inlet Turbo 8 Blade

Sedangkan Gambar 6 menunjukkan salah satu proses *slicing* pada *software* CURA untuk *impeller 3 blade* dengan sudut 30°.



Gambar 6. Proses *Slicing* *Impeller 3 Blade* Dengan Sudut 30°

Gambar 7 menunjukkan proses *slicing* pada *software* CURA untuk *impeller 5 blade* dengan sudut 30°. Gambar 5, Gambar 6 dan Gambar 7 mewakili proses *slicing* pada *software* CURA untuk komponen lainnya yang akan diuji.



Gambar 7. Proses *Slicing* *Impeller 5 Blade* Dengan Sudut 30°

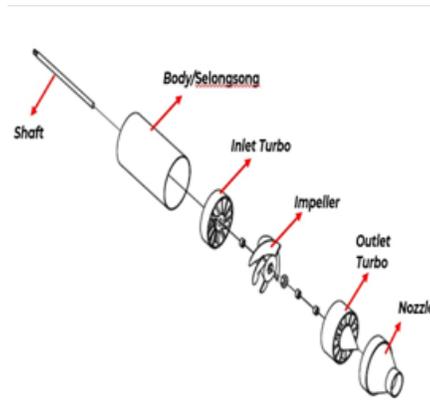
Setelah setiap komponen pada variabel yang diuji selesai dicetak, maka proses selanjutnya yaitu, melakukan proses perakitan. Skema perakitan *waterjet thruster* dapat dilihat pada Gambar 8.

Tabel 1. Variabel Penelitian

Prototype	Jumlah blade outlet turbo	Jumlah blade inlet turbo	Jumlah blade impeller	Variasi sudut blade impeller	Panjang impeller	Panjang inlet turbo	Panjang outlet turbo
1	8 blade	8 blade	3 blade	30°	60 mm	50 mm	50 mm
2	8 blade	8 blade	3 blade	45°	60 mm	50 mm	50 mm
3	8 blade	8 blade	5 blade	30°	60 mm	50 mm </td <td>50 mm</td>	50 mm
4	8 blade	8 blade	5 blade	45°	60 mm	50 mm	50 mm

Tabel 2. Data Hasil Pengujian

Jumlah Variasi	Percobaan 1	Percobaan 2	Rata - rata
30° 3 blade	19,9 Kg	20,4 Kg	20,15 Kg
30° 5 blade	21,0 Kg	21,0 Kg	21,0 Kg
45° 3 blade	16,9 Kg	16,7 Kg	16,8 Kg
45° 5 blade	14,1 Kg	13,5 Kg	13,8 Kg



Gambar 8. Skema Perakitan Waterjet Thruster

3. Hasil dan Pembahasan

Proses pengujian *Waterjet Thruster* yang telah dirakit berdasarkan variable yang telah ditetapkan dilakukan pada sebuah media uji yang ditunjukkan pada Gambar 9.



Gambar 9. Media Uji Waterjet Thruster

Setelah dilakukan proses pengujian yang dilakukan di bengkel Politeknik Manufaktur Negeri Bangka

Belitung dengan menggunakan mesin 28 PK dengan 4000 RPM kemudian didapatkan data yang dapat dilihat pada Tabel 2.

Berdasarkan Tabel 2, data rata-rata yang didapatkan dari percobaan kemudian dikonversi ke satuan *Newton* sehingga gaya dorong yang dihasilkan dapat diketahui. Untuk mendapatkan gaya dengan satuan *Newton* dapat dilakukan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$F = m \times g \quad (1)$$

Ket : F (gaya) = N
 m (massa) = Kg
 g (percepatan gravitasi) = m/s

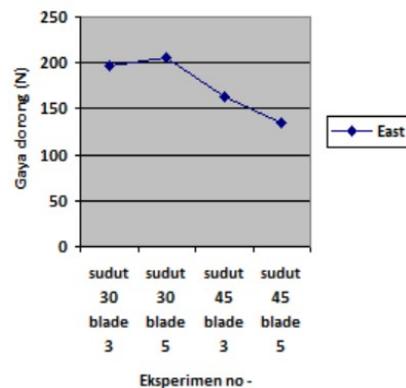
Gaya (F) dinyatakan dalam satuan *Newton* (N), yang dihitung berdasarkan hubungan antara *massa* (m) dalam kilogram (kg) dan percepatan gravitasi (g) dalam satuan meter per detik kuadrat (m/s²).

Sedangkan hasil dari perhitungan dari gaya dorong yang menggunakan persamaan (1) ditunjukkan pada Tabel 3. Sedangkan grafik dari gaya dorong tersebut ditunjukkan pada Gambar 10.

Tabel 3. Gaya Dorong

Jumlah variasi	F = m,g	hasil
30° 3 blade	20,15 Kg x 9,81 m/s ²	197 N
30° 5 blade	21,0 Kg x 9,81 m/s ²	206 N
45° 3 blade	16,8 Kg x 9,81 m/s ²	164 N
45° 5 blade	13,8 Kg x 9,81 m/s ²	135 N

Berdasarkan Tabel 3, variasi 30° 5 blade mempunyai gaya dorong paling besar yaitu, sebesar 206 N dan pada variasi 45° 5 blade mempunyai nilai gaya dorong paling kecil dari 4 percobaan yang dilakukan, yaitu sebesar 135 N.

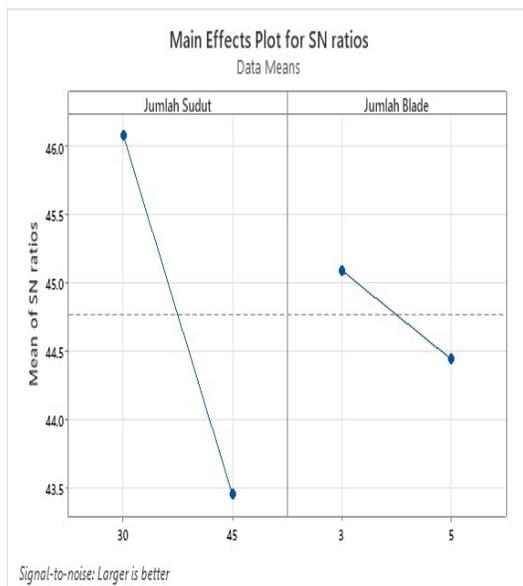


Gambar 10. Grafik Gaya Dorong

Gambar 10 menunjukkan grafik dari nilai gaya dorong dengan 4 kali percobaan. Grafik tersebut menunjukkan adanya penurunan gaya dorong setelah variabel *impeller 5 blade* dengan sudut 30°. Penurunan tersebut terjadi sampai pada variabel *impeller 5 blade* dengan sudut 45°, yaitu dengan gaya dorong sebesar 135 N.

3.1. Respon S/N (*Signal to Noise*) Ratio

Nilai hasil pengujian yang telah dilakukan dianalisis menggunakan *software statistic*. berdasarkan analisis dari *software* tersebut maka, didapatkanlah hasil dengan nilai tertinggi pada 30° *blade 5* dan terendah pada 45° *blade 5*. S/N (*Signal to Noise*) Ratio “*Large is Better*” grafik dari S/N (*Signal to Noise*) Ratio ditunjukkan pada Gambar 11 dan respon dari S/N Ratio ditunjukkan pada Tabel 4. “*Large is Better*” adalah tipe karakteristik yang tidak terbatas dan non-negatif, pada tipe ini semakin besar nilai maka semakin baik. Penggunaan karakteristik “*Large is Better*” pada penelitian ini adalah untuk mendapatkan hasil yang paling besar dari respon gaya dorong yang dihasilkan oleh *waterjet thruster* berdasarkan variabel yang diuji.



Gambar 11. Grafik S/N Ratio Response Table for Signal to Noise Ratios Larger is Better

Level	Variasi Sudut	Jumlah Blade
1	46.08	45.09
2	43.45	44.44
Delta	2.63	0.65
Rank	1	2

4. Kesimpulan

Dari pengujian ini memiliki kesimpulan bagaimana variasi dengan sudut 30° dengan jumlah *blade 5*

memiliki nilai tertinggi dengan daya dorong sebesar 206 N dan terendah 45° *5 blade* dengan daya dorong 135 N.

Ucapan Terimakasih

Penulis menyampaikan penghargaan dan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung, khususnya Jurusan Rekayasa Mesin, atas dukungan fasilitas, bimbingan, serta kesempatan yang diberikan sehingga penelitian ini dapat dilaksanakan dengan baik. Ucapan terima kasih juga disampaikan kepada semua pihak yang telah memberikan kontribusi, baik secara langsung maupun tidak langsung, dalam proses penyusunan artikel ilmiah ini. Penulis menyadari bahwa penelitian ini masih memiliki keterbatasan. Oleh karena itu, saran dan kritik yang membangun sangat diharapkan untuk penyempurnaan penelitian di masa mendatang.

Daftar Rujukan

- [1] Provinsi Kepulauan Bangka Belitung, 2018. *Aspek Geografis Provinsi Kepulauan Bangka Belitung*. Tersedia di: <https://babelprov.go.id/profil/aspek-geografis>
- [2] Wilastari, S., Santoso, B., 2022. Studi Kasus Perbaikan Daun Baling-Baling Kapal Tug Boat Akibat Patah dan Fouling. *Jurnal Ilmiah MOMENTUM*, 18 (1), pp. 24 – 28.
- [3] Al Adaby, I. *et al.*, 2023. Analisis Fatigue Failure Pada Shaft Propeller Sebagai Instrumen Utama Penggerak Kapal. *Jurnal Energi Dan Manufaktur*, 15 (1), pp. 54 - 58.
- [4] Coutsar, A. N, 2015. Water Jet, Sistem Penggerak Alternatif Kapal. Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya.
- [5] M.Sc C.Eng FIMarEST, I.S.W.A. 1993. Water jet propulsion. *Schiff & Hafen Seewirtschaft*, 45 (3), pp. 47-48.
- [6] Koenhardono, E.S., Kusuma, I.R., Nugroho, H., 2010. Aplikasi Sistem Propulsi Hybrid Shaft Generator (Propeller Dan Waterjet) Pada Kapal Patroli Trimaran.
- [7] Hasdiansah., Pristiansyah., Feriadi, I., 2021. Iptek Bagi Masyarakat Pemanfaatan Turbojet Drive Produk 3D Printing Untuk Perahu Nelayan Sungai Desa Sempan-Bangka. *Jurnal Pengabdian Masyarakat Polmanbabel*, 1 (01), pp. 14-20.
- [8] Farandi, N., 2021. *Pengaruh Variasi Stator Turbo Pada Turbojet Drive Untuk Menghemat Bahan Bakar Minyak (Bbm) Di Kapal Nelayan*. Diploma IV. Bangka Belitung: Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung.
- [9] Pristiansyah, P., Hasdiansah, H., Ferdiansyah, A., 2022. Pengaruh Parameter Proses Pada 3D Printing FDM Terhadap Kekuatan Tarik Filament ABS CCTREE. *Manutech : Jurnal Teknologi Manufaktur*, 14 (01), pp. 15-22.
- [10] Maulidiansyah, M. A., Rollastin, B., Hasdiansah., 2023. Optimasi Variasi Jumlah Blade Inlet , Tipe Impeller , Dan Jumlah Blade Outlet Turbo Pada Waterjet Thruster Terhadap Gaya Dorong Menggunakan Metode Taguchi. *Dinamika: Teknik Mesin Unkhair*. 1 (2), pp. 1-6.
- [11] Hasdiansah., Seva, M. S., Oktavianto, M., Ahadiatullah, W., Maulidiansyah, M. A., Viniolita, T., 2024. Analisis Variasi Type Blade Impeller Produk 3d Printing Dengan Filamen St-Pla Pada Waterjet Thruster Mini Terhadap Performa Daya Dorong Dengan Metode Taguchi. *Jurnal Inovasi Teknologi Terapan*, 2 (2), 505-511.

- [12] Bowo F. P., Suzen, Z. S., Oktriadi, Y., 2021. Pengaruh Infill Geometry, Printing Speed Dan Nozzle Temperature Terhadap Kekuatan Impak Menggunakan Filamen ST PLA. *Jurnal Syntax Admiration*, 3 (1), pp. 1257 – 1268
- [13] Pristiansyah., Wahyudie I. A., Rosa, R., 2024. Pengaruh Parameter Proses pada Pencetakan 3d Printing terhadap Transparansi Filamen Petg Menggunakan Metode Taguchi. *J-Proteksion: Jurnal Kajian Ilmiah dan Teknologi Teknik Mesin*, 9 (1), pp. 13–18.
- [14] Pristiansyah., Hasdiansah., Sugiyarto., 2019. Optimasi Parameter Proses 3D Printing FDM Terhadap Akurasi Dimensi Menggunakan Filament Eflex. *Manutech : Jurnal Teknologi Manufaktur*, 11 (01), pp. 33–40
- [15] Yusuf, Y. S. M., Hasdiansah., 2021. Pengaruh Parameter Proses Terhadap Kekuatan Tarik Filamen St-Pla Menggunakan Metode Taguchi. In: *Prosiding Seminar Nasional Inovasi Teknologi Terapan, Inovasi Teknologi di Era Industri 4.0*, Sungailiat, Bangka , 2 Agustus 2021.