

Pengaruh Variasi Jumlah Blade Impeller pada Waterjet Thruster terhadap Gaya Dorong**Hasdiansah*¹, Mario Oktavianto¹, Thala Viniolita¹, Marcellino Stevanus Seva¹, M. Ahlan Maulidiansyah¹, Wassi Ahadiatullah¹, Zaldy Sirwansyah Suzen¹**Jurusan Rekayasa Mesin, Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung
Kawasan Industri Air Kantung, Bangka 33211*Email: phiannttarah@yahoo.co.id**Abstrak**

Waterjet thruster merupakan sistem penggerak sebuah perahu yang menghasilkan daya dorong sebagai pengganti baling-baling yang konvensional. Waterjet thruster memiliki impeller sebagai pendorong utama untuk menggerakkan perahu diperairan, Dalam penelitian ini akan dilakukan pengujian prototype waterjet thruster dengan diameter 1 inch dengan variasi jumlah blade impeller, variasi 3 blade, 4 blade dan 5 blade, masing-masing 1. Sedangkan inlet dan outlet dengan variasi 9 blade, filament yang digunakan yaitu filamen ST-PLA berdiameter 1,75 untuk mencetak prototype outlet, inlet dan impeller, didapatkan gaya dorong dengan variasi jumlah blade yang berbeda. Sehingga variasi jumlah blade impeller berpengaruh terhadap gaya dorong yang dihasilkan. Variasi jumlah blade impeller dengan gaya dorong tertinggi dihasilkan oleh variasi 3 blade 14960255 N, dan hasil gaya dorong terendah pada variasi 6 blade 0.613125 N. Artinya semakin sedikit blade impeller yang digunakan, maka gesekan yang terjadi antara blade dengan fluida semakin sedikit sehingga daya dorong yang dihasilkan dapat maksimal.

Kata kunci: *blade impeller, filament, propeller, waterjet*

PENDAHULUAN

Kemajuan teknologi di bidang transportasi telah memungkinkan manusia untuk melakukan perjalanan lebih cepat dan efisien. Tidak hanya di darat dan udara, inovasi juga berkembang dalam teknologi kendaraan air. Salah satu perkembangan signifikan adalah kapal cepat, seperti kapal feri, yang mampu mencapai kecepatan 50 knot (90 km/jam). Dalam hal sistem propulsi, teknologi waterjet thruster menjadi salah satu solusi unggulan untuk mencapai performa kapal yang optimal. Waterjet thruster pertama kali diperkenalkan oleh Riva Calzoni pada tahun 1932 dengan prinsip pemasangan di buritan kapal, namun sejarah penggunaannya telah dimulai sejak 300 tahun sebelumnya oleh David Ramseye.

Sistem waterjet bekerja dengan mengubah tenaga mekanik menjadi tenaga hidrolis menggunakan komponen utama seperti inlet, impeller, dan outlet (Bulten, 2006). Impeller, sebagai salah satu komponen utama, memiliki peran penting dalam menghasilkan gaya dorong (thrust). Desain impeller, termasuk jumlah blade, sangat memengaruhi efisiensi aliran fluida, kecepatan kapal, serta kestabilan operasional (Farandi, Harahap, & Hasdiansah, 2021). Prinsip kerja impeller serupa dengan sekrup, di mana putaran blade menghasilkan gaya dorong yang menggerakkan kapal. Kerusakan pada bagian blade, seperti kavitas

atau deformasi, dapat mengurangi efisiensi sistem secara keseluruhan (Wilastari & Santoso, 2022).

Seiring dengan berkembangnya teknologi manufaktur, 3D printing menjadi salah satu terobosan penting dalam proses desain dan pembuatan komponen impeller. Teknologi seperti Fused Deposition Modelling (FDM) memungkinkan pembuatan impeller dengan material yang presisi dan efisien (Mulyawan, dan Pramono, 2017). Dalam penelitian Nori Farandi (2021), variasi jumlah blade pada sistem stator turbo menunjukkan pengaruh signifikan terhadap daya dorong, di mana jumlah blade yang optimal memberikan performa terbaik. Hal ini menegaskan pentingnya kajian lebih lanjut terhadap variasi desain blade pada waterjet thruster.

Efisiensi sistem waterjet thruster juga sangat dipengaruhi oleh desain nozel, diameter rotor, dan variasi jumlah blade impeller (Laamena, Tentua, & Kubela, 2022). Gaya dorong yang dihasilkan merupakan hasil dari aksi pompa yang menggerakkan fluida melalui saluran, mentransfer energi, dan meningkatkan momentum aliran melalui nozel. Sistem propulsi ini memanfaatkan hukum kekekalan momentum dan energi, yang secara teoritis dapat dihitung untuk mengoptimalkan performa.

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh variasi jumlah blade

impeller pada waterjet thruster terhadap gaya dorong yang dihasilkan. Dengan menggabungkan pendekatan eksperimental dan evaluasi teoritis, diharapkan penelitian ini dapat memberikan kontribusi dalam pengembangan sistem propulsi kapal cepat yang lebih efisien dan handal.

METODOLOGI

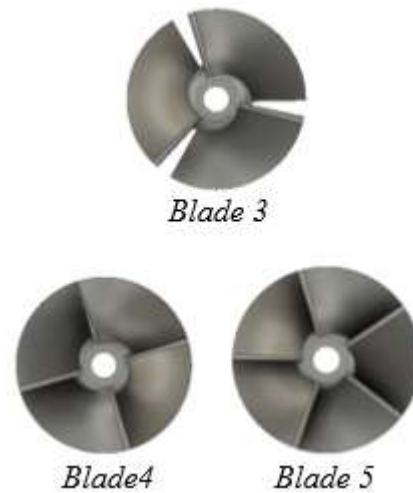
Dalam penelitian ini penulis meneliti pengaruh variasi jumlah *blade* pada *impeller* terhadap daya dorong yang dihasilkan *waterjet thruster* dengan membandingkan variasi pengaruh jumlah *blade* 3,4 dan 5 *blade*. Dengan menggunakan mesin 3D printing berteknologi *Fused Deposition Modeling* (FDM) bermerek *Ender 3 Pro* dengan luas area percetakan sebesar XYZ:220 mm x 220 mm x 250 mm menggunakan nozzle dengan diameter 0,4 mm, dan *filament* yang digunakan yaitu filamen ST-PLA berdiameter 1,75 untuk mencetak *prototype outlet, inlet* dan *impeller*. Alat penggerak dari sebuah kapal yaitu *impeller*, prinsip kerja *impeller* itu sendiri yaitu dengan menggerakkan kapal dengan memindahkan tanaga dengan cara mengubah gaya putar baling-baling menjadi daya dorong.

Tabel 1. Variabel Penelitian

<i>Prototype</i>	<i>Blade Impeller</i>	<i>Blade Inlet</i>	<i>Blade Outlet</i>
I	3	9	9
II	4	9	9
III	5	9	9

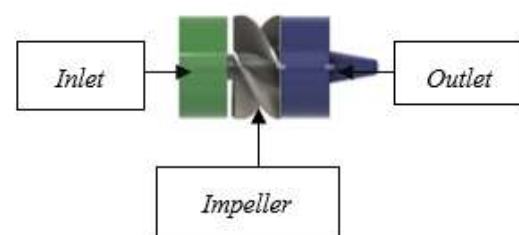
Alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian ini meliputi mesin 3D printing berteknologi *Fused Deposition Modeling* (FDM) merek *Ender 3 Pro* dengan luas area percetakan XYZ 220 mm x 220 mm x 250 mm. *Filament* yang digunakan adalah ST-PLA dengan diameter 1,75 mm. Selain itu, pipa PVC berukuran 1 inch digunakan sebagai cover untuk melindungi inlet, outlet, dan *impeller*. Ass stainless digunakan untuk menyambungkan inlet, *impeller*, dan outlet agar membentuk *waterjet thruster*. Mesin bor tangan digunakan sebagai penggerak untuk *waterjet thruster*.

Desain *impeller* dengan 3 variasi *blade*, 3,4 dan 5 *blade*. Didesain menggunakan software *Fusion360*, akan didapatkan hasilnya dibawah ini pada gambar 1.



Gambar 1. Desain Variasi Jumlah Blade impeller

Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan pendekatan eksperimental untuk menguji performa variasi jumlah blade pada [nama alat atau sistem]. Desain variasi jumlah blade (3, 4, dan 5 blade) seperti yang ditunjukkan pada Gambar 1 dirancang untuk menentukan pengaruhnya terhadap kinerja sistem. Sistem pengujian terdiri dari beberapa komponen utama, seperti inlet, *impeller*, dan outlet, sebagaimana diilustrasikan dalam Gambar 2.



Gambar 2. Desain Komponen Waterjet Thruster

Komponen penelitian meliputi *waterjet thruster* Gambar 3, yang dirakit untuk memastikan aliran fluida dapat diuji secara optimal. Uji coba dilakukan menggunakan kapal uji yang digambarkan pada Gambar 4 untuk mensimulasikan kondisi nyata. Setiap variasi blade diuji dengan parameter tertentu, seperti kecepatan aliran, tekanan, dan efisiensi

perpindahan energi, untuk mengevaluasi performa dan efektivitas desain.



Gambar 3. Komponen Waterjet Thruster



Gambar 4. Kapal Uji Waterjet Thruster

HASIL DAN PEMBAHASAN



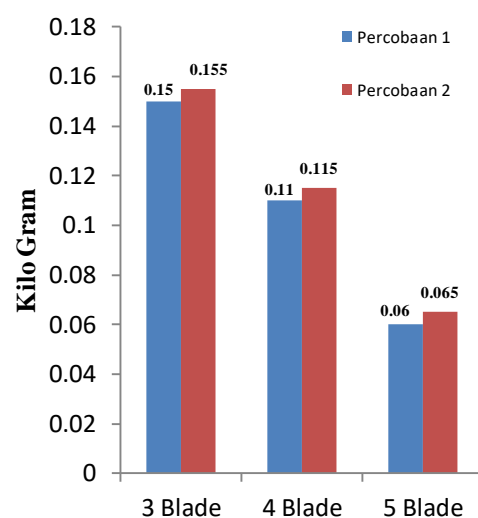
Gambar 5. Pengujian Waterjet Thruster
Tabel 2. Hasil Pengujian

Hasil pengujian seperti gambar 6 menunjukkan bahwa variasi jumlah blade pada impeller memiliki pengaruh signifikan terhadap daya dorong sistem, yang diukur dalam satuan kilogram (kg). Pada konfigurasi impeller dengan

3 blade, daya dorong rata-rata mencapai 0,1525 kg, yang merupakan nilai tertinggi dibandingkan variasi lainnya. Hal ini mengindikasikan bahwa jumlah blade ini mampu memberikan keseimbangan optimal antara jumlah blade dan kelancaran aliran fluida, sehingga menghasilkan daya dorong terbaik.

Pada konfigurasi dengan 4 blade, daya dorong rata-rata menurun menjadi 0,1125 kg. Penurunan ini kemungkinan terjadi akibat peningkatan hambatan fluida yang disebabkan oleh bertambahnya jumlah blade, sehingga aliran menjadi kurang efisien. Sementara itu, konfigurasi dengan 5 blade menunjukkan performa terendah dengan daya dorong rata-rata hanya 0,0625 kg. Hal ini disinyalir terjadi karena jumlah blade yang terlalu banyak menyebabkan efek overloading pada impeller, meningkatkan turbulensi, dan mengganggu distribusi aliran fluida.

Secara keseluruhan, hasil ini menunjukkan bahwa semakin banyak jumlah blade, daya dorong sistem cenderung menurun, dengan konfigurasi 3 blade menjadi yang paling optimal. Namun, untuk memastikan hasil yang lebih akurat dan komprehensif, diperlukan pengujian tambahan seperti analisis efisiensi energi, visualisasi distribusi aliran menggunakan metode Computational Fluid Dynamics (CFD), serta pengujian dalam kondisi lingkungan yang berbeda, seperti variasi kecepatan aliran fluida atau suhu kerja sistem.



Variasi Jumlah Blade Impeller

Gambar 6. Grafik Hasil Pengujian

Perhitungan persamaan Hukum Newton sebagai berikut:

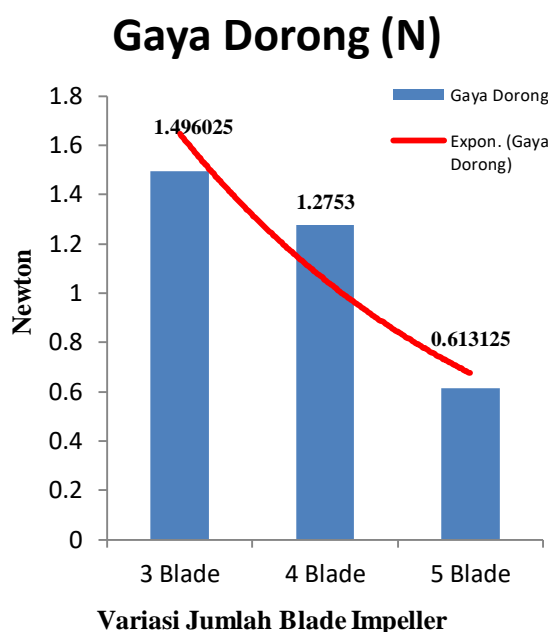
$$F = m \times g$$

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

Tabel. 3 Hasil Gaya Dorong

Blade Impeller	$F = m \times g$	Gaya Dorong
3	0.1525 kg × 9,81 m/s ²	1.496025 N
4	0.13 kg × 9,81 m/s ²	1.2753 N
5	0.0625 kg × 9,81 m/s ²	0.613125 N

Hasil dari pengujian gaya dorong ditampilkan dalam bentuk grafik, akan didapatkan hasilnya pada gambar 7.



Gambar 7. Hasil Gaya Dorong

Grafik pada gambar 7 menunjukkan bahwa jumlah blade pada impeller memiliki pengaruh signifikan terhadap gaya dorong yang dihasilkan. Dengan 3 blade, gaya dorong mencapai nilai tertinggi sebesar 1,496025 Newton. Namun, seiring bertambahnya jumlah blade menjadi 4 dan 5, gaya dorong justru

mengalami penurunan bertahap hingga masing-masing 1,2753 Newton dan 0,613125 Newton. Pola penurunan ini ditunjukkan oleh garis eksponensial pada grafik, yang menggambarkan hubungan tidak linier antara jumlah blade dan gaya dorong. Penurunan gaya dorong pada jumlah blade yang lebih banyak kemungkinan disebabkan oleh meningkatnya hambatan aliran fluida di sekitar blade, interaksi antar blade yang lebih kompleks, serta turbulensi yang mengurangi momentum aliran. Berdasarkan hasil ini, dapat disimpulkan bahwa efisiensi sistem waterjet thruster tampaknya optimal pada jumlah blade yang lebih sedikit, dalam hal ini 3 blade. Penggunaan jumlah blade yang terlalu banyak justru berpotensi menurunkan performa sistem, sehingga desain blade harus mempertimbangkan keseimbangan antara jumlah blade dan efisiensi gaya dorong.

PENUTUP

Kesimpulan

Hasil dari pengujian pada penelitian variasi jumlah *blade impeller* maka disimpulkan bahwa:

1. Pada pengujian pada *waterjet thruster* yang berdiameter 1 inci dengan *inlet 9 blade* dan *outlet 9 blade*, didapatkan gaya dorong dengan variasi jumlah *blade* yang berbeda. Sehingga variasi jumlah *blade impeller* berpengaruh terhadap gaya dorong yang dihasilkan.
2. Variasi jumlah *blade impeller* dengan gaya dorong tertinggi dicapai oleh variasi 3 blade sebesar 1.496025 N.
3. Semakin sedikit *blade impeller* yang digunakan, maka gesekan yang terjadi antara *blade* dengan fluida semakin sedikit sehingga daya dorong yang dihasilkan dapat maksimal.

DAFTAR PUSTAKA

Alfendry, A., Budiarto, U., & Kiryanto. (2018). Analisa Penerapan Diesel Waterjet Propulsion (Dwp) Dan Electrical Waterjet Propulsion (Ewp) Ditinjau Dari Konsumsi Bbm Pada Kapal Patroli Imigrasi 14 Meter. *Jurnal Teknik Perkapalan*, 6(1), 168–177.

Bayu Suka Yasa, I. P., Arta Wijaya, I. W., & Janardana, I. G. N. (2022). Pengaruh Variasi Sudut Nozzle Terhadap Kecepatan Putar Turbin Dan Daya Output Pada Prototype Pltmh Menggunakan Turbin Turgo. *Jurnal SPEKTRUM*, 9(2), 112.

- <https://doi.org/10.24843/spektrum.2022.v09.i02.p13>
- Bulten, N. (2006). Numerical analysis of a waterjet propulsion system. In *Dissertation Abstracts International*.
- Farandi, N., Harahap, D. R., & Hasdiansah. (2021). *Prosiding Seminar Nasional Kekuatan Dorong Turbojet Drive Produk 3D*.
- Koenhardono, E. S., Kusuma, I. R., & Nugroho, H. (2010). *Aplikasi Sistem Propulsi Hybrid Shaft Generator (Propeller Dan Waterjet) Pada Kapal Patroli Trimaran*.
- Laamena, F., Tentua, B. G., & Kubela, Y. P. (2022). *Tinjauan Pengaruh Perubahan Diameter Baling- 12(2)*, 218–226.
- Matulavela, D. (2017). Analisa pengaruh rancangan sudut intake grating terhadap efisiensi thrust pada waterjet tank amfibi. *BMC Public Health*, 5(1), 1–8.
- Mawardi, C. (2020). *Pengantar 3D Printing*.
- Mochamad Diki Mulyawan, Gatot Eka Pramono, S. (2017). Design and build construction of 3D printer frame cartesian type based on Fused Deposition Modeling (FDM). *Journal of Mechanical Engineering*, 6(4), 252–257.
- Prihandanu, R. B., & Baidowi, A. (2022). *Sistem Propulsi dan Engine Propeller Matching*.
- Putra, K. S., & Sari, U. R. (2018). Pemanfaatan Teknologi 3D Printing Dalam Proses Desain Produk Gaya Hidup. *Seminar Nasional Sistem Informasi dan Teknologi Informasi 2018*, 1–6.
- Rusianto, T., Huda, S., & Wibowo, H. (2019). a Riview: Jenis Dan Pencetakan 3D (3D Printing) Untuk Pembuatan Prototipe. *Jurnal Teknologi*, 12(1), 14–21.
- Setiawan karo karo, H. (2020). *Pengaruh Aging Dan Variasi Kecepatan Putaran Terhadap Laju Korosi Propeller Berbahan Alumunium Paduan*. 21(1), 1–9.
- Wilastari, S., & Santoso, B. (2022). Studi Kasus Perbaikan Daun Baling-Baling Kapal Tug Boat Akibat Patah dan Fouling. *Jurnal Ilmiah MOMENTUM*, 18(1), 24. <https://doi.org/10.36499/jim.v18i1.6436>