

Contents list available at [Sinta](https://sinta)

ARMATUR

: Artikel Teknik Mesin & Manufaktur

Journal homepage: <https://scholar.ummetro.ac.id/index.php/armatur>

Uji Eksperimental Tipe Twin Waterjet Thruster Menggunakan Material Stainless Steel 304

Hasdiansah^{1*}, Ferzy Ersandy², Boy Rollastin³, Muhammad Subhan⁴, Faiz Maulana Akbar⁵

^{2,3,4}Prodi Teknik Mesin dan Manufaktur, Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung, Jl. Kawasan Industri Airkantung 121-131, Sungailiat-Bangka 33211, Indonesia

^{1*,5}Prodi Perawatan dan Perbaikan Mesin, Jurusan Rekayasa Mesin, Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung, Jl. Kawasan Industri Airkantung 121-131, Sungailiat-Bangka 33211, Indonesia

ARTICLE INFO

Keywords:
Ship propulsion
Waterjet thruster
Stainless steel 304
Thrust

ABSTRACT

The development of ship propulsion technology continues to focus on improving efficiency and performance, one of which is through the use of waterjet thrusters as propulsion systems for high-speed vessels. This study aims to test the performance of a twin waterjet thruster made from stainless steel 304 using an experimental method with rotational speed variations of 1000–4000 rpm and a 22 HP combustion engine as the power source. The system operates by converting the impeller's rotational energy into thrust to generate ship propulsion. The prototype, with a diameter of 4 inches, consists of three main components—inlet, impeller, and outlet—designed using SolidWorks software and tested in a water medium. The results show that increasing the rotational speed produces a significant and consistent rise in thrust, with average values of 11 kg at 1000 rpm, 22.8 kg at 2000 rpm, 33.5 kg at 3000 rpm, and 45.6 kg at 4000 rpm, equivalent to 107.910 N to 447.336 N. The relationship between RPM and thrust is positively linear, indicating that the higher the impeller speed, the greater the thrust generated. Overall, the twin waterjet thruster made from stainless steel 304 demonstrates effective, efficient, and stable performance, and has potential to be developed as an alternative propulsion system for high-speed vessels and modern marine applications.

*Corresponding author: phianntarah@yahoo.co.id

DOI: <https://doi.org/10.24127/armatur.v7i1.10172>

Received 1 September 2025; Received in revised form 6 November 2025; Accepted 7 January 2026

Available online 1 March 2026

Pendahuluan

Indonesia sebagai negara kepulauan terbesar di dunia memiliki posisi strategis di antara dua benua dan dua samudra yang menjadikannya jalur perdagangan internasional sekaligus pusat dinamika geopolitik kawasan. Laut tidak hanya berperan sebagai penghubung antarpulau, tetapi juga memiliki fungsi vital dalam transportasi, diplomasi, pertahanan, dan penyediaan sumber daya. Namun, potensi besar ini dihadapkan pada berbagai permasalahan serius di wilayah maritim Indonesia. Keamanan maritim merupakan aspek penting bagi stabilitas negara, mengingat 70% wilayah dunia terdiri dari lautan dan perdagangan internasional sangat bergantung pada jalur perairan [1]. Perkembangan teknologi mempercepat komunikasi global, sementara pendidikan dan pelatihan berperan dalam membangun kesatuan pemahaman, jaringan, dan kepercayaan dalam menghadapi isu keamanan maritim [2].

Perkembangan teknologi *waterjet* menunjukkan bahwa efisiensi sistem propulsi tidak konstan dan sangat memengaruhi konsumsi energi serta emisi kapal, sehingga perlu diperhitungkan dalam inventarisasi energi dan lingkungan maritim [3]. Sistem propulsi kapal *Waterjet Thruster* menawarkan inovasi dengan gaya dorong tinggi, ketahanan terhadap kavitasi, dan tingkat kebisingan yang rendah, sehingga sangat cocok untuk aplikasi militer dan kapal berkecepatan tinggi. Cara kerjanya melibatkan proses penghisapan air melalui inlet oleh *impeller*, kemudian air tersebut dipompa melalui sistem *waterjet* dan dikeluarkan sebagai aliran kuat melalui outlet turbo untuk menciptakan gaya dorong yang efektif [4]. *Waterjet* digunakan pada kapal berperforma tinggi karena kemampuan manuvernya yang unggul dengan kemampuan mengarahkan vektor dorong ke segala arah, tetapi juga memiliki beberapa kelemahan seperti kavitasi, erosi *impeller*, getaran, kebisingan, dan potensi menyedot kerikil di perairan dangkal [5].

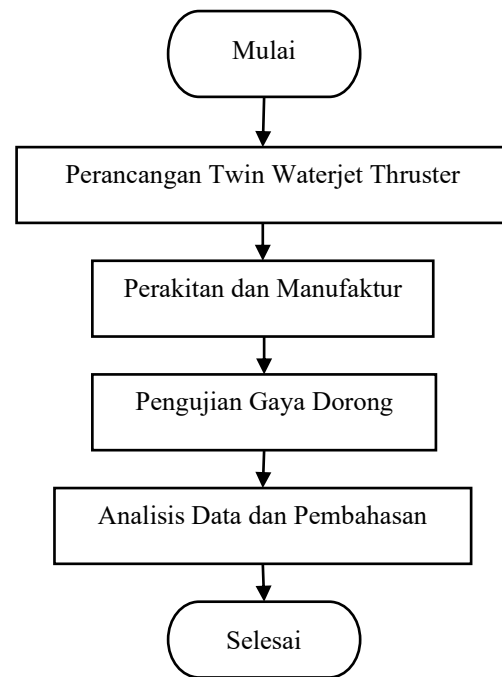
Kapal yang dilengkapi dengan *twin screw propeller* menawarkan beberapa kelebihan, antara lain efisiensi operasional yang lebih baik, peningkatan keselamatan berkat redundansi sistem mesin, serta kemampuan propulsi yang lebih optimal jika dibandingkan dengan propeller tunggal [6]. *Twin-waterjet* merupakan sistem propulsi kapal cepat yang dirancang untuk mengatasi kavitasi pada *propeller* konvensional, dengan desain berbasis metode praktis dan simulasi CFD guna meningkatkan efisiensi dan performa hidrodinamikanya [7]. Gaya dorong (*thrust*) pada sistem propulsi *waterjet* merupakan hasil dari perubahan momentum *fluida* yang dipompa melalui sistem, sehingga menciptakan gaya dorong yang mendorong kapal ke depan [8]. Gaya dorong pada sistem propulsi *waterjet* terjadi karena perubahan momentum *fluida* yang dipercepat melalui pompa atau *impeller* dan kemudian diekspul melalui *nozzle*, sehingga menghasilkan gaya reaksi yang mendorong kendaraan ke arah depan sesuai dengan hukum ketiga Newton tentang aksi-reaksi [9]. Daya dorong yang dihasilkan *propeller* merupakan aspek krusial dalam teknologi perkapalan, karena *propeller* harus mampu menopang gaya dorong yang bekerja terhadapnya untuk menggerakkan kapal sesuai dengan kecepatan yang diinginkan [10].

Baja tahan karat atau stainless steel sangat populer digunakan dalam berbagai industri karena ketahanannya terhadap korosi, kekuatan mekanik yang baik, dan kemudahan dalam proses *fabrikasi*, sehingga cocok untuk aplikasi di sektor perminyakan, kimia, konstruksi, dan banyak lagi [11]. *Stainless Steel 304*, sebagai baja austenitik yang paling umum digunakan, menawarkan kekuatan mekanik, keuletan, ketahanan korosi, dan ketahanan panas yang sangat baik. Kandungan kromium di atas 11% membentuk lapisan pasif pelindung yang dapat memperbaiki diri saat bereaksi dengan oksigen. Material ini banyak digunakan dalam industri pertambangan, konstruksi bawah air, dan manufaktur aditif, meskipun proses pengelasan dapat

mengurangi ketahanannya terhadap korosi [12]. *Stainless steel* 304 didasarkan pada sifatnya yang serbaguna, tahan korosi, kuat, dan mudah dilas, dengan harga relatif terjangkau, material ini banyak digunakan dalam tangki, botol, serta peralatan industri pertambangan, kimia, makanan, dan farmasi [13]. SS304 menjadi pilihan karena menawarkan perpaduan antara sifat mekanik yang baik, kemudahan dalam proses manufaktur, dan biaya yang lebih ekonomis dibandingkan dengan jenis *stainless steel* lainnya seperti SS316L [14]. Penelitian yang dilakukan Pristiansyah dkk tahun 2025, menunjukkan bahwa jumlah bilah pada impeller memengaruhi gaya dorong pada sistem *waterjet thruster*. Perbandingan antara *impeller* dengan 3, 4, dan 5 bilah mengungkapkan bahwa *impeller* 3 bilah menghasilkan gaya dorong tertinggi sebesar 1,496 N, sedangkan *impeller* 5 bilah menghasilkan gaya dorong terendah sebesar 0,613 N. Berdasarkan hasil tersebut, peneliti dapat menggunakan *impeller* 3 bilah dengan material *stainless steel* 304 untuk memperoleh kinerja optimal. [15].

Metode Penelitian

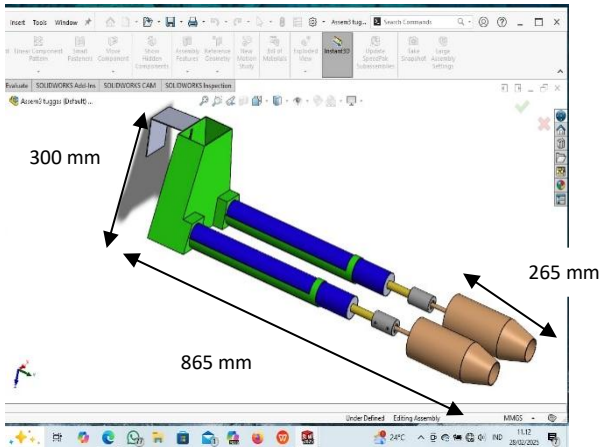
Penelitian ini menggunakan metode eksperimental dengan menginvestigasi kinerja *twin waterjet thruster* berbahan *stainless steel* 304 dengan dimensi 4 inci pada putaran 1000-4000 rpm dengan motor bakar 22 HP sebagai sumber penggerak, dengan tujuan menganalisis gaya dorong yang dihasilkan. Sistem *waterjet thruster* bekerja berdasarkan prinsip konversi energi putar *impeller* menjadi gaya dorong untuk propulsi kapal. *Prototype waterjet thruster* yang digunakan memiliki diameter penampang 4 inci dan terdiri dari tiga komponen utama: *impeller*, *inlet*, dan *outlet*.



Gambar 1. Diagram Alir

Berdasarkan skema rencana penelitian, tahapan pelaksanaan dimulai dari tahap perancangan *twin waterjet thruster* menggunakan perangkat lunak software SolidWorks sebagai media desain awal. Setelah rancangan selesai, penelitian dilanjutkan dengan kegiatan pengumpulan bahan serta penyiapan peralatan yang diperlukan. Tahap berikutnya adalah proses pembuatan komponen sesuai desain, kemudian dilakukan perakitan hingga menghasilkan *prototype twin waterjet thruster* yang siap diuji. Selanjutnya, ditentukan lokasi pengujian yang sesuai, dan dilakukan pengukuran kinerja sistem melalui uji performa dengan fokus pada besaran gaya dorong *thrust* yang dihasilkan.

Waterjet thruster dirancang dengan konfigurasi penggerak tipe *twin*, masing-masing memiliki *inlet* 12 *blade*, *impeller* 3 *blade*, dan *outlet* 12 *blade*. Kedua unit *waterjet thruster* didesain dengan jumlah *blade* yang sama untuk menjaga keseimbangan aliran serta menghasilkan performa dorongan yang optimal pada sistem kembar tersebut dapat dilihat pada gambar 2.



Gambar 2. Rancangan *Twin Waterjet Thruster* Dimensi 4 Inchi

Setelah tahap desain selesai, dilakukan proses manufaktur untuk membuat *twin waterjet thruster*. Tahap awal dimulai dengan marking pada plat *stainless steel 304* untuk pembuatan blade, kemudian dilanjutkan dengan pemotongan plat serta pemotongan *shaft* sesuai ukuran yang telah ditentukan. *Blade* yang telah dipotong kemudian dibentuk dengan radius yang sama agar menghasilkan keseragaman. Selanjutnya dilakukan pengelasan antara *shaft* dan *blade* yang telah dicetak, dan pada tahap akhir dilakukan perakitan komponen *waterjet thruster* hingga sistem siap untuk diuji ditunjukkan pada gambar 3.



Gambar 3. *Twin Waterjet Thruster*

Pengujian *twin waterjet thruster* dilakukan pada bak perahu yang diisi dengan air sebagai media simulasi. Sistem penggerak menggunakan motor bakar berdaya 22 HP dengan kecepatan putaran mesin mencapai 4000 rpm. Besar gaya

dorongan yang dihasilkan diukur dengan timbangan yang dihubungkan melalui kawat langsung ke alat uji yang telah dirancang. Pada saat pengujian, semburan air dari *waterjet thruster* diarahkan mengenai plat alat uji, sehingga data dorongan yang dihasilkan dapat terekam dan dianalisis sebagai hasil pengujian performa dapat dilihat pada Gambar 4.



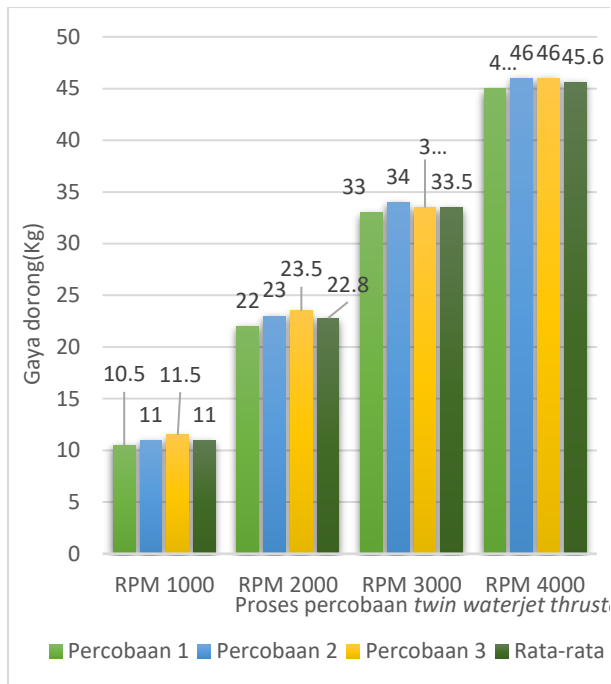
Gambar 4. Pengujian Gaya Dorongan *Twin Waterjet Thruster*

Hasil dan Pembahasan

Dari hasil pengujian *twin waterjet thruster* yang telah dilakukan ditampilkan pada Tabel dan grafik dibawah ini.

Tabel 1. Data Uji (Kg)

rpm	Perco- baan 1	Percoba an 2	Percoba -an 3	Rata- rata
1000	10,5 Kg	11 Kg	11,5 Kg	11 Kg
2000	22 Kg	23 Kg	23,5 Kg	22,8 Kg
3000	33 Kg	34 Kg	33,5 Kg	33,5 Kg
4000	45 Kg	46 Kg	46 Kg	45,6 Kg



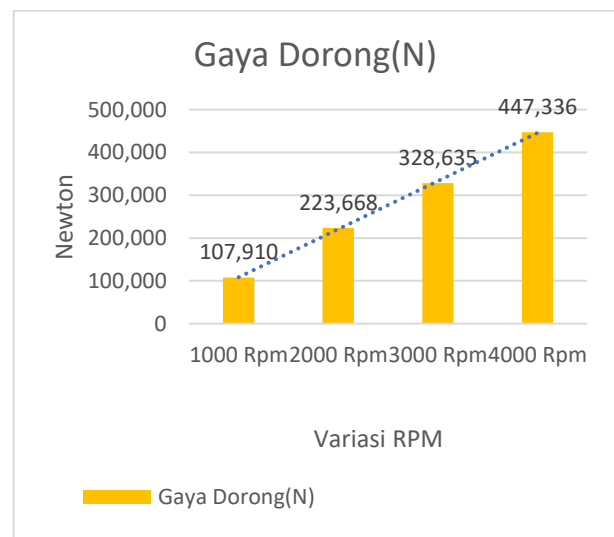
Gambar 5. Grafik Uji *Twin Waterjet Thruster* Dalam (Kg)

Berdasarkan grafik pada Gambar 5. Pengujian *twin waterjet thruster* berbahan *Stainless Steel 304* dengan dimensi 4 inci pada putaran 1000 - 4000 rpm. Hasil pengujian *twin waterjet thruster* berbahan *stainless steel 304* menunjukkan adanya peningkatan gaya dorong yang sebanding dengan kenaikan kecepatan putaran (RPM). Berdasarkan tiga kali percobaan pada variasi kecepatan 1000, 2000, 3000, dan 4000 rpm, diperoleh nilai gaya dorong rata-rata masing-masing sebesar 11 kg, 22,8 kg, 33,5 kg, dan 45,6 kg. Pola ini menunjukkan hubungan linier positif antara kecepatan putaran dengan gaya dorong yang dihasilkan, di mana peningkatan rpm memperbesar laju aliran fluida yang keluar dari *nozzle*, sehingga meningkatkan gaya dorong sistem *waterjet thruster*. Meskipun gaya dorong meningkat secara konsisten, laju kenaikannya mulai melandai pada kecepatan tinggi 3000–4000 rpm. Hal ini kemungkinan disebabkan oleh penurunan efisiensi propulsi akibat turbulensi dan kavitasi pada aliran air. Perbedaan hasil antar percobaan juga sangat kecil ($\pm 0,5\text{kg}$), yang menunjukkan kestabilan sistem uji dan konsistensi

performa material. Secara keseluruhan, *twin waterjet thruster* berbahan *stainless steel 304* terbukti mampu menghasilkan gaya dorong maksimum 45,6 kg pada 4000 rpm dengan kinerja yang stabil dan efisien. Apabila di konversikan dalam satuan Newton ditunjukkan pada tabel 2.

Tabel 2. Data Uji Rata-rata Gaya Dorong pada Newton.

rpm	$F = M \times g$	Gaya Dorong (N)
1000	11 Kg x 9,81 m/s ²	107,910 N
2000	22,8 Kg x 9,81 m/s ²	223,668 N
3000	33,5 Kg x 9,81 m/s ²	328,635 N
4000	45,6 Kg x 9,81 m/s ²	447,336 N



Gambar 6. Grafik Gaya Dorong (N).

Grafik pada gambar 6. menunjukkan hubungan antara variasi kecepatan putaran (rpm) dengan gaya dorong rata-rata (N) yang dihasilkan oleh sistem *twin waterjet thruster* berbahan *stainless steel 304*. Nilai

gaya dorong yang ditampilkan mengalami peningkatan seiring bertambahnya rpm, yaitu sebesar 107.910 N pada 1000 rpm, 223.668 N pada 2000 rpm, 328.635 N pada 3000 rpm, dan 447.336 N pada 4000 rpm. Tren ini juga memperlihatkan bahwa sistem twin waterjet thruster mampu menghasilkan gaya dorong besar dan stabil pada putaran tinggi, dengan nilai maksimum mencapai 447.336 N pada 4000 rpm, sehingga menunjukkan performa propulsi yang efisien dan responsif terhadap peningkatan kecepatan rotasi.

Jika dikaitkan dengan daya penggerak, capaian gaya dorong rata-rata tersebut menunjukkan bahwa sistem *twin waterjet thruster* mampu bekerja secara efektif pada level putaran yang diuji. Nilai dorong yang relatif konsisten juga menegaskan bahwa desain *inlet*, *impeller*, dan *outlet* yang digunakan memberikan performa *hidrodinamik* yang baik. Dengan demikian, hasil pengujian ini tidak hanya membuktikan keandalan rancangan, tetapi juga memberikan dasar kuat untuk kajian lanjutan mengenai efisiensi energi dan potensi peningkatan performa propulsi di tahap berikutnya.

Kesimpulan

Dari hasil pengujian dapat disimpulkan bahwa twin waterjet thruster berbahan stainless steel 304 memiliki kinerja yang baik dan stabil pada variasi putaran 1000–4000 rpm dengan penggerak motor bakar 22 HP. Peningkatan kecepatan putaran menghasilkan kenaikan gaya dorong yang signifikan dan konsisten, yaitu dari 11 kg (107.910 N) pada 1000 rpm hingga 45,6 kg (447.336 N) pada 4000 rpm. Hubungan antara rpm dan gaya dorong bersifat linier positif, menunjukkan bahwa semakin tinggi putaran *impeller*, semakin besar gaya dorong yang dihasilkan.

Secara keseluruhan, sistem *waterjet thruster* ini terbukti dapat bekerja secara efektif dan konsisten, didukung oleh desain *hidrodinamik* (*inlet*, *impeller*, dan *outlet*) yang optimal. Temuan ini memperlihatkan

bahwa rancangan memiliki potensi baik untuk diaplikasikan lebih lanjut, penelitian ini berpotensi dapat menggunakan rpm lebih tinggi dan menggunakan *type* penggerak yang lain seperti motor AC atau motor DC pada aplikasi sesungguhnya di lapangan pada kapal uji untuk memastikan kinerja sistem twin waterjet sesuai dengan kondisi operasional sebenarnya.

Ucapan terimakasih

Penulis mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah memberikan dukungan, baik berupa bimbingan, fasilitas, maupun motivasi, sehingga penelitian ini dapat terlaksana dengan baik. Ucapan terima kasih khusus juga disampaikan kepada dosen pembimbing dan Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung dalam penyediaannya, pada kesempatan ini peneliti melakukan dengan serius dan telah membantu dalam proses pengujian *twin waterjet thruster*.

Referensi

- [1] Maruf, I. R. (2024). Law Enforcement in Indonesian Maritime Areas: Opportunities and Challenges. *Jurnal Multidisiplin Sahombu*, 4. <https://doi.org/10.58471/jms.v4i01>
- [2] Mulyaningrum, R., Wiranto, S., Saragih, H. J. R., Ali, Y., Suwarno, P., Widodo, P., & Syahtaria, M. I. (2024). Maritime Security Diplomacy Facing the Threat of Pollution and Environmental Damage to Realize Golden Indonesia 2045. *Formosa Journal of Applied Sciences*, 3(8), 3491–3500. <https://doi.org/10.55927/fjas.v3i8.10522>
- [3] Durán-Grados, V., Mejías, J., Musina, L., & Moreno-Gutiérrez, J. (2018). The influence of the waterjet propulsion system on the ships' energy consumption and emissions inventories. *Science of the Total Environment*, 631–632, 496–509.

- <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2018.02.291>
- [4] Stevanus Seva, M., Kurniawan, Z., & Manufaktur Negeri Bangka Belitung, P. (2024). Optimasi Karakteristik Komponen Waterjet thruster terhadap Gaya Dorong Menggunakan Metode Taguchi. 02(2), 396.
- [5] Xu, Z., Galeazzi, R., & Yuan, J. (2022). Fault-Tolerant Thrust Allocation with Thruster Dynamics for a Twin-Waterjet Propelled Vessel. *Journal of Marine Science and Engineering*, 10(12).
<https://doi.org/10.3390/jmse10121983>
- [6] Hasil, J., Ilmiah, K., Prasetyo, N. B., Budiarto, U., Chrismianto, D., Perencanaan, L., & Komputer, K. D. (2020). JURNAL TEKNIK PERKAPALAN Analisis Perbandingan Engine Propeller Matching Antara Single Screw Propeller Dan Twin Screw Propeller Pada Kapal Tanker 6500 DWT. *Jurnal Teknik Perkapalan*, 8(3).
<https://ejournal3.undip.ac.id/index.php/naval>
- [7] Ghassemi, H., & Forouzan, H. (2016). A Combined Method to Design of the Twin-Waterjet Propulsion System for the High-Speed Craft. *American Journal of Mechanical Engineering*, 4(6), 218–225.
<https://doi.org/10.12691/ajme-4-6-3>
- [8] Oktavianto, M., Rollastin, B., Mesin, T., & Manufaktur Negeri Bangka Belitung, P. (2023). Optimasi Variasi Panjang Blade Inlet Turbo, Impeller Type, Dan Panjang Outlet Turbo Terhadap Gaya Dorong Menggunakan Metode Taguchi. 8(1).
<https://doi.org/10.33387/dinamik.v8i1.6853>
- [9] Dhiki, M., (2017) Analisa Pengaruh Rancangan Sudut Intake Grating Terhadap Efisiensi Thrust pada Waterjet Tank Amfibi.
- [10] Farandi, N., Ramdhani Harahap, D., Studi Teknik Mesin Dan Manufaktur, P., Manufaktur Negeri Bangka Belitung Corresponding Author, P., & Manufaktur Negeri Bangka Belitung ABSTRAK, P. (2021). PROSIDING SEMINAR NASIONAL INOVASI TEKNOLOGI TERAPAN PENGARUH VARIASI STATOR TURBO BLADE TERHADAP KEKUATAN DORONG TURBOJET DRIVE PRODUK 3D PRINTING MATERIAL ST-PLA.
- [11] Ye, Y., Yang, B., Yang, Y., Pan, Z., Chen, C., & Zhang, X. (2023). Research on the Formation, Microstructure, and Properties of 304 Stainless Steel AC-DC Hybrid TIG Welding. *Metals*, 13(6).
<https://doi.org/10.3390/met13061127>
- [12] Heo, J., Lee, S. Y., Lee, J., Alfantazi, A., & Cho, S. O. (2021). Improvement of corrosion resistance of stainless steel welded joint using a nanostructured oxide layer. *Nanomaterials*, 11 (4).
<https://doi.org/10.3390/nano11040838>
- [13] Rizky Nugraha, G., Abdillah, H., Irawan, B., Vokasional Teknik Mesin, P., & Keguruan dan Ilmu Pendidikan, F. (2024). Bambang Irawan INNOVATIVE. *Journal Of Social Science Research*, 4, 7823–7830.
- [14] Xuan, J., Xu, L., Bai, S., Zhao, T., Xin, Y., Zhang, G., Xue, L., & Li, L. (2021). Influence of temperature on corrosion behavior, wettability, and surface conductivity of 304 stainless steel in simulated cathode environment of proton exchange membrane fuel cells. *International Journal of Hydrogen Energy*, 46(44), 22920–22931.
<https://doi.org/10.1016/j.ijhydene.2021.04.119>
- [15] Pristiansyah, Suzen, Z. S., M. O., M. S., & Hasdiansah. (2025). Pengaruh Variasi Jumlah Blade Impeller Pada

Waterjet Thruster Terhadap. Vol . 18
No. 1, 1 – 6.