



PROTOTIPE PERAHU LISTRIK: PENGARUH UKURAN PROPELLER TERHADAP RESISTANCE DAN POWER PADA SOFTWARE MAXSURF RESISTANCE

Ahmad Ilham Ramadhani*, Dwi Dharma Arta Kusuma, Andie Murtono, Ahmad Tubagus Tsani Risqi Aji
Program Studi Mekanisasi Perikanan
*ahmadilhamramadhani2@gmail.com

Abstrak

Model perahu sebagai prototipe perahu listrik telah berhasil dimodelkan dan disimulasikan menggunakan software Maxsurf. Penelitian bertujuan untuk mengetahui nilai resistansi dan power terhadap perahu saat beroperasi dengan metode Holtrop. Perahu pakura dimodelkan menggunakan maxsurf modeller dan disimulasikan menggunakan maxsurf resistansi. Berdasarkan hasil pemodelan menunjukkan bahwa model perahu bersesuaian dengan ukuran dimensi utama pada kondisi real. Model perahu pakura memiliki displacement 320,5 kg, draft amidship dan immersed 0,25 m, dan wetted area 2,94 m². Besar resistansi dan power dihitung menggunakan metode holtrop resistansi dan holtrop power. Berdasarkan hasil simulasi, diperoleh model prototype perahu listrik dapat beroperasi pada ukuran propeller tertentu. Kecepatan maksimal prototype perahu listrik dengan propeller 7 inchi yakni 4,31 kn. Dengan 1500 rpm, perahu menerima HR sebesar 92,71 N dan membutuhkan daya 205,57 W. Pada propeller 8 inchi yakni 4,82 kn. Dengan 1500 rpm, perahu menerima HR sebesar 121,83 N dan membutuhkan daya 302,08 W. Ukuran propeller mempengaruhi nilai resistansi dan power perahu. Nilai resistansi terhadap perahu dan kebutuhan daya operasi mengalami peningkatan seiring dengan adanya perubahan rpm pada electric engine. Hal ini dapat digunakan sebagai acuan dalam menentukan komponen penggerak prototype perahu listrik.

Kata Kunci: maxsurf; motor listrik; holtrop power; holtrop resistansi; perahu.

Abstract

The boat model as a prototype of an electric boat has been successfully modeled and simulated using Maxsurf software. The research aims to determine the resistance and power values of the boat when operating using the Holtrop method. The Pakura boat was modeled using Maxsurf modeller and simulated using Maxsurf resistance. Based on the modeling results, it shows that the boat model corresponds to the main dimensions in real conditions. The Pakura boat model has a displacement of 320.5 kg, amidship and immersed draft of 0.25 m, and a wetted area of 2.94 m². The resistance and power are calculated using the resistance and power holtrop methods. Based on the simulation results, we obtained a prototype model of an electric boat that can operate on a certain propeller size. The maximum speed of the electric boat prototype with a 7 inch propeller is 4.31 kn. At 1500 rpm, the boat receives a HR of 92.71 N and requires a power of 205.57 W. On an 8 inch propeller that is 4.82 kN. At 1500 rpm, the boat receives a HR of 121.83 N and requires a power of 302.08 W. The size of the propeller affects the resistance value and power of the boat. The resistance value of the boat and operating power requirements increase along with changes in rpm on the electric engine. This can be used as a reference in determining the propulsion components for an electric boat prototype.

Keyword: boat; electrical engine; maxsurf; holtrop power; holtrop resistance

1. PENDAHULUAN

Perahu nelayan masih menggunakan mesin dengan sistem bahan bakar bensin yang mudah terkompresi dengan percikan api dari busi. Sistem tersebut terhubung langsung dengan sistem penggerak propeller [1].



Berdasarkan hasil observasi secara langsung, menunjukkan bahwa perahu nelayan yang digunakan untuk mengetahui keberadaan ikan yakni jenis perahu pakura. Perahu kecil pakura berukuran $L_{OA} = 3 - 4$ m, $B_{OA} = 0,8 - 1$ m, dan draft (D) = 0,5 m dengan memanfaatkan *gasoline engine* sebagai sistem penggerak.

Penelitian pemanfaatan *gasoline engine* dilakukan dengan membandingkan dua mesin berdaya 6,5 HP dan 9 HP. Daya mesin 6,5 HP mampu menghasilkan kecepatan tertinggi 7,57 knot pada 1690 rpm dengan konsumsi bensin 2,87 liter/jam dan daya mesin 9 HP mampu menghasilkan kecepatan tertinggi 8,96 knot pada 2500 rpm dengan konsumsi bensin 4,40 liter/jam [2]. Berdasarkan hasil penelitian tersebut, dapat dijelaskan bahwa konsumsi bahan bakar bensin menjadi semakin besar, ketika rpm semakin meningkat. Perubahan putaran mesin (rpm) yang semakin besar, berdampak pada kelajuan yang semakin besar pula, sehingga jumlah bahan bakar yang terkompresi semakin banyak. Masalah utama *gasoline engine* adalah emisi gas buang yang tinggi, konsumsi bahan bakar yang tinggi, dan rendahnya *life time* penggunaan *gasoline engine* pada saat perahu beroperasi [3].

Kelemahan yang ada pada *gasoline engine* dapat diselesaikan dengan pemanfaatan *electrical engine*. Pemanfaatan *electrical engine* bertujuan untuk mengurangi emisi gas buang yakni menggunakan sistem *hybrid* pada perahu. Implementasi *electrical engine* pada penelitian sebelumnya adalah memposisikan komponen penggerak kapal dan juru kemudi pada bagian buritan kapal. Hal ini menyebabkan adanya perbedaan distribusi beban pada perahu yang terpusat di buritan [4]. Kondisi ini dipengaruhi karena ketidaktepatan pemasangan sistem suplai energi dan *engine* sebagai *propulsion system* pada perahu. Beberapa aspek kelemahan tersebut disebabkan karena design perahu dan *propulsion system* yang tidak sesuai.

Penggunaan *electrical engine* sebagai motor penggerak membutuhkan baterai sebagai komponen utama. Baterai yang telah berkembang hingga saat ini dapat digunakan sebagai sumber energi sebagai utama pada perahu nelayan [5]. Pemanfaatan baterai dan mesin penggerak utama pada bagian belakang atau buritan, menyebabkan terkonsentrasinya beban pada bagian belakang [6]. Fenomena tersebut dapat menyebabkan terjadinya trim pada perahu. Trim dapat dinyatakan sebagai positif dan negatif, meliputi *even keel*, *trim by the head* dan *trim by the stern*. Fenomena tersebut mengakibatkan adanya resistansi pada bagian lunas kapal. Hal ini menyebabkan performa *engine* untuk menghasilkan daya dorong kapal semakin besar sehingga kebutuhan bahan bakar semakin besar pula. [7].

Perahu yang beroperasi menggunakan konsep *electrical engine* perlu untuk memperhitungkan dan mempertimbangkan besar resistansi dan daya yang dihasilkan. Penelitian ini bertujuan mengevaluasi desain perahu yang akan digunakan sebagai *prototype* perahu listrik berdasarkan perbedaan ukuran propeller sebagai penggerak perahu. Pemanfaatan software maxsurf resistansi dalam pemodelan dan simulasi untuk menentukan besar holtrop resistansi (HR) dan holtrop power (HP) [8]. Pada penelitian ini dilakukan analisa simulasi resistansi dan kebutuhan daya terhadap desain perahu pada variasi ukuran propeller 7 inchi dan 8 inchi yang digunakan. Penggunaan kedua propeller tersebut nantinya akan menghasilkan perhitungan *speed of advanced* (SOA) atau kecepatan yang diharapkan untuk dimasukkan sebagai input parameter pada simulasi. Hasil simulasi yang dilakukan dapat menjadi acuan utama dalam menentukan komponen penggerak perahu dan desain perahu secara optimal.

2. METODE

Metodologi penelitian menggunakan metode simulasi dengan pendekatan secara langsung terhadap ukuran utama perahu pakura. Besar resistansi dan daya pada prototipe perahu dilakukan dengan mensimulasikan nilai parameter kecepatan yang diperoleh dari proses perhitungan. Selanjutnya dilakukan analisis resistansi perahu dan daya yang dialami berdasarkan ukuran propeller yang digunakan pada software Maxsurf Resistance.

2.1. Simulasi Resistance Proses

Penentuan resistansi perahu disimulasikan menggunakan software maxsurf resistance dengan mengacu pada hasil model prototype perahu yang telah dibuat sebelumnya. Tahapan pemodelan untuk mengetahui resistansi perahu, meliputi (a) menentukan ukuran propeller, (b) mendesain prototype perahu, (c) menentukan parameter resistansi, (c) menentukan variasi kecepatan berdasarkan perhitungan, dan (d) mensimulasikan gerak ombak pada yang dialami perahu untuk menentukan besar resistance yang dialami dan kebutuhan daya perahu selama beroperasi pada rpm tertentu

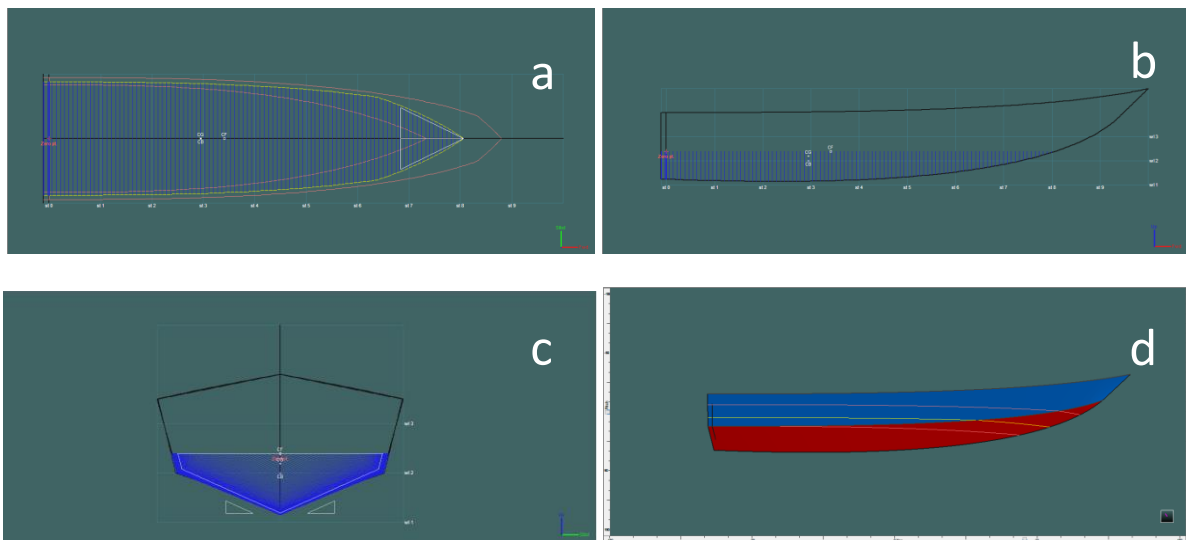


3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pemodelan resistansi prototype perahu menggunakan software maxsurf resistance. Berdasarkan hasil pemodelan prototype perahu listrik menunjukkan kesesuaian ukuran dimensi utama dengan perahu pakura pada kondisi real pada Tabel 1. Beberapa garis garis air utama ditunjukkan pada Gambar 1 tersebut, yakni terdapat garis utama hasil design yakni waterline (DWL) dan garis waterline (WL). Garis DWL menjadi acuan yang ditentukan dengan menyesuaikan tinggi draft pada perahu pakura yakni 0,2 m. Sedangkan garis WL 1, WL 2, dan WL 3, merupakan garis simulasi ketinggian air yang dapat dicapai ketika perahu dioperasikan.

Tabel 1. Perbandingan ukuran utama perahu dan pemodelan pada simulais maxsurf

Parameter	Nilai		Satuan
	Pakura	Simulasi	
LoA	4	3,69	[m]
B	0,8 - 1	0,87	[m]
H	0,5	0,5	[m]
T	0,2	0,25	[m]



Gambar 1. Profil desain perahu pada software maxsurf; (a) body plan, (b) side, (c) plan, (d) prespective.

Tabel 2. Perhitungan Kecepatan perahu pada variasi ukuran propeller

Propeller	RPM	Pitch (m)	SOA (knot)
7 inchi	500	0,111	1,44
	750		2,16
	1000		2,88
	1250		3,60
	1500		4,31
8 inchi	500	0,124	1,61
	750		2,41
	1000		3,21
	1250		4,02
	1500		4,82

Pembuatan prototype perahu listrik dapat dilakukan dengan memperhatikan *speed of advanced* (SOA) pada Tabel 2 dan besar resistansi dan kebutuhan daya *electrical engine* untuk menggerakkan perahu selama beroperasi dengan menggunakan propeller ukuran 7 inchi dan 8 inchi. Pemilihan ukuran propeller tersebut didasarkan pada perhitungan draft perahu. Selanjutnya propeller tersebut dihitung besar pitch dan diformulasikan dengan variasi putaran mesin untuk mendapatkan SOA atau kecepatan yang diharapkan pada perahu tersebut saat beroperasi.

Nilai SOA yang diperoleh digunakan sebagai acuan untuk menentukan besar resistansi dan daya pada *electrical engine* [9]. Penerapan ini berfungsi untuk mengetahui *electrical engine* yang sesuai sebagai mesin



copyright is published under [Lisensi Creative Commons Atribusi 4.0 Internasional](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

penggerak utama prototype perahu listrik. Pada penelitian ini digunakan metode Holtrop resistansi (HR) untuk menentukan besar resistansi dan Holtrop power (HP) untuk menentukan kebutuhan daya yang diperlukan saat perahu beroperasi.

Pada Tabel 2, menampilkan hasil simulasi penggunaan propeller dengan diameter 7 inchi (17,78 cm) pada software maxsurf resistance, menunjukkan nilai pada putaran 500 rpm (1,44 kn), 750 rpm (2,16 kn), 1000 rpm (2,88 kn), 1250 rpm (3,60 kn), dan 1500 rpm (4,31 kn). Sedangkan penggunaan diameter 8 inchi (20,32 cm), menunjukkan nilai pada putaran 500 rpm (1,61 kn), 750 rpm (2,41 kn), 1000 rpm (3,21 kn), 1250 rpm (4,02 kn), dan 1500 rpm (4,82 kn).

Besar kecepatan pada hasil simulasi menunjukan bahwa prototipe perahu listrik menggunakan propeller diameter 7 inchi dan 8 inchi mengalami perubahan nilai SOA seiring penambahan rpm *electrical engine*. Nilai SOA yang meningkat disebabkan adanya perbedaan sudut pitch dan besar laju perahu pada 1 kali putaran (360°).

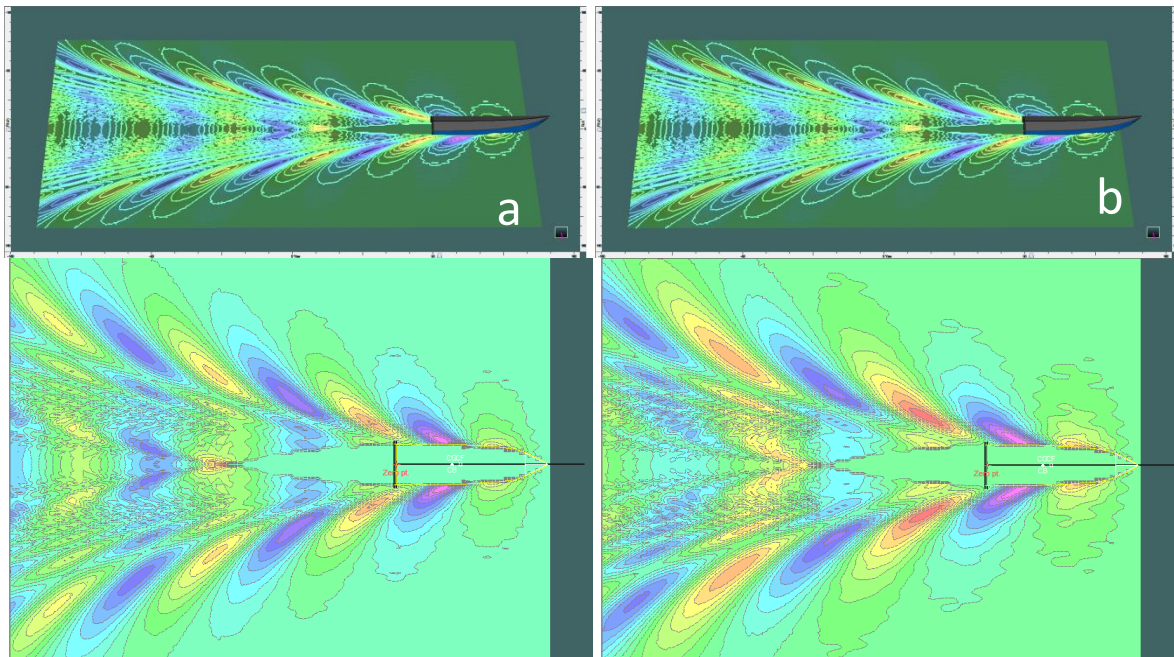
Hasil simulasi yang diperoleh bersesuaian dengan penelitian dalam menentukan nilai thrust optimum sebuah perahu. Penelitian yang telah dilakukan sebelumnya menunjukkan bahwa bahwa penambahan kecepatan putaran propeller (rpm) dan penambahan jumlah daun akan menghasilkan nilai *thrust* atau gaya dorong yang lebih tinggi. Penambahan diameter akan menghasilkan nilai thrust atau gaya dorong yang lebih tinggi juga namun bila diameternya terlalu besar akan mengakibatkan pengurangan nilai nilai thrust atau gaya dorong [10]. Penelitian lain yang menunjukkan adanya hubungan antaran rpm dan kecepatan perahu yakni pada identifikasi kecepatan berdasarkan perbedaan daun propeller. Hasil penelitian menunjukan bahwa propeller dengan 3 daun memiliki daya dorong untuk menghasilkan kecepatan perahu yang lebih besar. Adanya penambahan 0,002 rpm pada setiap variasi berdampak pada perubahan kecepatan [11]

Tabel 3. Perbandingan resistansi-daya setiap kecepatan

7 inchi			8 inchi		
Speed (kn)	HR (N)	HP (W)	Speed (kn)	HR (N)	HP (W)
0	--	--	0	--	--
1,44	11,66	8,64	1,61	14,32	11,86
2,16	24,54	27,27	2,41	30	37,2
2,88	41,81	61,95	3,21	51,73	85,42
3,60	65,65	121,58	4,02	80,45	166,38
4,31	92,71	205,57	4,82	121,83	302,08

Simulasi resistansi dan kebutuhan daya pada setiap kecepatan ditampilkan pada Tabel 3. Kecepatan maskimal prototype perahu listrik dengan propeller 7 inchi yakni 4,31 kn. Dengan 1500 rpm, perahu menerima HR sebesar 92,71 N dan membutuhkan daya 205,57 W. Pada propeller 8 inchi yakni 4,82 kn. Dengan 1500 rpm, perahu menerima HR sebesar 121,83 N dan membutuhkan daya 302,08 W. Propeller 7 inchi dan 8 inchi mengalami kenaikan nilai resistansi dan kebutuhan daya. Hal ini dapat dianalisa bahwa semakin besar rpm maka berdampak pada kebutuhan daya dan besar gaya penghambat (resistansi) yang dihasilkan. Resistansi perahu dapat berupa resistansi gelombang air laut dan udara yang mengalir di sekitar perahu saat beroperasi.

Penelitian yang sejalan dengan hasil tersebut yakni perhitungan hidrostatik untuk mengetahui *displacement* pada kapal. Kapal dengan berat total 25.67 ton, menghasilkan nilai hambatan dan daya kapal adalah 4.96 kN dan 23.004 kW pada saat kecepatan kapal 9 kn dan mengalami peningkatan 7,45 kN dan 35,003 kW pada kecepatan kapal 10 kn [12]. Penelitian lain yang menunjukkan adanya peningkatan resistansi terhadap kecepatan yakni pada kapal katamaran dengan dimensi utama L_{oA} 60 cm, B = 30 cm, H = 15, T = 6 cm. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kapal mengalami peningkatan linier 0,5 m/s (0,46 N), 1 m/s (1,6 N), 1,5 m/s (3,18 N), 2 m/s (4,92 N), dan 2,5 m/s (6,89 N) [13].



Gambar 2. Profil ombak sekitar perahu pada variasi kecepatan; (a) 7 inchi (4,31 kn), (b) 8 inchi (4,82 kn)

Fenomena dapat terjadi ketika prototipe perahu melaju semakin cepat maka akan menghasilkan daya dorong yang semakin besar. Hal ini dapat diketahui dengan adanya profil gelombang ombak yang bergerak di sekitar lambung perahu saat disimulasikan yang ditampilkan pada Gambar 2a dan 2b. Hasil simulasi yang telah dilakukan dapat menjadi acuan utama dalam mendesain prototipe perahu listrik, khususnya pada pemilihan komponen penggerak perahu meliputi *electrical engine* dan baterai yang akan digunakan. Komponen penggerak perahu harus memiliki kemampuan diatas dari nilai daya yang dihasilkan pada simulasi. Sehingga dengan adanya pemilihan komponen penggerak perahu yang tepat, maka perahu dapat beroperasi dengan baik dan bersesuaian dengan pemananaan perahu tersebut

4. KESIMPULAN

Pemodelan simulasi prototipe perahu listrik pada software maxsurf modeller dan resistance, dapat digunakan sebagai acuan dalam menentukan berat total pada beban perahu. Hasil simulasi menunjukkan bahwa pemilihan komponen penggerak perahu, mengacu pada nilai holtrop resistance dan holtrop power yang diperoleh dari simulasi pada variasi kecepatan.

Berdasarkan hasil dimulasi, diperoleh model prototype perahu listrik dapat beroperasi pada ukuran propeller tertentu. Kecepatan maskimal prototype perahu listrik dengan propeller 7 inchi yakni 4,31 kn. Dengan 1500 rpm, perahu menerima HR sebesar 92,71 N dan membutuhkan daya 205,57 W. Pada propeller 8 inchi yakni 4,82 kn. Dengan 1500 rpm, perahu menerima HR sebesar 121,83 N dan membutuhkan daya 302,08 W.

Ukuran diameter dan pitch propeller berpengaruh signifikan terhadap kecepatan dan daya dorong yang dihasilkan. Propeller 7 inchi dan 8 inchi mengalami kenaikan nilai reistansi dan kebutuhan daya. Hal ini dapat dianalisa bahwa semakin besar rpm maka berdampak pada kebutuhan daya dan besar gaya penghambat (resistansi) yang dihasilkan. Nilai resistansi terhadap perahu dan kebutuhan daya operasi mengalami kecenderungan peningkatan seiring dengan kecepatan yang semakin besar.

Times New Roman 11. Kesimpulan harus menjawab tujuan dari penelitian. Hidari penomoran (*bullet and numbering*) pada kesimpulan. Jika memang benar - benar dibutuhkan, penomoran harus dilakukan secara mendatar seperti berikut: 1) Isi nomor satu. 2) Isi nomor dua. 3) Isi nomor tiga. Tidak ada sub bab dalam kesimpulan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] J. D. Forero and G. V. Ochoa, "Study of the Piston Secondary Movement on the Tribological Performance of a Single Cylinder Low-Displacement Diesel Engine," *Lubricants*, vol. 8, no. 97, pp. 1–32, 2020.



copyright is published under [Lisensi Creative Commons Atribusi 4.0 Internasional](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

- [2] S. S. Tumigolung, F. P. T. Pangalila, and F. E. Kaparang, “Studi tentang Pengaruh Perbedaan Daya Mesin terhadap Kecepatan dan Konsumsi Bahan Bakar Minyak pada Perahu Pakura,” *J. Ilmu dan Teknol. Perikan. Tangkap*, vol. 2, no. 5, pp. 187–193, 2017.
- [3] A. Boretti, “Advantages and Disadvantages of Diesel Single and Dual-Fuel Engines,” *Frontiers Mech. Eng.*, vol. 5, no. 12, pp. 1–15, 2019.
- [4] M. Mehedi and T. Iqbal, “Optimal Sizing of a Hybrid Power System for Driving a Passenger Boat in Bangladesh,” *Conf. Pap.*, vol. 2, no. 3, pp. 1–6, 2020.
- [5] B. H. Li, Z. Wang, L. Chen, and X. Huang, “Research on Advanced Materials for Li-ion Batteries,” *Adv. Mater.*, pp. 4593–4607, 2009.
- [6] A. Umeda, E. Shimizu, and T. Oode, “Design Strategy of Battery Powered Boat and its Evaluation,” in *Proceedings of the Twenty-fifth (2015) International Ocean and Polar Engineering Conference*, 2015, no. Juni, pp. 911–917.
- [7] E. Giraldo-pérez, E. Betancur, and G. Osorio-gómez, “Experimental and statistical analysis of the hydrodynamic performance of planing boats : A Comparative study,” *Ocean Eng.*, vol. 262, no. July, p. 112227, 2022.
- [8] Y. Budiman, F. Romansyah, M. N. Rochim, M. S. Akmal, M. Solikin, and A. Yudianto, “Perancangan bodi kapal patroli lepas pantai : analisis numerik hidrodinamika bodi deep v-hull , bulbous hull , dan catamaran melalui simulasi software maxsurf,” *Semin. Nas. Ilmu Tek. dan Apl. Ind.*, vol. 5, no. 2, pp. 122–127, 2022.
- [9] A. R. Prabowo, R. A. Febrianto, and T. Tuswan, “Performance evaluation on the designed v-shaped monohull ship models,” *J. Appl. Engineering Sci.*, vol. 20, no. 2, pp. 610–624, 2022.
- [10] R. N. Situmorang, P. Manik, and A. Wi. B. Santosa, “Analisa Nilai Thrust Optimum Propeller Pada Kapal Tugboat Pelabuhan Paket-II 2x1850HP Dengan Variasi Diameter Propeller, Jumlah Daun Propeller & Kecepatan Putaran Propeller(RPM),” *J. Tek. Perkapalan*, vol. 8, no. 3, pp. 112–116, 2020.
- [11] I. N. Aini, H. Boesono, and I. Setiyanto, “Uji Kecepatan Perahu Sopek Dengan Menggunakan Propeller Dua Daun dan Tiga Daun di Perairan Tambak Lorok Semarang,” *J. Fish. Resour. Util. Manag. Technol.*, vol. 4, no. 4, pp. 39–49, 2015.
- [12] F. Laamena and A. Taihutu, “Kajian Optimasi Ukuran Kapal Tradisional dan Perhitungan Hambatannya,” *J. Metiks*, vol. 1, no. 1, pp. 17–22, 2021.
- [13] R. A. Anugrah and M. P. A. Fath, “Simulasi Numerik Kapal Katamaran Pendeteksi Kedalaman Banjir Menggunakan Software Maxsurf untuk Mencari Resistance,” *Quantum Tek.*, vol. 3, no. 2, pp. 65–70, 2022.

