

# Rancang Bangun dan Analisis Hidrodinamika *Autonomous Submarine Surface Vehicle* Menggunakan Propulsi Multirotor

Muhammad Tegar Hafizh, Joko Endrasmono, Agus Khumaidi, Isa Rachman, Ryan Yudha Adhitya,  
Zindhu Maulana Ahmad Putra

e-mail: [muhammadtegar12@student.ppnns.ac.id](mailto:muhammadtegar12@student.ppnns.ac.id), [endasmono@ppns.ac.id](mailto:endasmono@ppns.ac.id), [aguskhumaidi@ppns.ac.id](mailto:aguskhumaidi@ppns.ac.id),  
[isarachman@ppns.ac.id](mailto:isarachman@ppns.ac.id), [ryanyudhaadhitya@ppns.ac.id](mailto:ryanyudhaadhitya@ppns.ac.id), [zindhu@ppns.ac.id](mailto:zindhu@ppns.ac.id)

Teknik Kelistrikan Kapal, Program Studi Teknik Otomasi, Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya  
Kampus ITS Sukolilo Jl. Teknik Kimia, Keputih, Sukolilo, Surabaya, Indonesia

## Informasi Artikel

### Riwayat Artikel

Diterima 17 Mei 2023

Direvisi 7 Juli 2023

Diterbitkan 31 Juli 2023

### Kata kunci:

*Autonomous*  
*Holtrop*  
*Multirotor*

### Keywords:

*Autonomous*  
*Holtrop*  
*Multirotor*

## ABSTRAK

Penelitian ini mempresentasikan desain dan analisis hidrodinamika dari sebuah *Autonomous Submarine Surface Vehicle* (ASSV) menggunakan propulsi *multirotor*. Selain itu, peneliti juga melakukan pengujian fisik pada model prototipe dan hasilnya menunjukkan bahwa wahana tersebut dapat beroperasi secara mandiri dengan stabil dan dapat mencapai kecepatan maksimum hingga 3,18 m/s atau setara dengan 6 knot. Hasil pengujian ini menunjukkan bahwa ASSV dengan sistem propulsi *multirotor* memiliki potensi yang besar dalam aplikasi pemantauan lingkungan dan penjelajahan bawah laut. Kesimpulannya, penelitian ini berhasil mengembangkan kendaraan permukaan bawah air otonom menggunakan propulsi *multirotor* serta keberhasilan analisis hidrodinamika menggunakan simulasi numerik berbasis CFD. Diharapkan penelitian ini dapat memberikan kontribusi dalam pengembangan teknologi kendaraan permukaan bawah air otonom beserta aplikasinya. Hasil simulasi menunjukkan bahwa penggunaan propulsi *multirotor* pada ASSV memiliki efisiensi hidrodinamika yang lebih baik dibandingkan dengan sistem propulsi motor tunggal (*singlerotor*).

## ABSTRACT

*This study presented the design and hydrodynamic analysis of an Autonomous Submarine Surface Vehicle (ASSV) using multirotor propulsion. In addition, the researchers also conducted physical tests on the prototype model and the results showed that the vehicle can operate autonomously with stability and can reach a maximum speed of up to 3.18 m/s or the equivalent of 6 knots. The results of this test show that ASSV with multirotor propulsion system has great potential in environmental monitoring and underwater exploration applications. In conclusion, this study successfully developed an autonomous underwater surface vehicle using multirotor propulsion as well as the success of hydrodynamic analysis using CFD-based numerical simulation. It is expected that this research can contribute to the development of autonomous underwater surface vehicle technology and its applications. Simulation results show that the use of multirotor propulsion on ASSV has better hydrodynamic efficiency compared to single motor propulsion system (singlerotor).*

## Penulis Korespondensi:

Muhammad Tegar Hafizh,  
Teknik Kelistrikan Kapal, Program Studi Teknik Otomasi,  
Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya  
Kampus ITS Sukolilo Jl. Teknik Kimia, Keputih, Sukolilo, Surabaya, Indonesia, Kode Pos 60111  
Email: [muhammadtegar12@student.ppnns.ac.id](mailto:muhammadtegar12@student.ppnns.ac.id)  
Nomor HP/WA aktif: +62 822-1961-2085



## 1. PENDAHULUAN

*Autonomous Submarine Surface Vehicle* (ASSV) merupakan jenis kendaraan bawah air yang termasuk dalam klasifikasi wahana *Autonomous Underwater Vehicle* (AUV). AUV merupakan wahana bawah air dengan sistem operasi otonom [1]. Wahana tersebut telah menjadi topik menarik karena sifatnya yang relatif fleksibel untuk dimanfaatkan dalam eksplorasi, pemetaan dasar laut, dan bahkan misi militer [2]. Desain dan analisis hidrodinamika ASSV menjadi tantangan dalam pengembangannya. Penelitian ini fokus pada desain dan analisis hidrodinamika ASSV menggunakan propulsi multirotor meningkatkan performa manuver [3], yaitu dengan tiga motor jenis BLDC untuk, karena aspek manuver memengaruhi ketahanan dan kinerja total wahana [4]. Desain lambung kapal yang stabil dan perencanaan sistem propulsi yang tepat diperlukan untuk mengoptimalkan kinerja ASSV.

Untuk menganalisis permasalahan yang melibatkan aliran fluida, dilakukan simulasi numerik menggunakan perangkat lunak *Computational Fluid Dynamics* (CFD) [5] [6]. Pendekatan metode *Holtrop* digunakan untuk menghitung nilai optimal daya motor terhadap resistansi atau gaya hambat saat wahana bergerak di dalam air. Uji hidrodinamika dilakukan untuk menganalisis respon gerak ASSV terhadap spektrum gelombang. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan ASSV dengan desain lambung yang stabil disertai sistem propulsi yang efisien. Kinerja dan respon gerak ASSV dalam berbagai situasi operasional dapat lebih dipahami berkat penggunaan analisis hidrodinamik dan simulasi numerik dalam penelitian ini.

## 2. METODE PENELITIAN

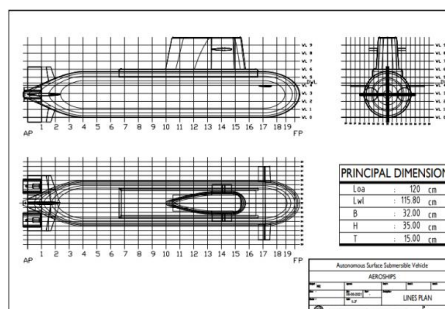
### 2.1 Desain Teknis dan Ukuran ASSV

Terdapat tiga bagian utama, yaitu bagian atas, bagian tengah, dan bagian bawah untuk membentuk struktur desain pada model ASSV multirotor. Bagian atas digunakan untuk meletakkan sensor serta komponen navigasi, sementara bagian tengah berisi baterai dan sistem kontrol, dan bagian bawah berisi sistem propulsi ASSV.



Gambar 1: Desain Keseluruhan ASSV

Ukuran utama (*Principal Dimensions*) yang meliputi panjang, lebar, dan tinggi model menggambarkan keseluruhan dari model ASSV. Dalam menentukan kapasitas serta dimensi lain yang terkait dengan stabilitas kapal, ketiga ukuran tersebut memiliki peran yang sangat penting [7]. Ukuran utama ASSV ditentukan menggunakan metode kapal pembanding yang membandingkan ukuran L/B, B/T, dan H/T sesuai pada konsep awal rancangan sehingga didapatkan ukuran utama seperti yang tertera pada gambar 2.



Gambar 2: *Principal Dimension* ASSV



## 2.2 Metode yang Digunakan

Perhitungan tahanan kapal dalam CFD menggunakan parameter tertentu dan pilihan pendekatan perhitungan seperti *Meinenn*, *Holtrop*, *Ghuldammer Harvald*, dll [8]. Metode perhitungan dipilih berdasarkan jenis/tipe kapal dan spesifikasi formula/pendekatan yang digunakan [9]. Pemilihan metode ini merupakan bentuk validasi awal yang memastikan kesesuaian geometri model dengan kapal sebenarnya. Pada tahap ini, metode *Holtrop* dipilih karena metode tersebut cocok digunakan untuk analisis karakteristik kapal dengan satu lambung (*mono hull*) [10].

## 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

### 3.1 Analisis Parameter Hidrostatik ASSV

Penentuan parameter hidrostatik pada suatu objek melibatkan beberapa faktor, seperti massa jenis fluida, gravitasi, dan kedalaman fluida serta faktor pendukung lainnya seperti berat dan bentuk objek. Penentuan berat dilakukan dengan mencari nilai *displacement* berdasarkan desain ASSV. *Displacement* adalah berat zat cair yang dipindahkan oleh lambung kapal saat terendam di bawah permukaan cairan, istilah tersebut juga sering digunakan untuk merujuk pada berat gabungan kapal dan muatannya. [3]. *Displacement* didapatkan melalui perkalian antara volume dengan massa zat cair. Untuk mencari volume dilakukan dengan mengalikan nilai L, B, T, dan cb dari sebuah kapal [4].

Perhitungan matematis *displacement* ASSV dengan data utama L = 126cm, B = 20.00cm, dan T = 15.00cm dengan cb senilai 0,765 dan  $\gamma$  massa jenis air sebesar 0,001 kg/cm<sup>3</sup>. Persamaan matematis perhitungan *displacement* dapat dituliskan sebagai berikut, dimana  $\Delta$  adalah nilai *displacement* dengan satuan (kg) :

$$\Delta = V \times \gamma \tag{1}$$

$$\Delta = L \times B \times T \times cb \times \gamma \tag{2}$$

Berdasarkan persamaan di atas diperoleh nilai *displacement* ASSV sebesar 28,917kg, sedangkan melalui analisis perhitungan berat ASSV berdasarkan desain menggunakan *software maxsurf modeler*, didapatkan nilai *displacement* sebesar 26,67 kg beserta nilai parameter hidrostatik seperti yang tertera pada TABEL 1.

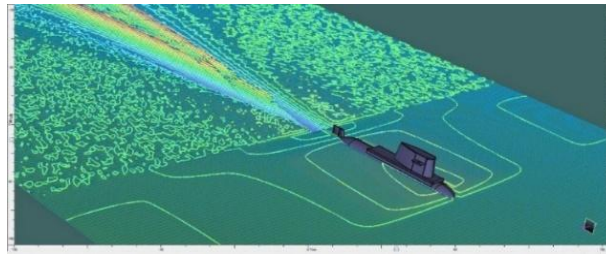
TABEL 1: Perhitungan *Displacement* ASSV Menggunakan Software Maxsurf

No.	Measurement	Value	Units
1.	Displacement	26,67	kg
2.	Volume (displaced)	26016,05	cm <sup>3</sup>
3.	Draft Amidships	15	cm
4.	Immersed depth	17	cm
5.	WL Length	115,8	cm
6.	Beam max extents on WL	17,28	cm
7.	Wetted Area	5805,91	cm <sup>2</sup>
8.	Max sect. area	252,4	cm <sup>2</sup>
9.	Waterpl. Area	1752,28	cm <sup>2</sup>
10.	Prismatic coeff. (Cp)	0,89	
11.	Block coeff. (Cb)	0,765	
12.	Max Sect. area coeff. (Cm)	0,973	
13.	Waterpl. area coeff. (Cwp)	0,876	

### 3.2 Hasil Komputasi Numerik Resistansi ASSV

Besar nilai tahanan ASSV dapat diketahui melalui komputasi numerik menggunakan perangkat lunak CFD. peneliti menggunakan *software maxsurf resistance* dalam melakukan analisis tersebut melalui pendekatan metode *Holtrop*. Selain itu, metode ini juga dapat digunakan untuk menentukan tenaga yang dibutuhkan ASSV agar memperoleh nilai kecepatan yang optimal ketika berlayar di dalam air.



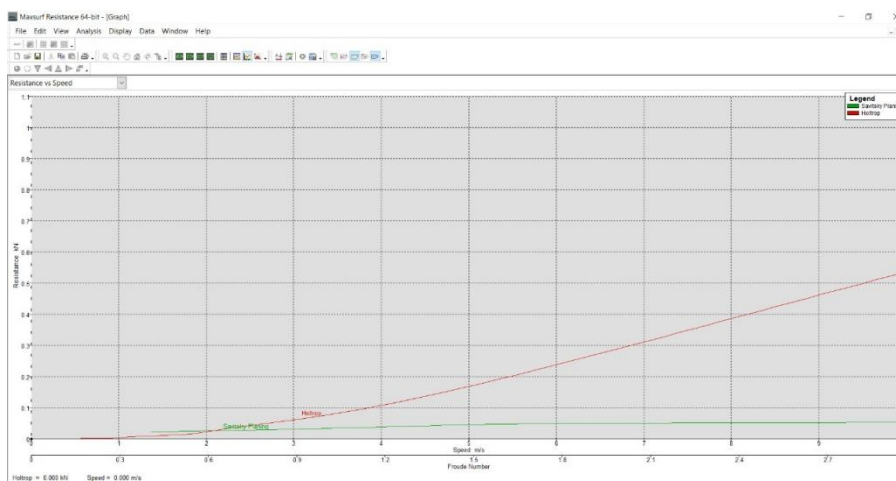


Gambar 3: Tahanan pada ASSV (Tampak Isometri)

Visualisasi resistansi yang memungkinkan terjadi terhadap wahana ASSV ketika bergerak di dalam air dapat diperhatikan pada Gambar 3. Melalui simulasi tersebut didapatkan nilai parameter *Holtrop* untuk menentukan kecepatan wahana ASSV.

TABEL 2: Perhitungan Resistansi ASSV Menggunakan Pendekatan *Holtrop*

No.	Speed (m/s)	Froude No.LWL	Froude No.Vol.	Holtrop Resist	Holtrop Power(W)
1	0	0	0	--	--
3	0,5	0,148	0,293	0,62	0,48
5	1	0,297	0,587	3,18	4,9
7	1,5	0,445	0,88	9,9	22,85
9	2	0,593	1,173	22,16	68,19
3.	2,5	0,742	1,466	42,57	163,73
5.	3	0,89	1,76	60,59	279,67
7	3,5	1,039	2,053	81,88	440,92
9.	4	1,187	2,346	107,29	660,23
11.	4,5	1,335	2,639	136,26	943,32
13.	5	1,484	2,933	168,03	1292,56
14.	5,25	1,558	3,079	184,75	1492,18
15.	5,5	1,632	3,226	201,9	1708,42
16.	5,75	1,706	3,373	219,44	1941,17
17.	6	1,78	3,519	237,28	2190,28
18.	6,25	1,855	3,666	255,38	2455,59
19.	6,5	1,929	3,813	273,69	2736,91
20.	6,75	2,003	3,959	292,17	3034,05
21.	7	2,077	4,106	310,78	3346,82



Gambar 4: Grafik Resistansi dan Kecepatan Menggunakan Pendekatan *Holtrop*



Menghitung kecepatan kapal dilakukan dengan memperhitungkan daya dari motor yang digunakan. Semakin besar daya motor, maka semakin cepat laju dari sebuah kapal [11]. Perhitungan kecepatan ASSV dilakukan menggunakan *software maxsurf resistance* dengan metode *Holtrop* untuk mengetahui korelasi antara kecepatan, resistansi, dan power.

Prototipe ASSV menggunakan tiga motor penggerak jenis BLDC dengan total daya 2600 Watt. Berdasarkan data hasil perhitungan pada TABEL 2, diperoleh nilai kecepatan dengan daya maksimal berada pada nilai 6,25 m/s. Dibuktikan pada grafik Gambar 4 bahwa luaran kecepatan berbanding lurus terhadap resistansi yang terjadi.

### 3.3 Pengukuran Kecepatan Prototipe ASSV

Pengukuran kecepatan prototipe ASSV dilakukan pada sebuah lintasan lurus dengan panjang 16 m untuk mengetahui waktu tempuh kapal dalam melewatinya, uji coba dilakukan dengan memberikan masukan data *pulse* yang berbeda-beda. Besarnya *pulse* sangat mempengaruhi kecepatan dari kapal itu sendiri, semakin besar *pulse* maka semakin cepat kapal dapat melalui lintasan. Berikut merupakan hasil percobaan kecepatan dari prototipe ASSV dengan menggunakan 3 macam *pulse* yang berbeda serta dihitung kecepataannya menggunakan persamaan Gerak Lurus Beraturan (GLB).

TABEL 3: Perhitungan Resistansi dan Power ASSV Menggunakan Pendekatan Holtrop

Jarak	<i>Pulse</i> ( <i>pulse max</i> )	Daya Motor (W)	t (s)	$V=s/t$ (m/s)
16m	1/10	260	17,18	1,43
	1/8	325	16,25	1,48
	1/6	433	14,24	1,62

Data pada TABEL 3 merupakan hasil yang didapatkan dalam uji coba kecepatan prototipe ASSV dapat dibuktikan bahwa semakin besar nilai *pulse* yang digunakan maka semakin besar daya motor yang terpakai, sehingga hubungan antara pulse dengan daya motor kapal adalah berbanding lurus.

### 3.4 Komparasi Nilai Kecepatan

Dilakukan perbandingan nilai kecepatan antara hasil perhitungan menggunakan CFD *Maxsurf Resistance* dan hasil pengukuran uji coba langsung prototipe ASSV. Perbandingan tersebut tertera pada TABEL 4.

TABEL 4: Perbandingan Perhitungan dan Pengukuran Kecepatan ASSV

Jenis Analisis	Perhitungan			Pengukuran		
	Daya (W)	260	325	443	260	325
Kecepatan (m/s)	2,75	3	3,25	1,43	1,48	1,62

Hasil antara perhitungan dan pengukuran terdapat selisih yang cukup signifikan, hal tersebut dikarenakan faktor eksternal yang mempengaruhi pergerakan prototipe ASSV seperti kecepatan angin yang tinggi mengakibatkan gelombang permukaan air pada kolam uji menjadi naik. Selain itu, hasil prototipe ASSV memiliki nilai *displacement* yang lebih besar dibandingkan dengan nilai perencanaan.

### 3.5 Perhitungan dan Hasil Pengukuran Gerak Zig-zag

*Zig-zag tests* berguna untuk menentukan kemampuan gerak kapal dalam melakukan perubahan arah (lintasan) [12]. Dalam melakukan analisis gerak zig-zag prototipe ASSV dilakukan dengan 2 variasi sudut, yakni antara 10°/10° dan 20°/20° dengan perhitungan nilai Standar Deviasi (STD). Untuk mencari sudut *overshoot* dilakukan dengan mencari diameter dari sebuah lingkaran dengan menggunakan formula diameter *steady turning* yang dapat dituliskan dalam bentuk persamaan matematis seperti berikut:

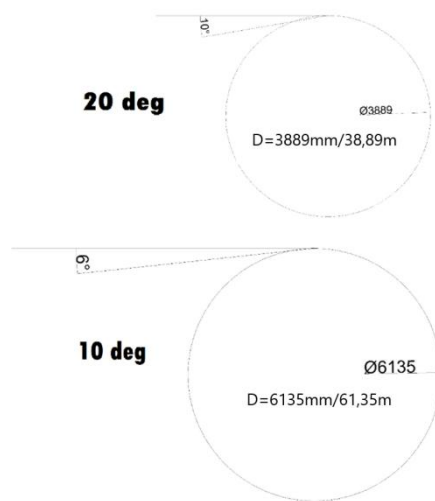


$$\frac{STD}{L} = 4,19 - 203 \frac{C_B}{\delta_R} + 47,4 \frac{Trim}{L} - \frac{13B}{L} + \frac{194}{\delta_R} - 35,8 \frac{Sp \cdot Ch}{L \cdot T} (ST - 1) + 3,82 \frac{Sp \cdot Ch}{L \cdot T} (ST - 2) + 7,79 \frac{A_b}{L \cdot T} + 0,7 \left( \frac{T}{T_L} - 1 \right) \left( \frac{\delta_R}{|\delta_{Rl}|} \right) (ST - 1) \tag{3}$$

$$STD = L \left( 4,19 - 203 \frac{C_B}{\delta_R} + 47,4 \frac{Trim}{L} - \frac{13B}{L} + \frac{194}{\delta_R} - 35,8 \frac{Sp \cdot Ch}{L \cdot T} (ST - 1) + 3,82 \frac{Sp \cdot Ch}{L \cdot T} (ST - 2) + 7,79 \frac{A_b}{L \cdot T} + 0,7 \left( \frac{T}{T_L} - 1 \right) \left( \frac{\delta_R}{|\delta_{Rl}|} \right) (ST - 1) \right) \tag{4}$$

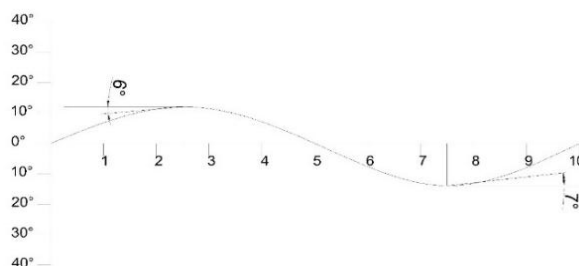
Dimana : STD adalah Diameter *steady turning* (m), L adalah panjang LPP kapal (m), CB adalah koefisien blok kapal,  $\delta_R$  adalah sudut kemudi (derajat), Trim adalah trim statis (m), Sp adalah *Span of rudder* atau rentang kemudi (m), Ch adalah chord of rudder (m), dan T adalah sarat (m)

Didapatkan hasil memenuhi standar pada kriteria *International Maritime Organization* (IMO) yakni dibawah angka sudut *overshoot* yang telah ditetapkan pada setiap pengujiannya. Pada sudut 10° didapatkan hasil STD senilai 6,1354 m dan pada sudut 20° didapatkan hasil STD senilai 3,8889 m. Dilakukan visualisasi arah gerak prototipe menggunakan *software Computer-Aided Design* (CAD) seperti pada Gambar 5.



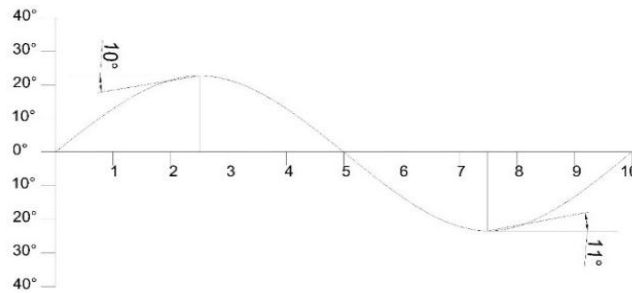
Gambar 5 Simulasi Gerakan ASSV dengan Diameter STD

Pengukuran gerak zig-zag prototipe ASSV dilakukan pada kolam uji dengan tahapan *rudder* dibelokkan sebesar sudut uji ke *portside* ketika prototipe mencapai *steady approach* sebagai eksekusi pertama; Ketika sudut *heading* semula telah berubah sebesar sudut uji, rudder digerakkan berlawanan arah dari eksekusi pertama sebesar sudut uji ke arah *starboard* sebagai eksekusi kedua; Sudut *overshoot* pertama adalah deviasi sudut *heading* tambahan pada eksekusi zig-zag kedua, dan seterusnya. Hasil deviasi sudut berdasarkan rekam gerak prototipe ASSV dapat dilihat pada Gambar 6 untuk pengujian sudut 10° dan Gambar 7 untuk pengujian sudut 20°.



Gambar 6 Uji Gerak Zig-zag Pada Sudut Kemudi 10°





Gambar 7 Uji Gerak Zig-zag Pada Sudut Kemudi 20°

Komparasi antara nilai perhitungan dan pengukuran serta regulasi yang telah ditetapkan oleh IMO disajikan pada TABEL 5.

TABEL 5: Hasil Pengukuran dan Pengujian Gerak Zig-zag

Pengujian	Kriteria	Hasil Perhitungan	Hasil Pengujian	Standar IMO	Keterangan
Zig-zag 10°/10°	Overshoot pertama	6°	6°	10°	Memenuhi, margin 0%
	Overshoot kedua	6°	7°	25°	Memenuhi, margin 14%
Zig-zag 20°/20°	Overshoot pertama	10°	10°	25°	Memenuhi, margin 0%

TABEL 5 menyajikan data pengukuran dan pengujian gerak zig-zag, didapat selisih nilai yang tidak signifikan antara perhitungan dan pengukuran yaitu dibawah 15%, sehingga hasil representasi desain berupa prototipe ASSV terhadap perhitungan menggunakan pendekatan *Holtrop* dapat dikatakan mewakili perancangan dan pemodelan yang telah dilakukan.

#### 4. KESIMPULAN

- Persentase error antara perhitungan dan pengukuran berat kapal yang telah direalisasikan sangat kecil, yaitu hanya 1,3%. Hal ini menunjukkan bahwa prototipe ASSV telah direalisasikan sesuai dengan desain yang direncanakan.
- Dalam analisis kecepatan ASSV, terdapat selisih antara perhitungan teoretis menggunakan CFD disertai pendekatan metode *Holtrop* dengan data empiris prototipe ASSV. Selisih ini disebabkan adanya selisih nilai displacement yang sedikit banyak memengaruhi. Selain itu, hambatan yang terjadi karena faktor eksternal yaitu kecepatan angin tinggi, yang mengakibatkan kenaikan gelombang permukaan air di kolam uji.
- Persentase error dari selisih perhitungan dan pengukuran gerak zig-zag yaitu kurang dari 15%. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa prototipe ASSV yang telah dibuat sesuai terhadap analisis parameter yang dilakukan sebelumnya, dan keduanya telah memenuhi standar kriteria IMO.
- Instalasi multirotor sebagai sistem propulsi ASSV telah menunjukkan efektivitas dalam menghasilkan daya dorong yang cukup kuat. Dengan menggunakan beberapa rotor yang dipasang secara simetris, ASSV dapat mencapai kecepatan yang diinginkan. Sistem propulsi multirotor juga memberikan manuverabilitas yang baik dengan kemampuan untuk mengatur arah dan posisi kapal dengan cepat sehingga ASSV dapat melakukan manuver kompleks dan masih memenuhi standar kriteria IMO.



## DAFTAR PUSTAKA

- [1] D. Dimas Debriano and R. Fauzi Iskandar, "STATIC STABILITY CONTROL DESIGN IN AUTONOMOUS UNDERWATER VEHICLE USING FUZZY LOGIC METHOD," *eProceedings of Engineering*, vol. 5, pp. 5857–5864, Dec. 2018,
- [2] T. Herlambang, "DESAIN DAN ANALISA SISTEM GERAK AUTONOMOUS UNDERWATER VEHICLE," Thesis (Doctoral), INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER, SURABAYA, 2016.
- [3] Q. Zhu, "Design of control system of USV based on double propellers," *IEEE International Conference of IEEE Region 10 (TENCON 2013)*, pp. 1–4, Oct. 2013, doi: 10.1109/TENCON.2013.6719057.
- [4] Y. H. Lin, Y. T. Lin, and Y. J. Chiu, "Stability and Manoeuvrability Simulation of a Semi-Autonomous Submarine Free-Running Model SUBOFF with an Autopilot System," *Applied Sciences (Switzerland)*, vol. 11, no. 1, pp. 1–33, Jan. 2021, doi: 10.3390/app11010410.
- [5] M. Nawawi, "COMPUTATIONAL FLUID DYNAMICS (CFD) ANALYSIS INTO THE EFFECT OF INCLINING KEEL ON THE RESISTANCE AND SPEED OF MONOHULL FISHING VESSEL," Thesis (Undergraduate), Institut Teknologi Sepuluh Nopember, SURABAYA, 2015.
- [6] D. Chrismianto and P. Manik, "STUDI PENGARUH VARIABEL-VARIABEL DALAM CFD UNTUK MENGHITUNG KOEFISIEN TAHANAN KAPAL," *TEKNIK*, vol. 34, no. 3, pp. 182–187, Dec. 2013, doi: <https://doi.org/10.14710/teknik.v34i3.6724>.
- [7] B. Utomo, "PENGARUH UKURAN UTAMA KAPAL TERHADAP DISPLACEMENT KAPAL," *TEKNIK*, vol. 31, no. 1, pp. 84–89, Feb. 2010,
- [8] H. Kusrizkytama, "ANALISIS PREDIKSI NILAI TAHANAN TAMBAHAN PADA KAPAL DENGAN PENDEKATAN EMPIRIS DAN NUMERIK," Thesis (Undergraduate), INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER, SURABAYA, 2017.
- [9] A. Purwana and A. W. Husodo, "TOTAL RESISTANCE PREDICTION OF SELF PROPELLED COAL BARGE (SPCB) USING COMPUTATIONAL FLUID DYNAMIC," *KAPAL*, vol. 12, no. 2, pp. 97–105, Jun. 2015, doi: <https://doi.org/10.14710/kpl.v12i2.8722>.
- [10] M. D. P. Soetardjo, "Analisa Kecepatan dan Karakteristik Pola Gelombang pada Kapal Bantu Hidro-Oceanography," *Jurnal Wave*, vol. 5, no. 2, pp. 49–56, May 2011, doi: <https://doi.org/10.29122/jurnalwave.v5i2.3524>.
- [11] M. SHOHIBUL WAFA, "PERANCANGAN KAPAL MINI SEBAGAI MEDIA PEMBAWA KAMERA UNTUK MENDETEKSI JUMLAH UDANG VANEME DI KOLAM," Thesis (Diploma), Institut Teknologi Sepuluh Nopember, SURABAYA, 2017.
- [12] A. Jamaluddin, "ANALISA DAN EVALUASI FAKTOR-FAKTOR YANG MEMPENGARUHI KARAKTERISTIK OLAH-GERAK (MANEUVER) KAPAL," *Warta Penelitian Perhubungan*, vol. 23, no. 11, pp. 17–26, Jan. 2011, doi: 10.25104/warlit.v23i1.1048.

