

# Pembuatan Konsep Desain Unmanned Surface Vehicle (USV) untuk Monitoring Wilayah Perairan Indonesia

Dwiko Hardianto, dan Wasis Dwi Aryawan

Departemen Teknik Perkapalan, Fakultas Teknologi Kelautan, Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS)

*e-mail*: wasis@na.its.ac.id

**Abstrak**—Indonesia dengan luas wilayah laut hampir dua pertiga dari luas daratannya, menjadi perhatian khusus dari pemerintah untuk melindungi keamanan dan kedaulatan Negara Kesatuan Republik Indonesia (NKRI). Dengan luas wilayah perairan yang cukup besar maka wilayah perairan yang harus dijaga oleh pemerintah tidaklah sedikit. Dalam Jurnal ini dibuat konsep desain Kapal Tanpa Awak yang selanjutnya disebut *Unmanned Surface Vehicle* (USV) yang dirasa dapat memenuhi kebutuhan monitoring wilayah perairan Indonesia. Proses desain USV berupa perhitungan teknis, Rencana Garis, Rencana Umum, dan model tiga dimensi dapat dilakukan setelah mendapatkan ukuran utama. Ukuran utama kapal ditentukan dari kebutuhan *platform* yang digunakan pada USV berdasarkan *operational requirements* dan *decision tree* yang digunakan untuk menentukan tipe lambung, material, dan sistem propulsi. Pada akhirnya didapatkan hasil desain USV dengan tipe lambung katamaran dan menggunakan sistem propulsi elektrik. Ukuran utama yang didapatkan adalah  $L_{pp} = 6.94$  m;  $B = 3.5$  m;  $H = 1.27$  m;  $T = 0.5$  m;  $S/L = 0.196$ . Nilai *freeboard* dan stabilitas kapal memenuhi sesuai standar *Non-Convention Vessel Standard* (NCVS) dan *HSC Annex 7 Multihull 2000*.

**Kata Kunci**—Kapal Tanpa Awak, Katamaran, Perbatasan Laut, USV.

## I. PENDAHULUAN

INDONESIA merupakan negara maritim dengan luas wilayah laut terbesar di dunia dengan luas lautan hampir dua pertiga dari luas daratannya dengan garis pantai terpanjang kedua di dunia setelah Canada. Hal ini menjadi perhatian khusus dari pemerintah untuk melindungi keamanan dan kedaulatan Negara Kesatuan Republik Indonesia (NKRI). Terlebih lagi Indonesia yang terletak di perlintasan Internasional dua benua (Asia-Australia) dan dua samudara (Hindia-Pasifik) mempunyai zona perbatasan laut Indonesia yang mengandung banyak kerawanan dan sensitivitas konflik.

Alat Utama Sistem Senjata atau dikenal dengan ALUTSISTA menjadi kunci utama dalam menjaga keamanan nagara. Untuk menjaga keamanan dan kedaulatan negara dalam hal ini adalah wilayah laut Indonesia yang begitu luas, maka diperlukan armada Angkatan Laut yang memadai. Dibutuhkannya kapal patroli sebagai tameng menjaga keamanan serta kedaulatan wilayah laut Indonesia. Termasuk isu-isu globalisasi terutama yang menyangkut *human trafficking*, perompak laut, perdagangan ilegal, *illegal fishing*,

dan lain-lain telah meningkatkan kerawanan-kerawanan di daerah perbatasan.

Sementara, masalah yang dihadapi oleh TNI AL sebagai institusi yang berwenang dalam pertahanan laut adalah terbatasnya jumlah personel, kapal patroli, peralatan dan perlengkapan, dan dana yang dimiliki. Di era teknologi dan komunikasi yang semakin berkembang ini, tugas manusia semakin terbantu dengan hadirnya teknologi berupa robot. Teknologi ini sudah mulai masuk pada dunia transportasi yang salah satunya adalah kapal permukaan. Dengan berkembangnya teknologi robot kapal permukaan atau yang biasa disebut *Unmanned Surface Vehicle*, maka tugas manusia dapat digantikan dalam melakukan tugas-tugasnya yang berarti dapat mengurangi resiko keselamatan dari personel yang bertugas.

## II. TINJAUAN PUSTAKA

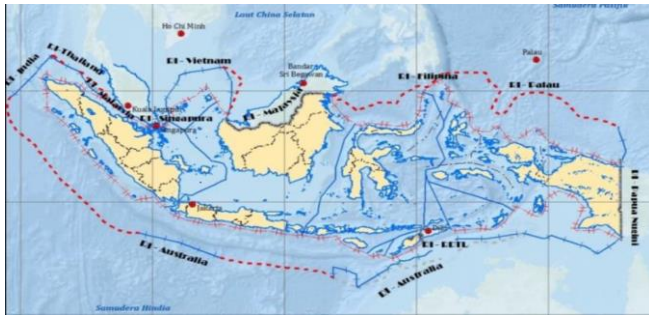
### A. Operational Requirements

Pembuatan *Operational requirement* diasumsikan sesuai dengan kebutuhan operasional dari kapal yang akan didesain. *Operational requirement* yang akan dirancang mempertimbangkan beberapa faktor seperti [1]:

- Fungsi dan tugas,
- Kecepatan,
- Kedalaman,
- Awak kapal, dan
- Kemampuan operasional

### B. Tinjauan Wilayah

Laut Sulawesi di barat Samudra Pasifik dibatasi oleh Kepulauan Sulu, Laut Sulu, dan Pulau Mindanao, Filipina, di utara, di timur oleh rantai Kepulauan Sangihe, di selatan oleh Sulawesi, dan di barat oleh Kalimantan, Indonesia[2].



Gambar 1. Wilayah Teritorial Indonesia dengan Malaysia



Gambar 3. Kapal Tanpa Awak di Bidang Militer

Laut Sulawesi baru-baru ini menarik perhatian internasional karena aktivitas bajak laut yang tak hanya merampok kapal nelayan kecil namun juga kapal komersil lainnya. Selain itu di dalam daerah Laut Sulawesi terdapat blok minyak yang sangat melimpah dan seringnya terjadi gesekan antara kedua Negara antara Indonesia dengan Malaysia. Blok minyak tersebut adalah blok ambalat, blok laut luas mencakup 15.235 kilometer persegi yang terletak di Laut Sulawesi atau Selat Makassar dan berada di dekat perpanjangan perbatasan darat antara Sabah, Malaysia, dan Kalimantan Timur, Indonesia. Ambalat merupakan milik negara Indonesia sebagai Negara kepulauan. Hal ini dapat dibuktikan dengan adanya penandatanganan Perjanjian Tapal Batas Kontinen Indonesia-Malaysia pada tanggal 27 Oktober 1969, yang ditandatangani di Kuala Lumpur, telah diratifikasi pada tanggal 7 November 1969 [3].



Gambar 2. Daerah Operasional USV

C. Unmanned Surface Vehicle

Unmanned Surface Vehicle (USV) atau Autonomous Surface Vehicle (ASV) adalah kendaraan tanpa awak/kru yang dioperasikan di atas permukaan air [4], seperti terlihat pada Gambar. 3.

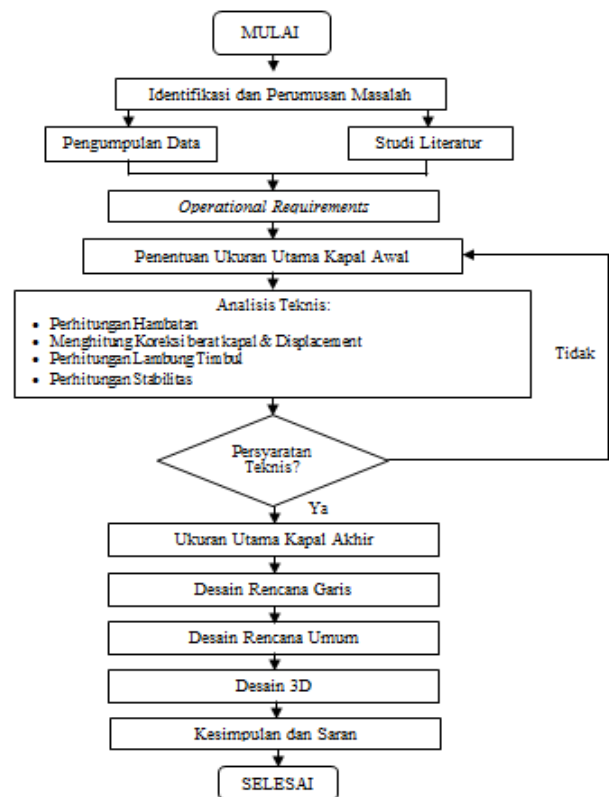
Unmanned Surface Vehicle (USV) atau yang bisa disebut kapal tanpa awak telah digunakan untuk berbagai operasi militer sejak perang dunia ke dua. Semakin berkembangnya jaman yang diikuti juga dengan perkembangan teknologi yang pesat, membuat Negara-negara maju berlomba-lomba mengembangkan teknologi USV ini untuk memperkuat pertahanan dan keamanan Negara masing-masing. Dalam bidang militer USV mempunyai beberapa fungsi antara lain :

- Intelijen, pengawasan, dan pengintaian
- Anti kapal selam dan anti ranjau laut
- Patroli perbatasan

III. METODOLOGI PENELITIAN

A. Diagram Alir

Tahapan dari metodologi penelitian yang digunakan digambarkan pada diagram alir pada Gambar 4 dibawah ini.



Gambar 4. Diagram Alir

IV. ANALISIS TEKNIS

A. Penentuan Operational Requirements

Indonesia dengan wilayah kepulauan yang terdiri atas 17 ribu pulau dengan luas wilayah perairan mencapai 5,8 juta km2 rentan terhadap masalah teritori/perbatasan seperti *illegal trading, illegal mining, illegal dredging/sand, illegal migration, illegal logging, human trafficking, people smuggling, illegal fishing, sea piracy, dan contraband* [5].

Berdasarkan masalah yang dihadapi oleh pemerintah dalam menjaga wilayah perbatasan khususnya di laut, maka dalam

menentukan Operational requirement dari Unmanned Surface Vehicle (USV) yang akan dirancang untuk memenuhi kebutuhan dalam beroperasi, mempertimbangkan beberapa faktor, ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1.

Operational Requirements	
Fungsi dan tugas	Monitoring wilayah perbatasan
Wilayah operasional	Ambalat
Kecepatan	20 knots
Kemampuan Operasional	Siang dan Malan

**B. Penentuan Platform**

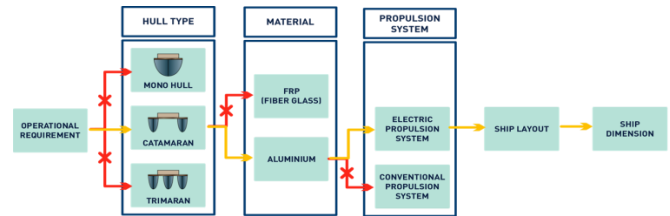
Setelah didapatkan kriteria dari operational requirement, maka langkah selanjutnya yaitu penentuan platform dari Kapal Tanpa Awak ini berdasarkan jumlah komponen yang akan dipasang pada kapal tersebut. Komponen-komponen yang akan dipasang pada Kapal Tanpa Awak ini dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2.  
Komponen Platform

No	Komponen	Jumlah	Dimensi L x B x H (mm)	Berat (kg)
1	Main Engine	2	1000 x 500 x 400	320
2	Rudder	2 set	400 x 500	5
3	Propeller	2 set	ø 300	1
4	High Voltage Battery	8	1660 x 964 x 171	2048
5	12V Battery	4	578 x 254 x 219	100
6	Charger	1	316 x 220 x 94.2	6.2
7	On Shore Power Connection	1	100 x 50 x 8	0.5
8	Regulator	1	150 x 100 x 30	0.2
9	Sistem Kelistrikan	1 set	500 x 300 x 50	3
10	Laptop	1	348 x 243 x 272	2.1
11	Microcontroller	2 set	150 x 100 x 30	0.24
12	GPS	1	68.5 x 82.6 x 25	0.12
13	Router	1	148.5 x 113.5 x 25	0.2
14	Kamera Thermal	1	300 x 300 x 300	30
BERAT TOTAL				2516.72

**C. Decision Tree**

Decision Tree atau Diagram Keputusan adalah sebuah alat yang digunakan untuk menentukan keputusan seperti menggunakan grafik pohon atau model keputusan dan kemungkinan penyebabnya. Sebelum memasuki proses perhitungan dan tahap desain, maka harus direncanakan kriteria-kriteria yang akan digunakan untuk USV dimulai dari kriteria yang paling berpengaruh pada proses desain seperti yang ditunjukkan pada Gambar 5.



Gambar 5. Decision Tree

**D. Penentuan Ukuran Utama**

Setelah didapatkan hasil dari decision tree dan nilai platform dari berat total komponen beserta dimensi komponen yang akan digunakan, maka ukuran utama kapal awal bisa diambil dari layout awal yang telah dimodelkan. Sehingga didapatkan ukuran utama kapal pada sebagai berikut:

- LH : 7.65 m
- Lwl : 6.94 m
- L : (LH + Lwl)/2 (BKI Part 3 Vol. VII)
- : 7.30 m
- B : 3.13 m
- B1 : 1.00 m
- H : 1.15 m
- T : 0.50 m
- S : 1.50 m

Ukuran utama awal tersebut kemudian disesuaikan dengan batasan-batasan perbandingan ukuran utama sebagai berikut:

- L/B1 = 7.650 → 7 < L/B1 < 11
- L/H = 6.652 → 6 < L/H < 11
- B/H = 3.043 → 0.7 < B/H < 4.1
- S/L = 0.196 → 0.19 < S/L < 0.51
- S/B1 = 1.500 → 0.9 < S/B1 < 4.1
- B1/T = 2.000 → 1.5 < B1/T < 2.5
- B1/B = 0.286 → 0.15 < B1/B < 0.3
- CB = 0.571 → 0.4 < CB < 0.55

**E. Hambatan**

Perhitungan hambatan untuk USV ini didapatkan dari software Maxsurf Resistance Education Version. Berdasarkan nilai dari froude number diketahui bahwa USV ini berjenis planning hull, maka metode perhitungan hambatan USV ini menggunakan metode Savitsky [6]. Setelah diketahui nilai hambatan kapal total, maka selanjutnya menghitung Effective Horse Power (EHP), Delivery Horse Power (DHP) dan Brake Horse Power (BHP). Pada Tabel 3.

Tabel 3.

Hambatan dan Propulsi Kapal	
Hambatan	Nilai
Rt	4.6 kN
EHP	63.4381 kW
DHP	97.7718 kW
BHP	112.438 kW

**F. Perhitungan Daya Konsumsi Baterai**

Perhitungan daya konsumsi baterai dilakukan untuk menentukan jarak dan waktu yang dapat ditempuh oleh USV selama beroperasi. Dalam perhitungan daya konsumsi baterai membutuhkan spesifikasi dari motor dan juga baterai yang digunakan. Berikut adalah hasil dari perhitungan daya konsumsi baterai berdasarkan kondisi pengoperasian seperti yang ditunjukkan pada Tabel 4.

Tabel 4.  
Daya Konsumsi Baterai untuk 20 Knots

Daya Konsumsi Baterai	
Masa pakai baterai (8buah)	1.497 h
Kecepatan kapal	37.04 km/h
Jarak tempuh maksimal	55.474 km

Kecepatan 20 knots adalah kecepatan *maximum* yang dapat ditempuh USV. Sedangkan untuk kondisi operasional ketika USV sedang melakukan pengumpulan data, pengamatan, pengintaian atau penyusupan kecepatan yang dapat ditempuh adalah 5 – 12 knots. Berikut adalah hasil dari perhitungan daya konsumsi baterai untuk kecepatan 5 dan 12 knots, ditunjukkan pada Tabel 5 dan Tabel 6.

Tabel 5.  
Daya Konsumsi Baterai untuk 5 knots

Daya Konsumsi Baterai	
Masa pakai baterai (8buah)	21.617 h
Kecepatan kapal	9.26 km/h
Jarak tempuh maksimal	200.271 km

Tabel 6.  
Daya Konsumsi Baterai untuk 12 Knots

Daya Konsumsi Baterai	
Masa pakai baterai (8buah)	3.536 h
Kecepatan kapal	22.220 km/h
Jarak tempuh maksimal	78.584 km

G. Perhitungan Displasemen Kapal

Berat kapal terdiri dari komponen *Light Weight Tonnage (LWT)* seperti yang ditunjukkan pada Tabel 7. Dari perhitungan yang dilakukan, didapatkan margin berat kapal sebesar 5.3%. Sedangkan margin maksimal berat kapal yang diijinkan adalah 10%, sehingga perhitungan berat kapal diterima.

Tabel 7.  
Pengecekan Displasemen Kapal

Komponen	Berat (ton)
DWT	0
LWT	3.866
Berat Kapal (DWT+LWT)	3.866
Displasemen (Lwl x B x T x Cb x p)	4.083
Selisih berat	0.22
Margin	5.3%

H. Freeboard

Lambung timbul atau *freeboard* merupakan daya apung cadangan kapal dan memiliki dampak langsung terhadap keselamatan Kapal Tanpa Awak itu sendiri. Besarnya nilai *freeboard* diukur dari jarak secara vertikal pada bagian *midship* kapal dari tepi garis geladak hingga garis air atau *plimsol* di area *midship*. Dalam peraturan *Non-Conventional Vessel Standard (NCVS)*, perhitungan nilai *freeboard* dibedakan menjadi dua tipe sesuai dengan jenis dan kriteria kapal, yaitu kapal tipe A dan tipe B[7].

Berikut perhitungan lambung timbul ditunjukkan pada Tabel 8.

Tabel 8.  
Rekapitulasi Lambung Timbul

Komponen Koreksi	Freeboard		
Freeboard Standard	Fb 1	5.552	cm
Fb koreksi Cb	Fb 2	0	cm
Fb Koreksi Depth	Fb3	21.70	cm
Fb Deduction	Fb4	0	cm
Total Freeboard min	Fb'	21.70	cm

I. Trim

*Trim* adalah perbedaan tinggi sarat kapal antara sarat depan dan belakang. Sedangkan *even keel* merupakan kondisi di mana sarat belakang Tb dan sarat depan Ta dalam kondisi sama. *Trim* terbagi dua yaitu:

- *Trim* haluan
- *Trim* buritan

Berdasarkan aturan NCVS batasan untuk trim didasarkan pada selisih harga mutlak antara LCG dan LCB dengan batasan  $\leq Lpp/50$ . Apabila perhitungan tidak memenuhi syarat, maka dapat diperbaiki dengan cara menggeser letak muatan yang telah direncanakan sebelumnya pada gambar rencana umum awal atau mengubah posisi baterai dan peralatan lainnya yang dibawa oleh USV pada *loadcase stability*. Untuk hasil perhitungan pemeriksaan sarat dan trim kapal dapat dilihat pada Tabel 9.

Tabel 9.  
Kondisi Trim pada 1 Loadcase

No	Kondisi	Batasan	Nilai	Status
1	Loadcase 1	0.138	0.1	Diterima

J. Stabilitas

Kapal Tanpa Awak yang akan dibangun harus dapat dibuktikan secara teoritis bahwa kapal tersebut memenuhi standar stabilitas pelayaran dengan menggunakan standar *International Code of Safety for High Speed Craft (2000)*. Perhitungan stabilitas dilakukan dengan bantuan *software Maxsurf Stability Enterprise Education Version*. Kriteria stabilitas yang digunakan dalam perhitungan *software* adalah (*HSC*) *Code 2000* [8].

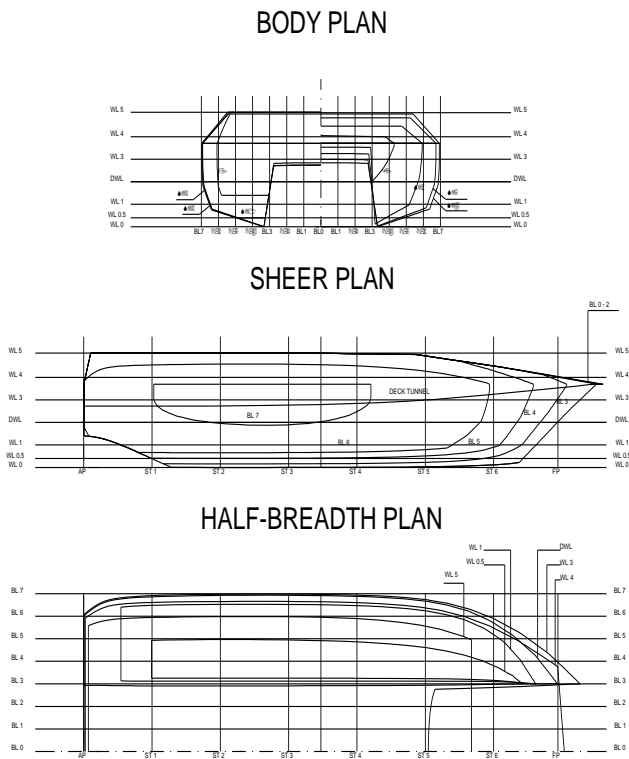
Keterangan *loadcase 1* adalah kapal mengangkut muatan 100% (muatan selalu penuh) karena muatan dari USV berupa baterai dan komponen elektrik lainnya yang selalu dibawa pada saat beroperasi. Tabel 10 merupakan hasil perhitungan stabilitas.

Tabel 7.  
Stabilitas Kapal

Data	Loadcase I	Kriteria HSC	Kondisi
$e_{0-30^\circ}$ (m.deg)	22.4569	$\geq 3.1513$	Diterima
Hw (deg)	0	$\leq 10$	Diterima
$\theta_{max}$ (deg)	31.8	$\geq 10$	Diterima

**K. Pembuatan Lines Plan**

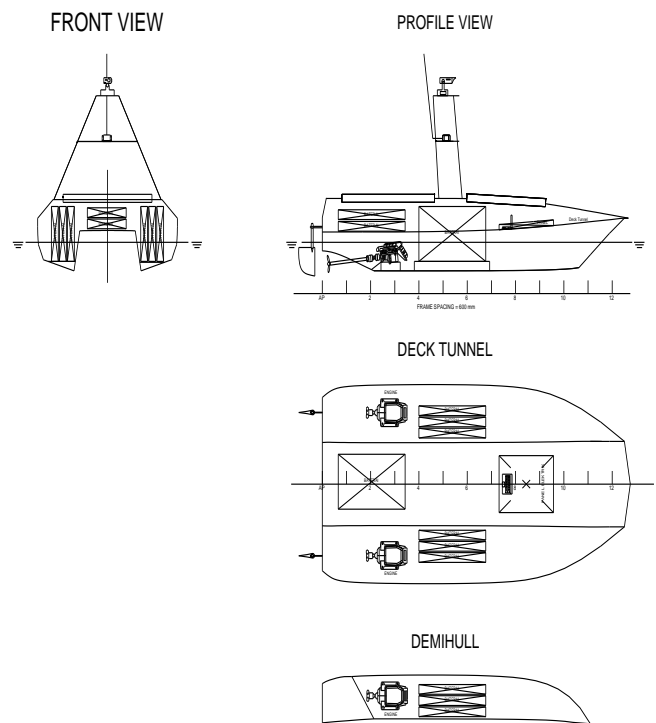
Dalam proses desain USV ini, pembuatan rencana garis dengan menggunakan software *Maxsurf Modeler Education Version*. Desain tersebut diatur sedemikian rupa sehingga memiliki karakteristik yang sama dengan hasil tertentu (memiliki ukuran utama, *displacement*, CB, CP, dan LCB yang sama). Gambar merupakan gambar rencana garis dari model yang telah dibuat.



Gambar 6. Lines Plan

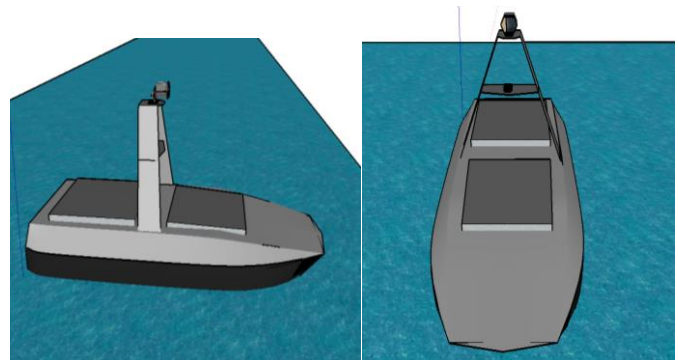
**L. General Arrangement**

Dari gambar Lines Plan yang sudah di buat, maka dapat dibuat pula gambar *General Arrangement* dari *Unmanned Surface Vehicle*. *General Arrangement* didefinisikan sebagai perencanaan ruangan yang dibutuhkan sesuai dengan fungsi dan perlengkapan kapal. *General Arrangement* ditunjukkan pada Gambar 7.



Gambar 7. General Arrangement

**M. Desain 3 Dimensi**



Gambar 8. Tiga Dimensi USV PLAT-N

Pada Gambar 7 menunjukkan gambar USV tampak samping, dan tampak depan.

**V. KESIMPULAN DAN SARAN**

Setelah dilakukan analisis teknis, maka kesimpulan dari Jurnal ini adalah sebagai berikut:

1. Didapatkan operational requirement dari *Unmanned Surface Vehicle (USV)* yang akan dirancang untuk memenuhi kebutuhan dalam beroperasi, mempertimbangkan beberapa faktor, sebagai berikut:

Fungsi dan tugas	:	Monitoring wilayah perbatasan laut
Wilayah operasional	:	Ambalat
Kecepatan	:	20 knots
Kemampuan operasional	:	siang dan malam

2. Penentuan ukuran utama *Unmanned Surface Vehicle* berdasarkan platform yang dibutuhkan oleh kapal. Dari data

tersebut, kemudian dibuat layout awal dan didapatkan ukuran utama akhir setelah dilakukan analisis teknis, sebagai berikut

Ukuran Utama USV PLAT-N yang didesain yaitu:

- Lpp (Panjang) = 6.94 m
- B (Lebar) = 3.5 m
- H (Tinggi) = 1.27 m
- T (Sarat) = 0.5 m
- S/L = 0.196m
- V = 20 knots

3. Desain *Lines Plan* dan *General Arrangement* telah dibuat seperti terlihat pada Gambar 6 dan Gambar 7.

4. Desain 3D telah dibuat seperti terlihat pada Gambar 8.

#### UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih teman-teman robotika yang membantu dalam pemahaman materi konsep USV, teman-teman P53 SUBMARINE, dan beberapa pihak yang terkait dengan pengerjaan Jurnal ini.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] B. G. P. Putra, "Studi Desain Midget Submarine untuk Aplikasi Intelijen dan Monitoring Perairan Indonesia," *J. Publ. Ilm. Online Mhs. ITS*, vol. 5, no. 1, 2015.
- [2] Wikipedia, "Laut Sulawesi," *wikipedia*, 2017. [Online]. Available: [https://id.wikipedia.org/wiki/Laut\\_Sulawesi](https://id.wikipedia.org/wiki/Laut_Sulawesi).
- [3] Wikipedia, "Ambalat," *wikipedia*, 2017. [Online]. Available: <https://id.wikipedia.org/wiki/Ambalat>.
- [4] Wikipedia, "Unmanned Surface Vehicle," *wikipedia*, 2017. [Online]. Available: [https://en.wikipedia.org/wiki/Unmanned\\_surface\\_vehicle](https://en.wikipedia.org/wiki/Unmanned_surface_vehicle).
- [5] B. N. P. Perbatasan, *Rencana Strategis Badan Nasional Pengelola Perbatasan Tahun 2015-2019*. Jakarta, 2015.
- [6] A. Nazarov, *Power Catamarans: Design for Performance*. thailand: Chesapeake Power Boat Symposium, 2010.
- [7] K. Perhubungan, *Non-Convention Vessel Standart (NCVS) Indonesian Flagged*. 2009.
- [8] T. M. and C. Agency, *International Code of Safety for High-Speed Craft (2000)*. London: TSO, 2000.