

DESAIN KAPAL PATROLI DENGAN LAMBUNG CATAMARAN PETESTEP WATER DEFLECTOR DALAM RANGKA PENGAMANAN LAUT TERITORIAL INDONESIA

Saefulloh Misbahudin¹, Adi Widiyanto², Arga Pratama³, Citra Tri Tunggal Dewi⁴,
Muhammad Alfarizzi Salvikran⁵

Abstrak: Penguasaan laut teritorial adalah bentuk dari kedaulatan Indonesia yang merupakan amanah Undang – Undang. Dalam Pertahanan, keamanan, penegakan hukum, dan keselamatan laut terutama di wilayah laut teritorial, kapal patroli memegang peranan penting sebagai komponen utama. Melalui penelitian ini penulis merancang KN. Gastiwasia yang merupakan *Inshore High-Speed Fast Patrol Boat* yang mengadopsi *Asimetric Flat Inside Catamaran Hull* dan *Petestep Water Deflector*. Adapun metode perencanaan desain menggunakan metode *Parametric Design Approach* dan didapatkan ukuran utama (*Main dimension*) : panjang perpendikular (LPP) 19,2 m, lebar total (B) 7,1 m, lebar *demi hull* (B₁) 1,9 m, sarat (T) 1,0 m, tinggi (H) 3,0 m, dan kecepatan dinas 30 knot. KN. Gastiwasia menggunakan sistem *dual fuel diesel-LPG*. penggunaan LPG secara *dual fuel* mampu menggantikan konsumsi solar rata-rata 64,44%. Dengan perbandingan komposisi antara solar dengan LPG saat menggunakan *dual fuel system* yaitu 29,17% : 70,83%. Kapal dilengkapi senjata tipe *remote weapon station* (RWS) yaitu *Kongsberg Sea Protector* yang memiliki pemasangan sangat fleksibel untuk kapal patroli karena memiliki ukuran yang *compact*

Kata Kunci : *Laut Teritorial, Kapal Patroli, Catamaran Hull*

¹ Penulis merupakan Mahasiswa S1 Teknik Perkapalan, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro.
saefullohmisbahudin27@gmail.com.

² Penulis merupakan Mahasiswa S1 Teknik Perkapalan, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro.
adiwidiyanto@students.undip.ac.id.

³ Penulis merupakan Mahasiswa S1 Teknik Perkapalan, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro.
pratamaargo015@gmail.com.

⁴ Penulis merupakan Mahasiswa S1 Teknik Perkapalan, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro.
citrathreetd@gmail.com.

⁵ Penulis merupakan Mahasiswa S1 Teknik Perkapalan, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro.
salvikran29@gmail.com.

1. PENDAHULUAN

Deklarasi Djuanda Tahun 1957 menempatkan wilayah laut sebagai satu kesatuan yang tidak terpisahkan dari wilayah darat Negara Indonesia. Salah satu wilayah laut tersebut adalah laut teritorial selebar 12 *nautical miles* yang diukur dari garis pangkal pantai kepulauan Indonesia. Undang – Undang Republik Indonesia Nomor 32 Tahun 2014 tentang Kelautan Pasal 5 (2) menyatakan bahwa kedaulatan Indonesia sebagai negara kepulauan meliputi wilayah daratan, perairan pedalaman, perairan kepulauan, dan laut teritorial, termasuk ruang udara di atasnya serta dasar laut dan tanah di bawahnya, termasuk kekayaan alam yang terkandung di dalamnya.

Pertahanan, keamanan, penegakan hukum, dan keselamatan laut merupakan salah satu dari tujuh pilar kebijakan kelautan, hal ini tertuang dalam buku putih diplomasi maritim (2019). Dalam hal ini negara perlu menjamin adanya armada keamanan dan pertahanan yang proporsional terutama di wilayah laut teritorial.

1.1. Kapal Patroli sebagai Ujung Tombak Penjagaan Laut Teritorial

Kapal patroli merupakan komponen utama dalam menjaga keamanan pantai dan laut teritorial. Kehadiran kapal patroli

merupakan suatu yang utama karena akan menunjukkan kedaulatan hukum negara dan kemampuan kontrol di wilayah tersebut (R. Munaf, 2013).

Dalam konteks penjagaan laut teritorial, kapal patroli lebih efektif dibandingkan kapal perang yang berukuran besar. Hal ini karena pengoperasian yang lebih murah. Penelitian (Setiadji *et al.*, 2020) mengungkapkan bahwa untuk mengamankan *vulnerable point* di perairan Kepulauan Riau cukup dibutuhkan 12 armada kapal patroli dengan biaya pengoperasian selama 1 tahun sebesar Rp. 381,831,914,000,-.

Umumnya, kapal patroli yang diproduksi di dalam negeri baik dari Fasilitas Pemeliharaan dan Perbaikan (Fasharkan) dan perusahaan galangan kapal nasional menggunakan lambung tunggal (*mono hull*). Selain lambung tunggal, lambung kapal juga ada yang *multi hull* di antaranya adalah *catamaran* atau lambung ganda.

Dalam penelitian ini penulis merancang kapal patroli dengan desain lambung ganda (*catamaran*) yang lebih efektif dari lambung tunggal (*mono hull*)

1.2. Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk merancang kapal patroli menggunakan

desain lambung ganda (*Catamaran Hull*), dan mengetahui performanya serta perancangan sistem internal yang lebih baik dibandingkan kapal patroli yang sudah ada. Kapal yang dirancang penulis selanjutnya dinamakan KN. Gastiwasa.

2. ISI PENELITIAN

2.1. Metode Penelitian

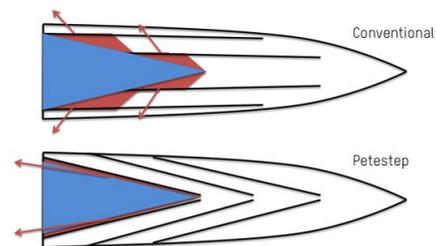
Proses mendesain kapal merupakan proses yang dilakukan secara berulang, yaitu seluruh perencanaan dan analisis yang dilakukan secara berulang demi mencapai hasil yang maksimal saat desain tersebut dikembangkan (Basri dan Aryawan, 2019). Metode ini dikenal sebagai *Spiral Design*.

Adapun dalam mendesain kapal, penulis menggunakan metode *Parametric Design Approach*. Metode ini adalah sebuah metode yang digunakan dalam mendesain kapal dengan parameter ukuran utama (*Main dimension*) yang merupakan hasil regresi dari beberapa kapal pembanding. Kemudian dari ukuran utama didesain rencana garis (*lines plan*), rencana umum (*general arrangement*), analisa lambung kapal, dan perencanaan konstruksi

3. PEMBAHASAN

3.1. Konsep Kapal

KN. Gastiwasa merupakan *Inshore High-Speed Fast Patrol Boat* yang mengadopsi *Asimetric Flat Inside Catamaran Hull* dan *Petestep Water Deflector*. *Water Deflector* merupakan bentuk lain dari *spray rail*. Berbeda dengan *spray rail* yang membuang *spray* ke samping, *water deflector* mengalirkan *spray* ke bagian buritan sehingga dapat menambah gaya dorong (*thrust*) pada kapal dan mengurangi nilai hambatan secara signifikan (Linus Olin, 2015).



Gambar 1. *Petestep Water Deflector*

Sumber : www.petestep.com

KN. Gasiwasa direncanakan dapat menempuh jarak 500 *seamiles* pada kecepatan patroli 30 *knot* secara *autopilot* dan mampu melakukan *sprint* dengan kecepatan 50 *knot man driven*. Secara umum KN. Gastiwasa memiliki misi Patroli penyelamatan dan pengamanan pantai dan pelabuhan dengan senjata ringan pada seluruh wilayah laut teritorial di Indonesia.

Kapal ini didesain dapat beroperasi dengan sistem pembakaran *dual fuel diesel -LPG*. Penggunaan LPG secara *dual fuel* mampu menggantikan konsumsi solar rata-rata 64,44%. Perbandingan komposisi antara solar dengan LPG saat menggunakan *dual fuel system* yaitu 29,17% : 70,83%. Pada sistem ini kapal tetap menggunakan mesin diesel, agar gas tetap bisa masuk ke ruang pembakaran maka digunakan *converter kit* (Ma'muri dan Susilo, 2016).

3.2. UKURAN UTAMA DAN DESAIN

3.2.1. Penentuan Ukuran Utama

Dalam pra perancangan ini sebelumnya sudah ditetapkan nilai sarat kapal (T) sebesar 1 meter, dari sampel topologi ambalat, dari harga perbandingan pada tabel 1, diketahui harga minimal dan maksimal perbandingan ukuran utama kapal perbandingan, dalam proses ini, yang diambil sebagai parameter untuk menentukan ukuran utama kapal hanya perbandingan Lwl/B ,B/T, H/T (Basri dan Aryawan, 2019). Penulis menentukan kapal dengan metode perbandingan menggunakan kapal – kapal lambung catamaran yang sudah ada.

Nama Kapal	LPP (m)	B (m)	T (m)	H (m)
X18 Tank Boat	17,1	6,1	1,0	2,8
X38 Combat Boat	11,8	4,6	1,0	2,8

X22 Patrol Cat	21,3	8,1	1,7	3,2
X38 Patrol Cat	11,8	4,6	1,0	2,8
Tecknicraft	16,5	6,9	0,8	2,8

Tabel 1 . Data Kapal Perbandingan

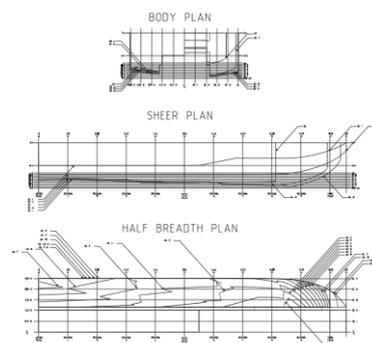
Berikut adalah tabel ukuran utama (*principal dimension*) dari kapal yang dirancang:

Ukuran Utama	Nilai
Panjang Perpendikular (LPP)	19.2 m
Lebar Total (B)	7.1 m
Lebar <i>demi hull</i> (B ₁)	1.9 m
Sarat (T)	1 m
Tinggi (H)	3 m
Setengah Jarak <i>demi hull</i> (S)	5.2 m
Kecepatan Dinas (Vs)	30 knot
<i>Displacement</i> (Δ)	40,21 ton
<i>Block Coefficient</i> C _b)	0.53
<i>Prismatic Coefficient</i> (C _p)	0.756
<i>Waterline Coefficient</i> (C _{wl})	0.89
<i>Midship Coefficient</i> (C _m)	0.72

Tabel 2 . Ukuran Utama KN. Gastiwasa

3.2.2. Desain

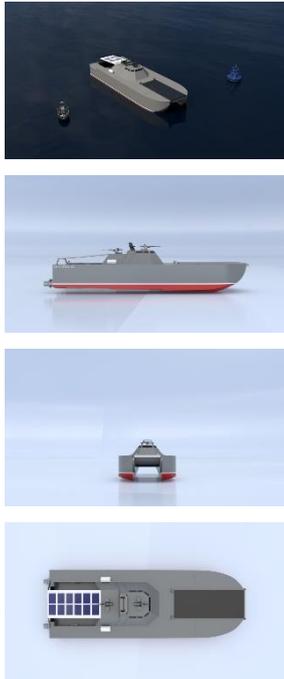
Berikut adalah rencana garis (*Lines plan*) dari kapal yang dirancang :



Gambar 2. *Lines Plan* KN. Gastiwasa

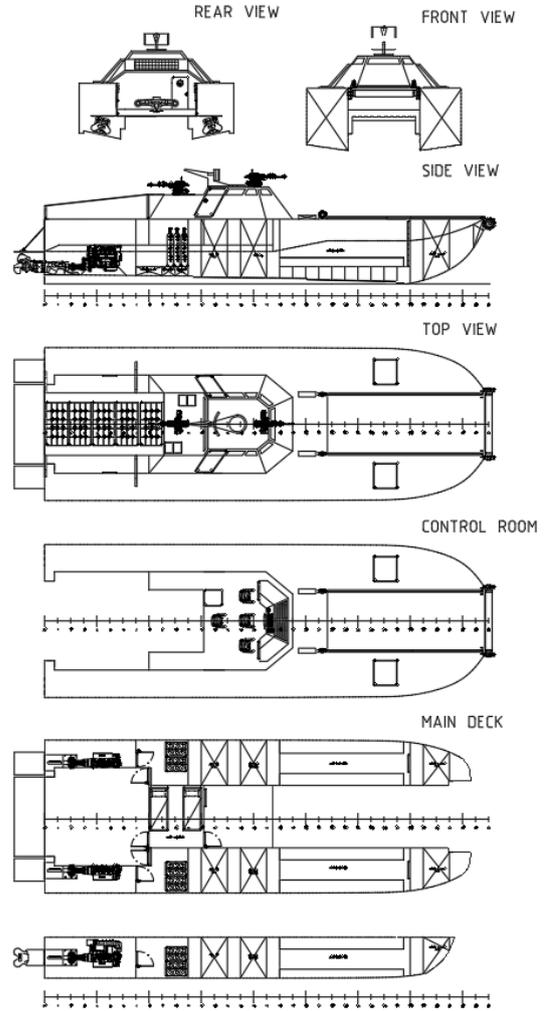
Berikut adalah desain visual dari KN.

Gastiwasa :



Gambar 3. Desain Visual KN. Gastiwasa

KN. Gastiwasa direncanakan memiliki 3 ruang akomodasi yaitu *Arrested Room* , *First Aid Room* dan *Control Room*. Berikut adalah desain perencanaan umum (*General arrangement*) :



Gambar 4. *General Arrangement* KN. Gastiwasa

3.3. ANALISA OLAH GERAK DAN HAMBATAN

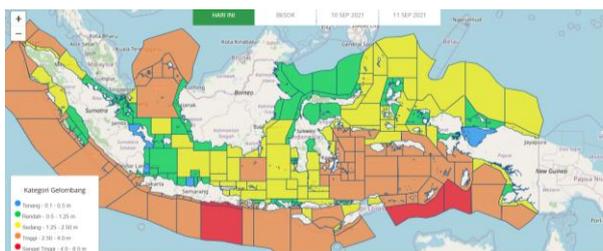
3.3.1. Analisa Olah Gerak

Analisa olah gerak (*seakeeping*) suatu kapal ditunjukkan dengan diagram RAO (*Response Amplitude Operator*). Yaitu respon gerakan lambung kapal terhadap gelombang datang.

Kapal selalu akan kembali ke posisi semula apabila terkena ombak (*oscillatory motions*), perbedaan gelombang datang

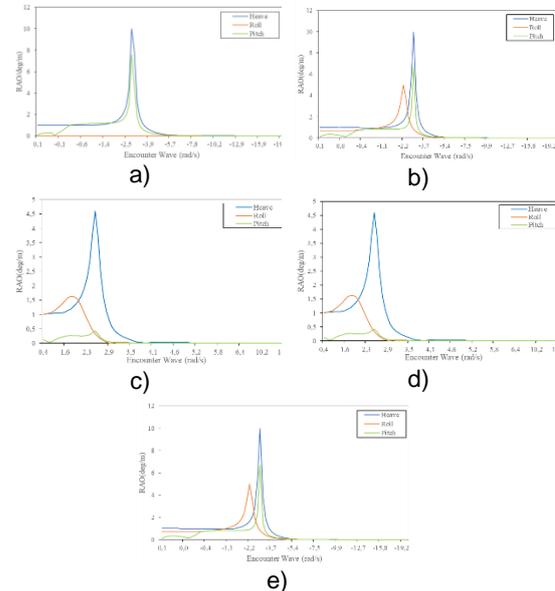
akan menghasilkan gerakan *oscillatory* yang berbeda. Terdapat 6 jenis gerakan *oscillatory* yaitu *heave*, *roll*, *pitch*, *yaw*, *sway* and *surge*. Namun untuk penelitian kali ini hanya akan difokuskan pada *heave* (gerakan rotasi pada sumbu z), *roll* (gerakan rotasi pada sumbu x) dan *pitch* (gerakan rotasi pada sumbu y).

Analisis *seakeeping* menggunakan *maxsurf motion* dengan *strip theory method*. Dengan kondisi kecepatan kapal maksimal 50 knot dan 5 arah gelombang yang berbeda diukur dari arah belakang kapal (*stern*) yaitu *following seas* (0°), *stern quartering seas* (45°), *beam seas* (90°), *bow quartering* (135°) dan *head seas* (180°). Dengan rerata bawah gelombang kategori tinggi di laut teritorial Indonesia yaitu 4 m.



Gambar 5. Batimetri Perairan Indonesia
Sumber : www.peta-maritim.bmkg.go.id

Berikut adalah hasil dari analisa olah gerak (*seakeeping*) dari kapal yang dirancang oleh penulis:



Gambar 6. Diagram Seakeeping dengan arah gelombang a) 0° , b) 45° , c) 90° , d) 135° , dan e) 180°

Dari beberapa hasil perhitungan RAO, peristiwa *superstition* hanya terjadi pada kondisi *pitch effect* dari gelombang *stern quartering* (45°) dan *following seas* (0°).

3.3.2. Analisa Hambatan dan Daya

Analisa hambatan (*resistance*) digunakan untuk mengetahui performa kapal pada kondisi air tenang (*calm water*) kemudian dari analisa hambatan maka akan diketahui daya yang disyaratkan (*power requirement*) dari kapal.

Penelitian kali ini menggunakan 2 *numerical method* yaitu *molland* dan *savitzky* yang sesuai dengan *hull type* kapal ini yaitu *catamaran planning hull* (Insel dan Molland, 1992). Selain *numerical method*, akan digunakan juga metode *analytic* untuk metode *savitzky*,

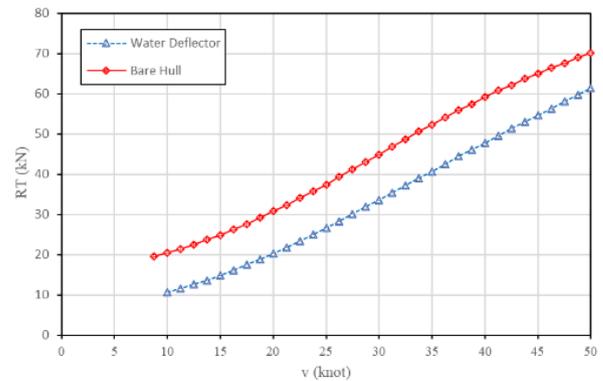
dengan tujuan untuk mendapatkan validasi hasil. Validasi hanya dapat diterima apabila didapatkan *error* dibawah 5 %. Melalui studi ini, diteliti hambatan bentuk hull kapal hingga mencapai kecepatan maksimal yaitu 50 knot.

Tabel di bawah ini menunjukkan hasil perbandingan hasil perhitungan resistensi beserta validasinya.

Metode	Vs (kts)	Hambatan pada 50 knots (kN)		
		Anali tik	Numeri k	Erro r
Savitzk y	50	58,6	61,5	4,75 %

Tabel 3 . Validasi Hambatan

Penggunaan metode *molland* ditujukan untuk mengetahui interferensi antar *hull*, karena metode *savitzky* hanya memiliki kemampuan untuk menghitung *mono hull*. Maka dari itu diperlukan penghitungan hambatan melalui teori *molland* untuk mengetahui nilai interferensinya, kemudian dikalikan dengan dua kali hasil perhitungan metode *savitzky*, dan didapatkan data bahwa penggunaan *water deflector* memiliki hambatan lebih kecil 12.48% terhadap *barehull* (*Hull normal*).



Gambar 7. Hambatan *Water Deflector* - *Barehull*

Dari hambatan yang diperoleh, maka akan diketahui Effective Horse Power (EHP) yaitu daya efektif yang digunakan untuk menggerakkan kapal dengan besaran hambatan dan kecepatan maksimal. Rumus EHP adalah :

$$EHP = V_s \times R$$

Didapatkan nilai EHP adalah 1581 kW.

Nilai EHP tidak digunakan untuk penentuan daya motor penggerak, daya motor penggerak membutuhkan nilai BHP (*Brake Horse Power*), dari penelitian ini didapatkan nilai BHP total adalah 2208,35 HP.

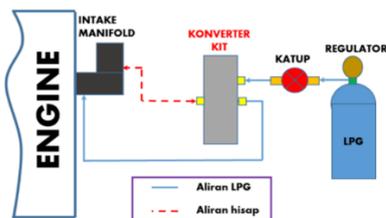
3.4. SISTEM PROPULSI DAN PERSENJATAAN

3.4.1. Sistem Propulsi

KN. Gastiwasu menggunakan sistem *dual fuel*, dengan tujuan untuk mendapatkan gas buang yang lebih bersih dimana LPG tidak menghasilkan emisi NOx. Penggunaan LPG secara *dual fuel*

mampu menggantikan konsumsi solar rata-rata 64,44%. Perbandingan komposisi antara solar dengan LPG saat menggunakan *dual fuel system* yaitu 29,17% : 70,83%.

Pada sistem ini kapal tetap menggunakan mesin diesel, agar gas tetap bisa masuk ke ruang pembakaran maka digunakan *converter kit* (Ma'muri dan Susilo, 2016).



Gambar 8. Skematik Instalasi Konverter Kit

Kapal dirancang menggunakan 2 mesin utama (Scania DI16) dengan daya 1150 HP. Sebagai sistem propulsi menggunakan *waterjet* (Thrustmaster DJ200).

3.4.2. Sistem Persenjataan

Kongsberg Sea protector merupakan senjata tipe Remote Weapon Station (RWS) yang memiliki pemasangan sangat fleksibel untuk kapal patrol karena memiliki ukuran yang *compact*.



Gambar 9. *Kongsberg Sea Protector*

Sumber : www.kongsberg.com

Berat	135 kg
Tinggi	749 mm
<i>Operating Temperature</i>	-40 to +65 °C
<i>Max. Azimuth Slew Rate</i>	>100°/s
<i>Max. Elevation Slew Rate</i>	>50°/s
<i>Range of Traverse</i>	360°
<i>Range of Elevation</i>	-20° to +60°
Sensor	VIM, TIM, LRF, CSS
<i>Mountable weapons</i>	FN MAG M240 7,62 mm

Tabel 4 . Spesifikasi *Kongsberg Sea Protector*

Sumber : www.kongsberg.com

Mounted weapon ini memiliki keunggulan dari bobotnya yang cukup ringan sehingga dapat dengan mudah diaplikasikan ke kapal kapal patroli kecil. Selain itu senjata ini juga mampu menembak target udara. Operator senjata juga akan dalam posisi aman saat mengoperasikannya karena berada dalam kabin dan hanya mengendalikan secara *remote*.

Keunggulan lainya adalah sensor yang dimiliki modul senjata ini. Terdapat 4 Sensor yaitu VIM, TIM, LRF, CSS. VIM berfungsi untuk keadaan *daylight* sedangkan TIM berfungsi untuk sensor infra merah.

3.5. PERENCANAAN KONSTRUKSI

Untuk perancangan konstruksi, perancangan KN. Gastiwasana menggunakan regulasi BKI *Part 3 (Special Ships) Vol. III 2021 Rules for High Speed*

Craft, Vol. XI 2020 Rules For Patrol Boats, dan BKI Part 9 (naval Ship technology) Vol. 2 2020 Guidelines For Hull Structures and Ship Equipment. Lambung kapal menggunakan *aluminum alloy series 5083* (material factor 1,671) sebagai material konstruksi.

Berikut adalah perencanaan konstruksi dari desain yang dirancang

Pelat	Ketebalan (mm)
Pelat Lunas	15,00
Pelat Dasar dan Bilga	15,00
Pelat Lambung Sisi (di bawah garis air)	10,00
Pelat Lambung Sisi (di atas garis air)	8,00
Pelat Dek Basah (<i>Wet Deck</i>)	10,00
Pelat Sisi Dalam Catamaran	10,00
Pelat <i>Deck</i> Terbuka	5,00
Pelat <i>Deck</i> tertutup	6,00
Pelat Deckhouses / Superstructure	8,00
Pelat Sekat Tubrukan	10,00
Pelat Sekat Kedap Air	6,00
Front & Stern Wall	10,00

Tabel 5 . Ketebalan Pelat

Section	Profile	Modulus (cm ³)
Main Frame	L 60 x 40 x 5	10,47
Web Frame	T 100 x 10 x FP 20 x 10	41,89

Side Stringer	T 110 x 12 x FP 20 x 10	50,50
Floor on Single Bottom	I 150 x 10	72,71
Floor on Double Bottom	I 800 x 10	
Floor Girder	L 90 x 60 x 8	54,53
Wet Deck Beam	L 60 x 40 x 6	17,36
Wet Deck Girder	T 100 x 9 FP 20 x 9	30,39
Main Deck Beam	L 60 x 40 x 5	3,21
Main Deck Girder	T 65 x 6 FP 10 x 6	7,22
Deckhouses Main Frame	L 60 x 40 x 5	5,56
Deckhouses Web Frame	T 60 x 8 x FP 10 x 8	19,26
Deckhouses Side Stringer	T 90 x 8 FP 15 x 8	22,26
Deckhouses Deck Beam	L 60 x 40 x 5	3,21
Deckhouses Deck Girder	T 65 x 6 FP 10 x 6	7,22
Collision Bulkhead Stiffeners	L 100 x 65 x 7	60,70
Watertight Bulkhead Stiffeners	L 60 x 40 x 5	10,12
Collision Bulkhead Girder	T 160 x 12 FP 30 x 12	101,17

Watertight Bulkhead Girder	T 75 x 8 FP 10 x 8	16,86
Front & Stern Wall Stiffeners	L 60 x 40 x 5	12,06
Front & Stern Wall Girder	T 75 x 8 FP 10 x 8	20,09

Tabel 6 . Konstruksi Profil

4. PENUTUP

Berikut adalah kesimpulan dari penelitian yang dilakukan oleh penulis mengenai konsep desain kapal KN. Gastiwasa.

1. Konsep lambung KN Gastiwasa mengadopsi *Asimetric Flat Inside Catamaran Hull* dan *Petestep Water Deflector* .
2. KN. Gastiwasa memiliki ukuran utama (*Main dimension*) panjang perpendicular (LPP) 19,2 m, lebar total (B) 7,1 m, lebar *demi hull* (B₁) 1,9 m, sarat (T) 1,0 m, tinggi (H) 3,0 m, dan kecepatan maksimum 50 knot.
3. Dari analisa olah gerak (*seakeeping*), peristiwa *superstition* pada diagram RAO (*Response Amplitude Operator*) hanya terjadi pada kondisi *pitch effect* dari gelombang *stern quartering* dan *following seas*.
4. Dari analisa hambatan didapatkan bahwa lambung kapal memiliki

hambatan sebesar 58,6 kN dengan metode analitik dan 61,5 kN dengan metode *numeric*. Adapun hasil perhitungan daya BHP total adalah 2208,35 HP.

5. KN. Gastiwasa menggunakan *Scania DI16 076 M* sebagai mesin penggerak utama, dan *Thrustmaster DJ200* sebagai *water jet*.
6. Penggunaan *dual fuel* pada kapal mampu menggantikan konsumsi solar rata – rata 64,44 %, dengan perbandingan solar dan LPD sebesar 29,17 % : 70,83 %.
7. Sistem senjata yang digunakan adalah *Kongsberg Sea Protector* dengan tipe senjata *Remote Weapon Station (RWS)*

4.1. Saran

Penulis meyakini bahwa penelitian ini belum optimal, maka dari itu penulis menyarankan agar adanya penelitian lebih lanjut mengenai perancangan konstruksi, skema apabila konsep kapal memasuki skala industri dan penerapannya dalam sistem pertahanan maritim negara.

DAFTAR PUSTAKA

- Basri, K. A. H. dan Aryawan, W. D. (2019) "Desain Konsep Kapal Perang Serbu Catamaran Tank Boat Dengan

- Sistem Penggerak Utama Turbojet Sebagai Kekuatan Pengamanan Wilayah Maritim Indonesia,” *Jurnal Teknik ITS*, 7(2).
- Biro Klasifikasi Indonesia *Rules Part 3 (Special Ships) Vol. III 2021 Rules for High Speed Craft*
- Biro Klasifikasi Indonesia *Rules Part 3 (Special Ships) Vol. XI 2020 Rules For Patrol Boats*
- Biro Klasifikasi Indonesia *Rules Part 9 (naval Ship technology) Vol. 2 2020 Guidelines For Hull Structures and Ship Equipment*
- Insel, M. dan Molland, A. F. (1992) “An Investigation Into Resistance Components of High Speed Displacement Catamarans,” *The RINA*, 134(January 1992), hal. 1–20.
- Linus Olin (2015) *NUMERICAL MODELLING OF SPRAY SHEET DEFLECTION ON PLANING HULLS A thesis presented for the degree of Master of Science*. Royal Institute of Technology Sweden.
- Ma'muri, K. A. dan Susilo, W. (2016) “Rancang Bangun Konverter Kit Dual Fuel (Lpg – Solar) Untuk Mesin Diesel Kapal Nelayan Tradisional,” *Jurnal. Umj. ac. id*, (November 2016), hal. 1–8.
- Keputusan Menteri Koordinator Bidang Kemaritiman Republik Indonesia Nomor 128 Tahun 2019 tentang Buku Putih Diplomasi Maritim
- R. Munaf, D. (2013) “Studi Analisis Tipikal Infrastruktur Keamanan Laut Di Pusat Dan Daerah,” *Jurnal Sositologi*, 12(28), hal. 320–339.
- Setiadji, A. *et al.* (2020) “Optimization Assignment of Western Patrol Unit (Kri) Element in Sea Security Operations in Riau Islands Water Areas Using Set Covering Model,” *International Journal of ASRO*, 11(1), hal. 42.
- Undang – Undang Republik Indonesia Nomor 32 Tahun 2014 tentang Kelautan. 17 Oktober 2014.