

KONSEP DESAIN LAMBUNG KAPAL PENANGKAP IKAN 110 M UNTUK MENDUKUNG AKTIVITAS NELAYAN DI LAUT NATUNA

Pratondo Ario Seno Sudiro¹⁾, I Nengah Putra Apriyanto²⁾, Jupriyanto³⁾

Program Studi Industri Pertahanan, Universitas Pertahanan Republik Indonesia, Indonesia¹⁾²⁾³⁾
pass170891@gmail.com

ABSTRAK

Laut Natuna merupakan wilayah laut Indonesia yang termasuk ke dalam Wilayah Pengelolaan Perikanan (WPP) 711. Wilayah ini pertahunnya dapat menghasilkan sumber daya perikanan tangkap sebesar 504.212,85 Ton per tahun dengan dengan jumlah tangkapan yang diperbolehkan (80% dari potensi lestari) mencapai 403.370 Ton (SKPT Natuna, n.d.). Namun alih-alih dipergunakan untuk sebesar-besarnya kemakmuran rakyat sebagaimana amanat pasal 33 ayat 3 UUD 1945, wilayah ini justru menjadi sarang penangkapan ikan secara ilegal oleh Kapal Ikan Asing (KIA). Faktor utama maraknya penangkapan ikan secara ilegal di wilayah tersebut adalah keengganan nelayan lokal untuk melakukan penangkapan ikan yang dilatarbelakangi oleh dua hal yakni ekstrimnya kondisi perairan Laut Natuna terutama di akhir dan awal tahun dan kurangnya kemampuan untuk dengan Kapal Ikan Asing yang berukuran lebih besar dengan struktur yang lebih kokoh. Dengan metode Design For Six Sigma (DFSS) diperoleh Konsep Desain Lambung Kapal Penangkap Ikan dengan Panjang Keseluruhan 110 m namun dengan biaya yang relatif rendah.

Kata Kunci: Laut Natuna, Design For Sigma, Konsep Desain Lambung Kapal Penangkap Ikan

ABSTRACT

Natuna Sea is Indonesian Sea Region which legalized as Wilayah Pengelolaan Perikanan (WPP) 711. This region can produce nature fisheries resource as 504,212.85 Tones every year with allowed catch number (80% of potency number) as 403,370 Tones (SKPT Natuna, n.d.). But instead, be used for people's welfare as written in article no. 3 chapter 33 UUD 1945, this region is exactly be the place of illegal fishing by Foreign Fishing Ships. The main factor of illegal fishing bloom in this area is reluctance of domestic fisherman to do fishing because of two reasons, the extreme nature condition in Natuna Sea especially at the end and the beginning of year and lack of ability to compete with Foreign Fishing Ships which have larger size and stronger hull. By Design For Six Sigma (DFSS) method, the concept design of fishing ship hull with Length over All 110 m but with lower cost is defined.

Keywords: Natuna Sea, Design For Six Sigma, concept design of fishing ship hull

I. PENDAHULUAN

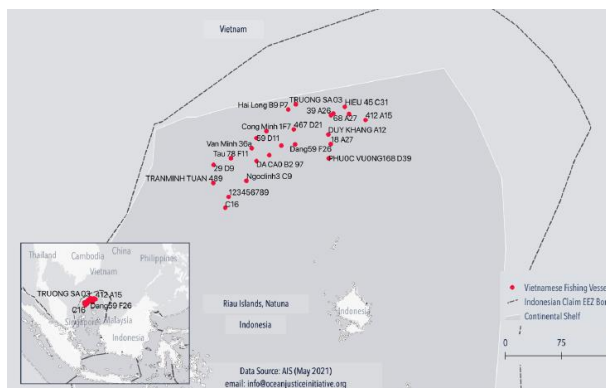
Laut Natuna merupakan salah satu wilayah penangkapan ikan dalam wilayah laut NKRI. Oleh Kementrian Kelautan dan Perikanan (KKP) wilayah ini ditetapkan sebagai Wilayah Pengelolaan Perikanan (WPP) 711 (Permen KP No. 18 Tahun 2014). WPP 711 sendiri sebenarnya tidak hanya sebatas Laut Natuna saja tetapi hingga Selat Karimata, yang

artinya membentang dari Perbatasan Zona Ekonomi Eksklusif NKRI di utara hingga pantai selatan Pulau Belitung. Namun, wilayah Laut Natuna saja sudah memiliki potensi yang melimpah. Wilayah ini mampu menghasilkan 504.212,85 Ton pertahunnya dengan jumlah tangkapan yang diperbolehkan (80% dari potensi lestari) mencapai 403.370 Ton (SKPT Natuna, n.d.). Jumlah ini masih sangat besar bila benar-benar dimanfaatkan untuk kemakmuran rakyat sebagaimana amanat Pasal 33 ayat 3 UUD 1945 yang berbunyi:

Bumi dan air dan kekayaan alam yang terkandung di dalamnya dikuasai oleh negara dan dipergunakan untuk sebesar-besar kemakmuran rakyat.

Kenyataannya, potensi sumber daya yang dimiliki masih jauh dari *dipergunakan untuk sebesar-besar kemakmuran rakyat*. Prof. Dr. Rokhmin Dahuri menyatakan hingga 2019 baru 20,8 persen yang dimanfaatkan dari total potensi yang dimiliki (Kelana, 2020). Artinya dari 403.370 Ton baru 83.900,96 Ton yang dimanfaatkan. Sementara itu 319.469,04 Ton sisanya masih belum dimanfaatkan. Hal ini kemudian menyebabkan maraknya tindakan penangkapan ikan secara ilegal oleh Kapal Ikan Asing (KIA).

Berkaitan dengan maraknya tindakan penangkapan ikan secara ilegal oleh Kapal Ikan Asing (KIA), Laksamana Madya TNI (purn) Achmad Taufiqerrochman yang merupakan Kepala Badan Keamanan Laut (Bakamla) RI periode 2018-2020 menetapkannya sebagai salah satu Daerah Operasi Maritim (DOM) dengan prioritas tinggi (Taufiqerrochman, 2018). Hingga akhir bulan Agustus 2021 tercatat sebanyak 46 Kapal Ikan Asing diamankan KKP (Ditjen PSDKP, 2021). Hasil Citra Satelit pada bulan Mei 2021 menunjukkan 24 Kapal Ikan Asing asal Vietnam yang berada di wilayah Laut Natuna dan seluruh kapal tersebut tidak berposisi di ZEE maupun di wilayah sengketa, akan tetapi sudah masuk hingga ke wilayah Landas Kontinen (Indonesian Ocean Justice Initiative, 2021).



(sumber: Indonesian Ocean Justice Initiative, 2021)

Gambar 1. Peta Persebaran Kapal Ikan Asing asal Vietnam di Laut Natuna

Di samping menyampaikan masih minimnya pemanfaatan sumber daya perikanan

di Laut Natuna, Prof. Dr. Rokhmin Dahuri juga menyoroti minimnya armada Kapal Ikan yang dimiliki Nelayan Lokal. Beliau menyampaikan bahwa dari 4.639 Kapal Ikan Lokal yang beroperasi di Laut Natuna, hanya 0,1% saja yang memiliki kapasitas 20-30 GT dan selebihnya di bawahnya (Kelana, 2020).



(sumber: Ziyadi, 2021)

Gambar 2. Kapal Milisi Maritim Vietnam

II. METODOLOGI PENELITIAN

A. Metode Analisis Kualitatif

Metode Analisis Kualitatif adalah metode analisis yang menempatkan peneliti sebagai instrumen (*human instrument*) (Sugiono, 2011). Penginderaan manusia masih merupakan sarana yang paling terpercaya guna menyintesis hubungan-hubungan dalam suatu himpunan yang kompleks (Soewarso, 1981). Di samping itu penggunaan Metode Kualitatif bertujuan untuk mengonstruksi fenomena serta menemukan dan mengembangkan teori yang dibangun melalui data yang diperoleh dari penelitian di lapangan (Sugiyono, 2018).

B. Design For Six Sigma (DFSS)

Adapun Design For Six Sigma merupakan metode yang diturunkan dari konsep dasar Six Sigma untuk aplikasi pada desain sebuah produk baru. Metode ini terdiri dari lima tahapan yakni Pendefinisian Kebutuhan (*Define the Requirements*), Penakaran Kebutuhan (*Measure the Requirements*), Menganalisis Potensi yang ada (*Analyze the Potencies*), Perumusan Konsep Desain (*Design the Concept*), dan Verifikasi apakah konsep yang dihasilkan telah memenuhi kebutuhan yang didefinisikan (*Verify*) (Francisco, et al., 2020). Kelima tahapan tersebut digambarkan pada diagram alir di bawah ini:



(sumber: Diolah Peneliti)

Gambar 3. Diagram Alir Metode DFSS

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

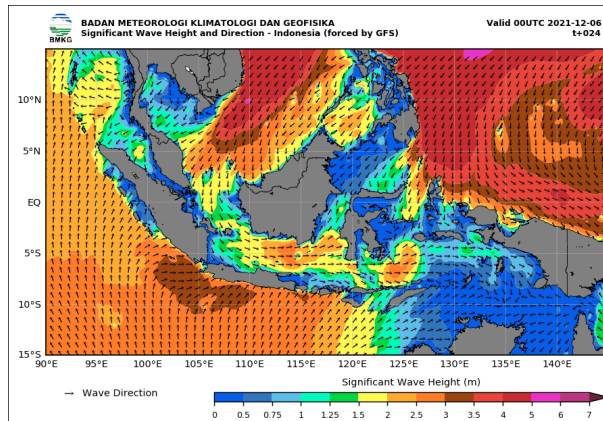
Hasil dari penelitian ini disajikan berdasarkan tahapan-tahapan pada metode Design For Six Sigma. Yang menjadi masukan (*input*) pada penelitian ini adalah faktor-faktor yang menyebabkan Nelayan Lokal memerlukan suatu Konsep Desain Lambung Kapal Penangkap Ikan dan keluaran (*output*) pada penelitian ini adalah verifikasi bahwa Konsep Desain Lambung Kapal Penangkap Ikan yang dirumuskan telah sesuai dengan faktor-faktor kebutuhan Nelayan Lokal.

A. Pendefinisian Kebutuhan (*Define*)

Sebagaimana telah dipaparkan pada bagian Latar Belakang, terdapat dua faktor yang menyebabkan Nelayan Lokal memerlukan suatu Konsep Desain Lambung Kapal Penangkap Ikan yakni masih minimnya dan kurang memadainya armada Kapal Ikan yang dimiliki Nelayan Lokal. Selanjutnya, minimnya di Natuna dinyatakan sebagai Karakteristik Lingkungan dan kurang memadainya armada Kapal Ikan yang dimiliki Nelayan Lokal dinyatakan sebagai Karakteristik Ancaman.

Karakteristik Lingkungan

Karakteristik Lingkungan memiliki korelasi dengan tingkat keamanan dalam pengoperasian kapal di wilayah tersebut. Laut Natuna merupakan salah satu wilayah laut NKRI dengan kondisi ekstrim. Anggara, et al. (2017) sebagaimana dikutip dalam Purwanto, et al. (2020) memperoleh data hasil penelitian berupa panjang gelombang terbesar yang mungkin terjadi di Laut Natuna, yakni 200,9 m pada bulan Desember. Kondisi ekstrim ini menyebabkan kurangnya minat para Nelayan Lokal untuk menangkap ikan di wilayah tersebut.



(sumber: BMKG, 2021)

Gambar 4. Kondisi Perairan Indonesia pada Bulan Desember 2021

Tredup (2011) merumuskan tinggi dan panjang gelombang berbahaya dengan persamaan di bawah ini:

$$\begin{aligned} \text{Tinggi Gelombang} &\geq LOA \times 30\% \\ \text{Panjang Gelombang} &\geq \text{Tinggi Gelombang} \times 7 \\ LOA &= \text{Panjang Kapal Keseluruhan} \end{aligned}$$

Apabila nilai panjang gelombang terbesar yang mungkin terjadi di Laut Natuna dimasukkan ke dalam persamaan tersebut, hasilnya adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \text{Panjang Gelombang} &\geq \text{Tinggi Gelombang} \times 7 \\ 200,9 \text{ m} &\geq \text{Tinggi Gelombang} \times 7 \\ \text{Tinggi Gelombang} &\geq \frac{200,9 \text{ m}}{7} \\ &\geq 28,7 \text{ m} \\ \text{Tinggi Gelombang} &\geq LOA \times 30\% \\ 28,7 \text{ m} &\geq LOA \times 30\% \\ LOA &\geq \frac{28,7 \text{ m}}{30\%} \\ &\geq 95,67 \text{ m} \end{aligned}$$

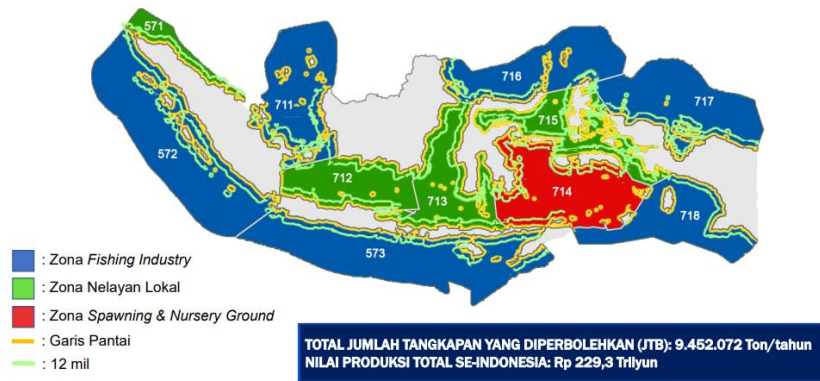
Berdasarkan perhitungan ini diperoleh hasil bahwa Kapal Ikan yang aman dioperasikan di Laut Natuna adalah yang berukuran di atas 95,67 m. Sementara itu masih ada Kapal Ikan Nelayan Lokal yang berkapasitas di bawah 10 GT (CNN Indonesia, 2021) yang berarti memiliki Panjang Keseluruhan di bawah 12,8 m (Sunardi, et al., 2019).

Karakteristik Ancaman

Ancaman yang ditemui di wilayah Laut Natuna adalah kehadiran Kapal Ikan Asing (KIA). Kapal Ikan Asing ini tidak lagi sebatas berada di wilayah perbatasan tetapi sampai jauh memasuki wilayah Landas Kontinen NKRI (Indonesian Ocean Justice Initiative, 2021).

Penakaran Kebutuhan (*Measure*)

Berdasarkan Karakteristik Lingkungan dan Karakteristik ancaman, ada dua parameter yang menjadi kebutuhan bagi Kapal Ikan Nelayan Lokal yang beroperasi di Laut Natuna, yakni Panjang Keseluruhan (LOA) Kapal di atas 95,67 m dan memiliki struktur yang kokoh (kemampuan *ramming*) sehingga dapat menahan benturan dengan kapal lain pada situasi konflik.



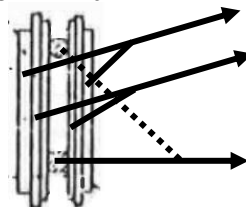
(sumber: Zaini, 2021)

Gambar 5. Pembagian Zona Kebijakan Penangkapan Terukur di Wilayah Laut NKRI

Adapun pada penelitian ini yang menjadi fokus penelitian adalah Lambung Kapal. Lambung Kapal adalah bagian kapal yang berguna untuk memberikan daya apung (Schneekluth et al., 1998 sebagaimana dikutip dalam Satoto, 2019). Lambung Kapal juga merupakan bagian kapal yang menentukan kemampuan kapal dalam beroperasi, baik dalam menghadapi Karakteristik Lingkungan maupun dalam menghadapi Karakteristik Ancaman.

B. Analisis Potensi (Analyze)

Ferrocement adalah material komposit yang terdiri dari mortar semen diperkuat oleh sejumlah lapisan kawat logam berjarak dekat



Salah satu Kapal Ferrocement Jerman yang cukup terkenal adalah M/V Capella yang dibuat di Swinemünde (sekarang bernama Świnoujście dan menjadi bagian dari wilayah Polandia) tahun 1943. Kapal Barang sepanjang 40,5 m dengan bobot 337 Ton ini sama sekali tidak dibuat oleh Perusahaan Galangan Kapal melainkan oleh Perusahaan Kontraktor yang berpengalaman dalam bidang bangunan bernama Dykerhoff & Widmann (“Denkmale der Hansestadt Rostock”, 2007). Kapal yang telah beroperasi selama 45 tahun ini telah dilengkapi dengan kemampuan ramming. Hal itu tampak dari konstruksi lambungnya. Tujuannya adalah agar kapal ini dapat tetap stabil saat berbenturan dengan balok-balok es pada musim dingin di wilayah operasinya, Laut Baltik. Struktur lambung serupa juga dimiliki oleh kapal-kapal pemecah es (Dolny, 2018).

(American Concrete Institute, n.d.). Logam yang umum digunakan adalah besi atau beberapa jenis baja dan jaringnya dibuat dengan kawat berdiameter antara 0,5 mm sampai dengan 1 mm. Mortar tersusun atas campuran pasir dan semen dengan perbandingan 3:1 tanpa kerikil (“Ferrocement”, n.d.). Ferrocement sudah diaplikasikan sebagai material pembangunan kapal sejak masa-masa awal penemuannya, tepatnya pada 1849.

Gambar di bawah ini memperlihatkan komposisi struktur dari lapisan Ferrocement pada Lambung Kapal B7A1:

Sumber: (Ship Structure Committee, 1984)
Gambar 6. Struktur Lapisan Ferrocement pada Lambung Kapal B7A1



Sumber: “Denkmale der Hansestadt Rostock”, 2007)

Gambar 7. Lambung Kapal M/V Capella Rismawan, et al. (2014) melakukan Uji Kekuatan terhadap sampel Ferrocement berukuran 50 cm x 15 cm x 2 cm. Sampel Ferrocement yang digunakan memiliki komposisi yang sama dengan komposisi

struktur Lambung Kapal B7A1. Adapun komposisi mortar yang digunakan adalah campuran antara Pasir Hitam Cor, Semen, dan

Air dengan komposisi 1,4:1:0,5. Hasil dari Uji Kekuatan yang diperoleh adalah sampel tersebut mampu menahan gaya sebesar 2.532 N.

Penyusunan Cetakan (*Mould*)

Cetakan (*Mould*) berfungsi untuk mempertahankan bentuk matriks selama proses pengerasan. Untuk kapal ukuran kecil (10 m) dapat digunakan cetakan yang terbuat dari Fiber. Akan tetapi untuk kapal berukuran besar digunakan cetakan berbahan dasar kayu yang disebut dengan *Wooden Plug* (Muharam, 2011).

Finishing

Setelah mortar mengering sempurna, dapat dilakukan pembukaan atau pembongkaran cetakan. *Finishing* dilakukan dengan memperhalus sisi luar Lambung Kapal dengan mortar dan melapisi permukaannya dengan cat untuk mencegah korosi saat terjadi kontak dengan air dan mencegah hinggapnya Teritip.

Penyusunan Reinforcement

Reinforcement merupakan penguat pada material komposit Ferrocement yang terdiri dari *Wire Mesh* dan *Reinforced Steel*. *Wire Mesh* yang digunakan memiliki diameter kawat 0,5 mm dengan ukuran lubang minimal 0,5 inci. Sementara itu *Reinforced Steel* yang digunakan merupakan batang baja polos dengan diameter 6 mm.

Owner PT Carita Boat Indonesia, Budi Suchaeri menyampaikan bahwa nilai Volume Mortar dapat diperoleh dengan perhitungan berikut (Komunikasi Pribadi, 2020):

$$\begin{aligned} \text{Volume Mortar} \\ &= \text{Area Lambung} \times \text{Ketebala} \end{aligned}$$

Dengan memasukkan nilai-nilai yang terdapat pada dimensi B7A1 (Ship Structure Committee, 1984), dapat diperoleh nilai Area Lambung:

$$\begin{aligned} \text{Area Lambung} &= \frac{\text{Volume Mortar}}{\text{Ketebalan}} \\ \text{Area Lambung} &= \frac{2.247,8 \text{ m}^3}{0,108 \text{ m}} \\ &= 20.812,96 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

Pelapisan dengan Mortar

Mortar merupakan matriks pada material komposit Ferrocement. Mortar itu sendiri merupakan material komposit dengan matriks berupa adonan semen dan penguat (*reinforcement*) berupa agregat. *Owner* PT Carita Boat Indonesia, Budi Suchaeri mengatakan bahwa Pasir Hitam Cor merupakan agregat yang menjadi pilihan utama karena memiliki tingkat kemurnian paling tinggi dibandingkan dengan pasir jenis lainnya. Tingkat kemurnian ini akan mempengaruhi umur Kapal Ferrocement (Komunikasi Pribadi, 2021). Adapun komposisi mortar yang digunakan adalah campuran antara Pasir Hitam, Semen, dan Air dengan komposisi 1,4:1:0,5 (Rismawan, et al., 2014). Proses pelapisan dilakukan pada sisi dalam Lambung Kapal.

Nilai ini didasari atas asumsi bahwa lambung kapal berbentuk balok sempurna. Area Lambung yang sebenarnya akan memiliki nilai yang lebih kecil.

Tabel berikut ini memuat perhitungan biaya pembangunan Lambung Kapal Ferrocement berdasarkan data harga material yang digunakan:

Tabel 1. Biaya Pembangunan Lambung Kapal Ferrocement

Material	Komposisi	Jumlah	Biaya
Mortar	Pasir Hitam Cor, Semen, dan Air (1,4:1:0,5)	2.247,8 m ³	<i>rincian di bawah</i>
	Pasir Hitam Cor	775,1 m ³	Rp 170.522.000
	Semen	1.085,14 m ³	Rp 2.916.313.750
Penguat	<i>Wire Mesh</i>	20.812,96 m ²	Rp 686.827.680
	<i>Reinforced Steel</i>	1.381.824 kg	Rp 16.883.125.632
Total			Rp 20.656.789.062

(sumber: Diolah Peneliti)

Nilai biaya total pembangunan Lambung Kapal Ferrocement ukuran 111,6 m hasil perhitungan adalah Rp 20.656.789.062. Nilai ini lebih rendah daripada biaya yang diperlukan pada pembangunan lambung kapal berukuran sama dengan material Plat Baja Grade A yakni Rp 35.402.500.000 (Bakamla RI, n.d.).

Berdasarkan data spesifikasi Kapal Ferrocement Tipe B7A1 (Ship Structure Committee, 1984), diperoleh bahwa:

Displacement
: 10.940 Ton
Rasio Berat Mati dan *Displacement*
: 0,53

Berat Mati (*Dead Weight*) dapat dihitung dengan:

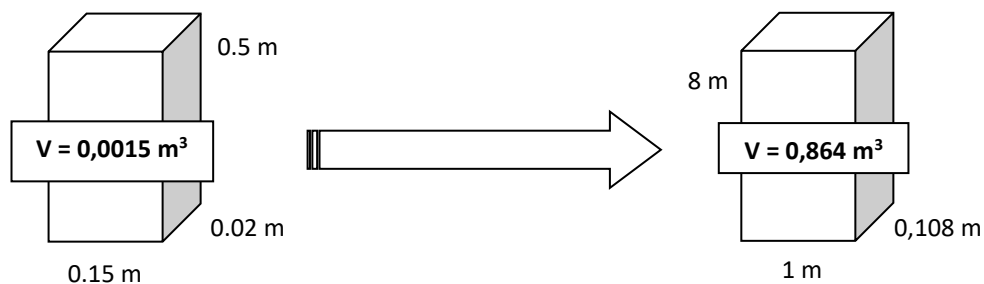
$$\begin{aligned} \text{Berat Mati} &= 0,53 \times \text{Displacement} \\ \text{Berat Mati} &= 0,53 \times 10.940 \text{ Ton} \\ &= 5.798,2 \text{ Ton} \end{aligned}$$

Berat Mati adalah selisih antara *Displacement* dengan Berat Kosong Kapal (*Light Weight*). Oleh karena itu Berat Kosong Kapal dapat dihitung dengan:

$$\text{Berat Mati} = \text{Displacement} - \text{Berat Kosong}$$

$$\text{Berat Kosong} = \text{Displacement} - \text{Berat Mati}$$

$$\begin{aligned} \text{Berat Kosong} &= 10.940 \text{ Ton} - 5.798,2 \text{ Ton} \\ &= 5.141,8 \text{ Ton} \end{aligned}$$



(Sumber: Diolah Peneliti)

Gambar 8. Ilustrasi Perbandingan Sampel Pada Uji Kekuatan (kiri) dengan Asumsi *Ramming Area* pada Kapal (kanan)

Rasio antara volume *Ramming Area* dengan volume Sampel Uji Kekuatan adalah:

$$\begin{aligned} \text{Rasio} &= \frac{0,864 \text{ m}^3}{0,0015 \text{ m}^3} \\ &= 576 \end{aligned}$$

Gaya Maksimum yang dapat diterima oleh *Ramming Area* adalah:

$$\text{Gaya Maksimum} = 576 \times 2.532 \text{ N}$$

Nilai Berat Kosong Kapal Ferrocement Tipe B7A1 adalah 5.141,8 Ton atau sama dengan 5.141.800 kg. Berdasarkan hasil ini dapat dihitung massa jenis (Densitas) material Ferrocement yang digunakan yakni:

$$\text{Densitas Material} = \frac{\text{Berat Kosong Kapal}}{\text{Volume Mortar}}$$

$$\begin{aligned} \text{Densitas Material} &= \frac{5.141.800 \text{ kg}}{2.247,8 \text{ m}^3} \\ &= 2.287,48 \text{ kg/m}^3 \end{aligned}$$

Nilai Densitas Material Ferrocement yang diperoleh, yakni 2.287,48 kg/m³ menunjukkan bahwa material ini memiliki nilai Densitas yang lebih rendah daripada material yang digunakan pada pembangunan Lambung KN Tanjung Datu yakni Plat Baja Grade A (7.800 kg/m³), bahkan juga lebih rendah daripada material Aluminium (2.700 kg/m³).

Rismawan, et al. (2014) melakukan Uji Kekuatan terhadap sampel Ferrocement berukuran 50 cm x 15 cm x 2 cm. Sampel Ferrocement yang digunakan memiliki komposisi yang sama dengan komposisi struktur Lambung Kapal B7A1. Hasil dari Uji Kekuatan yang diperoleh adalah sampel tersebut mampu menahan gaya sebesar 2.532 N. Pada penelitian ini dibuat perbandingan antara sampel yang digunakan pada Uji Kekuatan oleh Rismawan, et al. (2014) dengan *Ramming Area* pada kapal yang diasumsikan berukuran 1 m x 1 m x 0,108 m sebagai berikut:

$$= 1.458.432 \text{ N}$$

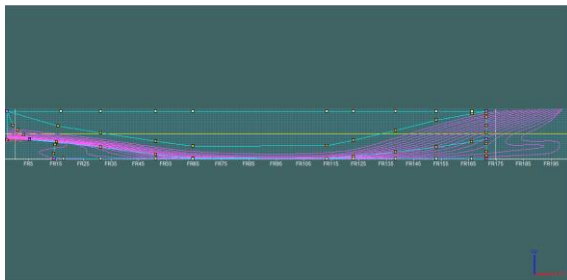
Apabila kapal diasumsikan mengalami benturan dengan kapal lain yang memiliki massa 4.000 Ton (4.000.000 kg) yang bergerak dengan akselerasi 0,5 knot/s ($0,257 \text{ m/s}^2$), Gaya yang diterima lambung kapal adalah:

$$\begin{aligned} \text{Gaya} &= 4.000.000 \text{ kg} \times 0,257 \text{ m/s}^2 \\ &= 1.028.000 \text{ N} \end{aligned}$$

Nilai Gaya ini lebih rendah daripada Gaya Maksimum yang dapat diterima oleh *Ramming Area* pada lambung kapal. Dengan asumsi ini, lambung kapal diprediksi mampu menahan benturan dengan kapal lain yang bermassa 4.000 Ton.

C. Desain

Berdasarkan langkah-langkah sebelumnya, dengan optimalisasi menggunakan Program Maxsurf Modeler, dihasilkan Konsep Desain Lambung Kapal Penangkap Ikan sebagaimana ditunjukkan pada gambar di bawah ini:

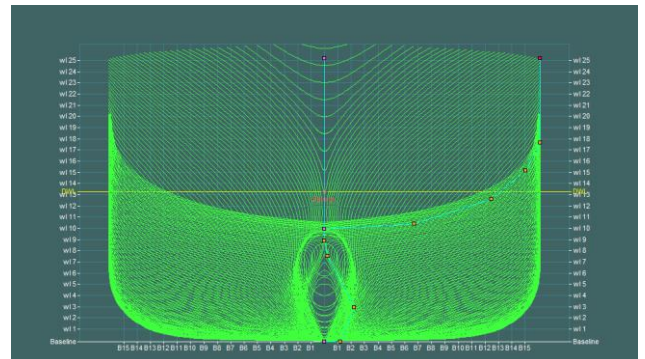


Konsep Desain ini memiliki dimensi sebagai berikut:

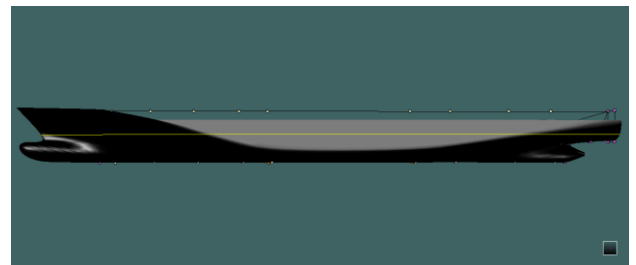
Panjang Keseluruhan (LOA)	: 110,25 m
Lebar (B)	: 14,52 m
Tinggi (H)	: 10,6 m
<i>Draught</i>	: 5,04 m
Ketebalan	: 0,108 m (10,8 cm)
<i>Displacement</i>	: 4.711 Ton
Area Lambung	: 2.755,34 m ²

Konsep Desain Lambung Kapal ini telah dilengkapi dengan kemampuan *ramming* sebagaimana yang terdapat pada Kapal Milisi Maritim. Di samping itu, di bagian Haluan juga dilengkapi dengan *Bulbous Bow*. *Bulbous Bow* adalah suatu bentuk konstruksi haluan yang berbentuk bulat telur yang ditempatkan pada linggi haluan bagian depan (Romadhoni, 2017). Tujuan dari pemasangan *Bulbous Bow* adalah

(sumber: Diolah Peneliti)
Gambar 9. Profile View

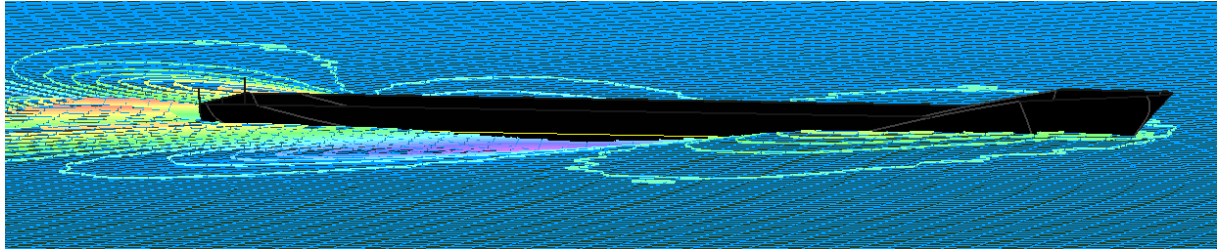


(sumber: Diolah Peneliti)
Gambar 10. Body Plan View



(sumber: Diolah Peneliti)
Gambar 19. Perspective View

mengurangi trim kapal (kemiringan kapal dalam posisi membujur) akibat aliran fluida yang menekan *Bulb* di bagian haluan kapal (Harvard, 1992 sebagaimana dikutip dalam Romadhoni, 2017). Dampak dari adanya *Bulbous Bow* pada bagian Haluan ditunjukkan dengan simulasi menggunakan program Maxsurf Resistance sebagaimana tampak pada gambar di bawah ini:



(sumber: Diolah Peneliti)

Gambar 11. Simulasi Pergerakan Kapal pada Kecepatan 23 knot

Berdasarkan simulasi tersebut diketahui bahwa panjang gelombang yang dihasilkan saat kapal bergerak dengan kecepatan 23 knot tidak melebihi sepertiga dari Panjang Keseluruhan Kapal (LOA). Dengan demikian kapal dapat

dinyatakan aman untuk dioperasikan (USNA, n.d.).

D. Verifikasi (Verify)

Hasil Verifikasi Konsep Desain Lambung Kapal yang dihasilkan dinyatakan dengan tabel di bawah ini:

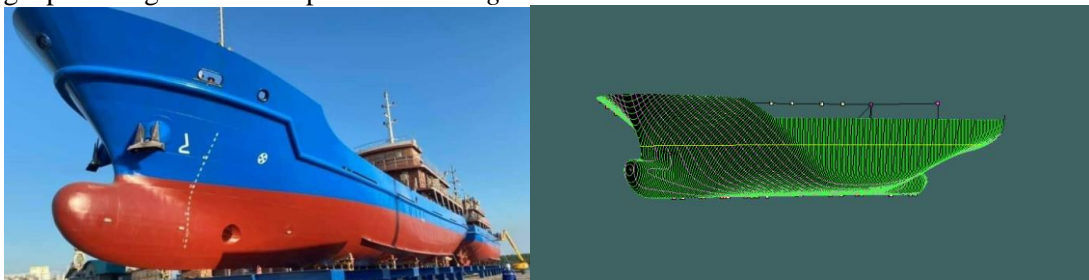
Tabel 2. Hasil Verifikasi Konsep Desain Lambung Kapal Penangkap Ikan

Parameter	Hasil	Keterangan
Panjang Keseluruhan (LOA)	110,25 m	Memenuhi kriteria Panjang Keseluruhan minimum untuk dioperasikan di Laut Natuna, yakni 95,67 m.
Bentuk	Memiliki kemampuan <i>ramming</i> dan dilengkapi dengan <i>Bulbous Bow</i> di bagian Haluan.	Mampu mengimbangi Kapal Ikan Asing pada situasi konflik (bila terjadi). Adanya <i>Bulbous Bow</i> membuat kapal menjadi lebih stabil.
Kekuatan	1.458.432 N	Mampu menahan benturan dari kapal dengan bobot 4.000 Ton.
Biaya Pembangunan	Rp 20.656.789.062	Lebih rendah dari biaya pembangunan kapal dengan dimensi sama menggunakan Plat Baja Grade A yakni Rp 35.402.500.000. Waktu pengerjaan juga relatif singkat yakni sekitar satu bulan.

(sumber: Diolah Peneliti)

Berdasarkan Hasil Verifikasi tersebut, Konsep Desain Lambung Kapal ini akan sangat membantu Nelayan Lokal untuk beroperasi di Laut Natuna. Dengan Lambung Kapal ini, Karakteristik Lingkungan tidak lagi menjadi rintangan. Lambung Kapal juga telah dilengkapi dengan kemampuan *ramming*

menggunakan material Ferrocement yang mampu menahan benturan akibat kontak dengan kapal yang memiliki bobot 4.000 Ton. Material Ferrocement inipun mampu menekan biaya pembangunan Lambung Kapal dengan durasi yang lebih singkat.



(sumber: Ziyadi, 2021 dan Diolah Peneliti)

Gambar 12. Perbandingan Lambung Kapal Milisi Maritim (atas) dengan Konsep Desain (bawah)

IV. KESIMPULAN

Terdapat dua permasalahan yang terjadi di wilayah Laut Natuna yakni masih minimnya pemanfaatan sumber daya perikanan di wilayah Laut Natuna dan kurang memadainya armada Kapal Ikan yang dimiliki Nelayan Lokal. Minimnya pemanfaatan sumber daya perikanan di Laut Natuna disebabkan oleh Karakteristik Lingkungan wilayah Laut Natuna yang ekstrim. Sementara itu kurang memadainya armada Kapal Ikan yang dimiliki Nelayan Lokal menyebabkan Nelayan Lokal kalah bersaing dengan Kapal Ikan Asing yang menangkap ikan di wilayah Laut Natuna secara ilegal. Hal ini menyebabkan Nelayan Lokal memerlukan desain kapal yang dapat mengatasi Karakteristik Lingkungan wilayah Laut Natuna dan Karakteristik Ancaman yang mungkin terjadi. Dengan material Ferrocement dapat dibangun Lambung Kapal Penangkap Ikan yang memenuhi syarat untuk beroperasi di Laut Natuna, mampu menahan benturan dengan Kapal Ikan Asing yang mungkin terjadi, dan mampu menekan biaya pembangunan dengan durasi yang lebih singkat.

UCAPAN TERIMAKASIH

Ucapan terimakasih penulis haturkan kepada dua pembimbing saya, Laksma TNI Dr. Ir. I Nengah Putra Apriyanto, S.T., M.Si(Han), CIQaR., IPU., CIPA dan Dr. Ir. Jupriyanto, S.T., M.T., CIQaR., IPU., Narasumber dalam penelitian ini, Kolonel Bakamla David Hastiadi dan *Owner* PT Carita Boat Indonesia, Budi Suchaeri, serta Hydromodelling Technology & Workshop (HTW) Universitas Indonesia yang telah memberikan pelatihan penggunaan program Maxsurf.

DAFTAR PUSTAKA

Anonim. "Ferrocement". Retrieved from https://en.wikipedia.org/wiki/Ferrocement#cite_ref-3. Diakses pada 31 Agustus 2021.

Adjie, H., 'KN Tanjung Datu 1101: Dimensi Laksana Frigate, Berstatus Kapal Patroli Penjaga Pantai', Retrieved from <https://www.indomiliter.com/kn->

tanjung-datu-1101-dimensi-laksana-frigate-berstatus-kapal-patroli-penjaga-pantai/. Diakses pada 4 Desember 2021.

- Anonim. "Denkmale der Hansestadt Rostock". Retrieved from https://www.gemonetz.de/rostock/diesunddas/Traditionsschiff_2007/Traditionsschiff_2007_7.php. Diakses pada 4 Desember 2021.
- BMKG. "Prakiraan Tinggi Gelombang". Retrieved from <https://www.bmkg.go.id/>. Diakses pada 4 Desember 2021.
- CNN Indonesia. "Nelayan Natuna soal Kapal Asing: Tak Berani Usir, Laporan Tak Ditanggapi". Retrieved from <https://www.cnnindonesia.com/nasional/20211104132747-20-716550/nelayan-natuna-soal-kapal-asing-tak-berani-usir-laporan-tak-ditanggapi>. Diakses pada 4 Desember 2021.
- Dantes, Kadek Rihendra dan Aprianto, Gede. 2017. *Composites Manufacturing and Testing*. Depok: Rajawali Pers.
- Ditjen PSDKP. "KKP Tangkap Dua Kapal Asing Pelaku Illegal Fishing di Laut Natuna Utara". Retrieved from kkp.go.id/djpsdkp/artikel/33498-kkp-tangkap-dua-kapal-asing-pelaku-illegal-fishing-di-laut-natuna-utara. Diakses pada 4 Desember 2021.
- Dokumen Rahasia Pengadaan Kapan Patroli 110 m Bakamla RI
- Dolny, J. 2018. *Methodology For Defining Technical Safe Speeds For Light Ice-Strengthened Government Vessels Operating In Ice*. Ship Structure Committee.
- FRANCISCO, M. *et al.*, "Design for six sigma integrated product development reference model through systematic review", Retrieved from <https://www.emerald.com/insight/2040-4166.htm>. Diakses pada 4 Desember 2021.
- HARGADEPO, "Harga Pasir Terbaru", Retrieved from

- <https://hargadepo.com/harga-pasir.html>. Diakses pada 3 Desember 2021.
- ILMUBANGUNAN.COM, “Harga Besi Beton Polos Tarik”, Retrieved from <https://ilmubangunan.com/harga-besi-beton-per-kg/>. Diakses pada 3 Desember 2021.
- Indonesia Ocean Justice Initiative. “IUU Fishing Di Laut Natuna Utara – Mei 2021”. Retrieved from <https://oceanjusticeinitiative.org/2021/06/14/iuu-fishing-di-laut-natuna-utara-mei-2021/>. Diakses pada 4 Desember 2021.
- Kelana, I. “Baru 20,8 Persen Potensi Laut di Natuna yang Dimanfaatkan”. Retrieved from <https://www.republika.co.id/berita/qdnej374/baru-208-persen-potensi-laut-di-natuna-yang-dimanfaatkan>. Diakses pada 4 Desember 2021.
- KKP. “SKPT NATUNA”. Retrieved from <https://kkp.go.id/SKPT/Natuna/page/1181-skpt-natuna#:~:text=Kabupaten%20Natuna%20mempunyai%20luas%20wilayah,Km2%20dan%20lautan%20262.197%2C07Km2>. Diakses pada 4 Desember 2021.
- Molland, Anthony F. 2008. *The Maritime Engineering Reference Book: A Guide to Ship Design, Construction and Operation*. Oxford: Butterworth-Heinemann.
- Muharam, S. A. 2011. *DESAIN DAN KONSTRUKSI KAPAL FIBREGLASS DI PT. CARITA BOAT INDONESIA KECAMATAN SETU, KOTA TANGERANG SELATAN, BANTEN. PROGRAM STUDI TEKNOLOGI DAN MANAJEMEN PERIKANAN TANGKAP DEPARTEMEN PEMANFAATAN SUMBERDAYA PERIKANAN FAKULTAS PERIKANAN DAN ILMU KELAUTAN INSTITUT PERTANIAN BOGOR*.
- Permen KP No. 18 Tahun 2014
- Purwanto, B. R. et al., “ANALISIS PENGARUH GELOMBANG LAUT TERHADAP PENGGUNAAN BIAYA DAN JENISKAPAL PATROLI UNTUK OPERASI PENGAMANANLAUT NATUNA UTARA”, Retrieved from <http://dx.doi.org/10.24895/MIG.2020.22-2.1187-121>. Diakses pada 3 Desember 2021.
- Rismawan, et al., “ANALISA KEKUATAN LENTUR BAHAN FERROCEMENT BERPENGUAT KAWAT ANYAM SEBAGAI BAHAN DASAR MODULAR FLOATING PONTOON”, Retrieved from <https://ejournal3.undip.ac.id/index.php/na/article/view/7121/6888>. Diakses pada 2 Desember 2021.
- Romadhoni. 2017. *Analisa Perbandingan Bentuk Lambung Bulbous Bow Kepala Hiu Martil Terhadap Hambatan Total Kapal*. Jurnal Infotek Polbeng, Vol. 07, No. 1, Juni 2017.
- RUANGARSITEK, “Harga Semen Per Sak”, Retrieved from <https://ruangarsitek.id/harga-semen-per-sak/>. Diakses pada 3 Desember 2021.
- Rumah.com, “Daftar Harga Kawat Ram”, Retrieved from <https://www.rumah.com/panduan-properti/harga-kawat-ram-47754>. Diakses pada 3 Desember 2021.
- Ship Structure Committee. 1984. *SURVEY OF EXPERIENCE USING REINFORCED CONCRETE IN FLOATING MARINE STRUCTURES*. SSC-321.
- Soewarso, 1981. *Wawasan Nusantara. Ketahanan Nasional. Keamanan Nasional*. Diterbitkan dalam rangka ikut menyebarluaskan Doktrin Dasar Wawasan Nusantara dan Ketahanan Nasional.
- Sugiono. 2011. *Metode Penelitian Kombinasi (Mixed Method)*. Bandung: Penerbit Alfabeta.
- Sugiono. 2017. *Metode Penelitian Kualitatif*. Bandung: Penerbit Alfabeta

- Sunardi, et al. 2019. *PERHITUNGAN GT KAPAL IKAN BERDASARKAN PERATURAN DI INDONESIA DAN PEMODELAN KAPAL DENGAN DIBANTU KOMPUTER (STUDI KASUS KAPAL IKAN MUNCAR DAN PRIGI)*. Marine Fisheries Vol. 10, No. 2, November 2019 Hal: 141-152.
- Taufiqerrochman, A. 2018. *Konsep Operasi Maritim Indonesia*. Jakarta: CV. Pandiva Media.
- Tredup, Steve. "Dangerous waves and your boat". Retrieved from <https://www.oceannavigator.com/dangerous-waves-and-your-boat/>. Diakses pada 4 Desember 2021.
- US NAVAL ACADEMY (USNA), "RESISTANCE AND POWERING OF SHIPS", Retrieved from https://www.usna.edu/NAOE/_files/documents/Courses/EN400/02.07%20Chapter%207.pdf. Diakses pada 4 Desember 2021.
- UUD 1945.
- Whang, Benjamin. 1972. *Comparison Study of Aluminium, Ferrocement, and Fiber-Reinforced Plastic for Small Craft in Korea*. Naval Ship Research and Development Center, Bethesda, Maryland 20034.
- Wiranata, R. "Kapal Ikan Asing Merajalela di Laut Natuna, Nelayan Lokal Terusir". Retrieved from <https://www.batamnews.co.id/berita-77546-kapal-ikan-asing-merajalela-di-laut-natuna-nelayan-lokal-terusir.html?page=1>. Diakses pada 4 Desember 2021.