

Perancangan dan pengujian prototipe kapal *ambulance* Covid-19 tipe *monohull* elektrik untuk Kompetisi Kapal Cepat Tak Berawak Nasional

Asral¹, Seprian Adis²

¹Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Riau
Jl. HR Soebrantas Kampus Bina Widya Km 12,5 Simpang Baru, Pekanbaru, Riau 28293
Email korespondensi: asral@lecturer.unri.ac.id

Abstrak

Penyebaran pandemi Corona Virus 19 masih menjadi ancaman serius. Pencegahan penyebaran dan penanganan pasien di rumah sakit bagi individu yang memunculkan gejala merupakan kunci utama mengatasi penyakit ini. Kurangnya transportasi air pada wilayah kepulauan terpencil di Indonesia, menyebabkan lambatnya penanganan pada pasien Covid-19. Oleh karena itu, dibutuhkan sebuah kapal *ambulance* yang mempunyai performa yang baik agar dapat mengangkut pasien menuju rumah sakit. Kajian ini dilaksanakan dengan tujuan untuk merancang prototipe kapal *ambulance* sebagai solusi dari permasalahan tersebut. Dari perancangan prototipe ini, diharapkan dapat dibuat dalam ukuran kapal yang sebenarnya. Jenis lambung yang digunakan yaitu *monohull*. Kajian ini dimulai dengan perhitungan ukuran utama, membuat rencana garis dan rencana umum, selanjutnya melakukan analisis hidrostatis, hambatan, stabilitas dan *seakeeping* kapal. Dengan menggunakan metode perbandingan optimasi dari kapal pembanding, didapatkan ukuran utama prototipe kapal yaitu LOA = 0,9 m, H = 0,25 m, B = 0,3 m, dan T = 0,07 m. Hasil perhitungan hidrostatis prototipe kapal memiliki displacement sebesar 5,139 kg dengan CB = 0,334. Nilai hambatan total prototipe kapal sebesar 31,42 N dan daya motor sebesar 428,77 W. Hasil stabilitas menunjukkan nilai GZ terbesar yaitu 11,26 cm pada sudut swing 70°. Untuk *seakeeping* prototipe kapal didapatkan nilai RAO yang paling tinggi pada sudut gelombang beam sea arah sisi prototipe kapal.

Kata kunci: pandemi covid-19, kapal *ambulance monohull* elektrik.

Abstract

The spread of the Corona Virus 19 pandemic is still a serious threat. Prevention of the spread and treatment of patients in hospitals for individuals who show symptoms is the main key to overcoming this disease. The lack of air transportation in remote archipelagic areas in Indonesia causes the handling of COVID-19 patients to be slow. Therefore, an ambulance ship that has good performance is needed to be able to transport passengers to the hospital. This research was carried out with the aim of designing a prototype ambulance ship as a solution to these problems. From the design of this prototype, it is hoped that it can be made in the actual size of the ship. The type of hull used is *monohull*. The research begins with calculating the main size, making line plans and general plans. Next, analyzing the hydrostatic, resistance, stability and *seakeeping* of the ship. By using the optimization comparison from the ship comparator, the main ship prototype size is obtained, namely LOA = 0.9 m, H = 0.25 m, B = 0.3 m, and T = 0.07 m. The results of the hydrostatic calculation of the prototype ship have a displacement of 5,139 kg with CB = 0.334. The total resistance value of the prototype ship is 31.42 N and the motor power is 428.77 W. To show the largest GZ value, which is 11.26 cm at a swing angle of 70°. For the prototype of the *seakeeping* vessel, the highest RAO value is obtained at the angle of the beam wave towards the sea towards the side of the prototype ship.

Keywords: pandemic covid-19, monohull electric ambulance ship.

1. Pendahuluan

Indonesia merupakan negara maritim yang terbesar di dunia dengan 80% dari wilayahnya yang berupa lautan. Luas wilayah Indonesia mencapai 7,81 juta km², di mana 2,01 juta km² adalah wilayah daratan, maka dengan demikian luas laut teritorial Indonesia mencapai 3,25 juta km² dan luas laut perairan Zona Ekonomi Eksklusif (ZEE) mencapai 2,55 juta km² [1].

Banyak wilayah kepulauan terpencil yang belum mendapatkan fasilitas penunjang kesehatan. Fasilitas kesehatan seperti rumah sakit ataupun puskesmas masihlah sangat jauh dari jangkauan tim medis untuk

bisa memberikan pelayanan. Sehingga pada kondisi-kondisi tertentu terutama kondisi darurat, di mana pasien membutuhkan perawatan intensif harus dibawa ke tempat yang memiliki fasilitas kesehatan yang lebih memadai. Untuk daerah kepulauan yang dikelilingi oleh lautan dibutuhkan fasilitas penunjang kesehatan yang bisa mengantar pasien menyebrangi laut agar mendapatkan fasilitas serta penanganan yang lebih baik [2].

Penyebaran pandemi Covid-19 masih menjadi ancaman serius, tidak mengenal status sosial, usia, jenis kelamin, suku dan agama. Dalam menghadapi pandemi ini, kerja sama antar elemen bangsa dan

bahu-membahu antar status sosial sangat diperlukan. Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset dan Teknologi Indonesia mengadakan Kontes Kapal Cepat Tak Berawak Nasional (KKCTBN) dalam hal pengembangan inovasi teknologi kemaritiman guna ikut andil dalam ide untuk membantu mengatasi pandemi Covid-19 yang sekarang ini sedang melanda dunia, terutama untuk masyarakat pada wilayah kepulauan terpencil yang jauh dari pusat kota, sehingga menyebabkan lambatnya penanganan dikarenakan kurangnya sarana transportasi yang baik untuk menyeberangi laut [3].

Alat transportasi yang berkaitan erat dengan laut diantaranya adalah kapal laut. Kapal laut merupakan sarana transportasi yang penting dan terjangkau dalam aktivitas hubungan antara masyarakat dari pulau satu dengan pulau yang lainnya [4].

Secara prinsip, kapal dibangun dengan tujuan mengangkut manusia dan barang untuk mengerjakan suatu operasi di tengah laut. Agar memenuhi tujuan tersebut, suatu kapal harus memenuhi beberapa karakteristik dasar yaitu mengapung dalam posisi tegak lurus, bergerak dengan kecepatan sesuai dengan rancangan awal, cukup kuat untuk menahan beban yang dialami akibat cuaca yang buruk, dan mampu berjalan pada suatu lintasan lurus serta manuver [5].

Berdasarkan kebutuhan akan fasilitas kesehatan untuk masyarakat kepulauan, terutama wilayah terpencil yang jauh dari pusat kota, maka Tim Selais Teknik Mesin, Universitas Riau merancang bangun prototipe kapal *ambulance* Covid-19 tipe *monohull* elektrik yang diikutsertakan pada Kontes Kapal Cepat Tak Berawak Nasional (KKCTBN) pada kategori pembuatan dan performa prototipe kapal *ambulance Electric Remote Control* (ERC). Dari pembuatan prototipe tersebut diharapkan dapat direalisasikan dalam ukuran sebenarnya, sehingga dapat membantu dengan cepat menangani masyarakat daerah kepulauan terpencil yang jauh dari pusat kota yang terdampak Covid-19. Prototipe kapal yang akan dirancang menggunakan *software* Maxsurf untuk mendapatkan *resistance*, stabilitas, dan *seakeeping* dengan tipe lambung *monohull* agar dapat digunakan dalam kecepatan tinggi, namun tetap memiliki stabilitas yang baik walaupun pada kondisi air yang bergelombang. Prototipe kapal *ambulance* Covid-19 dirancang dengan *displacement* minimum 5 kg sesuai dengan ketentuan lomba, sehingga dari *displacement* tersebut dapat diuji performa kecepatan prototipe kapal pada lintasan lurus dan manuver. Dari kajian ini, diharapkan akan mendapatkan sebuah kapal cepat tak berawak yang memiliki dimensi/ukuran yang sesuai, bentuk kapal dan stabilitas yang optimal agar dapat menunjang performa ketika beroperasi pada Kompetisi Kapal Cepat Tak Berawak Nasional (KKCTBN).

2. Metode

Penentuan ukuran utama kapal menggunakan metode perbandingan (*comparison method*) yaitu dengan membandingkan ukuran utama kapal yang memiliki tipe yang sama dengan kapal yang akan dirancang dengan menggunakan perbandingan ukuran utama kapal perbandingan yang kemudian dioptimalkan menggunakan pengaruh dari rasio perbandingan ukuran utama yang telah ditentukan. Dalam hal ini, kapal perbandingan yang digunakan yaitu jenis kapal *ambulance* dengan tipe lambung *monohull*. Data kapal perbandingan yang digunakan sudah sesuai dengan ketentuan rasio perbandingan, namun dalam kajian ini perlu dioptimalkan ukuran utamanya untuk kebutuhan *layout* ruangan akomodasi pada kapal, namun tetap berpedoman kepada aturan rasio perbandingan ukuran utama yang telah ditentukan. Pada kajian ini kapal dirancang dalam bentuk prototipe, sehingga ukuran asli diperkecil hingga skala 1:10. Data ukuran utama kapal perbandingan dan ukuran utama prototipe kapal dapat dilihat pada Tabel 1 berikut.

Tabel 1. Data ukuran utama.

Tipe/nama	Data kapal perbandingan	Data prototipe kapal
LOA	9 m	0,9 m
Lebar (B)	2,8 m	0,3 m
Tinggi (H)	2,3 m	0,25 m
Sarat air (T)	0,6 m	0,07 m

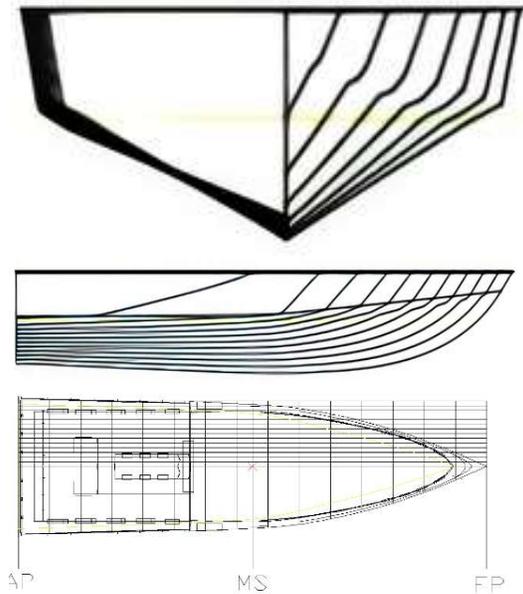
Kajian ini dilakukan untuk mendapatkan *displacement* prototipe kapal minimum 5 kg sesuai dengan ketentuan kompetisi yang diikutsertakan. Parameter yang diperlukan adalah ukuran utama kapal meliputi panjang keseluruhan (LOA), lebar (*Breadth*), tinggi (*height*), dan sarat air (T).

Kajian ini dilakukan di Laboratorium CAD/CAM/CNC, Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Riau. Pengolahan dan analisis data dilakukan dengan menggunakan program komputer *software* Maxsurf. Pengolahan data dimulai dengan menghitung hidrostatik kapal, menghitung tahanan kapal, menghitung stabilitas kapal, dan olah gerak kapal. Alat yang digunakan untuk kajian ini adalah seperangkat komputer yang sudah memiliki *software* Maxsurf dan AutoCAD. Bahan yang digunakan adalah data-data untuk perhitungan prototipe kapal.

3. Hasil dan Pembahasan

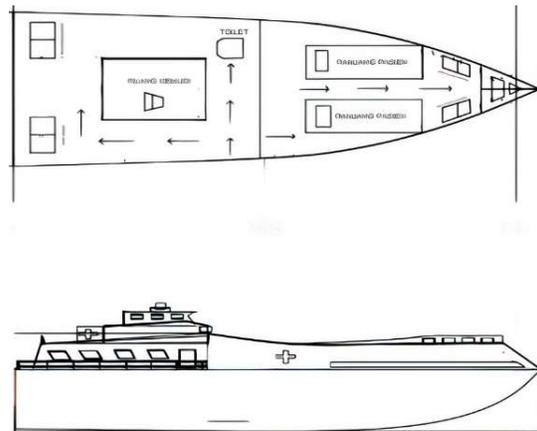
Pembuatan *Line Plan* untuk menunjukkan gambar pandangan atau gambar proyeksi badan kapal yang dipotong secara melintang (*body plan*), secara memanjang (*sheer plan*), dan vertikal memanjang (*half breadth plan*) [6]. *Line plan* atau rencana garis merupakan bentuk lambung kapal, ditunjukkan pada Gambar 1. Rencana garis menentukan bentuk

lambung kapal yang akan dirancang. Terutama karakteristik kapal di bawah air. *Line plan* diperoleh dengan *export* model final dari Maxsurf modeler advanced 64 bit ke *software* AutoCAD.



Gambar 1. Line plan prototipe kapal.

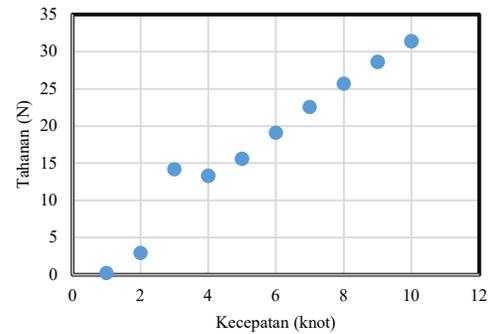
Rencana Umum atau *General Arrangement* didefinisikan sebagai perencanaan ruangan yang dibutuhkan sesuai dengan fungsi dan perlengkapan kapal [6]. Pembuatan *General Arrangement* dilakukan dengan bantuan *software* AutoCAD. *General arrangement* atau rencana umum adalah gambaran umum dari keseluruhan penataan ruangan dan perlengkapan di kapal. Penataan ruangan ini bisa dikelompokkan menjadi ruangan di bawah geladak kapal dan ruangan di atas geladak. Adapun gambar rencana umum prototipe kapal pada kajian ini dapat dilihat pada Gambar 2 berikut.



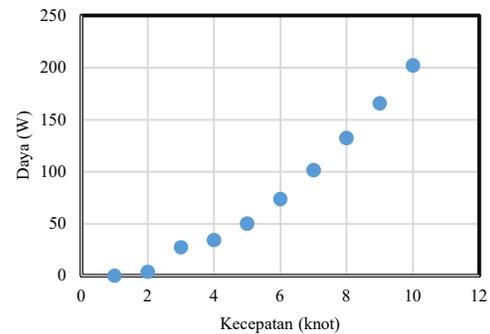
Gambar 2. Genereal arrangement prototipe kapal.

Hambatan adalah aspek yang sangat berpengaruh terhadap perencanaan kapal dan biasanya juga menjadi sebuah pertimbangan dalam pemilihan daya

mesin utama kapal [7]. Perhitungan hambatan pada kajian ini menggunakan *software* Maxsurf *resistance*. Metode yang dipilih pada perancangan prototipe kapal ini yaitu metode perhitungan hambatan *van oortmessen*. Metode *Van Oortmersen* dipakai untuk kapal dengan ukuran yang kecil dan kapal berlayar pada perairan darat. Dengan jenis lambung yang dipilih yaitu *monohull* dan kecepatan yang diambil sebesar 10 knot, maka dari hasil *running software* Maxsurf *resistance*, didapatkan grafik perbandingan kecepatan dengan tahanan dan grafik perbandingan kecepatan dengan daya seperti terlihat pada Gambar 3 dan Gambar 4 berikut.



Gambar 3. Grafik perbandingan resistance vs speed prototipe kapal.

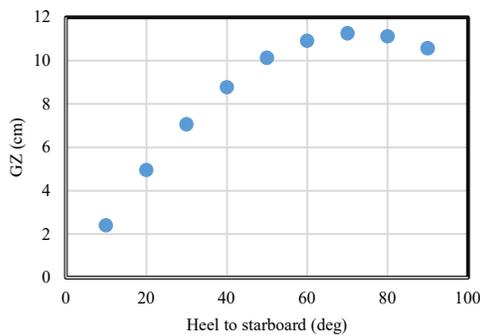


Gambar 4. Grafik perbandingan power vs speed prototipe kapal.

Berdasarkan analisis di atas, pada kecepatan prototipe kapal 10 knot didapatkan besarnya hambatan total prototipe kapal sebesar 31,42 N. dengan daya efektif yang didapatkan dari hasil *running software* sebesar 235,06 W, maka dari hasil perhitungan didapatkan daya motor penggerak sebesar 428,77 W yang akan digunakan sebagai acuan dalam menentukan tenaga penggerak prototipe kapal ini.

Hasil perhitungan hidrostatis prototipe kapal *ambulance monohull* ini didapatkan setelah melakukan proses desain menggunakan *software* Maxsurf *modeler*. dari hasil analisis, didapatkan hasil *displacement* = 5,139 kg, $C_b = 0,334$, $C_m = 0,510$, $C_p = 0,759$, $C_{wp} = 0,722$.

Stabilitas adalah kemampuan sebuah kapal untuk kembali ke kedudukan semula setelah dikenai oleh gaya-gaya dari luar [8]. Perhitungan stabilitas prototipe kapal dilakukan dengan menggunakan *software* Maxsurf *stability*. *Output* dari analisis stabilitas prototipe kapal menggunakan *software* Maxsurf *stability* yaitu berupa tinggi sudut *swing* maksimal yang terjadi pada prototipe kapal yang akan ditampilkan dalam bentuk kurva GZ. Analisis stabilitas pada *software* Maxsurf *stability* dilakukan mulai *heeling* 0-360°. Dengan selang stabilitas (*range stability*), yaitu selang di mana nilai GZ bernilai positif ketika berada pada selang *heeling* 0-90°, yang mana kapal akan kembali pada posisi semula ketika momen yang membuat kapal miring tersebut hilang. *Grafik* stabilitas dapat dilihat pada Gambar 5 berikut.

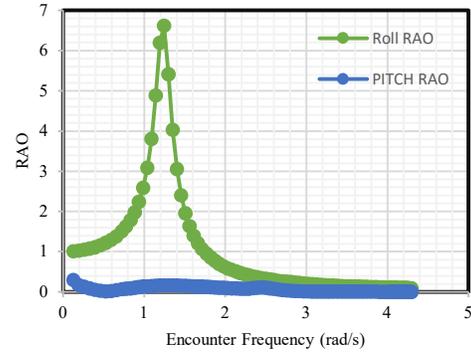


Gambar 5. Grafik stabilitas.

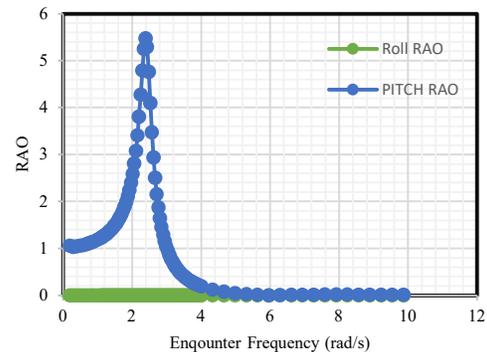
Pada grafik di atas, dapat dianalisis bahwa nilai momen penegak maksimum yaitu sebesar 11,26 cm pada sudut 70°. Kondisi lengan penegak atau GZ memiliki nilai positif. Jika lengan penegak GZ bernilai positif, maka prototipe kapal akan mampu mengembalikan posisi ke semula setelah mendapatkan gaya-gaya dari luar yang menyebabkan prototipe kapal *swing*.

Olah gerak kapal (*seakeeping*) adalah kemampuan suatu kapal untuk tetap bertahan di perairan dalam kondisi apapun. Oleh karena itu, kemampuan ini jelas merupakan aspek penting dalam hal perancangan kapal (*ship design*). Dasar perhitungan *seakeeping* adalah kapal yang berlayar di suatu perairan akan mengalami gerakan sesuai dengan kondisi gelombang pada saat itu [9].

Analisis olah gerak kapal ini menggunakan *software* Maxsurf *motion* dengan gelombang JONSWAP. Spesifikasi tinggi gelombang dari 0,1 m hingga 0,5 m untuk gelombang yang kecil. Berikut grafik RAO pada arah gelombang *beam sea* dan *head sea* yang dapat dilihat pada Gambar 6 dan Gambar 7.



Gambar 6. Grafik RAO pada arah gelombang beam sea.



Gambar 7. Grafik RAO pada arah gelombang head sea.

Dari Gambar 6, grafik RAO pada arah gelombang 90° (*beam sea*), nilai terbesar yaitu pada gerakan *roll* dengan nilai 6,614 pada *encounter frequency* 1,247 rad/s. Sedangkan untuk gerakan *pitching* pada arah gelombang 90° (*beam sea*) nilai terbesar yaitu 0,296 dengan *encounter frequency* 0,127 rad/s. Sedangkan untuk arah gelombang 180° (*head sea*) pada Gambar 7, pada gerakan *roll* tidak terjadi gerakan dengan nilai 0. Sedangkan untuk gerakan *pitch* nilai terbesar terjadi pada nilai RAO 5,473 dengan *encounter frequency* 2,387 rad/s. Pada grafik di atas, terlihat bahwa nilai RAO yang paling tinggi terdapat pada gerakan kapal pada sudut gelombang *beam sea* arah sisi prototipe kapal.

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil perancangan dan pengujian yang telah dilakukan, maka dalam kajian ini dapat disimpulkan bahwa dengan menggunakan metode perancangan perbandingan optimasi dari kapal perbandingan, didapatkan ukuran utama kapal yaitu $Loa = 0,9$ m, $B = 0,3$ m, $H = 0,25$ m, dan $T = 0,07$ m. Kecepatan maksimal prototipe kapal pada lintasan lurus yaitu 9,2 knot, sedangkan pada gerakan melingkar atau manuver yaitu 0,4 knot. Hasil analisis stabilitas menunjukkan bahwa kapal memiliki nilai GZ maksimum terjadi pada kondisi tinggi 11,26 cm dengan sudut *swing* 70°. Hasil analisis olah gerak

kapal menunjukkan nilai RAO yang paling tinggi terdapat pada gerakan kapal pada sudut gelombang *beam sea* arah sisi prototipe kapal.

Daftar Pustaka

- [1] Basri, K. A. H., & 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).
- [2] Kalbuadi, F., & Kurniawati, H. A. (2020). Desain Amphibious High Speed Ambulance Craft (HSAC) sebagai Penunjang Fasilitas Kesehatan di Kepulauan Raja Ampat. *Jurnal Teknik ITS*, 9(2).
- [3] Sataloff, R. T., Johns, M. M., & Kost, K. M. (2020). *Buku Panduan Kontes Kapal Cepat Tak Berawak Nasional*.
- [4] Budianto, B. (2017). Penentuan Ukuran Utama dan Rencana Garis Fast Ferry 150 Pax Untuk Penyeberangan Rute Gresik - Bawean. *Kapal: Jurnal Ilmu Pengetahuan Dan Teknologi Kelautan*, 14(1), 1–6.
- [5] Zarma, N., Zakki, A. F., & Rindo, G. (2015). Studi Karakteristik Seakeeping Kapal Ikan Tradisional Dan Modern. *Jurnal Teknik Perkapalan*, 3(1).
- [6] Kalbuadi, F., & Kurniawati, H. A. (2020). Desain Amphibious High Speed Ambulance Craft (HSAC) sebagai Penunjang Fasilitas Kesehatan di Kepulauan Raja Ampat. *Jurnal Teknik ITS*, 9(2).
- [7] Rachman, R., & Pranatal, E. (2020). Analisis perbandingan metode simulasi software maxsurf dengan metode matematis untuk perhitungan hambatan dan daya mesin utama kapal tanker 6500 dwt. 2, 193–201.
- [8] Saputra, L. I., Budiarto, U., & Jokosisworo, S. (2017). *Jurnal teknik perkapalan*. *Teknik Perkapalan*, 5(2), 421–430.
- [9] Putra, D. P., Chrismianto, D., & Iqbal, M. (2016). Analisa Seakeeping Dan Prediksi Motion Sickness Incidence (Msi) Pada Kapal Perintis 500 Dwt Dalam Tahap Desain Awal (Initial Design). *Jurnal Teknik Perkapalan*, 4(3), 562–575.