

## Analisa Hambatan Total Cathedral Hull Pada Kapal Amphibious High-Speed Craft

Romadhoni<sup>1</sup>, Fazrian<sup>2</sup>, Husnul Khotima<sup>3</sup>, Suzdayan<sup>4</sup>, Bobi Satria<sup>5</sup>, Aprizawati<sup>6</sup>

<sup>1,2,3</sup>Jurusan Teknik Perkapalan Politeknik Negeri Bengkalis

<sup>4,5,6</sup>Jurusan Kematiman Politeknik Negeri Bengkalis

[romadhoni@polbeng.ac.id](mailto:romadhoni@polbeng.ac.id)<sup>1</sup>, [fazrian@polbeng.ac.id](mailto:fazrian@polbeng.ac.id)<sup>2</sup>, [suzdayan@polbeng.ac.id](mailto:suzdayan@polbeng.ac.id)<sup>3</sup>,  
[aprizawati@polbeng.ac.id](mailto:aprizawati@polbeng.ac.id)

### Abstract

Penelitian dilakukan untuk mengetahui secara numerik ketahanan Amphibious High Speed Craft (AHSC) pada bentuk haluan untuk mendekati desain bentuk haluan lambung yang lebih baik. Kendaraan jenis ini dan kendaraan terapung berbentuk tumpul lainnya menghadapi masalah pembentukan gelombang busur besar pada kecepatan tinggi. Pada lambung kapal AHSC saat kapal operasikan pada kecepatan rendah atau displasmen dengan nilai  $Fn$  0-1,8 bentuk lambung Cathedral Hull memiliki nilai hambatan terbaik yaitu dengan selisih 3-5% dibandingkan kedua bentuk lambung plat datar. Selanjutnya pada kecepatan service bentuk *Cathedral Hull* masih memiliki nilai terbaik ketika melewati fluida dan gelombang pada kecepatan tinggi pada  $Fn$  2,3-2,8, hasil dari simulasi yang telah dilakukan pada kecepatan tersebut aliran udara mengalir pada sisi kiri dan kanan lambung sehingga dapat memutus aliran udara dan hambatan gelombang. Selain itu, ketika kecepatan servis pada permukaan basah berkurang, terjadi resistensi gesekan dan resistensi tekanan, tentu saja hal ini dapat memastikan konsumsi bahan bakar dan ketahanan terhadap pecahnya gelombang pada lambung haluan berbentuk katedral lebih rendah dibandingkan dengan bentuk haluan lainnya. Sedangkan lambung berbentuk Cathedral Hull mampu mereduksi total drag masing-masing sebesar 22%

*Keywords : Resistance, Cathedral Hull, Numerik, Amphibious*

### 1. PENDAHULUAN

Amphibious High-Speed Craft (AHSC) merupakan salah satu jenis kapal yang dirancang untuk transportasi cepat baik di lingkungan darat maupun perairan. Perencanaan kapal jenis menggabungkan ini menggabungkan kemampuan perahu tradisional dengan kemampuan beroperasi di darat, menjadikannya serbaguna untuk keperluan militer, penyelamatan, dan transportasi.

Fitur utama sering kali meliputi:

- Kecepatan dan Kelincahan: Dirancang untuk pergerakan cepat melintasi perairan dan kemampuan bertransisi ke darat secara efisien.
- Kapasitas Kargo: Dapat membawa personel, peralatan, dan perbekalan, sehingga berguna untuk logistik.
- Desain Kasar: Dibangun untuk tahan terhadap beragam lingkungan dan kondisi.
- Kemampuan Multi-Peran: Cocok untuk berbagai misi, mulai dari operasi militer hingga bantuan kemanusiaan.

Dalam menghitung hambatan Amphibious High-Speed Craft (AHSC), metode numerik merupakan metode yang memberikan informasi rinci berdasarkan bidang aliran visualisasi dan memiliki kelebihan dari metode lain dalam menganalisis fenomena aliran dan komponen hambatan dibandingkan dengan eksperimen. Wang (2020) menyelidiki kinerja hidrodinamik dari model AHSC, dengan cara ditarik tes dan simulasi numerik.

Nilai total resistance pada AHSC merupakan total dari hambatan gesek, hambatan viskos, dan wave making resistance. Duan dkk. menunjukkan bahwa nilai hambatan gesek relatif sangat kecil sedangkan nilai tekanan viskos dan hambatan gelombang memberikan nilai

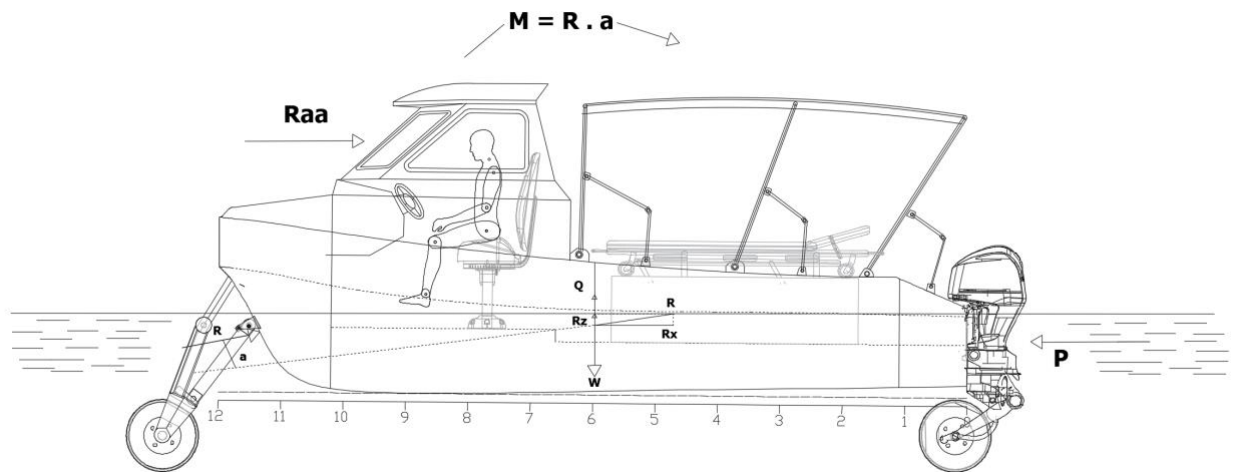
yang paling besar [2]. Hambatan gesek berkisar antara 8–10% dari total resistensi, sedangkan 40–80% merupakan resistensi tekanan viskos. Besar kecilnya nilai hambatan berhubungan erat dengan kecepatan kapal terhadap gelombang yang di timbulkan yang memberikan nilai 15-20% dari total gaya yang berkerja dengan kecepatan 9-13 Knot. Selain itu, semakin tinggi kecepatan akan menimbulkan nilai gelombang yang semangkin besar. Ehrlich dkk. telah melakukan analisa hubungan antara karakteristik gaya hambat fluida dan kecepatan, gelombang yang ditimbulkan dari masing-masing komponen gaya hambat [4]. Hasil penelitian menunjukkan bahwa hambatan gesekan dan tekanan viskos sebanding dengan pangkat kecepatan 1,8, sedangkan hambatan gelombang kira-kira berbanding dengan pangkat 4. Beberapa analisa melanjutkan metode analisis ini [5,6]. Semua penelitian di atas menunjukkan bahwa mengurangi resistensi tekanan viskos dan wave making yang timbul akibat dari masing-masing variasi bentuk lambung. Bentuk lambung amfibi yang kompleks dan komponen struktur bodinya lebih menonjol, maka untuk mencapai hasil yang di inginkan model *Cathedral Hull* dianggap model terbaik yang mampu mengurangi karekteristeik hambatan pada AHSC.

Dalam penelitian ini di harapkan akan memberikan konstribusi nilai terbaik dari beberapa variasi model bentuk desain lambung tipe Amphibious High Speed Craft (AHSC) yakni model *Cathedral Hull*. Tonjolan roda pada masing-masing lambung serta berat akibat mesin darat yang di pasang pada kapal tersebut. Hal ini tentu memberikan pengaruh yang sangat besar terhadap speed performa dan stabilitas kapal. Tujuan dari penelitian ini akan memberikan informasi nilai resistance model *Cathedral Hull*, pola aliran yang baik dan stabil yang dapat mengurangi komsumsi bahan bakar yang sangat berpengaruh terhadap operasi kapal nantinya.

## **2. TINJAUAN PUSTAKA**

### **2.1 Analisa Hambatan**

Bentuk lambung Amphibious High Speed Craft (AHSC) memberikan pengaruh yang signifikan terhadap nilai resistensi [1-3]. Konsekuensinya, konsep Flanks diusulkan sebagai inovasi yang signifikan. Huruf besar “Flanks” yang disebutkan dalam penelitian ini mengacu pada pelat drainase yang terletak di alur cekung. Bentuk dan lokasi pemasangan dapat dilihat pada Gambar 1 Flank dapat menghindari vortisitas pada alur cekung dengan cara mengarahkan aliran air. Ini juga mengurangi konsentrasi tegangan dan menurunkan permukaan air di alur. Berdasarkan aliran laminar yang tidak berubah, konstruksi ini dapat meminimalkan kehilangan energi dan menjaga kecepatan fluida.



Gambar 1. Model Amphibious High-Speed Craft cathedral hull

Gaya yang bekerja pada model *Amphibious High Speed Craft* (AHSC) pusat gravitasi W; Gaya Apung dalam kekuatan Q; daya dorong baling-baling P; peran kendaraan di atas permukaan air di tengah area melawan hambatan udara Raa; air hambatan R. Diantaranya, hambatan air R dapat diuraikan menjadi arah horizontal hambatan mundur Rx, Rz dan angkat lurus ke atas putaran kendaraan mengelilingi pusat gravitasi kendaraan terbentuk momen kemiringan pertama atau belakang  $M = R \cdot a$ . Tenaga penggerak yang letakkan di belakan kapal sejajar dengan pusat gravitasi.

## 2.2 Hambatan Gesek

Saat model kapal bergerak pada kecepatan tertentu dapat menyebabkan partikel air mengalami pergerakan secara streamline yang menyebabkan terjadinya perpindahan dari titik awal A menuju titik belakang, kecepatan awal tinggi lalu kemudian menurun seiring partikel air melewati bagian belakang kapal. di titik D, energi kinetiknya akan habis, menyebabkan penurunan tekanan di bagian belakang kapal. Perbedaan tekanan antara bagian depan dan belakang kapal akan menyebabkan terjadinya hambatan tekanan viskos [13]. Untuk menghitung hambatan gelombang pada model menggunakan pendekatan formulasi

$$R_f = C_f \cdot \left(\frac{1}{2} \rho v^2 S\right) \quad (1)$$

Cf: Koefisien drag

$\rho$ : Massa jenis fluida

v : Kecepatan kapal

S: Luas Permukaan basah kapal

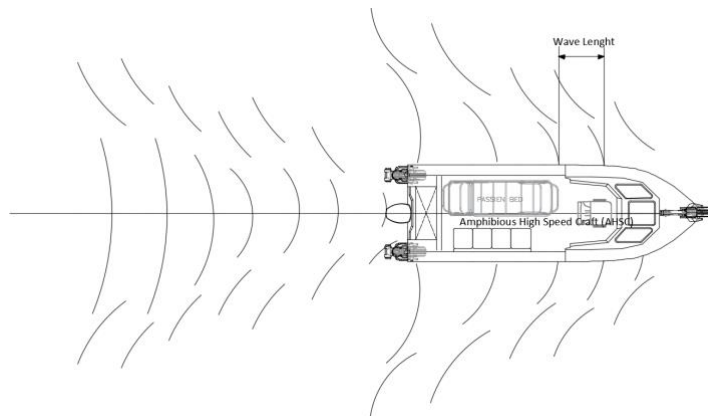
## 2.3 Hambatan Gelombang

Hambatan gelombang kapal, atau sering disebut sebagai "*wave making resistance*," adalah fenomena yang terjadi ketika sebuah kapal bergerak melalui air dan menghasilkan gelombang di permukaan. Tahanan ini berhubungan dengan energi yang dibutuhkan untuk memindahkan air dan mengatasi gelombang yang dihasilkan.

Beberapa faktor yang mempengaruhi tahanan gelombang kapal antara lain:

1. **Kecepatan Kapal:** Semakin cepat kapal bergerak, semakin besar tahanan gelombang yang dihasilkan.
2. **Bentuk Rangka Kapal:** Desain dan bentuk lambung kapal dapat memengaruhi bagaimana gelombang terbentuk dan seberapa banyak energi yang dibutuhkan untuk mengatasi tahanan.
3. **Ukuran dan Berat Kapal:** Kapal yang lebih besar atau lebih berat cenderung mengalami tahanan gelombang yang berbeda dibandingkan dengan kapal yang lebih kecil.
4. **Kondisi Cuaca dan Gelombang:** Gelombang di lautan dan kondisi cuaca juga dapat memengaruhi tahanan gelombang kapal.

Menganalisis tahanan gelombang penting untuk perancangan kapal yang efisien, sehingga dapat mengurangi konsumsi bahan bakar dan meningkatkan performa keseluruhan.



Gambar 2. Hambatan Gelombang kapal AHSC

Pada Gambar 2, aliran gelombang terbentuk akibat distribusi tekanan yang tidak merata pada haluan, sisi kiri dan kanan serta buritan kapal yang menyebabkan fluktuasi tinggi muka air di sekitar lambung kapal sehingga menimbulkan hambatan terhadap pembentukan gelombang [5]. Berdasarkan asumsi bahwa gelombang merambat pada suatu bidang, hambatan pembentuk gelombang dapat dihitung dengan menggunakan pendekatan:

$$R_w = \frac{1}{4} \rho g h A^2 b \quad (2)$$

### 3. METODE PENELITIAN

#### 3.1. Lokasi Penelitian

Langkah awal dalam pengerjaan adalah dengan menentukan permasalahan yang sedang terjadi, yaitu penanganan pasien gawat darurat yang tidak maksimal karena kurangnya fasilitas kesehatan serta sulitnya akses kapal untuk merapat ke daratan karena fasilitas pelabuhan yang kurang memadai di Bagan Benio.

#### 3.2. Studi Literatur

Pada tahapan ini dilakukan tinjauan pustaka terkait dengan permasalahan pada tugasakhir ini. Materi-materi yang dijadikan pokok dalam studi literatur adalah :

1. Teori Desain Kapal.

2. Kapal Cepat.
3. *Water ambulance*.

### 3.3. Pengumpulan Data

Metode yang digunakan dalam pengumpulan data tugas akhir ini adalah metode pengumpulan data secara tidak langsung (sekunder). Sebagian data-data yang akan digunakan diperoleh dari hasil penelitian sebelumnya.

### 3.4. Pengolahan data dan dan Perhitungan Teknis

Pada tahapan ini dilakukan pengolahan dari data-data yang telah diperoleh, yaitu:

1. Penentuan kapasitas muat dan ukuran utama.
2. Perhitungan yang sesuai dengan aspek teknis desain kapal seperti:
  - a. Rasio-rasio dari ukuran utama.
  - b. Koefisien utama kapal.
  - c. Perhitungan komponen-komponen DWT dan LWT beserta titik beratnya.
  - d. Pemeriksaan freeboard.
  - e. Pemeriksaan sarat dan trim.
  - f. Pemeriksaan stabilitas.
  - g. Pemeriksaan kenyamanan

### 3.5. Pembuatan Rencana Garis, Rencana Umum, dan 3D Model

Setelah ukuran utama didapat, selanjutnya dilakukan pembuatan Rencana Garis untuk memodelkan bentuk lambung kapal secara keseluruhan. Dalam pembuatan Rencana Garis dilakukan dengan bantuan *Software* Maxsurf Pro sebagai alat bantu dengan mengambil sampeldesain yang sudah tersedia. Lalu di *export* ke AutoCAD untuk proses *finishing*. Dan untuk Rencana Umum dilakukan setelah Rencana Garis selesai sebab *outline* dari Rencana Umum didapatkan dari Rencana Garis. Pembuatan Rencana Umum dilakukan dengan menggunakan bantuan *Software* AutoCAD. Setelah didapatkan Rencana Garis dan Rencana Umum didapatkan selanjutnya dilakukan pemodelan dari desain kapal dengan bantuan *Software* 3D Modelling seperti SketchUp, Rhinoceros, dan Fusion 360.

### 3.6. Perhitungan Biaya Pembangunan

Perhitungan biaya pembangunan kapal dihitung dari biaya seluruh komponen yang ada di kapal, mulai dari pelat yang digunakan untuk konstruksi kapal, permesinan dan kelistrikan, *equipment* dan *outfitting*, dan sebagainya. Kemudian, dihitung juga pajak pembangunannya.

### 3.7. Kesimpulan dan Saran

Pada tahap ini dirangkum hasil desain yang didapat dan saran untuk pengembangan lebih lanjut. Setelah semua tahapan selesai dilaksanakan, selanjutnya ditarik kesimpulan dari analisis dan perhitungan. Kesimpulan berupa ukuran utama kapal dan koreksi terhadap standar yang ada. Saran dibuat untuk menyempurnakan terhadap beberapa hal yang belum tercakup didalam proses desain ini.

## 4. HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

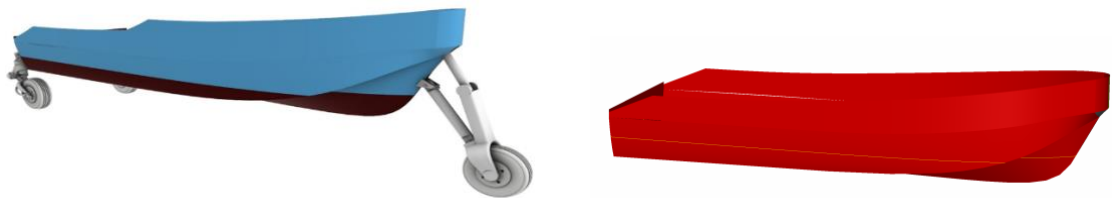
### 4.1 Model Kapal Amphibious High-Speed Craft (AHSC)

Adapun Ukuran Utama kapal AHSC adalah sebagai berikut:

Tabel 1. Ukuran Utama Kapal

| Keterangan          | Lambung Plat datar | Lambung Cathedral | Satuan         |
|---------------------|--------------------|-------------------|----------------|
| Length (L)          | 6,00               | 6,00              | m              |
| Breadth (B)         | 1,14               | 1,14              | m              |
| High (H)            | 1,95               | 1,95              | m              |
| Draft (T)           | 0,6                | 0,6               | m              |
| Vessel Speed (Vs)   | 25                 | 25                | Knot           |
| Displacement        | 1,725              | 1,725             | ton            |
| Volume displacement | 1,683              | 1,683             | m <sup>3</sup> |
| LW Length           | 4,686              | 5,626             | m              |
| Wetted Area         | 10,924             | 11,746            | m <sup>2</sup> |
| Water Pl Area       | 8,833              | 8,646             | m <sup>2</sup> |
| Cb                  | 0,750              | 0,420             |                |
| Cp                  | 0,768              | 0,789             |                |

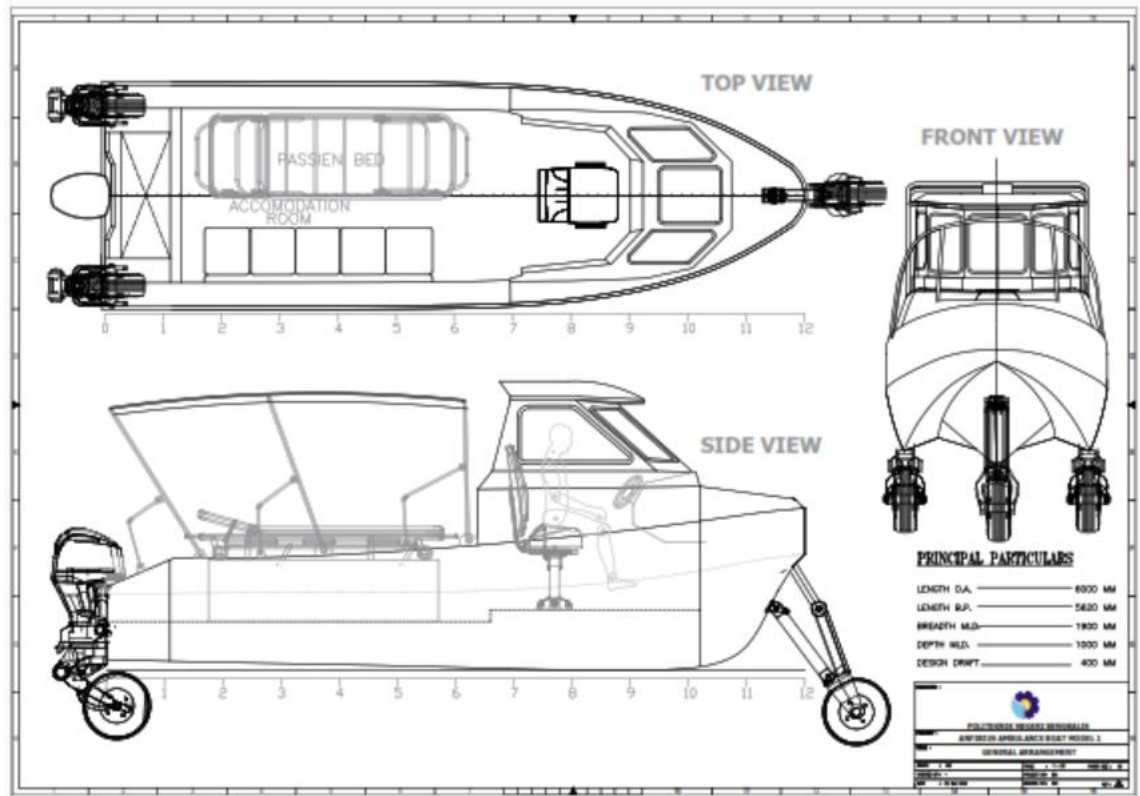
Dalam pembuatan Rencana Garis *Amphibious High Speed Craft* (AHSC) dilakukan dengan bantuan *Software Maxsurf Pro* sebagai alat bantu dengan mengambil sampel desain yang sudah tersedia. Lalu di *export* ke AutoCAD untuk proses *finishing*.



Gambar 2. Model Amphibious High-Speed Craft cathedral hull

#### 4.2 General Arrangement

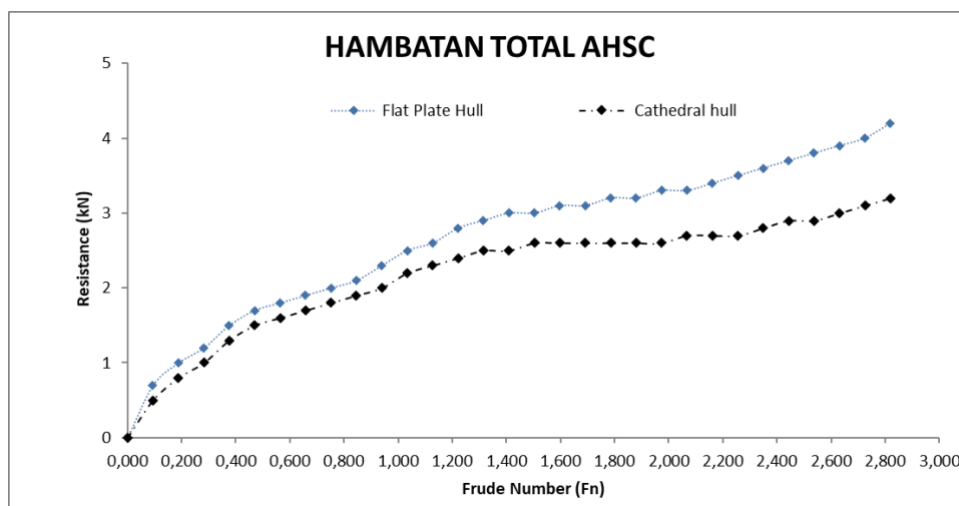
Amphibious High-Speed Craft (AHSC) di desain dilengkapi dengan kompartemen void kedap air untuk tujuan pengapung dan kemampuan daya apung Cadangan. AHSC yang merencanakan untuk misi kesehatan daerah operasinya Sungai Bagan Benio Kabupaten Bengkalis. Principal dimension and hydrostatic calculated AHSC dapat di lihat pada tabel 1, kapal di rancang dengan ukuran yang sama, displasmen yang sama ditambah pelengkapan roda, tenaga pengarah dan lain-lain yang sebagai objek yang kedap air dan nanti akan di tambahkan secara terpisah pada perhitungan stabilitas yang mengacu pada standart international Maritime Organization (IMO) untuk di lihat kemampuan kembali pada posisi awal, dan kapal harus stabil saat kondisi beroperasi.



Gambar 3. Model Amphibious High-Speed Craft cathedral hull

#### 4.3 Analisa Hambatan Kapal

Perhitungan Numerik hambatan total terhadap bilangan froude ditunjukkan pada gambar 4 dengan memperhatikan grafik hambatan tersebut maka haluan lambung bentuk Cathedral mempunyai hambatan yang paling rendah sebesar 2,8 kN pada kecepatan kapal 25 knot karena pada kecepatan tinggi menyebabkan udara dan gelombang untuk reduksi diarahkan ke arah dasar lambung kapal dari haluan lambung kapal yang berbentuk Flat Plate Hull yang mempunyai nilai resistansi paling tinggi yaitu 3,6 kN.



Gambar 4. Grafik Hambatan Kapal

Kurva hambatan yang diplot terhadap bilangan Froude memberikan desain optimal untuk desain haluan lambung berbentuk W pada kecepatan lebih dari 10 kt, karena pada kisaran kecepatan ini, Amphibious High-Speed Craft (AHSC) mengalami *life force* akibatnya

permukaan basah dan ketahanan gesekan berkurang. Pengurangan konsumsi bahan bakar dan peningkatan kecepatan juga berhubungan dengan hambatan total dalam rentang kecepatan servis. Rasio tekanan dan tahanan gesek terhadap tahanan total adalah sekitar 25% dan 75%, masing-masing, hingga  $F_n=0,4$ . Desain haluan lambung bentuk datar memiliki ketahanan gesekan dan tekanan yang lebih besar dibandingkan dengan desain haluan lambung bentuk *Cathedral Hull*.

## **5. KESIMPULAN DAN SARAN**

Pada lambung kapal AHSC saat kapal dijalankan pada kecepatan rendah atau displasmen dengan nilai  $F_n$  0-1,8 bentuk lambung *Cathedral Hull* memiliki nilai hambatan terbaik yaitu dengan selisih 3-5% dibanding kedua bentuk lambung plat datar. Selanjutnya pada kecepatan service bentuk *Cathedral Hull* masih memiliki nilai terbaik ketika melewati fluida dan gelombang pada kecepatan tinggi pada  $F_n$  2,3-2,8, hasil dari simulasi yang telah dilakukan pada kecepatan tersebut aliran udara mengalir pada sisi kiri dan kanan lambung sehingga dapat memutus aliran udara dan hambatan gelombang. Selain itu, ketika kecepatan servis pada permukaan basah berkurang, terjadi resistensi gesekan dan resistensi tekanan, tentu saja hal ini dapat memastikan konsumsi bahan bakar dan ketahanan terhadap pecahnya gelombang pada lambung haluan berbentuk katedral lebih rendah dibandingkan dengan bentuk haluan lainnya. Sedangkan lambung berbentuk *Cathedral Hull* mampu mereduksi total drag masing-masing sebesar 22%.

## **6. DAFTAR PUSTAKA**

- Cepowski, Tomasz. (2012). The prediction of the Motion Sickness Incidence index at the initial design stage.
- Dimas, E. W. (2014). Paper. High speed Ship Total Resistance Calculation (An Empirical Study). Surabaya. Staf Pengajar Politeknik Perkapal Negeri Surabaya. ITS.
- Dobbins, dkk. (2004). High Speed Craft Human Factors Engineering Design Guide.
- D. Pan, X. Xu, and B. Liu, "Influence of flanks on resistance performance of high-speed amphibious vehicle," *J. Mar. Sci. Eng.*, vol. 9, no. 11, 2021, doi: 10.3390/jmse9111260.
- Endro W, Dimas. (2014). High Speed Ship Total Resistance Calculation (An Empirical Study).
- Erlangga, Radityo Nugra, & Aryawan, Wasis Dwi. (2018). Desain High –Speed Passenger Craft (Ferry Hydrofoil) untuk Daerah Pelayaran Batam -Singapura. Diambil dari: JURNAL TEKNIK ITS Vol. 7, No. 1. Faltinsen, Odd M. (2005). *Hydrodynamics of High-Speed Marine Vehicles*. New York: Cambridge University Press.
- Gibbs. (2008). Google Patents. Propulsion System for An Amphibious Vehicle. United States.
- Hanlon, Mike. (2007). Killer amphibious vehicle - 39 mph on water and 55 mph on land. Gizmag.
- Hermanto, Kevin. (2017). Tugas Akhir. Desain Self-Propelled Fishing Barge Berbahan Fiberglass Reinforced Polymer (FRP) Ramah Lingkungan sebagai Alternatif Kapal Kayu Tradisional di Perairan Kepulauan Seribu. Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS).
- IMO 1996 (International Marine Organization)
- H. Xu, L. Xu, Y. Feng, X. Xu, Y. Jiang, and X. Gao, "Influence of a walking mechanism on the hydrodynamic performance of a high-speed wheeled amphibious vehicle," *Mech. Sci.*, vol. 14, no. 2, pp. 277–292, 2023, doi: 10.5194/ms-14-277-2023.
- L. Duan, K. Yao, X. Pan, Z. Hou, X. Zhao, and X. Tian, "Study on Force Characteristics and Resistance for Water by Amphibious Vehicle," *Proc. 3rd Int. Conf. Mech. Eng. Intell.*

- Syst. (ICMEIS 2015), vol. 26, no. January 2015, 2015, doi: 10.2991/icmeis-15.2015.102.
- C. Sun, X. Xu, W. Wang, and H. Xu, "Influence on Stern Flaps in Resistance Performance of a Caterpillar Track Amphibious Vehicle," *IEEE Access*, vol. 8, pp. 123828–123840, 2020, doi: 10.1109/ACCESS.2020.2993372.
- M. Nakisa, A. Maimun, Y. M. Ahmed, F. Behrouzi, S. Steen, and A. Tarmizi, "Hydrodynamic resistance analysis of new hull design for multipurpose amphibious vehicle applying with finite volume method," *J. Teknol.*, vol. 74, no. 5, pp. 73–76, 2015, doi: 10.11113/jt.v74.4644.
- L. J. A. Voet, R. Ahlfeld, A. Gaymann, S. Laizet, and F. Montomoli, "A hybrid approach combining DNS and RANS simulations to quantify uncertainties in turbulence modelling," *Appl. Math. Model.*, vol. 89, no. July, pp. 885–906, 2021, doi: 10.1016/j.apm.2020.07.056.
- S. Behara, A. Arnold, J. E. Martin, C. M. Harwood, and P. M. Carrica, "Experimental and computational study of operation of an amphibious craft in calm water," *Ocean Eng.*, vol. 209, no. 1, 2020, doi: 10.1016/j.oceaneng.2020.107460.
- Yanuar et al., "Numerical and Experimental Analysis of Total Hull Resistance on Floating Catamaran Pontoon for N219 Seaplanes based on Biomimetics Design with Clearance Configuration," *Int. J. Technol.*, vol. 11, no. 7, pp. 1397–1405, 2020, doi: 10.14716/ijtech.v11i7.4503.
- M. Nakisa, A. Maimun, Y. M. Ahmed, F. Behrouzi, and A. Tarmizi, "Numerical estimation of shallow water effect on multipurpose amphibious vehicle resistance," *J. Nav. Archit. Mar. Eng.*, vol. 14, no. 1, pp. 1–8, 2017, doi: 10.3329/jname.v14i1.26523.
- E. Jadmiko, S. Sunarsih, and J. Wulandari, "Numerical Analysis of Patrol Boat Performance with a Stern Flap," *Int. J. Mar. Eng. Innov. Res.*, vol. 5, no. 2, 2020, doi: 10.12962/j25481479.v5i2.5560.
- W. Guo, Y. Pan, and C. Xing, "Numerical Simulation Analysis on Sailing Resistance of Amphibious Vehicle," *Proc. First Int. Conf. Inf. Sci. Mach. Mater. Energy*, vol. 126, no. Icismme, pp. 2037–2040, 2015, doi: 10.2991/icismme-15.2015.417.
- N. Ain Abd Rahman, A. M. Abd Malik, M. Nakisa, N. Abd Rahman, and N. Manap, "Numerical prediction on resistance reduction of multi-purpose amphibious vehicle (MAV) due to air-cushion effect in a regular wave," *J. Phys. Conf. Ser.*, vol. 1432, no. 1, 2020, doi: 10.1088/1742-6596/1432/1/012047.
- SOLAS 78 (Safety Labour At sea)