

Simulasi Numerik Kapal Katamaran Pendeteksi Kedalaman Banjir Menggunakan Software Maxsurf Untuk Mencari Resistance

Rinasa Agistya Anugrah*, Muhammad Panji Awwaludien Al-Fath

Teknologi Rekayasa Otomotif, Program Vokasi, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta, Jl. Lingkar Selatan, Tamantirto, Kasihan, Bantul

*Penulis korespondensi: rinasaanugrah@umy.ac.id

Histori artikel: diserahkan 24 Januari 2022, direviu 15 Februari 2022, direvisi 27 Maret 2022

ABSTRACT

Indonesia is a country prone to natural disasters, one of the most frequent natural disasters is flooding. when there is a flood in an area, it is necessary to measure the depth of the flood, this serves to reduce the occurrence of accidents when a flood occurs. To reduce this risk, a vessel that measures flood depths is designed using a catamaran hull, then the design results will be simulated using the software. Design and numerical simulation in this study using Maxsurf software. The trial and error method is used to determine the size of the ship. By using Maxsurf software, several parameters can be known including resistance, power, and displacement. In the calculation of the resistance in this study using the Holtrop method, the ship's speed has variations with speed (0.5, 1, 1.5, 2, and 2.5). The design of the ship with a displacement of 1,665 kg, obtained the main size of the ship Length: 60 cm; Breadth: 30 cm; Depth: 15 cm; Draft: 6 cm. Based on the results of the numerical simulation, the resistance with a speed of 0.5 m/s gets 0.46 N, 1 m/s gets 1.6 N, 1.5 m/s gets 3.18 N, 2 m/s gets 4.92 N, and 2.5 m/s get 6.89 N From the results obtained the graph will form a linear trend. Thus the speed of the ship will affect the resulting resistance. The higher the speed of the ship, the greater the resulting resistance.

Keywords: *Catamaran design, Maxsurf, Resistance*

DOI : <https://doi.org/10.18196/jqt.v3i2.13900>

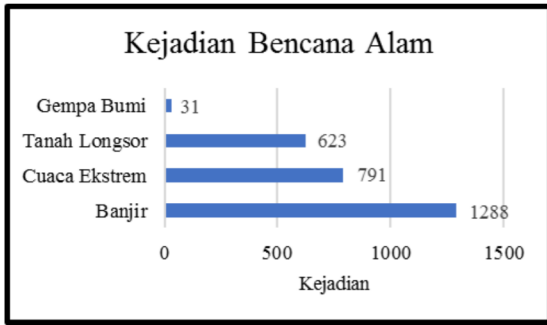
WEB : <https://journal.umy.ac.id/index.php/qt/article/view/13900>

PENDAHULUAN

Indonesia adalah negara yang rawan terjadi bencana alam, salah satu bencana alam yang paling sering terjadi yaitu banjir. ketika terjadi banjir disuatu wilayah maka diperlukan pengukuran kedalaman banjir. Banjir dapat didefinisikan sebagai meluapnya permukaan air melebihi permukaan tanah pada daerah tertentu yang mengakibatkan tergenangnya suatu wilayah. banjir dapat disebabkan oleh peristiwa alam dan ulah manusia. Peristiwa alam yang dapat mengakibatkan banjir antara lain yaitu curah hujan tinggi, erosi, fisiografi, sedimentasi dll. Sedangkan ulah manusia yang dapat mengakibatkan banjir antara lain pemukiman dibantaran sungai, perubahan kondisi daerah sungai, rusaknya drainase, rusaknya hutan dll. Gambar 1 menunjukkan data bencana banjir di Indonesia sepanjang tahun 2021 yang dikeluarkan oleh BNPB (Badan Nasional Penanggulangan Bencana) (Dihni, 2021). Banjir memiliki dampak yang luas terutama pada sektor perekonomian dan kesehatan. Selama terjadi banjir akses perekonomian akan terganggu seperti jalan utama,

pasar, pertanian, rumah akan tergenang air, hal ini menyebabkan terganggunya sistem perekonomian

Pemilihan model hull katamaran dikarenakan model katamaran memiliki hambatan dan stabilitas yang cukup baik (Adietya & Gustiarini, 2018; Alamsyah & Nugroho, 2018; Chrismianto, D; Berlian, Arswendo. A; Yusup, 2014; Insel & Molland, 1992; Iqbal et al., 2015; Manik et al., 2013). Model hull katamaran memiliki dua hull, dua hull ini dihubungkan pada kontruksi geladak dan merentang di atasnya. Hull katamaran ini memilki bagian asimeris dan simetris. lambung yang ramping memiliki fungsi untuk mendapatkan hambatan yang rendah. hambatan kapal akan semakin naik mengikuti kenaikan kecepatan pada kapal. Berdasarkan permasalahan tersebut, rumusan masalah pada penelitian ini yaitu melakukan simulasi numerik *resistance* pada kapal katamaran pendeteksi kedalaman banjir.



GAMBAR 1. Jumlah Kejadian Bencana Alam di Indonesia 1 Januari - 28 Desember 2021 (Dihni, 2021)

TINJAUAN PUSTAKA

Kapal Katamaran

Kapal katamaran memiliki dua lambung, lambung pada kapal ini dihubungkan oleh bridge, bridge ini digunakan untuk tempat penyimpanan muatan kapal, menambah *freeboard* kapal, dan menahan gaya *bending* pada kapal (Adietya & Gustiarini, 2018).



GAMBAR 2. Kapal Katamaran (Alamsyah & Nugroho, 2018)

Kelebihan dari kapal katamaran, sebagai berikut:

1. Hambatan kapal kecil.
2. Area geladak luas.
3. Bagian badan kapal yang tercelup air kecil.
4. Stabilitas kapal yang bagus.
5. Kapal tidak mudah oleng.
6. Hemat bahan bakar.

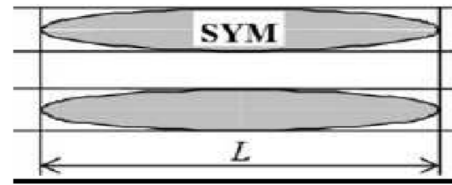
Adapun kekurangannya, sebagai berikut:

1. *Maneuver* kurang baik.
2. Pembuatan yang rumit.

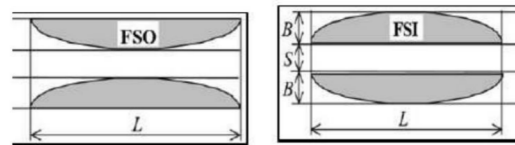
Kapal katamaran memiliki beberapa model hull, secara umum bentuk dasarnya seperti berikut:

1. Lambung simetris
2. Lambung asimetris dengan bagian lambung luar lurus

3. Lambung asimetris dengan bagian lambung dalam lurus



GAMBAR 3. Bentuk Lambung Simetris Kapal Katamaran (Wisnu Arianto. Djauhar Manfaat, 2016)



GAMBAR 4. Bentuk Lambung Asimetris Bagian Luar dan Asimetris Bagian Dalam (Wisnu Arianto. Djauhar Manfaat, 2016)

Perancangan Kapal

Perencanaan pada kapal memiliki faktor umum seperti hambatan yang dialami oleh kapal, hambatan kapal yang kecil akan mempengaruhi bahan bakar yang digunakan kapal, hambatan yang kecil akan mengurangi pemakaian bahan bakar. Tahanan kapal adalah hambatan dari media fluida dimana kapal beroperasi di kecepatan tertentu. Besarnya hambatan total merupakan jumlah dari semua komponen hambatan yang bekerja pada kapal (Chrismianto, D; Berlian, Arswendo. A; Yusup, 2014). Perancangan kapal memiliki tujuan utama yaitu untuk memuaskan pemilik kapal, berikut ini 5 aspek dari perancangan kapal (Adis, 2022; Iqbal et al., 2015), yaitu:

1. Desain perancangan mudah digunakan.
2. Desain perancangan mudah untuk dibuat.
3. Desain perancangan mempertimbangkan bahan material yang tersedia.
4. Desain perancangan mendukung kapal untuk berlayar di medan yang ditempuh.
5. Desain perancangan memiliki inovasi baru.

Desain

Proses pendesainan adalah proses yang berulang hingga mendapatkan desain yang diinginkan. Proses pendesainan memiliki beberapa tahap (Alamsyah & Nugroho, 2018; Wisnu Arianto. Djauhar Manfaat, 2016), yaitu:

1. *Concept Design*

- a. Proses penentuan dasar kapal yang akan direncanakan, dari persyaratan *owner requirement*.
 - b. Menentukan elemen dasar desain kapal seperti panjang, lebar tinggi, sarat dll. dengan *Technical Feasibility Study*.
 - c. Perkiraan biaya konstruksi berdasarkan hasil dari *concept design*.
 - d. Desain *alternative*.
2. *Preliminary Design*
- a. Penentuan karakteristik utama kapal yang dapat mempengaruhi performa kapal dan biaya pembuatan.
 - b. Menghasilkan desain kapal yang presisi dengan persyaratan yang telah direncanakan.
 - c. Pengembangan *contract design*.
3. *Contract Design*
- a. Penyusunan dokumen kontrak pembangunan kapal dengan *set plans* dan spesifikasi yang digunakan.
 - b. Tahap desain ini terdiri dari satu, dua atau lebih putaran dari *design spiral*.
 - c. Membuat detail desain tahap *preliminary design*.
 - d. Menggambar profil kapal dengan presisi.
4. *Detail Design*
- Tahap terakhir dari *design spiral* adalah *detail design*, *detail design* ini mengembangkan gambar rencana kerja dengan detail, merangkup semua intruksi pembuatan kapal.
- Langkah seanjutnya dalam proses mendesain kapal yaitu menentukan metode perancangan kapal. Secara umum metode dalam perancangan desain kapal yaitu sebagai berikut:
- a) *Parent Design Approach*
Parent design approach merupakan metode pendesainan kapal dengan menggunakan perbandingan dari kapal-kapal yang sudah ada, kapal tersebut akan menjadi kapal pembanding untuk metode ini.
 - b) *Trend Curve Design Approach*
Trend Curve Design Approach merupakan metode yang menggunakan regresi untuk mendapatkan dimensi utama kapal, metode ini menggunakan statistik dari regresi beberapa kapal pembanding.
 - c) *Iteratif Design Approach*
Iteratif design Approach merupakan metode mendesain kapal yang bertumpu pada *prototype*, tes, dan analisis. Desain kapal akan mengalami optimasi atau perubahan berdasarkan hasil analisis menggunakan metode ini.
 - d) *Parametric Design Approach*
Parametric design approach merupakan metode pendesainan kapal dengan parameter (L, B, T,

Cb, LCB dll.) sebagai dimensi utama dari hasil regresi kapal-kapal pembanding.

- e) *Optimization Design Approach*
Optimization Design Approach merupakan metode penentuan ukuran kapal yang optimal pada kapal, dengan berpaku pada kebutuhan daya pada motor penggerak, metode ini bertujuan untuk meminimalkan *economic cost*.
- f) *Trial and Error*
Trial and error merupakan metode dengan mengulangi perhitungan yang telah dibuat sebagaimana digambarkan dalam design spiral sampai semua parameter desain memenuhi ketentuan desain yang ditetapkan.

Maxsurf

Maxsurf merupakan aplikasi yang dikhususkan untuk pembuatan kapal dengan metode pembuatan desain yang cukup mudah untuk dipahami. Pada *software maxsurf* ini disediakan berbagai *surface* untuk langkah awal pembuatan kapal seperti *surface: section plane, water plane, buttock plane* dll. *Surface* ini dapat mempermudah dalam pembuatan desain awal sebuah kapal terutama pembuatan lambung kapal. Pada *software Maxsurf* pembuatan *surface* dan *lines plan* akan otomatis simetris untuk kanan dan kiri, fitur ini bertujuan untuk memaksimalkan stabilitas pada desain kapal yang telah dibuat. Untuk mempermudah pembuatan desain *software Maxsurf* memiliki fitur *set focus*, yaitu *perspective 3D, Plan, profile* dan *body plan*, dengan fitur tersebut pengguna dapat melihat sisi 3D, tampak atas, tampak samping dan tampak depan. Pada *software maxsurf* juga dilengkapi dengan simulasi numerik, simulasi numerik ini sangat berguna untuk memastikan desain yang telah dibuat sudah memenuhi standar (Bentley, 2022).

Hambatan Kapal

Metode pada penelitian ini menggunakan *Holtrop* dengan ITTC'57 untuk menghitung hambatan gesek pada kapal katamaran. Metode *Holtrop* adalah metode perhitungan hambatan kapal untuk displamen penuh, displamen kapal dianggap tetap tidak berubah pada kecepatan yang telah ditentukan. Metode ini mempunyai komponen hambatan antara lain:

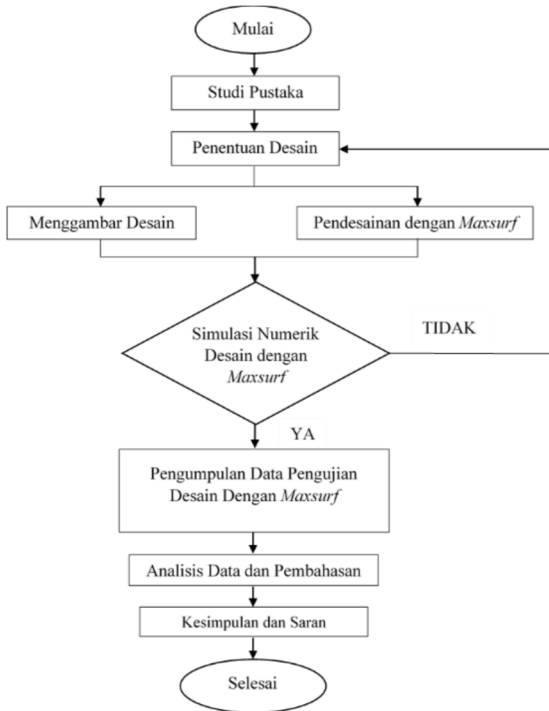
1. Tahanan gesek
2. Tahanan gelombang
3. Tahanan tambahan

Perhitungan sistem propulsi dilakukan dengan menghitung kapal berdasarkan persamaan yang

telah dikembangkan (Holtrop & Mennen, 2011), persamaannya sebagai berikut:

$$RT = \frac{1}{2} \rho \cdot V^2 \cdot \text{Stot} \cdot (CF(1+k)+CA) + (RW/W) \cdot W$$

METODE PENELITIAN



GAMBAR 5. Diagram Alir

HASIL DAN PEMBAHASAN

Proses pembuatan desain kapal dilakukan menggunakan *software Maxsurf*. desain kapal yang telah dibuat disimulasikan pada *software Maxsurf resistance*. Apabila terjadi kesalahan pada pemilihan parameter yang tidak sesuai simulasi akan dipastikan salah.

Tabel 1. Rasio Batasan Perancangan Ukuran Kapal

	Min	Maks
L/B1	5,9	11,1
B1/B	0,15	0,3
B/H	0,7	4,1

B1/T	0,9	3,1
S/B1	0,9	4,1

Keterangan:

- L = *Length*
- B = *Breadth*
- H = *Height*
- T = *Draft*
- S = lebar *demihull* antar *hull*

Penentuan ukuran pada kapal katamaran dilakukan berdasarkan studi pustaka dan pengumpulan data, pada perancangan kapal katamaran ini menggunakan metode *trial and error* kemudian penentuan ukuran kapal berdasarkan rasio yang ideal untuk kapal katamaran. Rasio perancangan diambil dari rasio (Insel and Molland, 1998).

Tabel 2. Rasio Batasan Ukuran Utama Kapal

	Min	Nilai	Maks
L/B1	5,9	9,23	11,1
B1/B	0,15	0,216	0,3
B/H	0,7	2	4,1
B1/T	0,9	1,08	3,1
S/B1	0,9	1,076	4,1

Panjang kapal telah ditentukan sebelumnya, yaitu 60 cm, dengan nilai L yang sudah diketahui maka lebar kapal, lebar lambung, tinggi kapal dan sarat dapat dicari dengan menggunakan rasio tabel diatas. Untuk mencari lebar lambung kapal dari rasio L/B1 diambil nilai 9,23, sehingga:

$$\frac{L}{B1} = 9,23$$

$$B1 = \frac{60}{9,23} = 6,5 \text{ cm}$$

Untuk mencari lebar kapal dari rasio B1/B diambil nilai 0,216, sehingga:

$$\frac{B1}{B} = 0,216$$

$$B = \frac{6,5}{0,216} = 30 \text{ cm}$$

Untuk mencari tinggi kapal dari rasio B/H diambil nilai 2, sehingga:

$$\frac{B}{H} = 2$$

$$H = \frac{30}{2} = 15 \text{ cm}$$

Untuk mencari sarat kapal dari rasio B1/T diambil nilai 1,08, sehingga:

$$\frac{B1}{T} = 1,08$$

$$T = \frac{6.5}{1,08} = 6 \text{ cm}$$

Untuk mencari lebar antar lambung dari rasio S/B1 diambil nilai 1,076, sehingga:

$$\frac{S}{B1} = 1,076$$

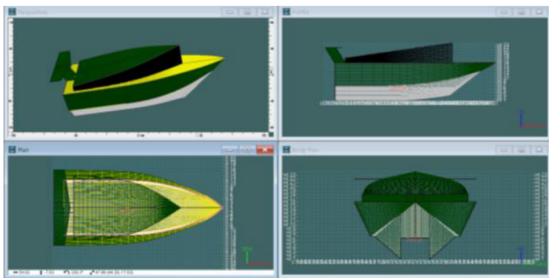
$$S = 6,5 \times 1,076 = 7 \text{ cm}$$

Berdasarkan hasil diatas didapatkan ukuran utama kapal katamaran pendeteksi kedalaman banjir dengan L : 60cm, B : 30cm, H : 15 cm, T : 6 cm, ukuran utama kapal ini nantinya akan disimulasikan menggunakan *Maxsurf resistance*.

Tabel 3. Data Ukuran Kapal dan Besaran Kapal

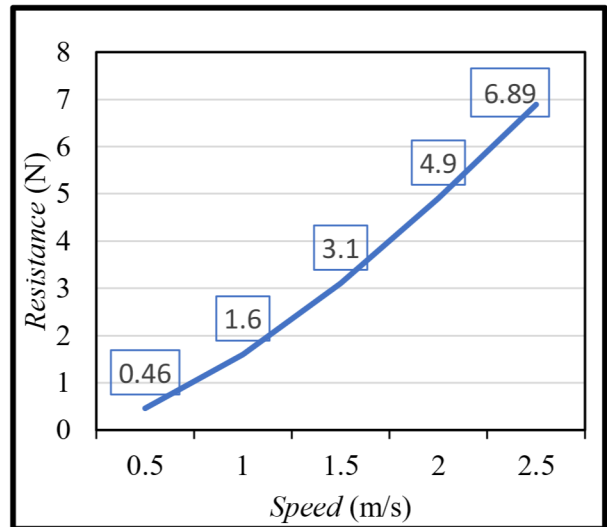
Ukuran Utama dan Besaran	
L _{OA}	60 cm
L _{WL}	47,8 cm
L _{PP}	47,8 cm
Breadth	30 cm
Depth	15 cm
Draft	6 cm
Variasi kecepatan	0,5, 1, 1,5, 2, 2,5 (m/s)
Koefisien blok	0,283
Koefisien <i>midship</i>	0,354
Koefisien <i>prismatic</i>	0,798
Koefisien <i>water plane</i>	0,871
Displacement	1,665 kg
Volume	1622,80 cm ³
Massa Jenis Air	1000 kg/m ³

Kapal katamaran ini memiliki L : 60cm, B : 30cm, H : 15 cm, T : 6 cm. Kapal ini mempunyai displesmen sebesar 1,665 kg, dengan jenis lambung asimetris.



GAMBAR 6. Diagram Desain Kapal Katamaran Pendeteksi Kedalaman Banjir

Pembuatan *meshing* mencakup koordinat x,y,z. pada tiap-tiap koordinat mempunyai nilai maksimum dan minimum, kemudian ukuran pada tiap-tiap *meshing* menggunakan rasio 1.0 untuk mendapatkan hasil optimal. Kemudian melakukan simulasi numerik dengan kecepatan bervariasi 0,5, 1, 1,5, 2, dan 2,5 (m/s). metode yang digunakan yaitu metode *Holtrop*. Berikut ini adalah hasil simulasi numerik yang dilakukan menggunakan *software Maxsurf* dengan metode *Holtrop*.



GAMBAR 7. Diagram *Resistance and Speed*

Gambar 3. merupakan hasil dari simulasi numerik dengan menggunakan metode *Holtrop* maka didapatkan hasil dengan beberapa variasi kecepatan berikut:

1. 0,5 m/s menghasilkan *resistance* 0,46 N.
2. 1 m/s menghasilkan *resistance* 1,6 N.
3. 1,5 m/s menghasilkan *resistance* 3,1 N.
4. 2 m/s menghasilkan *resistance* 4,9 N.
5. 2,5 m/s menghasilkan *resistance* 6,89 N.

KESIMPULAN

Berdasarkan metode *trial and error* dan rasio perancangan (Insel and Molland, 1998) ukuran yang didapatkan sebagai berikut:

- Length* = 60 cm
- Breadth* = 30 cm
- Depth* = 15 cm
- Draft* = 6 cm
- Displacement* = 1,665 kg

Berdasarkan simulasi numerik dengan menggunakan metode *Holtrop* dan beberapa variasi kecepatan didapatkan.

1. 0,5 m/s menghasilkan *resistance* 0,46 N.
2. 1 m/s menghasilkan *resistance* 1,6 N.
3. 1,5 m/s menghasilkan *resistance* 3,1 N.
4. 2 m/s menghasilkan *resistance* 4,9 N.
5. 2,5 m/s menghasilkan *resistance* 6,89 N.

Grafik akan membentuk *tren linier* berdasarkan simulasi numerik yang telah dilakukan, semakin besar kecepatan maka akan semakin memperbesar *resistance* yang dihasilkan.

DAFTAR PUSTAKA

- Adietya, B. A., & Gustiarini, E. D. (2018). Studi Perbandingan Performa Kapal Trimaran, Katamaran, dan Monohull Sebagai Kapal Penyeberangan di Kepulauan Karimunjawa. *Kapal: Jurnal Ilmu Pengetahuan Dan Teknologi Kelautan*, 15(1), 18–23. <https://doi.org/10.14710/kpl.v15i1.18487>
- Adis, S. (2022). Perancangan dan pengujian prototipe kapal ambulance Covid-19 tipe monohull elektrik untuk Kompetisi Kapal Cepat Tak Berawak Nasional. *Jurnal Teknik Mesin Indonesia*, 17(1), 1–5.
- Alamsyah, & Nugroho, M. D. (2018). Desain Kapal Katamaran Sebagai Moda Transportasi Perairan Sungai Mahakam di Samarinda. *Jurnal Wave*, 12(1), 43–52.
- Bentley, I. (2022). *Maxsurf Marine Vessel Analysis and Design Software*. Bentley.
- Chrismianto, D; Berlian, Arswendo. A; Yusup, S. (2014). Pengaruh Variasi Bentuk Hull Kapal Catamaran Terhadap Besar Hambatan Total Menggunakan CFD. *Kapal*, 11(2), 99–106.
- Dihni, V. A. (2021, December 29). BNPB: Kejadian Bencana Alam Indonesia Capai 3.058 Sepanjang 2021. *Databoks*, 1. <https://databoks.katadata.co.id/datapublish/2021/12/29/bnpb-kejadian-bencana-alam-indonesia-capai-3058-sepanjang-2021>
- Holtrop, J., & Mennen, G. G. J. (2011). Holtrop Power Prediction. *Netherlands Ship Model Basin, (Maiin), Wageningen, The Netherland*, 1(1), 166–170.
- Insel, M., & Molland, A. F. (1992). An Investigation Into The Resistance Components of High Speed Displacement Catamarans. *The National Academies of Sciences, Engineering, and Medicine*, 1–20.
- Iqbal, M., Rindo, G., Perkapalan, J. T., Teknik, F., & Diponegoro, U. (2015). Optimasi Bentuk Demihull Kapal Katamaran Untuk Meningkatkan Kualitas Seakeeping. *Kapal*, 12(1), 19–24.
- Manik, P., Trimulyono, A., & Wibowo, A. (2013). Studi Perancangan Kapal Katamaran Multifungsi di Kawasan Sungai Banjir Kanal Barat Semarang. *Kapal: Jurnal Ilmu Pengetahuan Dan Teknologi Kelautan*, 9(1), 47–57.
- Wisnu Arianto. Djauhar Manfaat. (2016). Desain Kapal Wisata Katamaran Untuk Kepulauan Karimunjawa. *Jurnal Teknik Pomits*, 2.