ANALISA PERFORMA HULLFORM PADA PRA PERANCANGAN *SPEED BOAT* KATAMARAN UNTUK *SEARCH AND RESCUE* (SAR) DI PANTAI GUNUNGKIDUL YOGYAKARTA BERBASIS CFD

Eko Sasmito Hadi, Sarjito Jokosisworo, Widyanto
Program Studi S1 Teknik Perkapalan Fakultas Teknik UNDIP

ABSTRAK

Kapal jenis speed boat merupakan kapal yang sering digunakan sebagai kapal penyelamat sehingga perlu pengembangan untuk mengetahui lebih dalam interaksi tahanan pada lambung kapal agar tercapainya kapal dengan stabilitas serta tahanan yang lebih baik. Kapal Motor Safinatul 'Is 'Aaf merupakan salah satu model kapal speed boat katamaran (lambung ganda) yang dirancang untuk menunjang pariwisata di wilayah Pantai Gunungkidul. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui lebih detail interaksi tahanan total pada lambung kapal K.M Safinatul 'Is 'Aaf dengan pendekatan Computational Fluid Dynamic.

Dalam melaksanakan penelitian dilakukan beberapa tahapan yaitu pembuatan model pada Computational Fluid Dynamic, input data simulasi, running simulasi hingga konvergen, kemudian analisa hasil dengan metode Slender Body, CFD serta metode Insel and Molland. Analisa hasil meliputi analisa hambatan, dan analisa fluida pada simulasi Computational Fluid Dynamic.

Berdasarkan hasil analisa dan perhitungan didapatkan hasil analisa yang menunjukkan bahwa hambatan total kapal (Rt) pada saat kecepatan kapal 29 knots Berdasarkan hasil analisa dan perhitungan yang dilakukan penulis dengan 3 dengan menggunakan metode CFD sebesar 10,85 kN, metode Slender Body sebesar 9.63 kN dan perhitungan secara analitik dengan metode Insel and Molland sebesar 12.05 kN. Sedangkan dari hasil simulasi dengan menggunakan analisa CFD, dapat diketahui bahwa pada saat kapal berjalan dengan kecepatan tinggi maka ketinggian aliran fluida atau gelombang air yang ditimbulkan akan lebih besar dari kapal yang berjalan dengan kecepatan rendah

Kata kunci : speed boat, katamaran, hambatan kapal

1. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Kabupaten Gunungkidul merupakan sebuah kabupaten yang memiliki potensi yang besar untuk dikembangkan dalam sektor pariwisata alam pantai. Obyek wisata alam pantai di Kabupaten Gunungkidul banyak dikunjungi wisatawan pada saat akhir pekan dan hari - hari libur nasional. Wisatawan yang berkunjung di obyek – obyek wisata pantai tersebut tidak hanya sekedar menikmati pesona keindahan panorama pantai dan kealamian lingkungan, kebanyakan dari pengunjung menghabiskan waktu liburannya dengan bermain debur ombak yang silih berganti berdatangan.

Dengan potensi pariwisata laut dan adanya pra perancangan kapal *speed boat* katamaran untuk Serch And Rescue di Pantai Gunung Kidul,maka diperlukan sebuah penelitian mengenai performa lambung kapal untuk menunjang perancangan kapal tersebut. Melihat besarnya ombak di daerah Pantai Gunung Kidul dan begitu pentingnya kapal speed boat tersebut untuk segera direalisasikan, maka perlu diteliti apakah kapal tersebut mempunyai kinerja yang baik.

Pada penelitian ini akan melihat dan mengetahui pengaruh hullform pada hambatan kapal dan aliran fluida berbasis CFD. Dimana model kapal yang dianalisa berasal dari tugas akhir saudara Basuki Tri P yang berjudul "STUDI PRA PERANCANGAN *SPEED BOAT* KATAMARAN UNTUK *SEARCH AND RESCUE* (SAR) DI PANTAI GUNUNGKIDUL YOGYAKARTA".

1.2. Perumusan Masalah

Obyek wisata alam pantai di Kabupaten Gunungkidul merupakan pantai dengan potensi wisata yang sangat bagus dan memiliki keadaan ombak laut yang besar yang harus ditumbuh kembangkan salah satunya dengan pengadaan kapal-kapal *speed boat* sebagai sarana dalam penyelamatan korban di kawasan obyek wisata pantai di Kabupaten

Gunungkidul. Untuk menghasilkan suatu kapal *speed boat* yang baik diperlukan analisa tahanan lambung kapal untuk mengetahui kekuatan dari lambung kapal yang dapat memberikan kenyamanan dan safety bagi para pengunjung.

Dengan memperhatikan pokok permasalahan yang ada terdapat pada latar belakang maka diambil rumusan masalahnya adalah :

- Perancangan model kapal dengan bantuan software *delfship*.
- Menghitung besar hambatan kapal pada perancangan kapal *speed boat* katamaran terhadap aliran fluida yang berbasais CFD.

1.3. Tujuan Penelitian

Adapun tujuan penyusunan tugas akhir ini yaitu untuk mengetahui hambatan kapal dan aliran fluida melalui pendekatan *Computational Fluid Dynamics* (CFD).

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Tinjauan Umum Kapal *Speed Boat*

2.1.1. Pengertian Kapal *Speed Boat*

Kapal *speed boat* merupakan kategori kapal cepat yang mempunyai kecepatan dinas lebih yang digunakan oleh petugas dalam rangka memberikan pertolongan bila terjadi kecelakaan / musibah, dan atau inspeksi/pemeriksaan di alur pantai, sungai, danau dan penyeberangan.

2.1.2. Karakteristik Kapal *Speed Boat*

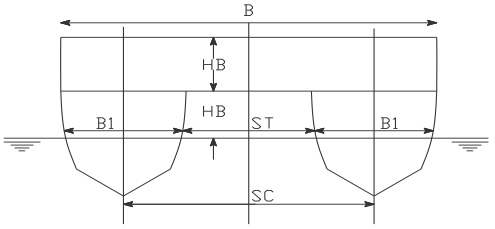
a. Digunakan untuk membantu kelancaran operasional di alur pantai, sungai, danau dan penyeberangan.
b. Mempunyai olah gerak yang baik.
c. Kapal mempunyai ukuran dan berat yang kecil dan terbuat dari fibreglass yang ringan.
d. Menggunakan mesin luar dengan bahan bakar bensin dan/atau campur.
e. Kecepatan dapat mencapai 20 Knot atau lebih.
f. Area navigasi pada suatu kawasan yang tidak lebih dari radius 30 mil dari garis pantai.

2.2. Gambaran Umum Kapal Katamaran

Katamaran termasuk jenis kapal *multi-hull* dengan dua lambung (demihull) yang dihubungkan dengan struktur *bridging*. Strutur *bridging* ini merupakan sebuah keuntungan katamaran karena menambah tinggi lambung timbul (*freeboard*). Sehingga kemungkinan terjadi *deck wetness* dapat dikurangi.

Katamaran mempunyai garis air lambung yang sangat ramping dengan tujuan untuk memperoleh hambatan yang rendah. Garis air yang ramping ini menyebabkan katamaran sensitive terhadap perubahan distribusi berat.

Kapal Jenis Katamaran dirancang dengan lambung ganda (*Twin Hull*) sehingga, di mana kedua lambung tersebut dihubungkan dengan konstruksi geladak yang kuat dan merentang di atasnya untuk menahan momen bending (*bending moment*) dan gaya geser (*shear force*) yang besar dan bekerja terhadap garis tengah (*Center line*) kapal. Bentuk lambung kapal mirip dengan dari jenis *Full Mono Hull* hanya lebih kecil sehingga volume benaman dan luas permukaan basah kapal relatif lebih kecil, di samping stabilitas kapal dan luas geladak untuk mengangkut kendaraan dan penumpang lebih besar dibandingkan dari jenis *Full Mono Hull*. Karena menggunakan dua lambung, maka baling-baling dipasang pada kedua lambung terbenam tersebut. Bentuk kapal katamaran modern dapat dilihat pada gambar 2.1 berikut.



Gambar 2.1 Penampang Tengah Kapal Katamaran

Katamaran diteliti dan dikembangkan karena memiliki kelebihan dari kapal monohull yakni :

1. Pada kapal dengan lebar yang sama tahanan gesek katamaran lebih kecil, sehingga pada tenaga dorong yang sama kecepatannya relatif lebih besar.
2. Luas geladak dari katamaran lebih luas dibandingkan dengan monohull.
3. Volume benaman dan luas permukaan basah kecil.

4. Stabilitas yang lebih baik karena memiliki dua lambung.
5. Dengan frekwensi gelombang yang agak tinggi tetapi amplitudo relatif kecil sehingga tingkat kenyamanan lebih tinggi.
6. Dengan tahanan yang kecil maka biaya operasional menjadi kecil.
7. Image yang terkesan adalah keamanan yang terjamin dari faktor kapal terbalik sehingga penumpang merasa lebih aman.

Sedangkan kekurangan kapal katamaran adalah :

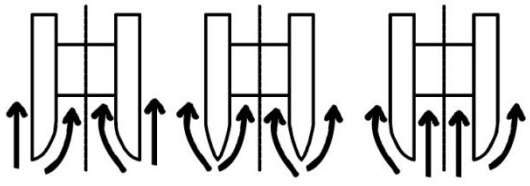
1. Teori dan standardisasi baik ukuran utama maupun perhitungan struktur masih minim karena masih tergolong teknologi baru.
2. Teknik pembuatan yang agak lebih rumit sehingga membutuhkan keterampilan yang khusus.
3. Dengan memiliki dua lambung maka manuver katamaran kurang baik jika dibandingkan dengan monohull.

2.2.1. Bentuk Lambung Kapal Katamaran

Bentuk lambung katamaran pada berbagai kapal tidaklah sama. Terdapat banyak model bentuk badan katamaran, tetapi secara umum ada tiga bentuk dasar dari katamaran yakni :

1. Simestris
2. Asimetris dengan bagian dalam lurus
3. Asimetris dengan bagian luar lurus

Bentuk improvisasi aliran air yang akan melewati ketiga bentuk tersebut :



Gambar 2.2 Improvisasi Aliran Fluida Pada Katamaran

2.3. Hambatan Kapal

Dalam merencanakan kapal, faktor umum yang memegang peranan penting adalah hambatan yang akan dialami oleh kapal pada waktu bergerak. Suatu bentuk kapal dengan hambatan kecil atau sekecil mungkin adalah menjadi tujuan perencana kapal, sebab akan berarti pemakaian tenaga kuda akan menjadi hemat dengan begitu akan menghemat penggunaan bahan bakar, berarti mesin penggerak lebih ringan sehingga menambah daya muat kapal tersebut.[10]

Hambatan kapal pada dasarnya berasal dari 2 (dua) jenis media yang mengelilingi kapal tersebut, yaitu media udara yang berpengaruh pada bagian kapal yang berada diatas permukaan air, dan media cairan yang berpengaruh pada bagian kapal yang berada di bawah permukaan.

Tahanan kapal merupakan gaya hambat dari media fluida yang dilalui kapal saat beroperasi pada kecepatan tertetu. Besarnya gaya hambat total merupakan jumlah dari semua komponen gaya hambat (tahanan) yang bekerja pada kapal, yaitu :

a. Tahanan gesek (*Friction Resistance*)
b. Tahanan gelombang (*Wave making Resistance*)
c. Tahanan tambahan (*Appendages Resistance*) , antara lain ; tahanan anggota badan, tahanan kekasaran, tahanan udara, tahanan kemudi.

1.6. Computational Fluid Dynamic

Computational Fluid Dynamic (CFD) adalah suatu cara penyelesaian masalah berdasarkan pada persamaan fundamental dari dinamika fluida diantaranya kontinuitas, momentum dan persamaan energi. Konsep dasar penggunaan *software* berbasis *Computational Fluid Dynamic* ini adalah penyelesaian metoda numerik dengan sebuah persamaan fluida yaitu Persamaan Navier-Stokes, dengan prinsip :

1. Kekekalan massa
2. Kekekalan momentum (Hukum Newton kedua F = m.a)
3. Kekekalan energi

Prinsip fisika ini diaplikasikan pada model dari aliran pada sebaliknya hasil dari aplikasi ini adalah persamaan matematis yang melibatkan yang melibatkan prinsip fisika khusus yang bernama kontinuitas, momentum, dan persamaan energi. Setelah kontinuitas, momentum, dan persamaan energi tersedia bentuk secara khusus akan cocok untuk digambarkan. Pada akhirnya kondisi batas fisika dan pernyataan matematis yang tepat akan dikembangkan berdasarkan persamaan yang harus diselesaikan pada kondisi batas

Computational Fluid Dynamic digunakan secara luas untuk memberikan

penyelesaian dari masalah secara eksperimen, Dalam eksperimen, tidak dilakukan secara menyeluruh dalam memodelkan situasi sebenarnya, sehingga hal ini tidak merefleksikan secara keseluruhan dalam pemodelan. Dalam pemodelan numerik, jika input data tidak dimasukan dengan kondisi sebenarnya, maka digunakan parameter yang dapat merefleksikan kondisi sebenarnya. Program *Computational Fluid Dynamic* (CFD menggunakan metode *VOF* (*Volume of Fluid*) atau *Finite Different Equation*. Metode ini menggunakan sistem koordinat kartesian dengan menyelesaikan persamaan Navier-Stokes (Anderson,1995)

$$\rho\frac{Du}{Dt} = -\frac{\partial p}{\partial x} + \frac{\partial \tau_{xx}}{\partial x} + \frac{\partial \tau_{yz}}{\partial y} + \frac{\partial \tau_{zx}}{\partial z} + \rho f_x$$

……....(8)

$$\rho\frac{Dv}{Dt} = -\frac{\partial p}{\partial x} + \frac{\partial \tau_{xy}}{\partial x} + \frac{\partial \tau_{yy}}{\partial y} + \frac{\partial \tau_{zy}}{\partial z} + \rho f_y$$

……....(9)

$$\rho\frac{Dw}{Dt} = -\frac{\partial p}{\partial x} + \frac{\partial \tau_{xz}}{\partial x} + \frac{\partial \tau_{yz}}{\partial y} + \frac{\partial \tau_{zz}}{\partial z} + \rho f_z$$

……....(10)

Kemampuan *Computational Fluid Dynamic* dan pesatnya perkembangan kecepatan komputasi telah membuat penggunaan *Computatioal fluid dynamic* sebagai alat untuk mendapatkan solusi dalam dunia penelitian dan engineering. Penggunaannya telah meliputi area yang luas pada industri dan aplikasi-aplikasi keilmuan. *Computatioal fluid dynamic* dapat digunakan untuk menghasilkan prediksi kualitatif dan terkadang bahkan prediksi kualitatif dalam aliran fluida, hal ini banyak dilakukan dengan menggunakan beberapa metode, yaitu :

1) Model matematik (PDE),
2) Metode numeric (diskritisasi dan teknik solusi),
3) Perangkat lunak.

3. METODOLOGI PENELITIAN

Secara umum metodologi yang digunakan dalam penelitian ini dimulai dari studi literature tentang tahanan kapal serta aliran fluida yang digunakan ada beberapa tahapan, antara lain :

a. Pembuatan gambar pada sofware *delftship* kemudian dilakukan export dalam bentuk .stl.
b. Membuat nama file yang akan disimpan pada software *Computational fluid dynamic*
c. Model yang telah diexport ke dalam bentuk file .stl, kemudian diimport ke dalam software CFD
d. Memasukkan ukuran kotak meshing pada sumbu longitudinal (x), transversal (y), dan vertikal (z) serta memasukkan jumlah meshing yang akan digunakan.
e. Menentukan finish time dan satuan sesuai dengan kacepatan dan panjang lintasan.
f. Menentukan besarnya gravitasi dan mengaktifkan moving deforming objects.
g. Menentukan jenis fluida
h. Menentukan masa jenis dan kecepatan kapal
i. Menentukan batas-batas boundary pada Xmin, Xmax, Ymin, Ymax, Zmin, dan Zmax.
j. Menetukan ketinggian fluida pada simulasi dan letak pressure.
k. Menentukan time interval pada output control
l. Menentukan time step control dan convergen control
m. Menjalankan simulasi (*running simulation*)
n. Pastikan bahwa running program telah selesai dan konvergen
o. Setelah running selesai maka nilai dari hambatan kapal dapal diketahui dengan mengklik Probe → General History → *Component 1 GMO – hydraulic force in space system* kemudian render.

Hasil simulasi aliran fluida pada model yang dibuat untuk kondisi aktual dengan menggunakan CFD, perlu diverifikasi untk memastikan atau meyakinkan bahwa simulasi tersebut dapat diterima keberadaannya, melalui tiga tahapan validasi (utama 2005):

1. Konvergensi, yaitu proses iterasi perhitungan yang akan selalu dikontrol oleh persamaan pengendali, sehingga jika hasil perhitungan belum sesuai dengan tingkat kesalahan yang ditentukan, maka komputasi akan terus berjalan
2. Analisa grid independence, yaitu penentuan jumlah cell yang

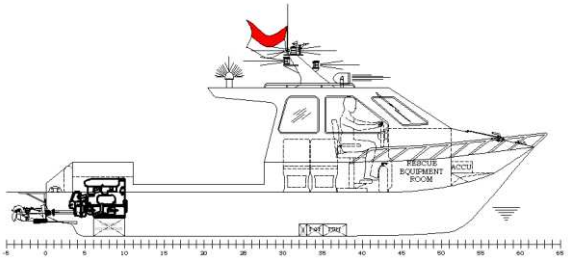
optimum, agar waktu dan memori computer yang terpakai tidak terlalu besar

3. Verifikasi atau study komparatis dengan data lain

4. PERHITUNGAN DAN ANALISA DATA

4.1. Gambaran Umum KM Safinatul 'Is 'Aaf

Kapal *speed boat* KM Safinatul 'Is 'Aaf merupakan hasil perancangan kapal yang dilakukan oleh saudara Basuki Tri Prehantoro (L2G006015) sebagai kapal penyelamat (*rescue boat*) yang merupakan kapal dengan lambung berbentuk katamaran (*twin hull*) yang dilengkapi dengan peralatan keselamatan yang beroperasi di periairan pantai baron dan sekitarnya yang menjadi tanggung tanggung jawab SAR Linmas posko baron Kabupaten Gunungkidul dalam menyelamatkan korban kecelakaan laut. Dengan kondisi gelombang pantai baron dan sekitarnya yang cukup tinggi dan mempunyai arus yang kuat, maka kapal kapal ini harus disesuaikan dengan karakteristik perairan setempat sehingga kapal ini mampu bergerak walaupun dalam kondisi gelombang yang tinggi serta mempunyai kecepatan dan olah gerak yang baik sehingga korban bisa tertolong secara cepat dan selamat. Selain itu kapal ini juga harus mampu membawa penumpang yang terdiri dari personil SAR yang ikut menyelamatkan dan semua korban serta dapat membawa semua peralatan keselamatan yang diperlukan.



Gambar 4.1 Rencana Umum KM. SAFINATUL IS'AAF

4.2 Pengolahan Data

4.2.1 Desain Model Badan Kapal

Proses pembuatan atau pengambaran model badan kapal KM Safinatul 'Is 'Aaf menggunakan software delftship yang memiliki ukuran utama sebagai berikut :

L = 8,28 m
Bm = 4,24 m
B_1 = 1,25 m
T = 0,55 m

Hasil pembuatan model dari software delftship di export dalam bentuk file stl. Model badan kapal kemudian dapat dibuka dalam bentuk CFD.

4.2.2 Proses Simulasi Computatinal Fluid Dynamic

Proses simulasi numerik pada *Computational fluid dynamic* dimulai dari pembuatan model badan kapal dalam bentuk file .stl sehingga model dapat digunakan.

Secara garis besar langkah-langkah simulasi secara numerik pada *Computational fluid dynamic* dibagi menjadi beberapa tahapan, antara lain :

a. Navigator
b. Model Setup
c. Simulate
d. Analyse
e. Display

Navigator merupakan langkah awal dimana file akan mulai disimpan pada parameter - parameter yang sesuai sehingga dapat diproses pada langkah selanjutnya dimana terbagi menjadi beberapa tahapan, yaitu :

a) General
b) Physics
c) Fluids
d) Meshing Geometry
e) Boundaries
f) Initial
g) Output
h) Numerics

Proses model setup dalam simulasi numerik sangat penting dalam proses pemilihan parameter-parameter yang sesuai dan apabia terjadi kesalahan dapat dipastikan hasil simulasi akan salah dan harus mengulang pada tahap ini. Pada langkah model setup pengguna akan mendefinisikan fluida yang digunakan yaitu menggunakan air dalam satuan SI serta letak gravitasi dan pola gerak kapal yang akan digunakan.

Langkah selanjutnya adalah pembuatan meshing pada area sekitar badan kapal meliputi koordinat kartesien x,y,z dimana setiap koordinat memiliki nilai minimun dan maksimum. Selanjutnya

pengguna perlu mendefinisikan jumlah meshing yang diinginkan serta berapa ukurannya dengan menggunakan ratio meshing 1.0 agar mendapatkan hasil yang bagus. Semakin besar jumlah meshing maka hasil meshing akan menjadi semakin halus sehingga proses numerik akan semakin berat dan berlangsung lama serta kapasitas file otomatis semakin besar (lebih dari 3 gigabyte).

Langkah selanjutnya adalah pendefinisan boundary dari fluida yang menggunakan kecepatan 0 m/s dengan kondisi bahwa kapal bergerak dengan beberapa variasi kecepatan (5-29 knot). Pada boundary ditentukan seperti pada tabel 4.1 dimana *Outflow boundary* dianggap fluida dapat mengalir keluar.

Tabel 4.1 Batas-batas boundary

Batas *boundary*	keterangan
X min	*outflow*
X max	*specified velocity*
Y min	*outflow*
Y max	*outflow*
Z min	*wall*
Z max	*wall*

Langkah terakhir adalah penentuan finish time proses simulasi numerik pada bagian *simulate.* Hasil simulasi numerik yang dihasilkan pada metode *Computational fluid dynamic* harus mencapai titik konvergen pada saat proses perhitungan numerik sehingga pengaturan finish time sangat mempengaruhi titik konvergensi. Dari titik konvergen yang dihasilkan dapat digunakan sebagai dasar pengambilan data hasil perhitungan simulasi numerik.

4.3. Analisa Data Hambatan Kapal

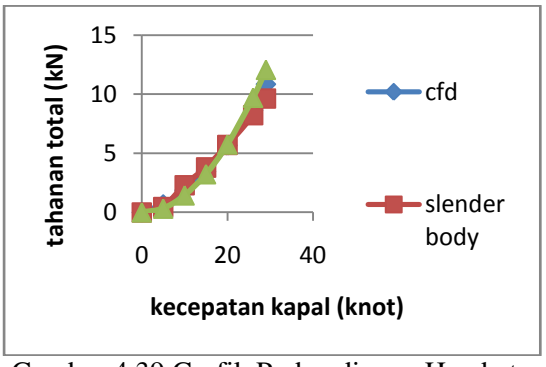
Analisa hambatan kapal pada KM Jasatirta dikondisikan pada variasi kecepatan kapal (Vs) antara 5 -29 knot. Berdasarkan hasil perhitungan tahanan total kapal metode *Slender Body*, metode *Computational fluid dynamic*, serta metode perhitungan secara Analitik. Perhitungan tahanan kapal secara Analitik dilakukan dengan pemilihan konsep kalkulasi yang paling mendekati perhitungan CFD yaitu menggunakan metode *Insel and Molland's* (1992). Pemilihan metode *Insel and Molland's* digunakan dengan dasar acuan bahwa perhitungan metode tersebut sudah sangat umum digunakan sebagai parameter perhitungan kapal Katamaran yang mengadopsi perhitungan ITTC 1957. Metode *Insel and Molland's* telah sesuai dengan perhitungan tahanan kapal katamaran, dapat dijabarkan dengan rumus perhitungan, sebagai berikut :

RT=0.5 * ρ* WSA * V2* CT

Hasil perbandingan seluruh perhitungan tahanan total pada kapal KM. Safinatul 'Is 'Aaf dapat dilihat pada tabel.

Tabel 4.4 Perbandingan Perhitungan Tahanan

Speed (knots)	Slender Body(kN)	CFD (kN)	Analitik (kN)
5	0.49	0,67	0,321
10	2.3	1,87	1,44
15	3.8	3,46	3,23
20	5.7	5,67	5,74
26	8.22	8,64	9,69
29	9.63	10,85	12,05



Gambar 4.39 Grafik Perbandingan Hambatan Kapal Dengan Beberapa Variasi Kecepatan Kapal

Berdasarkan gambar diatas nilai tahanan total kapal KM Safinatul 'Is 'Aaf pada saat kecepatan kapal (Vs) 29 knots dengan menggunakan metode *Slender Body* sebesar 9.63 kN ; dengan metode menggunakan metode CFD nilai tahanan total kapal sebesar 10,85 kN sedangkan perhitungan secara Analitik nilai tahanan total kapal sebesar 12.05 kN. Hasil perhitungan setiap metode tidaklah sama. Hasil perhitungan yang berbeda disebabkan adanya perbedaaan asumsi perhitungan pada setiap metode sehingga hasil yang diperoleh pun berbeda.

Akan tetapi berdasarkan gambar grafik hasil yang didapat menunjukkan bahwa setiap

metode menunjukkan alir grafik yang hampir sama sehingga perhitungan metode *Computational fluid dynamic* bisa dijadikan acuan perhitungan (valid).

5. PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan percobaan dan simulasi yang telah dilakukan pada kapal *speed boat rescue* KM. Safinatul 'Is 'Aaf, maka dapat disimpulkan bahwa:

1. Berdasarkan perhitungan yang dilakukan menggunakan analisa CFD maka didapatkan hambatan kapal pada saat kecepatan 5 knot sebesar 0,67 kN, kecepatan 10 knot sebesar 1,87 kN, kecepatan 15 knot sebesar 3,46 kN, kecepatan 20 knot sebesar 5,67 kN, kecepatan 26 knot sebesar 8,64 kN, dan kecepatan 29 knot hasil hambatan yang dihasilkan yaitu sebesar 10,.85 kN.
2. Berdasarkan simulasi pada analisa CFD, dapat diketahui bahwa aliran fluida di bagian belakang kapal pada kecepatan 5 knot setinggi 0,05 m, kecepatan 10 knot setinggi 0,12 m, kecepatan 15 knot setinggi 0,15 m kecepatan 20 knot setinggi 0,18 m, kecepatan 26 knot setinggi 0,25 m, dan kecepatan 29 knot setinggi 0.30 meter.

5.2 Saran

Tugas akhir yang disusun peulis ini masih memiliki keterbatasan dan kekurangan. Oleh sebab itu, penulis mengharapkan tugas akhir ini dapat dikembangkan lagi secara mendalam dengan kajian yang lebih lengkap.

Adapun saran penulis untuk penelitian lebih lanjut (*future research)* antara lain:

1. Analisa seakeeping kapal dengan beberapa variasi kecepatan kapal maupun kecepatan aliran fluida
2. Dalam melakukan analisa dengan software harus menggunakan komputer dengan spesifikasi yang tinggi guna menghemat waktu proses simulasi sehingga didapatkan hasil yang terbaik.
3. Melakukan penelitian di daerah lain di indonesia dengan beberapa karakteristik perairan yang berbeda

6. DAFTAR PUSTAKA

1. Amdani, Suut, 2008, " Analisis Potensi Obyek Wisata Alam Pantai di Kabupaten Gunungkidul ", Fakultas Geografi, Universitas Muhammadiyah Surakarta. Surakarta.
2. http//www.flow3d.com, diakses pada taggal 6 September 2011. Pukul 08.45
3. http://www.pantai baron@google.com, diakses pada tanggal 25 Juli 2011. Pukul 16.00
4. http://www.wisata pantai di gunungkidul@google.com, diakses pada tanggal 25 Juli 2011. Pukul 16.30
5. Lewis, Edward.V ,1988. "*Principles of Naval Archietecture Second Revision*" The Society of Naval Architects and Marine Engineers 601 Pavonia Avenue Jersey City, NJ.
6. Sagala, FX Fernando, 2011, *ANALISA FROUDE NUMBER EKONOMIS PADA KAPAL WISATA DI WADUK JATILUHUR DENGAN PENDEKATAN COMPUTATIONAL FLUID DYNAMIC (STUDI KASUS KM. JASATIRTA),* Tugas Akhir, Teknik Perkapalan FT UNDIP, Semarang.
7. Sahoo.K, Prasanta ; Doctors J, Lawrence ; Pretlove, Luke. 2006 " *CFD Prediction Of Wave The Resistance Of Catamaran With Staggered Demihulls*", MAHY, International Conference On Marine Hydrodynamics.
8. Siswanto, Digul,1988, " Teori Tahanan Kapal I " Fakultas Teknologi Kelautan, Institut Teknologi 10 November, Indonesia.
9. Suroso, Agus , Bahan Ajar Mekanika Fluida dan Prinsip Hidrolika, UMB, Indonesia.
10. T, P, Basuki, 2010, *STUDI PRA PERANCANGAN SPEED BOAT KATAMARAN UNTUK SEARCH AND RESCUE (SAR) DI PANTAI GUNUNGKIDUL YOGYAKARTA,*

Tugas Akhir, Teknik Perkapalan FT UNDIP, Semarang.

11. V. Dubrousky, 2001, " *Multi Hull Ships* ", *Backtone Publishing Company*, USA.

12. Wei, Gengsheng,2006. "*An Implicit Method To Solve Problems Of Rigid Body Motion Coupled With Fluid Flow*" Flow Science, Inc.