

# Analisa Hambatan dan Efek *Diving* pada Kapal *Monohull* Pelat Datar dan Kapal Konvensional (*Streamline*)

Fitricia Putri Rizki Ricinsi, Tony Bambang Musriyadi dan Achmad Baidowi  
Departemen Teknik Sistem Perkapalan, Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS)  
*e-mail*: tonybambang8@gmail.com

**Abstrak**—Penelitian, pengembangan, dan inovasi banyak dilakukan dalam bidang perkapalan. Salah satu inovasi tersebut adalah kapal dengan pelat datar. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui bagaimana perbandingan hambatan pada kapal pelat datar dan kapal *streamline*, serta mengetahui ada tidaknya *diving* atau *trim by bow* pada kapal pelat datar maupun kapal *streamline*. Penelitian ini dilakukan menggunakan penyelesaian *Computational Fluid Dynamic* atau CFD dengan *software* C-Wizard Numeca Fine Marine pada masing-masing kapal dengan rentang kecepatan 5 knot – 10 knot. Hasil yang diperoleh dari simulasi menggunakan C-Wizard pada Numeca Fine Marine adalah hambatan kapal pelat datar lebih tinggi dibandingkan dengan kapal *streamline*, dengan angka 11.618 kN pada kecepatan 5 knot dan 54.529 untuk kecepatan 10 knot. Sedangkan pada kapal *streamline* dengan displasemen yang sama didapatkan angka 9.299 kN pada kecepatan 5 knot dan 49.956 kN pada kecepatan 10 knot dan pada kapal *streamline* dengan WSA sama didapatkan nilai 9.39 kN pada kecepatan 5 knot dan 49.788 kN pada kecepatan 10 knot. Selanjutnya, efek *diving* menunjukkan hasil bahwa kapal pelat datar mengalami *diving* pada bagian haluan dengan angka 0.228 deg untuk kecepatan 5 knot dan 1.13 deg untuk kecepatan 10 knot. Sedangkan untuk kapal *streamline* mengalami *trim by stern* dengan angka -0.08 deg untuk kecepatan 5 knot dan -0.41 deg untuk kecepatan 10 knot.

**Kata Kunci**—Hambatan, *Diving*, Pelat Datar, *Streamline*, C-Wizard.

## I. PENDAHULUAN

PENTINGNYA kapal di berbagai sektor kehidupan menuntut adanya pengembangan atau inovasi guna meningkatkan kemampuan kapal dari segi ketahanan, keamanan, keefektifan, dan lain-lain. Hal tersebut bertujuan agar mendapatkan kapal yang menguntungkan dan efisien dari segi operasional maupun ekonomi. Salah satu pengembangan yang saat ini sedang dilakukan adalah kapal pelat datar. Kapal pelat datar merupakan kapal yang semua sisinya menggunakan pelat datar dan memiliki lambung berjenis *axe-bow* dengan desain semi trimaran pada lambung kapal membentuk huruf W dengan manfaat berupa memecah gelombang laut sehingga kapal stabil, berikutnya yaitu agar gelombang mengalir ke tengah menuju baling-baling kapal di belakang dan diharapkan membantu menambah daya dorong pada kapal [1].

Terdapat beberapa klaim yang mengatakan bahwa kapal pelat datar memiliki beberapa keunggulan seperti lebih stabil, lebih tahan terhadap gelombang, dan lain-lain daripada kapal *streamline*. Hal tersebut tentunya memerlukan penelitian lebih lanjut mengingat kapal pelat datar merupakan suatu inovasi yang bertolak belakang dari desain kapal yang selama

ini telah ada dan telah banyak digunakan.

Penelitian sebelumnya dari kapal pelat datar telah dilakukan dengan menggunakan *software* Maxsurf Resistance dan uji coba pada kolam tarik. Hal tersebut melatarbelakangi penelitian pada tugas akhir ini, yaitu simulasi dan analisa terhadap hambatan dan efek *diving* atau *trim* pada kapal pelat datar dan kapal *streamline* menggunakan *Computational Fluid Dynamic* dengan bantuan *software* Numeca Fine Marine. Hasil simulasi pada masing-masing kapal tersebut kemudian dibandingkan guna mengetahui kapal manakah yang memiliki hambatan dan *trim* yang lebih aman untuk digunakan.

## II. METODOLOGI PENELITIAN

Secara garis besar metode yang digunakan pada penelitian ini adalah menggunakan metode simulasi. Flow Chart Pengerjaan Penelitian dapat dilihat pada Gambar 1. Adapun langkah- langkah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut

### A. Studi Literatur

Studi literatur merupakan proses pembelajaran dan pencarian referensi yang berkaitan dengan topik pada tugas akhir ini. Referensi tersebut berupa metode penyelesaian ataupun penelitian-penelitian sejenis yang dapat mendukung atau memebrikan gambaran terkait tugas akhir ini. Adapun studi literatur yang digunakan adalah sebagai berikut :

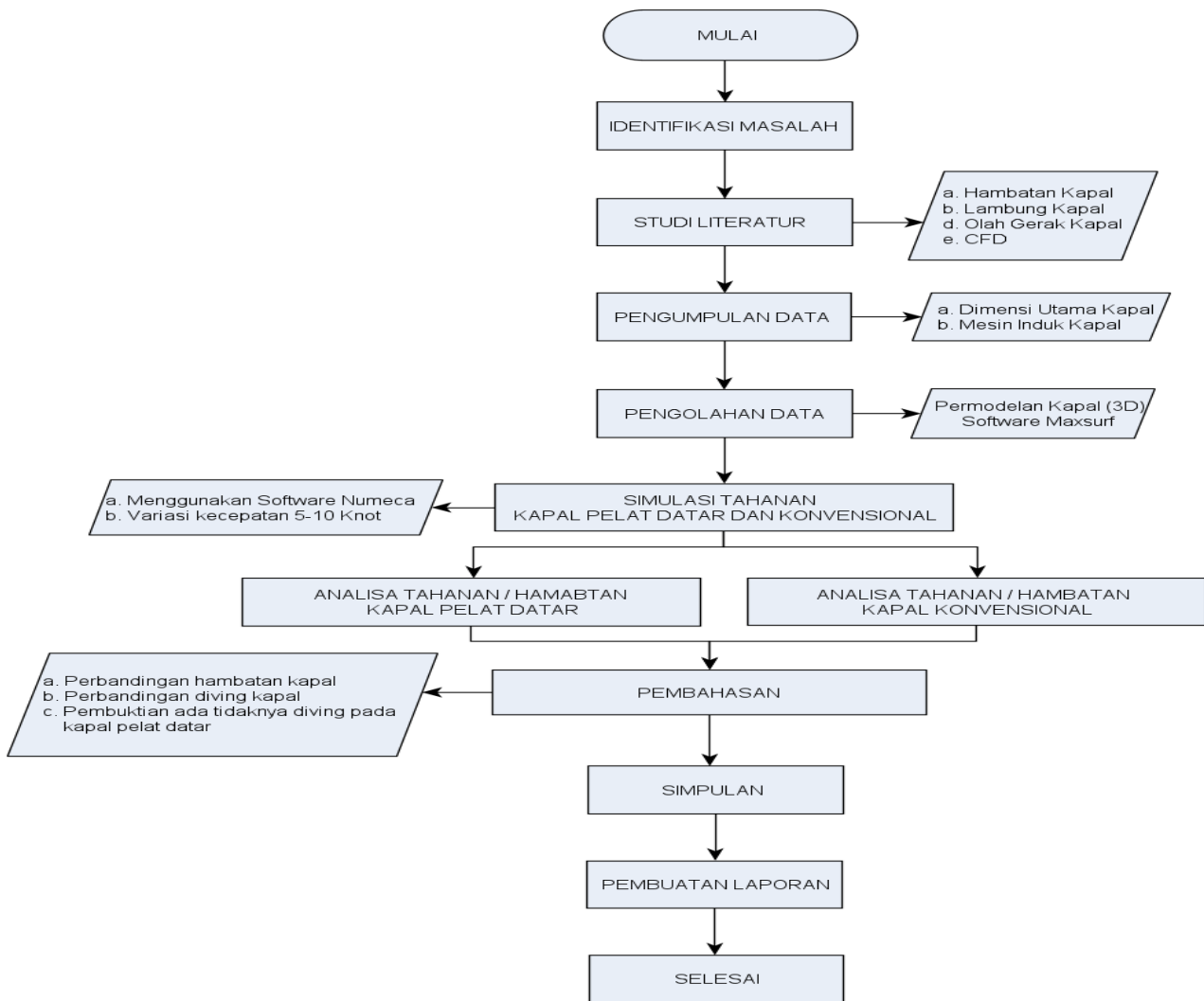
#### 1) Hambatan Kapal

Kapal yang melaju akan mengalami gaya yang berlawanan dengan arah gerak kapal tersebut, fenomena itu biasa disebut dengan hambatan kapal. Terdapat dua komponen utama pada hambatan kapal yaitu hambatan viskos yang berkaitan dengan Reynold Number dan hambatan yang berhubungan dengan Froude Number [2].

Hambatan kapal dapat dipengaruhi oleh beberapa aspek diantaranya adalah, kecepatan kapal, berat air yang dipindahkan atau displasemen, dan bentuk badan kapal atau *hull form*. Hambatan kapal terdiri dari dua komponen yaitu tegangan normal yang berkaitan dengan hambatan gelombang dan tegangan viskos dan tegangan geser yang berkaitan dengan viskositas fluida [3].

#### 2) Lambung Kapal

Lambung kapal merupakan salah satu bagian terpenting pada kapal yang berfungsi untuk menyediakan daya apung. Lambung kapal harus dirancang sedemikian rupa agar gesekan yang ditimbulkan dengan air dapat bernilai sekecil mungkin dan kapal dapat stabil [4]. Terdapat beberapa tipe lambung kapal yaitu, (a)Lambung kapal datar; (b)Lambung katamaran; (c)Lambung V (*deep hull*).



Gambar 1. Flow Chart Pengerjaan Penelitian.

### 3) Olah Gerak Kapal

Olah gerak kapal merupakan penguasaan kapal baik dalam keadaan diam atau bergerak untuk mencapai tujuan pelayaran dengan kondisi aman dan efisien dengan menggunakan sarana yang terdapat di kapal seperti mesin, kemudi, dan lain sebagainya. Olah gerak kapal dapat dibagi menjadi beberapa komponen sebagai berikut; (1)Gerakan translasi.Gerakan translasi merupakan gerakan lurus beraturan sesuai dengan sumbunya. Adapun yang termasuk gerak translasi adalah sebagai berikut : (a)*Surging* (terhadap sumbu-X); (b)*Swaying* (terhadap sumbu-Y); (c)*Heaving* (terhadap sumbu-Z); (2)Gerakan rotasi. Gerakan rotasi merupakan gerak putaran yang terdiri dari beberapa gerakan berikut : (a)*Rolling*; (b)*Pitching*; (c)*Yawing* Konvensi simbol olah gerak kapal dapat digambarkan pada Gambar 2.

### 4) Computational Fluid Dynamic

*Computational Fluid Dynamic* merupakan metode numerik dalam perhitungan, prediksi, dan pendekatan aliran fluida dengan bantuan perangkat lunak atau *software* pada komputer. CFD menggunakan persamaan kontinuitas, momentum, dan energi yang merupakan persamaan dari dinamika fluida [5].

CFD biasa digunakan untuk membantu merepresentasikan dan memahami hasil teori dan eksperimen atau sebaliknya. Selain itu, CFD juga memberi

kemudahan dan fleksibilitas dalam dunia desain terkait penggabungan antara parameter satu dengan parameter lainnya.

### B. Pengumpulan Data

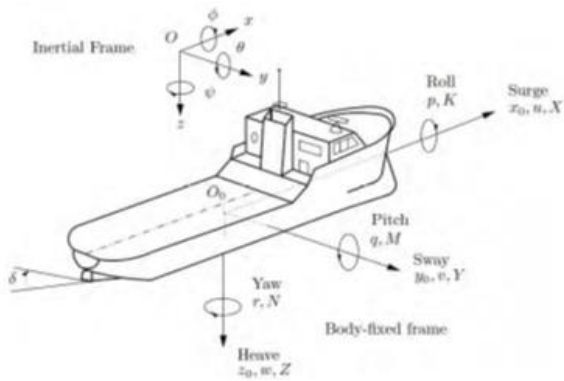
Pengumpulan data dimaksudkan untuk mengumpulkan atau mencari data-data yang dibutuhkan agar proses pengerjaan selanjutnya dapat dilakukan. Pada tugas akhir ini data-data yang dibutuhkan adalah dimensi utama kapal dan kecepatan kapal. Adapun dimensi utama dari kapal pelat datar terdapat pada Tabel 1.

### C. Permodelan Kapal dengan Maxsurf Modeller

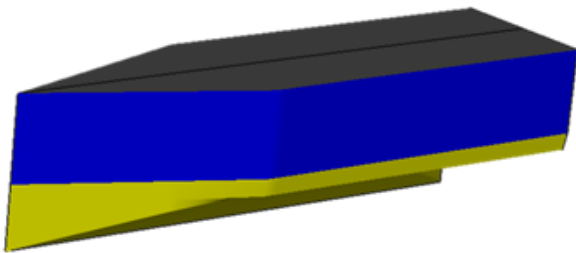
Data yang diperoleh akan dimodelkan secara 3D menggunakan *software* Maxsurf Modeller. Permodelan yang pertama dilakukan adalah kapal pelat datar, hal tersebut dikarenakan dimensi utama kapal pelat datar telah tersedia. Permodelan pada kapal pelat datar terdapat pada Gambar 3.

Setelah permodelan dilakukan, maka didapatkan beberapa data lain yang dapat digunakan sebagai acuan dalam pembuatan model kapal *streamline*. Data-data tersebut terdapat pada Tabel 2.

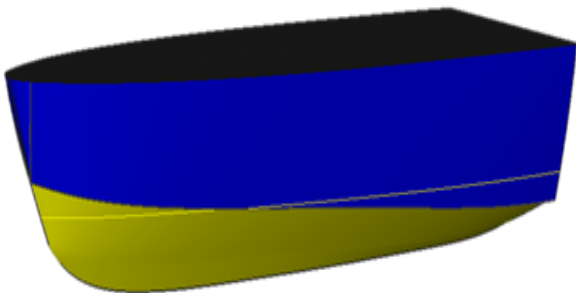
Data tambahan yang dihasilkan dari permodelan kapal pelat datar selanjutnya digunakan sebagai acuan dalam pembuatan model kapal *streamline*, dimana nilai dari parameter kapal *streamline* dibuat mendekati atau sama



Gambar 2. Konvensi Olah Gerak Kapal.



Gambar 3. Model Kapal Pelat Datar.



Gambar 4. Model Kapal Streamline.

dengan kapal pelat datar. Hasil permodelan kapal *streamline* dapat dilihat pada Gambar 4 dan Tabel 3.

**D. Simulasi**

Simulasi dilakukan dengan menggunakan *software* C-Wizard Numeca Fine Marine. Simulasi dapat dilakukan apabila model kapal telah disatukan atau disolidkan melalui *software* Solidworks. Penggunaan C-Wizard dapat mempermudah dalam pengaturan parameter-parameter penyiapan simulasi dan dapat mengotomatiskan proses tersebut.

Simulasi yang dilakukan pada tugas akhir ini menggunakan *half body* dari masing-masing kapal. Hal tersebut bertujuan untuk mempersingkat waktu pemrosesan dan disesuaikan dengan kapasitas komputer yang tersedia. Terdapat beberapa tahapan dalam melakukan proses simulasi. Tahapan tersebut adalah sebagai berikut,

**1) Tahap Pre-Processor**

Tahapan ini merupakan tahapan dimana data-data dimasukkan dan diatur sedemikian rupa guna menentukan *domain* atau *boundary conditions*. Pada tahapan ini, objek

Tabel 1.  
Dimensi Utama Kapal Pelat Datar

Keterangan	Nilai	Unit
L	31.000	m
B	8.000	m
H	7.529	m
T	3.000	m
v	5-10	knot

Tabel 2.  
Dimensi Utama Kapal Pelat Datar

Keterangan	Nilai	Unit
Displasemen	289.500	m <sup>3</sup>
Volume displsemen	282.413	ton
WL Length	31.000	m <sup>3</sup>
Wetted Area	313.454	m <sup>2</sup>
Waterpl Area	198.884	m <sup>2</sup>
Cp	0.705	
Cb	0.384	

Tabel 3.  
Data Kapal *Streamline*

Keterangan	Nilai (Displ ± Sama)	Nilai (WSA ± Sama)	Unit
L	33.250	33.250	m
B	9.165	9.165	m
H	7.529	7.529	m
T	3	3.480	m
Displasemen	289.600	383.200	m <sup>3</sup>
Volume displsemen	282.560	373.810	ton
WL Length	31.075	31.360	m <sup>3</sup>
Wetted Area	274.183	313.147	m <sup>2</sup>
Waterpl Area	183.074	196.032	m <sup>2</sup>
Cp	0.663	0.681	
Cb	0.388	0.426	

akan dibagi menjadi beberapa kisi agar proses simulasi dapat dilakukan dengan lebih detail. Tahapan *pre-processor* dengan menggunakan C-Wizard adalah sebagai berikut, (a)Pemilihan *output* pada *Opening Interface*; (b)*Body Condiguration* ; (c)*Flow Definition*; (d)*Additional Input*; (f)*Set Mesh-Up*.

**2) Processor**

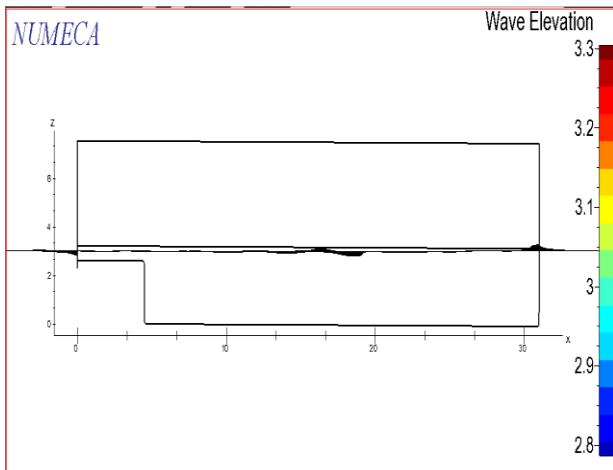
Pada tahapan ini, pengolahan dan perhitungan data yang telah di input akan dilakukan. Sebelum proses perhitungan tersebut dilakukan, terdapat beberapa pengaturan yang harus dilakukan diantaranya adalah, (1)*Project Set-Up Process*. Proses ini secara otomatis telah selesai dilakukan apabila menggunakan C-Wizard. Akan tetapi, pengecekan ulang perlu dilakukan untuk memastikan bahwa parameter atau nilai-nilai yang diperlukan telah sesuai dengan tujuan dari simulai ini. Pada tugas akhir ini, simulasi dilakukan sebanyak duabelas kali dengan rincian enam kali untuk kapal pelat datar dan enam kali untuk kapal *streamline*.

**3) Post-Processor**

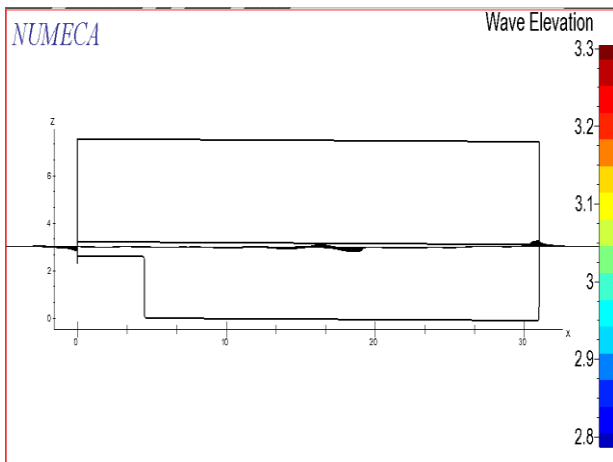
Tahapan ini merupakan tahapan akhir dari proses simulasi, dimana hasil simulasi akan direpresentasikan dalam bentuk grafik, gambar, atau animasi yang menggambarkan kondisi objek secara nyata.

**E. Hasil dan Analisa**

Pada proses ini akan dilakukan analisa terhadap hasil simulasi yang telah dilakukan. Selain itu, pada proses ini akan dilakukan perbandingan antara kapal pelat datar dan kapal *streamline* berkaitan dengan tujuan pada tugas akhir ini.



Gambar 5. Wave Elevation Kapal Pelat Datar pada Kecepatan 5 Knot.



Gambar 6. Wave Elevation Kapal Streamline pada Kecepatan 5 Knot.

### III. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### A. Hasil Simulasi CFD

Simulasi yang dilakukan menggunakan Numeca Fine Marine menghasilkan berbagai macam parameter. Pada tugas akhir ini, parameter atau nilai yang digunakan adalah nilai  $F_x$  dan nilai  $R_{y1}$ .  $F_x$  merupakan nilai dari gaya yang bekerja pada sumbu-X atau pada olah gerak kapal disebut *surge*. Sedangkan,  $R_{y1}$  merupakan nilai dari *rotation* yang terjadi pada sumbu-Y atau *pitch* pada olah gerak kapal.

Berdasarkan hasil simulasi yang telah dilakukan, didapatkan nilai  $F_x$  adalah negatif yang berarti gaya tersebut berlawanan dengan arah gerak kapal atau disebut dengan hambatan kapal. Hasil dari  $F_x$  pada masing-masing kapal dapat dilihat pada Tabel 4.

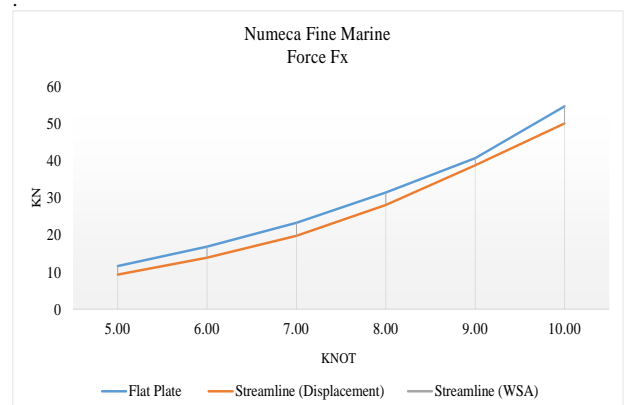
Nilai  $R_{y1}$  yang diperoleh dari simulasi yang telah dilakukan memiliki hasil yang berbanding terbalik antara kapal pelat datar dan kapal *streamline*. Dimana, kapal pelat datar mendapatkan hasil dengan nilai positif yang berarti rotasi yang terjadi searah dengan jarum jam atau kapal mengalami *trim by bow or trim by head*. Sedangkan pada kapal *streamline*, hasil yang didapatkan bernilai negatif atau rotasi yang terjadi berlawanan dengan arah jarum jam atau kapal mengalami *trim by stern*. Hasil dari nilai  $R_{y1}$  dapat dilihat pada Tabel 4.

Selain itu, pada simulasi yang telah dilakukan, didapatkan representasi dari gambaran atau kondisi nyata dari suatu

Tabel 4.  
Data Kapal *Streamline*

v knot	F <sub>x</sub>		
	Streamline Ship Displ (kN)	Streamline Ship WSA (kN)	Flat Plate Ship (kN)
5	9.299	9.3974	11.617
6	13.835	tidak dilakukan simulasi	16.822
7	19.761	19.856	23.227
8	28.022	tidak dilakukan simulasi	31.389
9	38.703	tidak dilakukan simulasi	40.616
10	49.955	49.788	54.529

v knot	R <sub>y1</sub>	
	Streamline Ship (deg)	Flat Plate Ship (deg)
5	-0.08	0.227
6	-0.12	0.336
7	-0.17	0.469
8	-0.23	0.628
9	-0.31	0.834
10	-0.41	1.127



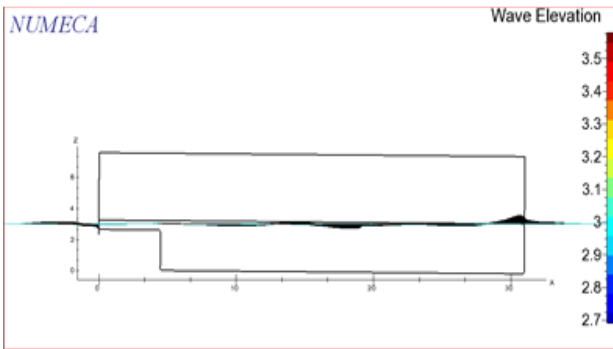
Gambar 7. Grafik Perbandingan Hasil  $F_x$  pada Kedua Kapal dengan Displasemen Sama.

objek yang dilakukan simulasi. Representasi tersebut dapat berupa pola aliran, gelombang, kecepatan aliran, dan lain sebagainya. Representasi tersebut disajikan dalam bentuk gambar atau video yang disertai dengan bentuk atau warna yang dapat menggambarkan suatu nilai dari parameter tertentu.

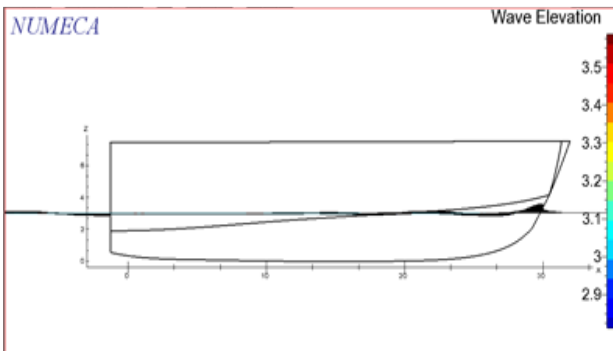
Pada tugas akhir ini, representasi dari *wave elevation* dan *relative velocity* diperlukan untuk melakukan analisa terhadap hambatan atau efek *diving* yang terjadi pada masing-masing kapal. Hasil dari CF View tersebut dapat dilihat pada Gambar 5 dan Gambar 6. Gambar tersebut merepresentasikan gelombang yang mengenai badan kapal pada kecepatan lima knot dengan posisi sejajar dengan sumbu-X. Apabila dilihat dengan seksama pada semua kecepatan, maka akan terlihat pembedaan yang terjadi pada masing-masing kapal.

### IV. ANALISA HASIL

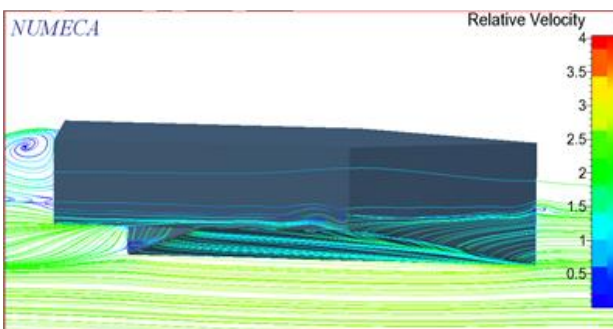
Analisa hasil yang dilakukan adalah dengan membandingkan hasil simulasi berupa nilai tahanan dan nilai pembedaan pada kapal pelat datar dan kapal *streamline*. Selain itu, analisa juga dilakukan pada pola aliran yang terjadi pada masing-masing kapal dengan tujuan untuk mengetahui kesesuaian hasil dengan representasi pola aliran yang terjadi di dunia nyata.



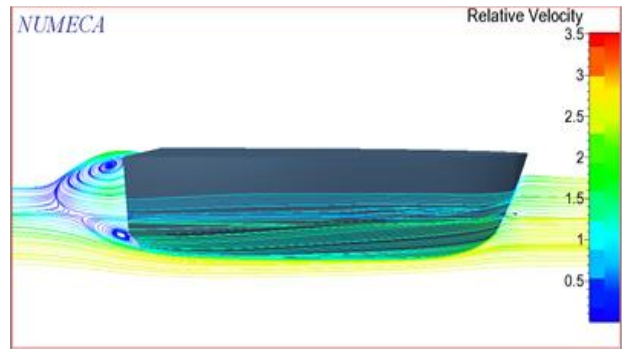
Gambar 8. Wave Elevation Kapal Pelat Datar pada Kecepatan 7 Knot.



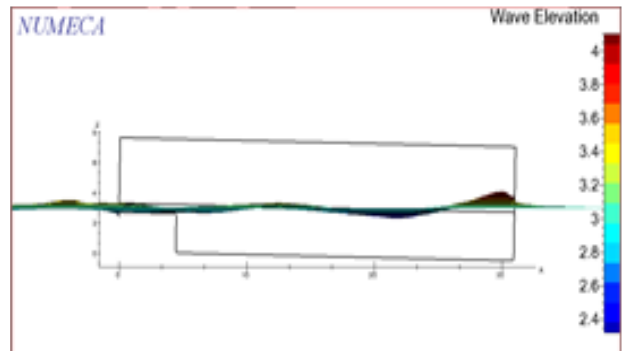
Gambar 9. Wave Elevation Kapal Pelat Datar pada Kecepatan 7 Knot.



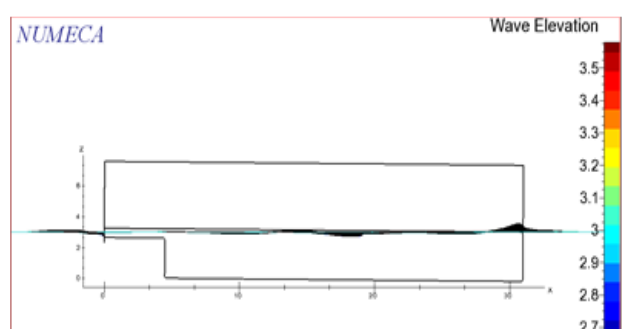
Gambar 10. Relative Velocity Kapal Pelat Datar pada Kecepatan 5 Knot.



Gambar 11. Relative Velocity Kapal Streamline pada Kecepatan 5 Knot.



Gambar 12. Wave Elevation Kapal Pelat Datar pada Kecepatan 10 Knot.



Gambar 13. Wave Elevation Kapal Pelat Datar pada Kecepatan 10 Knot.

A. Analisa Hambatan

Analisa dilakukan berdasarkan hasil simulasi yang didapatkan pada nilai  $F_x$ . Analisa yang dilakukan yaitu berupa perbandingan antara kapal pelat datar dan kapal streamline. Perbandingan dilakukan pada semua variasi kecepatan yang disimulasikan.

Berdasarkan Tabel 4 dan grafik pada Gambar 7, didapatkan hasil bahwa kapal pelat datar memiliki nilai  $F_x$  yang lebih besar dibandingkan dengan kapal streamline baik pada kondisi displasemen sama maupun WSA yang sama. Pada kondisi displasemen yang sama, kapal pelat datar memiliki hasil sebesar 11.67 kN pada kecepatan 5 knot dan 54.526 kN pada kecepatan 10 knot. Sedangkan kapal streamline memiliki hasil sebesar 9.299 kN pada kecepatan 5 knot dan 49.955 kN pada kecepatan 10 knot dan pada kondisi WSA yang sama didapatkan hasil 9.397 kN pada kecepatan 5 knot dan 49.788 pada kecepatan 10 knot Selain itu, pada masing-masing kapal mengalami kenaikan nilai hambatan seiring dengan bertambahnya kecepatan yang digunakan oleh kapal.

B. Analisa Efek Pembenanaman atau Trim

Berdasarkan hasil yang diperoleh dari simulasi, didapatkan

nilai  $R_y$  positif pada kapal pelat datar dan nilai  $R_y$  negatif pada kapal streamline. Hal tersebut memiliki arti bahwa kapal pelat datar mengalami pembenanaman pada bagian haluan kapal atau mengalami trim by bow, sedangkan pada kapal streamline mengalami pembenanaman pada bagian buritan kapal atau mengalami trim by stern.

Selain dari nilai yang dihasilkan pada simulasi yang telah dilakukan, pembenanaman atau diving dapat dilihat dari hasil representasi dari kondisi nyata pada CF View Numeca Fine Marine. Representasi tersebut disajikan dalam bentuk gambar melalui parameter berupa wave elevation pada masing-masing kapal disetiap kecepatan kapal, contohnya seperti pada Gambar 8 dan Gambar 9.

Tampilan CF View tersebut diambil dari sisi samping dan sejajar pada sumbu-X dari masing-masing kapal. Tampilan tersebut memperlihatkan ketinggian gelombang sepanjang badan kapal. Pada kapal pelat datar dapat dilihat bahwa kapal mengalami pembenanaman pada haluan kapal yang mengakibatkan buritan kapal sedikit terangkat. Sedangkan pada kapal streamline posisi kapal terlihat lebih stabil, hal tersebut dimungkinkan karena nilai yang dihasilkan relatif kecil. Berdasarkan hasil CF View pada wave elevation tersebut dapat diketahui bahwa benaman yang terjadi adalah

berbanding lurus dengan bertambahnya kecepatan kapal. Dimana, semakin tinggi kecepatan kapal benaman yang terjadi bernilai lebih besar pula dan pada kapal pelat datar adalah benar mengalami pembenaman pada bagian haluan kapal. Sedangkan kapal *streamline* mengalami pembenaman pada bagian buritan kapal.

### C. Analisa Aliran

Analisa aliran dilakukan untuk mengetahui kesesuaian hasil simulasi yang didapatkan dengan pola aliran dari representasi kondisi nyata pada CF View, dimana representasi tersebut dapat diketahui dengan menggunakan *relative velocity* yang terdapat pada CF View. *Relative velocity* pada CF View memiliki fasilitas berupa pola aliran disertai dengan warna yang merepresentasikan tingkatan kecepatan pola aliran tersebut. Tampilan *relative velocity* dapat dilihat pada Gambar 10 dan Gambar 11.

Saat kendaraan bergerak dengan kecepatan tertentu, viskositas fluida mengakibatkan fluida bergerak ke permukaan badan kendaraan dan dapat membentuk *boundary layer*. *Boundary layer* dapat mengakibatkan aliran fluida di atasnya melambat karena interaksi berupa tumbukan antar molekul atau kohesi yang terjadi, dimana kohesi dapat dipengaruhi oleh temperatur atau suhu yang terjadi pada aliran.

Berdasarkan tampilan CF View pada Gambar 10 dan Gambar 11 dapat diketahui bahwa pada masing-masing kapal dengan kecepatan yang sama yaitu 5 knot memiliki pola dan warna aliran yang berbeda. Kapal pelat datar memiliki aliran dengan nilai *relative velocity* pada angka 0-2. Sehingga, pada kapal pelat datar energi yang digunakan lebih tinggi akibat adanya kohesi dengan badan kapal yang mengakibatkan *boundary layer* tidak cepat terlepas dari badan kapal sehingga menahan aliran dari bagian tertentu yang dapat menghambat laju kapal. Selain itu, perbedaan tekanan yang terjadi dan ceruk haluan yang ada pada kapal pelat datar berjenis haluan lurus atau *plumb bow* yang mana dapat menambah beban dan menambah *drag* dari kapal pelat datar sehingga membuat kapal pelat datar mengalami pembenaman pada bagian haluan atau *trim by bow*.

Selanjutnya, pada kapal *streamline* memiliki nilai *relative velocity* pada angka 1-3 yang berarti kecepatan aliran pada kapal *streamline* lebih tinggi sehingga suhu yang dihasilkan juga lebih tinggi dibandingkan dengan kapal pelat datar. Suhu yang tinggi tersebut dapat menurunkan viskositas fluida sehingga kohesi juga dapat lebih kecil. Hal tersebut dapat mengurangi hambatan pada laju kapal sehingga hambatan pada kapal *streamline* bernilai lebih kecil. Berdasarkan aliran yang terjadi pada representasi CF View, dapat disimpulkan bahwa hasil yang didapatkan adalah sesuai dengan representasi kondisi aliran yang ada.

## V. KESIMPULAN/RINGKASAN

Hambatan yang dihasilkan pada kapal pelat datar lebih besar dibandingkan dengan kapal *streamline* dengan angka 11.618 kN pada kecepatan 5 knot dan 54.53 kN pada kecepatan 10 knot. Sedangkan kapal *streamline* dengan kondisi displasemen yang sama memiliki hambatan dengan nilai 9.29 kN pada kecepatan 5 knot dan 49.96 kN pada kecepatan 10 knot DAN pada kondisi WSA yang sama didapatkan hasil 9.39 pada kecepatan 5 knot dan 49.788 pada kecepatan 10 knot. Hambatan pada masing-masing kapal semakin meningkat seiring dengan meningkatnya kecepatan yang digunakan kapal.

Kapal pelat datar dan kapal *streamline* mengalami *diving* atau *trim* pada seluruh kecepatan yang dilakukan simulasi, yakni kecepatan 5 knot hingga 10 knot. Dimana nilai *trim* tersebut semakin meningkat seiring dengan bertambahnya kecepatan kapal. *Diving* atau *trim* atau *pitch* yang dihasilkan antara kapal pelat datar dan kapal *streamline* memiliki hasil yang berbanding terbalik. Kapal pelat datar memiliki hasil yang bernilai positif atau searah dengan jarum jam yang berarti kapal mengalami *trim by bow*. Sedangkan pada kapal *streamline* memiliki hasil yang bernilai negatif atau berlawanan dengan arah jarum jam yang berarti kapal mengalami *trim by stern*. Nilai *pitch* atau  $R_y$  yang dihasilkan oleh kapal pelat datar pada kecepatan 5 knot adalah 0.23 deg dan pada kecepatan 10 knot adalah 1.13 deg. Dimana angka tersebut memiliki arti bahwa kapal pelat datar mengalami *trim by bow* sebesar 0.23 derajat pada kecepatan 5 knot dan 1.13 derajat pada kecepatan 10 knot. Sedangkan, pada kapal *streamline* memiliki hasil -0.08 deg pada kecepatan 5 knot dan -0.41 deg pada kecepatan 10 knot.

## LAMPIRAN

*Wave Elevation* Kapal Pelat Datar pada Kecepatan 10 Knot dan *Wave Elevation* Kapal Pelat Datar pada Kecepatan 10 Knot dapat dilihat pada Gambar 12 dan Gambar 13.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] M. A. Budiyo, H. Tresno, and M. Fattah, "Perbandingan nilai hambatan kapal antara hasil simulasi dengan eksperimen pada kapal pelat datar semi-trimaran," in *Prosiding SNTTM XVI*, 2017, pp. 168–171.
- [2] I. T. T. Conference, "Recommended procedure and guidelines testing and extrapolation method resistance towing tank test," Switzerland, 2002.
- [3] P. R. Couser, A. F. Molland, N. A. Armstrong, and I. K. A. P. Utama, "Calm water powering predictions for high-speed catamarans," in *Proceedings of 4th International Conference on Fast Sea Transportation*, 1997, vol. 31, pp. 765–774.
- [4] B. Reynaldo, B. A. A., and M. Iqbal, "Analisa pengaruh variasi bentuk lambung waterline parabolization terhadap hambatan, arah dan kecepatan aliran (Wake) serta olah gerak kapal pada kapal kontainer sunship eurocoaster," Diponegoro, 2018.
- [5] A. Gibson, "Analisis cfd hambatan lambung kapal trimaran asimetris flat side inside dengan variasi jarak antar lambung secara membujur," Institut Teknologi Sepuluh Nopember, 2016