



ISSN 2338-0322

JURNAL TEKNIK PERKAPALAN

Jurnal Hasil Karya Ilmiah Lulusan S1 Teknik Perkapalan Universitas Diponegoro

Pengaruh Sudut Masuk Pada Kapal Perintis 750 Dwt Terhadap *Resistance* Kapal Dengan Penambahan *Anti-Slamming Bulbous Bow* Tipe Delta (Δ – Type)

Zippo Benediktus Sijabat¹⁾, Eko Sasmito Hadi¹⁾, Good Rindo¹⁾

Laboratorium Perancangan Dibantu Komputer

¹⁾Departemen Teknik Perkapalan, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro

Email: zippo.sijabat10@gmail.com , ekosasmitohadi@gmail.com , good.rindo@gmail.com

Abstrak

Haluan kapal merupakan salah satu faktor yang mempengaruhi nilai hambatan. Kapal yang memiliki bentuk haluan yang baik dapat memberikan efisiensi terhadap hambatan sehingga operasional kapal dapat lebih baik dan efisien. Berbagai macam penelitian yang dilakukan untuk dapat mengurangi nilai hambatan kapal dengan cara memodifikasi bentuk haluan kapal. Pada penelitian ini dilakukan variasi bentuk haluan dengan penambahan *Anti-slamming bulbous bow* tipe delta (Δ – Type). Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui besar perubahan hambatan kapal dengan posisi haluan berada pada beberapa variasi sudut penyimpangan tersebut dan membandingkan nilai hambatan pada beberapa sudut penyimpangan haluan antara *lines plan* asli dengan *lines plan* modifikasi. Perhitungan hambatan kapal pada sudut penyimpangan haluan pada posisi setiap 3°, diperoleh dari hasil *software* CFD. Sudut yang digunakan yaitu 16.72 °, 19.72 °, 22.72 °, 25.72 °, 28.72 °. Kemudian tinggi *anti-slamming* yang digunakan adalah 0.58, 0.725 dan 0.87. Analisa perhitungan hambatan kapal Perintis 750 Dwt dihitung menggunakan *software* CFD yaitu Tdyn 12.2.3.0 dan menggunakan variasi kecepatan ($F_n = 0,2568$; $F_n = 0,2782$; $F_n = 0,2996$; $F_n = 0,3210$; $F_n = 0,3424$; $F_n = 0,3638$). Hasilnya, nilai hambatan terkecil terdapat pada model *bulbous bow anti-slamming* 0.58 dengan sudut 19.72 ° sebesar 7,73% dari kapal tanpa menggunakan *anti-slamming bulbous bow*.

Kata Kunci : Hambatan, *Anti-slamming, bulbous bow*, Perintis 750 Dwt.

1. PENDAHULUAN

Indonesia merupakan salah satu negara maritim terbesar di Dunia, oleh karena itu Indonesia juga mempunyai potensi yang sangat besar di bidang maritim itu sendiri, dengan kata lain Indonesia harus mempunyai banyak armada guna menunjang optimalisasi potensi tersebut. Pada nyatanya saat ini masih banyak hal yang harus diperbaiki guna menunjang hal tersebut, salah satu aspek yang masih butuh diperbaiki yakni besar hambatan kapal dalam hal Pengoperasiannya. Salah satu tujuan utama dalam mendesain kapal adalah untuk memiliki sistem hemat energi dengan tahanan yang lebih rendah dan sistem propulsi yang lebih baik. Ini memastikan bahwa kapal akan

memiliki kecepatan yang dikehendaki dengan menggunakan daya yang seminimal mungkin. Seperti diketahui, bahwa setiap benda yang bergerak akan mengalami gaya lawan (*resisting force*) yang biasa disebut sebagai tahanan. Suatu bentuk kapal dengan tahanan yang kecil adalah menjadi tujuan perencana, sebab akan berarti pemakaian *Horse Power* menjadi hemat dengan akibat penghematan bahan bakar dan berat mesin penggerak lebih ringan, sehingga menambah daya muat kapal dengan melalui pengujiannya menunjukkan bahwa dengan pengurangan sudut masuk air pada haluan kapal (*angle of water entrance*) hal tersebut dapat mengurangi tahanan pada kapal [1].



Gambar 1. Kapal Perintis 750 DWT

Salah satu cara alternatif dalam pengurangan efek slamming adalah melakukan pemasangan *bulbous bow* pada haluan kapal. Pada 90 tahun yang lalu Taylor adalah orang pertama yang mengakui bahwa *bulbous bow* adalah item dasar yang dapat mengurangi hambatan kapal.

Pemasangan *bulbous bow* sifatnya tergantung pada fungsi *froude number* dan koefisien blok. Untuk kapal dengan *froude number* dan koefisien blok tertentu dapat memakai *bulbous bow* karena pertimbangan keuntungan pengurangan hambatan yang cukup besar atau sebaliknya. Adapun cara kerja *bulbous bow* adalah dengan membangkitkan energi gelombang pada haluan kapal sehingga terjadi interaksi saling mengurangi antara gelombang hasil bentukan *bulbous bow* dengan gelombang akibat gerakan lambung kapal.

1.1. Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, maka dapat dirumuskan beberapa permasalahan, yaitu :

- Berapa besar nilai hambatan dari variasi bentuk *anti-slamming BulbousBow* tipe delta ($\Delta - Type$) ?
- Mencari sudut optimum dengan hambatan terkecil.

1.2. Batasan Masalah

Dalam penyusunan laporan Tugas Akhir ini, permasalahan akan dibatasi sebagai berikut :

1. Analisa hambatan melalui percobaan model variasi sebelum dan sesudah perubahan bentuk haluan kapal tanpa merubah volume displacement kapal
2. Variasi tipe *bulbousbow* yang dianalisa menggunakan parameter linear untuk mendapatkan *anti-slamming BulbousBow* tipe delta ($\Delta - Type$)
3. Fokus pada kapal *monohull* 750 DWT
4. Analisa pada *anti-slamming BulbousBow* tipe delta ($\Delta - Type$)
5. Kecepatan yang digunakan adalah 12 knot sampai 17 knot

6. Sudut penyimpangan haluan pada posisi tiap 3°
7. Analisa dan pengolahan data menggunakan *Software CFD (Computational Fluid Dynamic)*
8. Komponen hambatan yang diperhitungkan dibatasi hanya pada hambatan gelombang, hambatan bentuk.
9. Tidak ada pengujian *towing tank*.
10. Tidak membahas konstruksi *bulbous bow* ataupun perubahannya pada kapal.

1.3. Tujuan Penelitian

Berdasarkan perumusan masalah dan pembatasan masalah diatas, maka tujuan penelitian ini yaitu :

- Untuk mengetahui besar hambatan kapal akibat perubahan bentuk haluan kapal akibat penambahan *anti-slamming BulbousBow* tipe delta ($\Delta - Type$)
- Mengetahui besar nilai hambatan kapal pada setiap penambahan dan pengurangan sudut penyimpangan sebesar 3°

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Pengertian Kapal

kamus besar bahas indonesia mendefinisikan kapal sebagai kendaraan pengangkut penumpang dan barang di laut (sungai dsb). sedang didalam Undang-undang tentang pelayaran, kapal didefinisikan kendaraan air dengan bentuk dan jenis tertentu, yang digerakkan dengan tenaga angin, tenaga mekanik, energi lainnya, ditarik atau ditunda, termasuk kendaraan yang berdaya dukung dinamis, kendaraan dibawah permukaan air, serta alat apung dan bangunan terapung yang tidak berpindah-pindah [1].

Kapal perintis merupakan jenis kapal penumpang dan barang khusus untuk menghubungkan masyarakat antar pulau-pulau kecil yang ada diseluruh Indonesia, sebagian besar berada di wilayah Indonesia Timur [2].

2.2. Tahanan Kapal

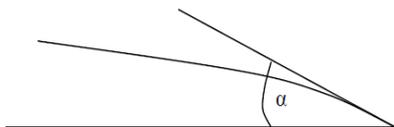
Tahanan (*resistance*) kapal pada suatu kecepatan adalah gaya fluida yang bekerja pada kapal sedemikian rupa sehingga melawan gerakan kapal tersebut. Tahanan tersebut sama dengan gaya fluida yang bekerja sejajar dengan sumbu gerakan kapal. Tahanan kapal ini adalah sama dengan suatu gaya dan karena dihasilkan oleh air, sehingga biasa juga disebut gaya hidrodinamika. Gaya hidrodinamika ini semata-mata disebabkan oleh gerakan relatif kapal terhadap air. Besarnya hambatan kapal sangat dipengaruhi oleh kecepatan gerak kapal (V_s), berat air yang dipindahkan oleh badan kapal yang tercelup dalam air (*displacement*), dan bentuk badan kapal (*hull*

form). Kecepatan kapal sangat dipengaruhi oleh sistem penggerak kapal (*propulsion system*), sedangkan *displacement* dan *hull form* ditentukan oleh ukuran utama kapal (*main dimension*), perbandingan antara ukuran utama (*ratio*), dan koefisien bentuk kapal (*hull form coefficient*) [1].

2.3. Sudut Masuk (*Angel Of Entrance*)

Timbulnya gelombang kapal adalah ketika kapal bergerak di dalam air di mana akan timbul gelombang. Besarnya tahanan gelombang pada kapal berkecepatan rendah sekitar 25% dari tahanan total kapal, sedang untuk kapal berkecepatan tinggi tahanan gelombang dapat mencapai 50%. Oleh karena itu dibagian haluan kapal diusahakan dengan membuat bentuk sebaik mungkin untuk menghindari besarnya gelombang yang terjadi.

Sudut masuk adalah sudut yang dibentuk oleh Sumbu netral horizontal memanjang kapal dengan garis singgung lengkung garis air haluan pada saat kapal muatan penuh. Makin kecil sudut masuk maka pengaruh adanya tahanan gelombang yang kecil pula, demikian pula sebaliknya. Besar kecilnya sudut masuk tergantung pada bentuk gading-gading bagian haluan kapal. Salah satu cara memperkecil sudut masuk yaitu dengan memasang bulbous bow dihaluan kapal [3].



Gambar 2. Sudut Masuk (α)

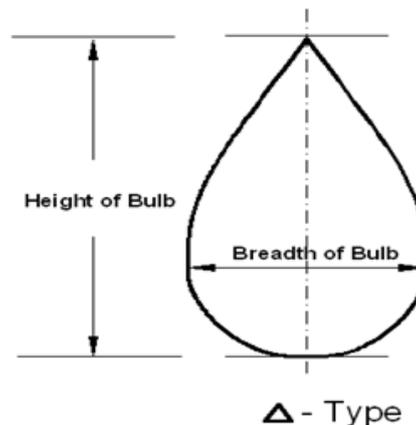
2.4 Sub Anti-slamming BulbousBow tipe delta (Δ - Type)

Anti-slamming BulbousBow tipe delta (Δ - Type) merupakan suatu bentuk haluan kapal dilengkapi dengan BulbousBow namun terdapat fungsi lainnya, selain mengintervensi gelombang yang datang dari depan kapal, namun BulbousBow ini memiliki fungsi mengurangi bahkan meniadakan peluang dari pada terjadinya *slamming*. Bentuk anti-slamming BulbousBow tipe delta (Δ - Type) sangat cocok untuk kapal-kapal yang berlayar pada perairan yang kurang menghadapi hempasan gelombang besar [4].

Penjelasan tentang efek aliran air yang terjadi di sekitar kapal adalah air dipaksakan mengalir di atas *bulbous bow* sehingga dapat memecah gelombang air yang menahan di depannya [5].

Pengaruh *Bulbous Bow* dapat memberikan dampak dalam mendesain kapal, konstruksi kapal,

pembuatan kapal dan pengoperasian kapal yang berkaitan dengan karakteristik *seakeeping*, tahanan dalam berlayar, karakteristik propulsi, *effective drag*, trim, dll [3].



Gambar 3. Bulbous Bow Tipe Delta (Δ - Type)

2.5 Dasar Penentuan Ukuran Dimensi Bulbous Bow

Untuk menentukan ukuran dimensi variasi dari *Bulbous Bows* ini didasarkan dari parameter *Linear Form Coefficients*, diambil dari buku *Ship Design I Msc In Marine Engineering And Naval Architecture*, yang menyatakan bahwa *linear form coefficients* sebagai berikut [6].

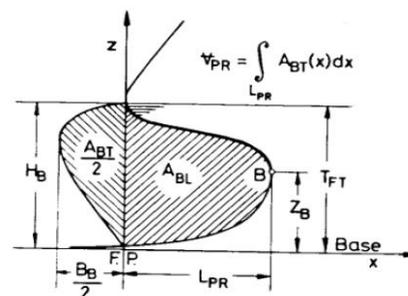
$$\text{Breadth Coefficients } (C_{BB}) : \frac{B_B}{B}$$

$$\text{Length Coefficients } (C_{LPR}) : \frac{L_{LPR}}{LPP}$$

$$\text{Height Coefficients } (C_{ZB}) : \frac{Z_B}{T_{FP}}$$

LPR : panjang *bulbos bow* dari *fore peak*

BB : lebar *bulbos bow* pada garis *fore peak*



Gambar 4. Parameter Linear Desain Bulbous Bow

Sedangkan nilai dari *linear form coefficients* adalah sebagai berikut :

Tabel 1. Nilai khusus *linear form coefficients*

Koefisien	Minimal	Maksimal
C_{BB}	0,17	0,2
C_{LPR}	0,018	0,031
C_{ZB}	0,26	0,55

Dari hasil perhitungan koefisien tiap bagian maka akan di ketahui perbedaan panjang, tinggi, dan lebar *bulbous bow* [7].

3. METODOLOGI PENELITIAN

3.1. Materi Penelitian

3.1.1 Teknik Pengumpulan Data

A.Data Primer

Pada penelitian ini akan dipakai kapal Perintis *Monohull* tipe 750 DWT. Kapal ini dibangun oleh kementerian perhubungan sebagai sarana penyeberangan. Berikut data ukuran utama kapal :

Tabel 2. Data Ukuran Utama Kapal

Data Ukuran Utama Kapal	
<i>Length Over All (LOA)</i>	63,80 m
<i>Length of Perpendicular (LPP)</i>	57,00 m
<i>Breadth (B)</i>	11,00m
<i>Height (H)</i>	4,50 m
<i>Draft (T)</i>	2,90 m

B. Data Sekunder

Data sekunder diperoleh dari literature (jurnal, paten, dan data yang didapat pada penelitian sebelumnya).

3.1.2 Teknik Pengolahan Data

Dalam pengolahan data yang sudah didapat, penelitian ini dilakukan dengan menggunakan *software* komputasi numerik atau *software* untuk membantu perhitungan.

3.2. Parameter Penelitian

Penelitian ini difokuskan pada efek yang ditimbulkan oleh variasi bentuk haluan dengan parameter terhadap hambatan kapal. Penelitian ini disimulasikan untuk memperoleh nilai hambatan total yang optimum atau terkecil.

Parameter yang dipakai adalah sebagai berikut :

➤ Parameter tetap :

a. Dimensi *properties* dari lambung kapal antara lain,

- *LengthOver All* (LOA) (m)
- *Length Of Perpendicular* (LPP) (m)
- *Breadth* (B) (m)
- *Draft* (T) (m)
- Displacement (ton)

b. Tipe *BulbousBow* yang digunakan adalah *BulbousBow* tipe delta ($\Delta - Type$).

c. Panjang anti-*slamming bulbous bow*.

➤ Parameter peubah :

1. Kecepatan kapal yang digunakan adalah 12 Knot sampai 17 Knot

2. Sudut masuk yang digunakan adalah sebesar (16,720⁰), (19,720⁰), (22,720⁰), (25,720⁰), dan (28,720⁰)

3. Rasio tinggi anti-*slamming* sebesar 20%, 25%, dan 30% dari sarat kapal.

4. PERHITUNGAN DAN ANALISA

Analisa hambatan kapal dengan penambahan Anti-*Slamming bulbousbow* tipe delta untuk mengetahui besar perubahan hambatan akibat variasi bentuk haluan kapal.Selain itu, dengan memvariasikan ukuran *bulbousbow* tersebut maka kita bisa mengetahui nilai hambatan paling kecil. Sehingga pada saat melakukan pembangunan kapal perintis 750 Dwt, percobaan ini bisa digunakan sebagai acuan. Percobaan yang saya lakukan dibuktikan lewat analisa percobaan *virtual* menggunakan *software* berbasis *CFD* (*Computational Fluid Dynamic*). Skala model yang dipakai pada proses simulasi *CFD* adalah 1 : 18.

Adapun ukuran pada bentuk haluan yang akan digunakan yaitu sebagai berikut:

a) Panjang *Bulbous bow* (L_{LPR})

$$L_{LPR} = C_{LPR} \times LPP$$

$$L_{LPR} = 0,018 \times 57 = 1,026 \text{ m}$$

b) Tinggi *Bulbous bow* (Z_B)

$$Z_B = C_{ZB} \times T$$

$$Z_B = 0,26 \times 2,9 = 0,754 \text{ m}$$

c) Lebar *Bulbous bow* (L_{BR})

$$B_B = C_{BB} \times B$$

$$B_B = 0,17 \times 11,6 = 1,972 \text{ m}$$

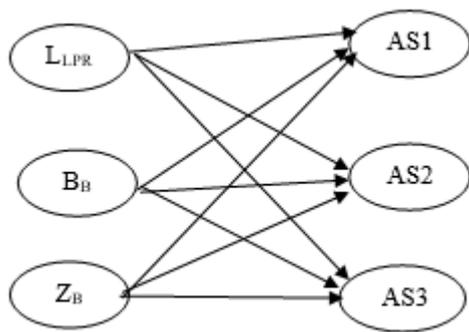
Kemudian untuk tinggi dan Panjang anti-*Slamming bulbousbow* yang digunakan adalah sebagai berikut :

$$AS1 = 20\% \times T = 25\% \times 2,9 = 0,58 \text{ m}$$

$$AS2 = 25\% \times T = 20\% \times 2,9 = 0,725 \text{ m}$$

$$AS3 = 30\% \times T = 15\% \times 2,9 = 0,87 \text{ m}$$

Panjang Anti-*Slamming BulbousBow* 20% x $L_{wl} = 20\% \times 59 = 11,8$ meter.

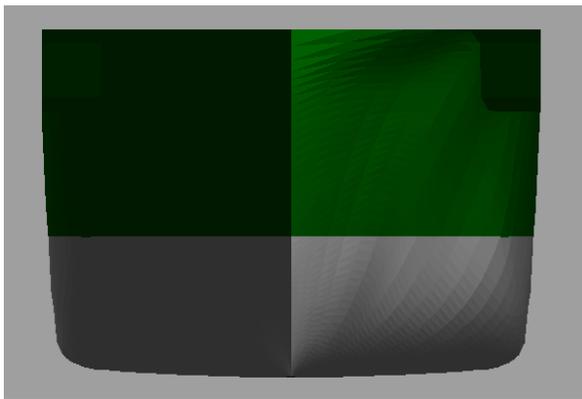


Gambar 5. Jumlah Variasi

4.1. Pengolahan Data

4.1.1 Desain Model Badan Kapal

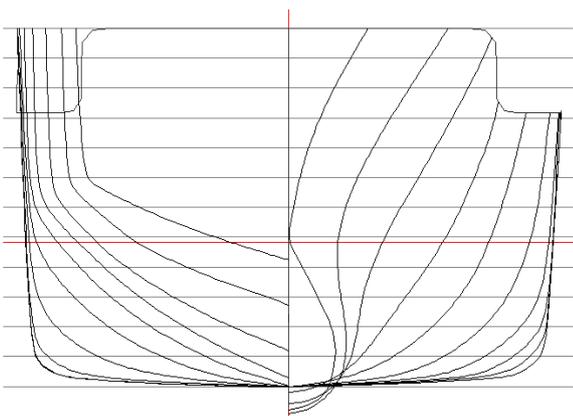
Dari data pada metodologi dibuat pemodelan badan kapal dengan bantuan *software Delfship* :



Gambar 6. Pemodelan Kapal Original dengan *Delfship*

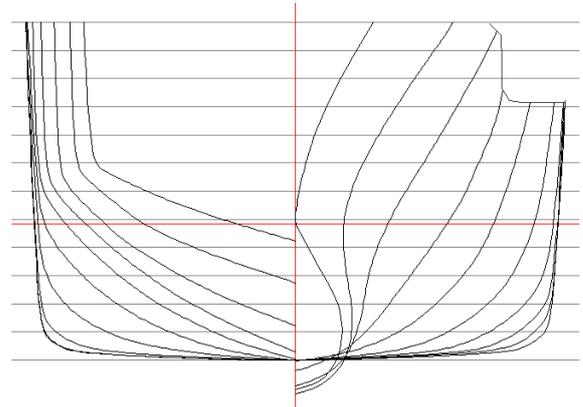
4.1.2 Variasi Model Anti-Slaming Bulbous Bow

Setelah mendapatkan ukuran utama Jenis *bulbousbow* yang digunakan adalah *Bulbousbow* Tipe Delta (Δ - Type). *Bulbousbow* kemudian ditambah anti *slaming* yang memiliki tinggi yang berbeda. variasi tinggi anti-*slaming* yang digunakan sebesar 20% ,25% ,dan 30%.penambahan tinggi sesuai dengan aturan yang ditentukan.



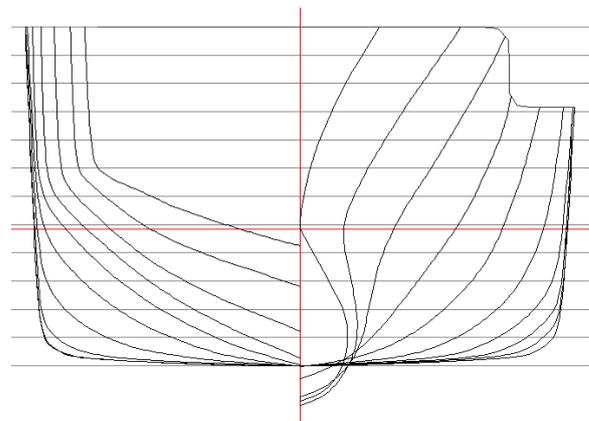
Gambar 7. penambahan tinggi anti-*slaming* 20 %

Model *bulbousbow* tipe Delta ini mempunyai nilai rasio $L_{PR} = 1,026$ m ; $Z_B = 0,754$ m; dan Variasi $B_B = 1,972$ m, serta variasi tinggi anti-*slaming* = 0,58 dari sarat.



Gambar 8. penambahan tinggi anti-*slaming* 25 %

Model *bulbousbow* tipe Delta ini mempunyai nilai rasio $L_{PR} = 1,026$ m ; $Z_B = 0,754$ m; dan Variasi $B_B = 1,972$ m, serta variasi tinggi anti-*slaming* = 0,725 dari sarat.



Gambar 9. penambahan tinggi anti-*slaming* 30%

Model *bulbousbow* tipe Delta ini mempunyai nilai rasio $L_{PR} = 1,026$ m ; $Z_B = 0,754$ m; dan Variasi $B_B = 1,972$ m, serta variasi tinggi anti-*slaming* = 0,725 dari sarat.

4.1.3 Variasi Kecepatan Kapal

Dari proses perhitungan diatas maka diperoleh perbandingan variasi kecepatan yang akan digunakan dalam penelitian tugas akhir ini pada range Fr. 0,2568 – 0,3638.

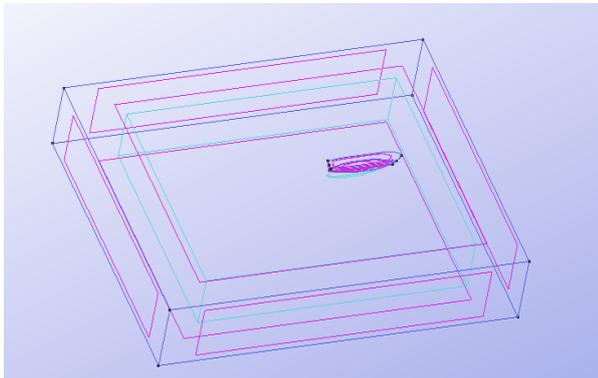
Tabel 3. Perbandingan Kecepatan Kapal

Fr	V Skala Penuh		V Model	
	knot	m.s ⁻¹	knot	m.s ⁻¹
0,26	12	6,18	2,83	1,46
0,28	13	6,69	3,06	1,58
0,30	14	7,21	3,30	1,70
0,32	15	7,72	3,53	1,82
0,34	16	8,23	3,77	1,94
0,36	17	8,75	4,00	2,06

4.2 Simulasi Computational Fluid Dynamic

Langkah simulasi numerik software Tdyn 12.2.3.0 sama dengan jenis software lain yang berbasis Computational Fluid Dynamic. Tahap analisisnya secara umum dibagi menjadi 3 yaitu :

- Pre-processor
- Solver Manager
- Post-processor



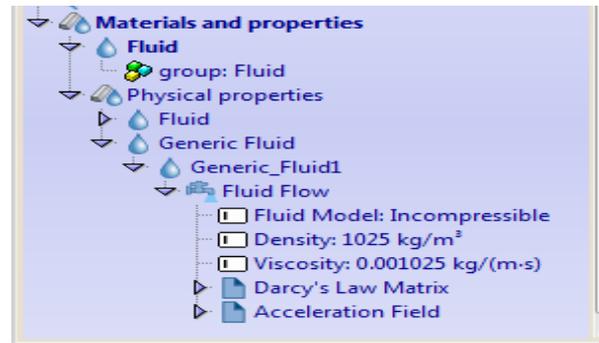
Gambar 10. Pembuatan Boundary Layer Di Tdyn 12.2.3.0

4.2.1 Preprocessor

Tahap Preprocessor pada Software Tdyn 12.2.3.0 ini dibagi menjadi 3 garis besar yaitu Materials and Properties, Initial Condition Data dan modules data [8].

A. Material properties

Pada tahap ini kita harus mengisi criteria fluida yang akan dianalisis. Sebelum mengatur criteria fluida, sebelumnya kita harus membuat volume di sekitar boundary layer sebagai fluida. Kemudian atur fluida berdasar batasan masalah yaitu kondisi air tenang, steady state, dan dekomresi. Maka kita mengisi massa jenis air 1025 kg/m³ dan kekentalan jenis 0,001025 kg/m.s.

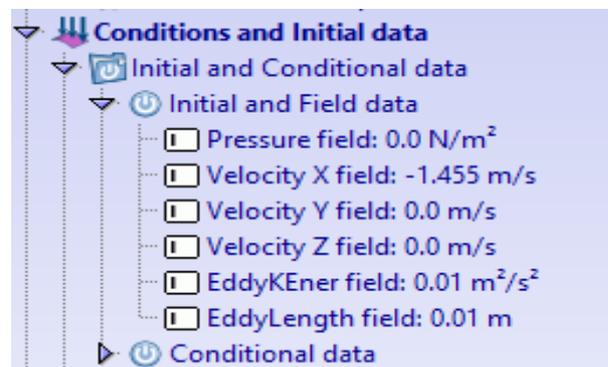


Gambar 11. Tahap Materials and Properties

B. Conditional And Initial Data

Pada tahap ini kita harus mengatur domain daerah boundary layer. Tahap-tahapnya antara lain :

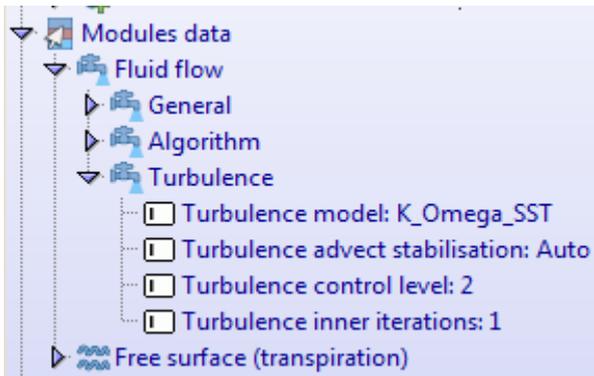
- Boundary layer didefinisikan atas 5 komponen yaitu daerah Inlet yaitu daerah air masuk, outlet yaitu daerah air keluar, wall yaitu daerah sisi kanan dan kiri, bottom yaitu daerah bawah, freesurface daerah bagian atas yang bersinggungan dengan fluida lain (udara).
- Pengaturan freesurface diatur berada pada daerah permukaan air. Kemudian atur time integration dengan Adam Basforth 2 dan atur panjang kapal.
- Pengaturan wall, inlet dan bottom surface pada menu fluid flow dan sub menu velocity field.
- Pengaturan outlet pada submenu pada menu fluid flow dan sub menu pressure field.
- Pengaturan badan kapal pada menu fluid flow dan sub menu wall/bodies.
- Pengaturan kecepatan kapal pada menu initial and condition data dan submenu initial and field data. Input besarnya kecepatan pada sumbu x.



Gambar 12. Pengaturan Kecepatan Kapal

C. Modules Data

Pada tahap ini kita akan mengatur jenis aliran fluida dengan mengatur pada menu fluid flow dan submenu turbulence, atur model turbulence K_Omega_SST.



Gambar 13. Pengaturan Jenis Aliran Fluida

D. Meshing Data

Setelah pengaturan *boundary layer* dan fluida selesai kemudian dilanjutkan dengan meshing komponen. Tahapnya yaitu, pilih menu mesh pada menu bar, pilih unstructured pilih surface seluruh komponen layer. Kemudian akan muncul ukuran mesh yang ingin kita gunakan. Ukuran yang digunakan berdasarkan table 4.3 berikut :

Tabel 4. Ukuran Meshing Tiap Boundary

No.	Daerah Boundary	Ukuran Meshing
1	Kapal	0,03276
2	Freesurface	0,1638
3	Wall, Inlet, outlet, Bottom	0,3276

4.2.2 Solver Manager

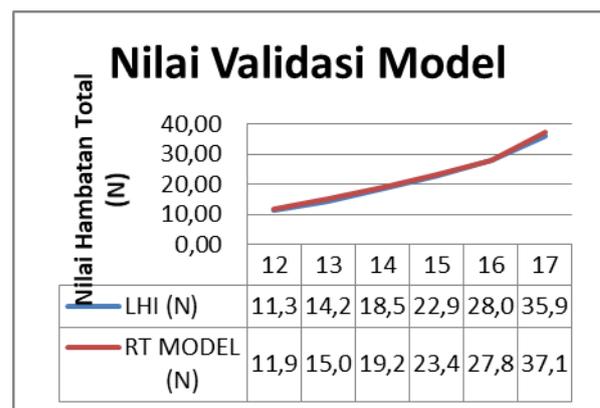
Tahap Solver Manager ini dapat dilakukan setelah tahap *Pre Processor* selesai dilakukan. Dalam tahap ini proses perhitungan (running dilakukan berupa iterasi dari persamaan dasar dinamika fluida pada CFD. Setupnya pada menu *Fluids Dynamic Data > analysis* kemudian diisi iterasi sebanyak 1000 untuk semua F_n dan *initial stepsnya* 50. Kemudian untuk hasilnya *Fluids Dynamic Data > result* atur *output step* ke 50 dan *result file* pada *Binary 1*.

4.2.3 Post Processor

Setelah proses *running* atau simulasi selesai maka hasilnya dapat kita lihat di *window traditional post* pada menu *post proses*. Pada tugas akhir ini hasil yang diinginkan berupa nilai hambatan kapal (*force*), model dan visualisasi aliran berupa 2 dimensi ataupun 3 dimensi. Selain itu pada *window* ini dapat menampilkan data *table* maupun *analysis frame* untuk melihat pergerakan fluida.

4.3 Validasi Hambatan Kapal Original (Tanpa anti-slaming bulbousbow)

Analisa hambatan menggunakan skala perbandingan antara model dan *prototype* yaitu 1:18 Perhitungan hambatan kapal perintis 750 DWT menggunakan ITTC. Hambatan dihitung pada saat kecepatan dengan Froude (F_n) = 0,2568; 0,2782; 0,2996; 0,3210; 0,3424; 0,3638. Sehingga didapat variasi kecepatannya yaitu 1,455 m/s, 1,576 m/s, 1,698 m/s, 1,819 m/s 1,94 m/s, 2,061 m/s. Kemudian perhitungan Hambatan menggunakan persamaan LHI (Lembaga Hidrodinamika Indonesia) sebelumnya dibandingkan dengan hasil *running* dari *Tdyn*. Hasilnya sebagai berikut [9].



Gambar 14. Grafik Nilai Validasi Model

4.4 Analisa Hambatan Kapal dengan Variasi sudut masuk

Setiap model kapal memiliki variasi sudut masuk air yang berbeda, hal ini untuk menentukan seberapa besar pengaruh sudut masuk setelah dilakukan penambahan *bulbousbow*. Variasi sudut masuk yang digunakan sebesar sebesar (16,720°), (19,720°), (22,720°), (25,720°), (28,720°).

Berikut adalah hasil dari analisa pengaruh sudut masuk terhadap hambatan dengan penambahan *bulbousbow* tipe delta :

Tabel 5. Perbandingan Model Kapal pada sudut 22,72° Anti Slamming 1

V (Knot)	Hambatan Kapal	Hambatan Model	selisih hambatan total (%)
12	11,91	16,81	29,15
13	15,04	20,22	25,62
14	19,24	23,57	18,37
15	23,46	26,84	12,61
16	27,83	29,49	5,62
17	37,10	36,00	-3,06

Tabel 6. Perbandingan Model Kapal pada sudut 22,72° Anti Slamming 2

V (Knot)	Hambatan Kapal	Hambatan Model	selisih hambatan total (%)
12	11,91	16,09	26,00
13	15,04	17,69	15,01
14	19,24	20,98	8,29
15	23,46	25,13	6,65
16	27,83	28,86	3,56
17	37,10	36,86	-0,64

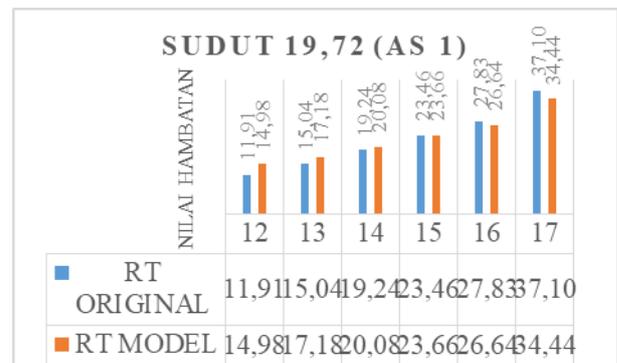
Tabel 7. Perbandingan Model Kapal pada sudut 22,72° Anti Slamming 3

V (Knot)	Hambatan Kapal	Hambatan Model	selisih hambatan total (%)
12	11,91	17,38	31,50
13	15,04	17,87	15,82
14	19,24	20,87	7,82
15	23,46	25,13	6,65
16	27,83	28,90	3,70
17	37,10	36,94	-0,41

Dari grafik diatas diketahui bahwa nilai hambatan tiap variasi sudut dan variasi tinggi *bulbousbow* didapat nilai hambatan terkecil yaitu pada sudut 19,72° dengan tinggi anti-*slaming* 0,58 dan $F_n = 0,3638$. Pada kondisi sudut 19,72° dapat mengurangi hambatan sebesar 7,73%. kecepatan kapal sangat berpengaruh terhadap nilai hambatan dimana semakin cepat kapal maka dapat mengurangi nilai hambatan kapal.

Tabel 8. Nilai hambatan Model Kapal pada sudut 19,72° anti-*slaming* 0,58

V (Knot)	Hambatan Kapal	Hambatan Model	selisih hambatan total (%)
12	11,91	14,98	20,51
13	15,04	17,18	12,49
14	19,24	20,08	4,17
15	23,46	23,66	0,85
16	27,83	26,64	-4,47
17	37,10	34,44	-7,73



Gambar 15. Grafik hambatan pada sudut 19,72° anti-*slaming* 0,58

Dari grafik diatas diketahui bahwa nilai hambatan tiap variasi sudut dan variasi tinggi *bulbousbow* didapat nilai hambatan terkecil yaitu pada sudut 19,72° dengan tinggi anti-*slaming* 0,58 dan $F_n = 0,3638$. Pada kondisi sudut 19,72° dapat mengurangi hambatan sebesar 7,73%. kecepatan kapal sangat berpengaruh terhadap nilai hambatan dimana semakin cepat kapal maka dapat mengurangi nilai hambatan kapal.

5. PENUTUP

5.1. Kesimpulan

Untuk Berdasarkan percobaan dan simulasi yang telah dilakukan maka dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Pada penelitian ini diketahui bahwa didapatkan nilai hambatan dari model Sudut 22,720° sebesar 37,1 N kecepatan 17 Knot sebagai patokan hambatan dan dengan dilakukan penambahan *Anti-slaming Bulbous bow* pada model 0,58 dengan perubahan sudut 19,720° kecepatan 17 Knot sebesar 34,44 N dengan pengurangan hambatan sebesar 7,73 % selisih tersebut dapat mempengaruhi nilai optimum kapal.
2. Sudut masuk mempengaruhi nilai hambatan, dimana nilai hambatan terbaik dari model kapal pada sudut 16,720°; 19.720°; 22.720°; 25.720° dan 28,720° adalah model kapal pada sudut 19,720° dengan *Anti-slaming Bulbous bow* pada model 0,58.

5.2. Saran

1. Akan lebih baik jika penelitian ini dilanjutkan dengan pemasangan anti-*slaming bulbousbow* pada kapal yang memiliki kecepatan tinggi.
2. Melakukan analisa hambatan dengan memvariasikan jenis *bulbous bow ellips* dan *nabla*.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Jumlah, V., Outlet, L., & Converter, M. (2017). Jurnal teknik perkapalan, 5(1), 163–172.
- [2] Iqbal, M., Rindo, G., Perkapalan, J. T., Teknik, F., & Diponegoro, U. (2016). Pengaruh Anti-Slamming Bulbous Bow Terhadap Gerakan Slamming Pada Kapal Perintis 200 DWT, 45–54.
- [3] Perkapalan, G. T. (2011). Studi pengaruh sudut penyimpangan haluan kapal layar motor tradisional melalui uji model, 5, 978–979.
- [4] Azmi, F. F., Chrismianto, D., & Manik, P. (2016). ANALISA PENGARUH PEMASANGAN ANTI-SLAMMING BULBOUS BOW TERHADAP HAMBATAN TOTAL DAN OLAH GERAK KAPAL ANCHOR HANDLING TUG SUPPLY (AHTS) MENGGUNAKAN CFD, 4(2), 362–371.
- [5] Adi, P., & Amiadji. (2013). Analisa Penerapan Bulbous Bow pada Kapal Katamaran untuk Meningkatkan Efisiensi Pemakaian Bahan Bakar. *Pomits*, 3(1), F-13-F-18.
- [6] Ventura, M. (n.d.). Bulbous Bow Design and Construction, 1–27.
- [7] KRACHT.pdf. (n.d.).
- [8] Yosafat NP_Volume 5_Nomor 3_21090113140107. (n.d.).
- [9] Bollard, P., & Test, P. (2011). ITTC – Recommended Procedures and Guidelines ITTC – Recommended Procedures and Guidelines.