



ISSN 2338-0322

JURNAL TEKNIK PERKAPALAN

Jurnal Hasil Karya Ilmiah Lulusan S1 Teknik Perkapalan Universitas Diponegoro

Analisa Hambatan Dan Olah Gerak *PVC (Polyvinyl Chloride) Fishing Vessel* Dengan Metode Pendekatan *Computational Fluid Dynamic (CFD)*

Haryo Baskoro¹, Parlindungan Manik¹, Muhammad Iqbal¹,

¹Departemen Teknik Perkapalan, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro,

Email: haryo2410@gmail.com, iqbal.muhammad.1412@gmail.com

Abstrak

Terdapat banyak sekali jenis kapal ikan tradisional yang ada di Republik Indonesia, salah satunya yaitu kapal ikan di daerah Kabupaten Pekalongan Provinsi Jawa Tengah. Memiliki ciri khas dengan menggunakan pipa PVC sebagai lambung kapal. Dengan karakteristik yang seperti ini tentu saja akan menghasilkan hambatan dan olah gerak yang berbeda dengan kapal pada umumnya. Sehingga penulis ingin mengetahui performa kapal ikan yang terdiri dari hambatan, dan olah gerak dengan melakukan variasi *draft*. Adapun tahapan yang dilalui untuk mencapai tujuan tersebut menggunakan beberapa *software* perkapalan yang terintegrasi. Pada awalnya adalah pembuatan model menggunakan *Rhinoceros*. Kemudian dilakukan analisa hambatan menggunakan aplikasi Tdyn, dan analisa olah gerak menggunakan *Hydrodynamic Diffraction(ANSYS)*. Hasil penelitian ini menunjukkan nilai hambatan pada tiap-tiap model dari model 1 hingga 5(7,48 kN; 8,926 kN; 10,502 kN; 12,164 kN; 13,016kN), dan nilai olah gerak pada tiap-tiap model menunjukan bahwa dari nilai roll dan Pitch tidak memenuhi kriteria yang ada, namun untuk nilai heaving acceleration untuk semua model memenuhi kriteria yang ada.

Kata Kunci : Hambatan, Olah Gerak.

1. PENDAHULUAN

Kapal merupakan salah satu alat transportasi yang memiliki peran penting dalam perdagangan, ekspor-impor dan bagi para nelayan yang mencari ikan dilaut. Kapal memiliki peran penting terutama diIndonesia mengingat 2/3 wilayah nya terdiri atas lautan, sehingga banyak penduduk Indonesia yang bermata pencaharian sebagai nelayan. Salah satunya adalah kapal ikan tradisional. Kapal ikan tradisional merupakan kapal yang terbuat dari kayu yang mana sudah sejak dulu dimanfaatkan oleh para nelayan disepanjang pantai sebagai sarana utama dalam penangkapan ikan di laut, kapal-kapal tradisional sangatlah beragam macamnya, hal ini dapat dilihat hampir disetiap wilayah pesisir pantai Indonesia memiliki bentuk desain kapal yang berbeda sesuai dengan adat maupun budaya daerah masing-masing. Pada tahun 2016 mulai

ada galangan yang memproduksi kapal ikan yang terbuat dari pipa PVC dengan menggunakan konsep dasar dari pembuatan rakit yakni dengan mengganti bamboo dengan menggunakan pipa PVC sebagai lambung kapal. Dengan inovasi baru ini tentu akan menghasilkan karakteristik pada lambung kapal yang berbeda pada kapal pada umumnya, ini dikarenakan menggunakan pipa PVC sebagai lambung kapal.

Penelitian ini secara khusus terfokus untuk menganalisa hambatan dan olah gerak kapal yang bertujuan untuk mengetahui tingkat tahanan dan olah gerak kapal dengan karakteristik lambung yang dimiliki oleh kapal ikan PVC ini.

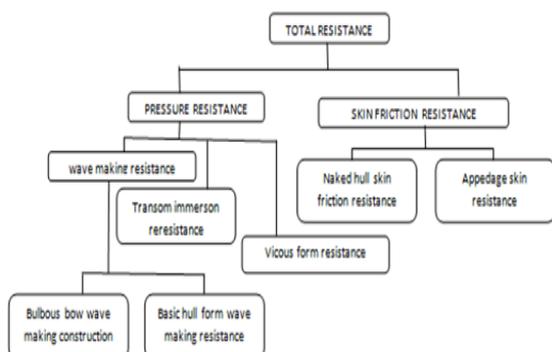
Adapun batasan pada penelitian ini yaitu data kapal yang digunakan sama seperti data yang diperoleh dari galangan, tidak melakukan pengujian *towing tank*, analisa performa kapal menggunakan *software* perkapalan yang berbasis

CFD, Perhitungan hambatan total akibat dari fluida air dan tidak ada perhitungan pengaruh hambatan udara dan angin.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Hambatan Kapal

Kapal yang bergerak di media air dengan kecepatan tertentu, akan mengalami gaya hambat (tahanan atau *resistance*) yang berlawanan dengan arah gerak kapal tersebut. 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*) [4].



Gambar 1. Diagram komponen hambatan kapal

Standar internasional dari ITTC mengklasifikasikan hambatan kapal di air tenang (*calm water*), secara praktis dalam dua komponen hambatan utama yaitu hambatan viskos (*viscous resistance*) yang terkait dengan bilangan Reynolds dan hambatan gelombang (*wave making resistance*) yang bergantung pada Froude [4], dimana korelasi kedua komponen tersebut diperlihatkan dalam persamaan berikut:

$$R_{T(R_e, F_r)} = R_{V(R_e)} + R_{W(F_r)} = (1 + k)_{(F_r)} R_{F(R_e)} + R_{W(F_r)} \quad (1)$$

Hambatan gelombang (R_w) mengandung komponen fluida ideal (*inviscid*) dan hambatan viskos atau kekentalan (R_v) meliputi hambatan akibat tegangan geser (*Friction drag*) dan komponen tekanan kekentalan (*viscous pressure*) [4]. Total hambatan kapal dapat dinyatakan dengan persamaan:

$$RT = \frac{1}{2} \rho C_T (WSA) V^2 \quad (2)$$

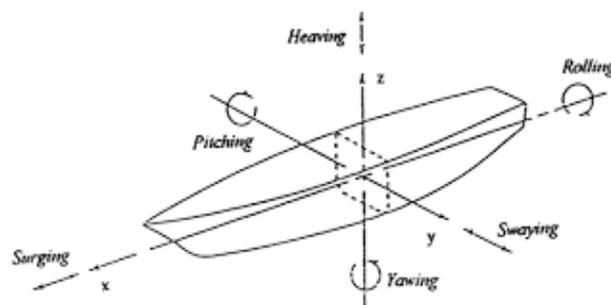
dimana:

- ρ = massa jenis air laut (ton/m^3)
- C_T = koefisien hambatan total
- WSA = luas permukaan basah kapal (m^2)
- V = kecepatan kapal (m/s)

2.2. Olah Gerak Kapal

Pada dasarnya kapal yang berada di atas permukaan laut akan selalu memperoleh gaya eksternal yang menyebabkan kapal bergerak (*ship moving*). Gerakan kapal ini disebabkan adanya faktor dari luar terutama oleh gelombang. Dalam memperoleh perlakuan dari gelombang kapal mengalami 2 jenis gerakan yaitu [3]:

1. Gerakan rotasi, gerak ini merupakan gerak putaran meliputi:
 - *Rolling*
Gerakan bersudut sesuai dengan sumbu X berupa olengan ke arah *starboard-portside*.
 - *Pitching*
Gerakan bersudut sesuai dengan sumbu Y berupa anggukan *by the bow-by the stern*.
 - *Yawing*
Gerakan bersudut sesuai dengan sumbu Z berupa putaran.
2. Gerakan *linear*, gerak ini merupakan gerak lurus beraturan sesuai dengan sumbunya meliputi:
 - *Surging*
Gerakan linear terhadap sumbu X.
 - *Swaying*
Gerakan linear terhadap sumbu Y.
 - *Heaving*
Gerakan linear terhadap sumbu Z.



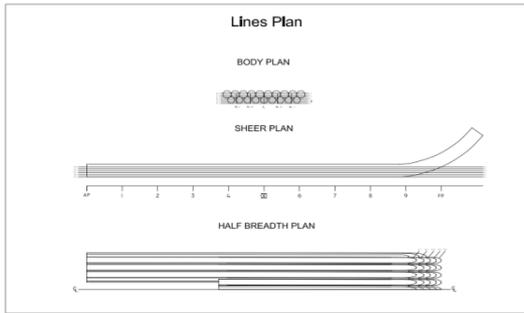
Gambar 2. Macam Gerak Kapal Sesuai Sumbunya

3. METODOLOGI PENELITIAN

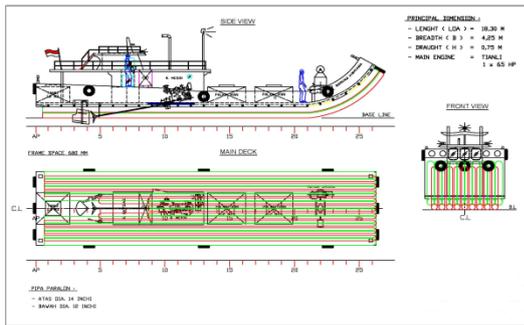
3.1. Data Penelitian

Dalam penelitian ini, penulis memiliki data primer berupa ukuran utama kapal :

LOA (<i>Length over all</i>)	: 18 m
B	: 4,20 m
H	: 0,75 m
Speed (v)	: 10 knot



Gambar 3. Lines Plan



Gambar 4. General Arrangement

Untuk data sekunder diperoleh dari literatur (jurnal, buku, dan data yang didapat pada penelitian sebelumnya).

3.2. Parameter Penelitian

Penelitian ini difokuskan pada variasi *Draft* menggunakan beberapa parameter. Penelitian ini disimulasikan untuk mengetahui performa kapal. Parameter yang digunakan adalah sebagai berikut:

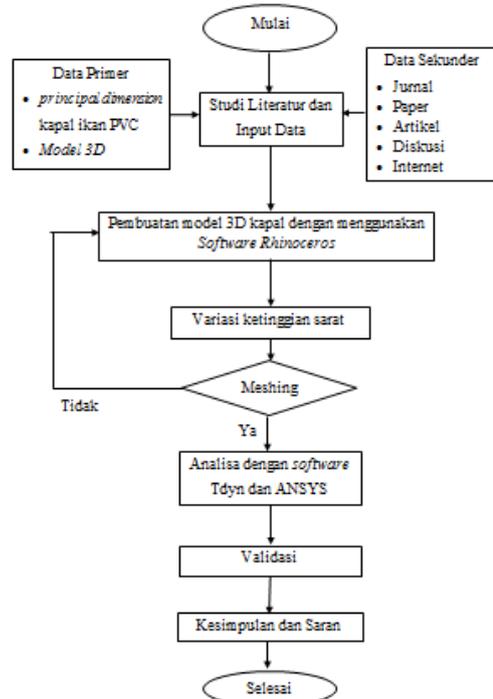
➤ Parameter tetap

Penulis menggunakan data primer ukuran utama kapal untuk dijadikan sebagai parameter tetap dalam penelitian ini.

➤ Parameter peubah
Variasi Draft

3.3. Diagram Alir Penelitian

Metode yang digunakan pada penelitian ini terangkum secara sistematis dalam diagram alir di bawah ini:

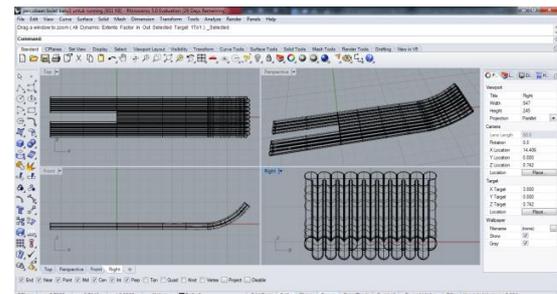


Gambar 5. Diagram alir penelitian

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Pembuatan model

Pemodelan lambung awal berdasarkan data kapal yang diperoleh. Permodelan kapal untuk analisa hambatan dan olah gerak menggunakan software Rhinoceros



Gambar 6. Pemodelan Kapal dengan Rhinoceros

Kemudian bentuk lambung awal divariasikan dengan memodifikasi ketinggian sarat. Macam - macam Model variasi *draft*, yaitu sebagai berikut:

1. Model 1 : 0,30 m
2. Model 2 : 0,35 m
3. Model 3 : 0,40 m
4. Model 4 : 0,45 m
5. Model 5 : 0,50 m

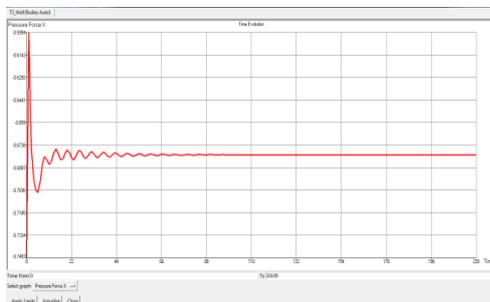
Hasil pemodelan Software Rhinoceros untuk analisa hambatan terlebih dahulu di skala 1 : 18

4.2. Analisa Hambatan

Hasil pemodelan dari *Rhinoceros* diekspor dalam bentuk file .iges terlebih dahulu kemudian dibuka pada software Tdyn. Analisa CFD yang akan dilakukan pada penelitian ini adalah nilai hambatan kapal ikan pada *draft* yang sudah divariasikan. Kemudian lakukan tahap mesh, pada tahap ini kita memasukan ukuran meshing. Semakin banyak jumlah element meshing maka hasil mesh yang dihasilkan akan semakin detail dan lebih akurat [6]. Selanjutnya kita mengatur setiap kriteria yang kita gunakan dengan mengatur *Set-up*, Berikut *Domain Physics* yang digunakan.

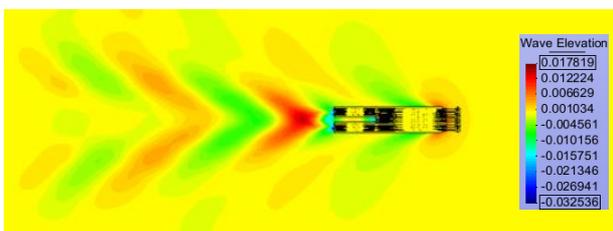
Tabel.1 Domain Default

Domain - Default Domain	
Type	Fluid
Materials	
Water	
density	1000 kg/m ³
viscosity	0,001 kg/m.s
Settings	
model turbulence	K_Omega_SST
Number of step	4400
time increment	0,05 sec
initial step	50
output step	50
result file	Binary 1



Grafik 1. *Convergence running* Model 2

Grafik 1 merupakan grafik yang menunjukkan bahwa hasil analisa telah selesai dan menyentuh nilai *convergence*, artinya hasil analisa telah memenuhi koreksi dan dapat dipertanggungjawabkan. Adapun hasil analisa juga berupa simulasi tinggi gelombang seperti pada gambar 7.



Gambar 7. Tinggi Gelombang Kapal Model 5

Dari gambar diatas dapat dilihat bahwa, tinggi gelombang maksimum yang dihasilkan pada model 5 dengan kecepatan 10 knot adalah 0,017819 m.

Berikut adalah data hasil analisa hambatan pada kapal dengan variasi *draft*:

Tabel 2. Perbandingan nilai *Rt* tiap model

Variasi Draft	WSA (m ²)	Hambatan Total (kN)	EHP (hp)
Model 1	100,81	7,48	52,31
Model 2	105,17	8,93	62,43
Model 3	108,80	10,50	73,45
Model 4	112,18	12,16	85,07
Model 5	115,49	13,02	91,03

Tabel 2 menunjukkan bahwa hasil nilai hambatan total meningkat dari model 1 hingga 5.

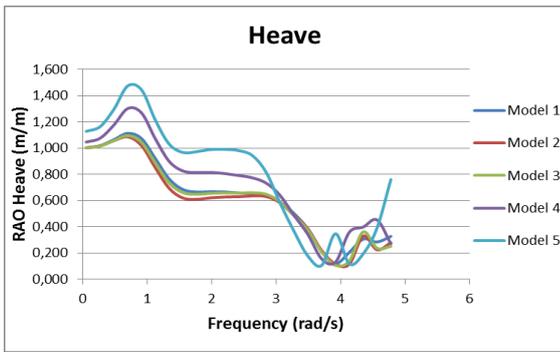
4.3. Analisa Olah Gerak

Olah gerak kapal dianalisa menggunakan *Hydrodynamic Diffraction*, hasil pemodelan dari *Rhinoceros* diekspor dalam bentuk file .iges. Analisa *Hydrodynamic Diffraction* yang akan dilakukan pada penelitian ini adalah olah gerak kapal ikan yang sudah divariasikan meliputi *heaving*, *pitching*, dan *rolling*. Dengan 4 macam arah masuk gelombang yaitu 180°, 150°, 120°, dan 90°. Selanjutnya kita mengatur setiap kriteria yang kita gunakan dengan mengatur *Set-up*, Berikut *Domain Physics* yang digunakan.

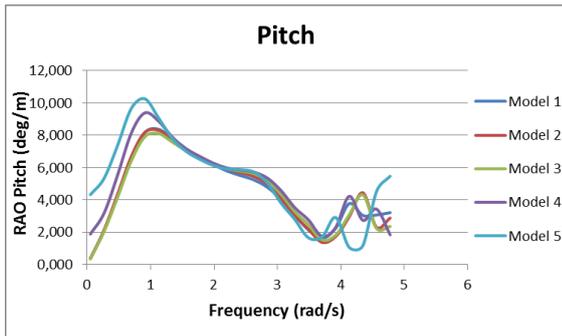
Tabel.3 Domain Default

Domain - Default Domain	
Type	Fluid
Materials	
Water	
density	1025 kg/m ³
Settings	
gravity	9,80665 m/s ²
Forward speed	5,144 m/s
Wave direction	90 ⁰
Definition type	Range
Lowest frequency	0,05 rad/s
Highest frequency	4,777 rad/s
Interval type	Frequency
Interval Frequency	0,215
Number of intermediate value	21

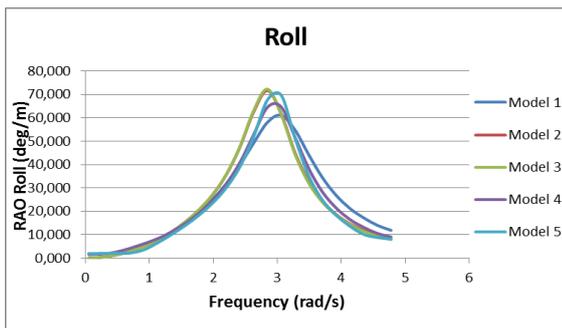
Dari hasil analisa menggunakan *Hydrodynamic Diffraction* berikut merupakan salah satu hasil analisa olah gerak dengan grafik RAO pada gelombang 90°:



Grafik 2. RAO *Heave* pada Gelombang 90°



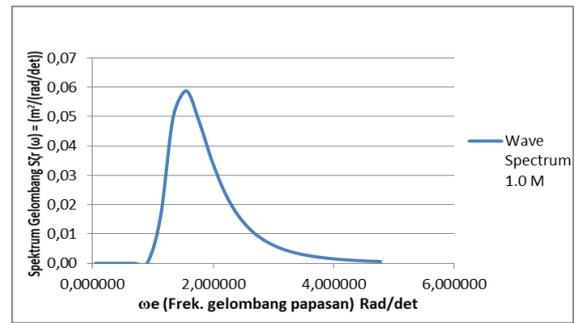
Grafik 3. RAO *Pitch* pada Gelombang 90°



Grafik 4. RAO *Roll* pada Gelombang 90°

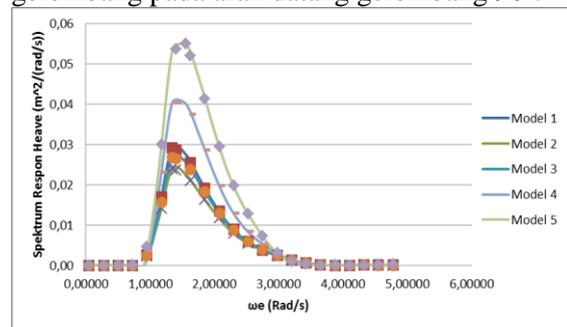
Dari grafik RAO diatas menunjukan bahwa untuk arah masuk gelombang 90°, gerakan *rolling* pada model kapal memiliki nilai puncak gelombang yang sangat tinggi.

Pada kenyataannya, gelombang di laut adalah gelombang acak sehingga respon kapal terhadap gelombang reguler yang dinyatakan dalam RAO tidak dapat menggambarkan respon kapal pada keadaan sesungguhnya di laut. Untuk mendapatkan respon gerakan kapal terhadap gelombang acak dapat digambarkan dengan spektrum respon. Spektrum respon didapatkan dengan mengalikan spektrum gelombang [2]. Untuk perairan laut jawa, data yang digunakan dalam penelitian ini yaitu tinggi gelombang signifikan (H_s) 1 m dengan spektrum ITTC.

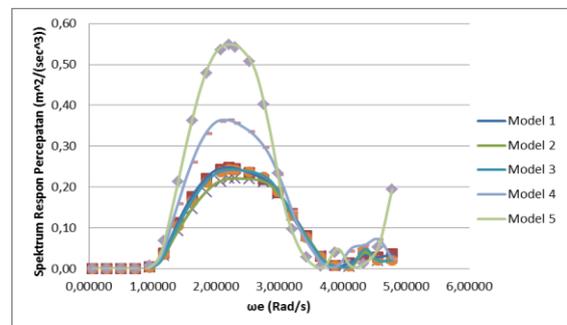


Grafik 5. Spektrum Gelombang pada Gelombang 1 meter dengan Spektrum ITTC

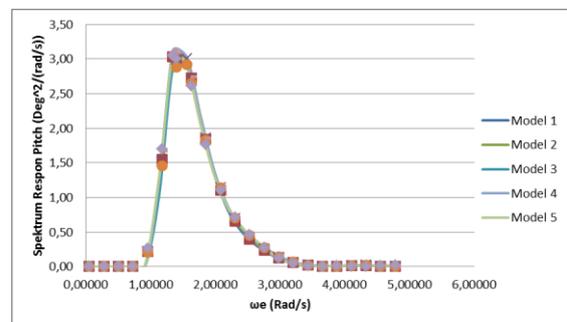
Dan dari data tinggi gelombang yang didapatkan lalu dicari nilai periode rata-rata (T_{av}) pada tabel *sea state* yaitu 3,2109 [1]. Berikut merupakan salah satu hasil perhitungan spektrum gelombang pada arah datang gelombang 90°:



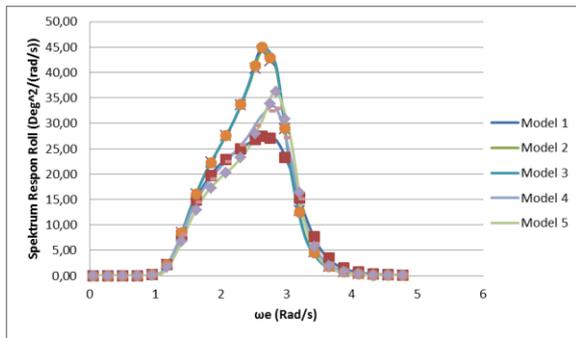
Grafik 6. Perbandingan Spektrum Respon *Heave* pada Gelombang 90°



Grafik 7. Perbandingan Spektrum Respon *Heave Acceleration* pada Gelombang 90°



Grafik 8. Perbandingan Spektrum Respon *Pitch* pada Gelombang 90°



Grafik 9. Perbandingan Spektrum Respon Roll pada Gelombang 90°

Luasan di bawah kurva spektrum respon di atas disebut dengan m_0 . Dari nilai m_0 kita akan mendapatkan nilai RMS.

Tabel 4. Nilai RMS tiap Model pada Gelombang 180°

Criterion	Standart	Model 1	Model 2	Model 3	Model 4	Model 5
Heave						
Acceleration	< 0,2 g	0,10g	0,11g	0,11g	0,12g	0,14g
Roll	< 6°	0,21°	0,36°	0,51°	4,30°	3,74°
Pitch	< 3°	12,70°	13,52°	13,63°	13,92°	14,41°

Tabel 4 menunjukkan bahwa nilai RMS of roll tetap terjadi walaupun arah datang gelombang tepat dari arah depan atau sejajar dengan arah gerakan model kapal. Namun untuk nilainya masih memenuhi standart. Berbeda dengan nilai RMS of Pitch yang menunjukkan bahwa nilai melebihi dari standart

Tabel 5. Nilai RMS tiap Model pada Gelombang 150°

Criterion	Standart	Model 1	Model 2	Model 3	Model 4	Model 5
Heave						
Acceleration	< 0,2 g	0,10g	0,11g	0,11g	0,12g	0,14g
Roll	< 6°	9,34°	11,34°	11,12°	10,08°	10,41°
Pitch	< 3°	12,87°	13,21°	13,38°	13,48°	14,19°

Tabel 5 menunjukkan bahwa nilai dari RMS of roll dan RMS of pitch untuk setiap model yang divariasikan tidak memenuhi standart. Namun untuk nilai RMS heave acceleration dapat dilihat mempunyai nilai yang sama dengan nilai RMS pada gelombang 180° yang tentunya memenuhi standart.

Tabel 6. Nilai RMS tiap Model pada Gelombang 120°

Criterion	Standart	Model 1	Model 2	Model 3	Model 4	Model 5
Heave						
Acceleration	< 0,2 g	0,09g	0,10g	0,10g	0,12g	0,14g
Roll	< 6°	22,01°	26,51°	26,28°	23,68°	23,99°
Pitch	< 3°	11,97°	12,18°	12,22°	12,31°	12,27°

Tabel 6 menunjukkan bahwa nilai dari RMS of roll dan RMS of pitch untuk setiap model yang divariasikan tidak memenuhi standart. Namun untuk nilai RMS heave acceleration untuk model 1-3 memiliki nilai yang jauh lebih kecil dibanding dengan nilai RMS pada gelombang 180° dan 120°.

Tabel 7. Nilai RMS tiap Model pada Gelombang 90°

Criterion	Standart	Model 1	Model 2	Model 3	Model 4	Model 5
Heave						
Acceleration	< 0,2 g	0,07g	0,07g	0,07g	0,09g	0,10g
Roll	< 6°	41,72°	47,01°	47,17°	42,98°	42,62°
Pitch	< 3°	10,73°	10,74°	10,64°	10,95°	10,79°

Tabel 7 menunjukkan bahwa nilai dari RMS of pitch tetap ada walaupun arah datang gelombang tepat dari arah sisi kapal. Namun untuk nilai RMS heave acceleration pada gelombang 90° memiliki nilai paling kecil untuk setiap model dibanding dengan nilai RMS pada gelombang yang lainnya.

5. KESIMPULAN

5.1. Kesimpulan

Dengan bentuk geometri lunas bilga yang disarankan penelitian sebelumnya, penelitian ini memodifikasi bentuk geometri lunas bilga dengan tujuan untuk mendapatkan performa yang lebih baik. Meskipun perbedaan yang dihasilkan kurang signifikan, didapatkan kesimpulan bahwa:

- Hasil analisa hambatan kapal dari Model 1 s/d Model 5 didapatkan nilai yang berbeda-beda dengan luas permukaan basah (WSA) yang berbeda juga. Hasil analisa hambatan yang dilakukan dengan simulasi software menghasilkan nilai hambatan pada tiap model 1 – 5 yaitu 7,48 kN; 8,926 kN; 10,502 kN; 12,164 kN; 13,016kN
- Hasil analisa olah gerak yang diperoleh sebagai berikut :
 - Hasil analisa gerakan heaving acceleration menunjukkan bahwa kapal memiliki gerakan yang baik yang dilakukan pada model kapal saat dilakukan proses simulasi software sesuai kriteria yang berlaku yaitu sebesar 0,2g.
 - Hasil analisa gerakan rolling motion menunjukkan bahwa kapal memiliki gerakan yang kurang baik pada semua kondisi yang dilakukan pada model kapal saat dilakukan proses simulasi software, yaitu gerakan rolling melebihi dari 6°.

- c) Hasil analisa gerakan *pitching motion* menunjukkan bahwa kapal memiliki gerakan yang kurang baik pada semua kondisi yang dilakukan pada model kapal saat dilakukan proses simulasi *software* yaitu gerakan *pitching* melebihi dari 3°.

5.2. Saran

Untuk mendapatkan hasil yang lebih baik pada penelitian selanjutnya, maka perlu dilakukan suatu penelitian lebih lanjut dalam hal bentuk lambung kapal dan menambah ketinggian draft guna meningkatkan performa kapal yang lebih baik lagi.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Bhattacharya, R. 1978. *Dynamics of Marine Vehicles*. New York: John Wiley & Sons.
- [2] Iqbal, M., & Rindo, G. 2015. Optimasi bentuk demihull kapal katamaran untuk meningkatkan kualitas. *Kapal*, vol. 12, no. 1, pp. 19 - 24
- [3] Manik, P. Analisa Gerakan *Seakeeping* Kapal Pada Gelombang Reguler, Teknik Perkapalan Universitas Diponegoro.
- [4] Molland, F.A. 2008. *The Maritime Engineering Reference Book*.
- [5] M. Tello, S. Ribeiro E Silva, and C. Guedes Soares, "Seakeeping performance of fishing vessels in irregular waves," *Ocean Eng.*, vol. 38, no. 5–6, pp. 763–773, 2011.
- [6] Seo, H.J. 2010. *Flexible CFD Meshing Strategy for Prediction of Ship Resistance and Propulsion Performance*