



ISSN 2338-0322

JURNAL TEKNIK PERKAPALAN

Jurnal Hasil Karya Ilmiah Lulusan S1 Teknik Perkapalan Universitas Diponegoro

Analisa Performa Kapal Ikan Tradisional Pati KMN.Rukun Arta Santosa 7 karena Perpindahan Wilayah Operasional dan Penggantian Alat Tangkap

Elvira Dwi Gustiarini¹⁾, Berlian Arswendo A¹⁾, Eko Sasmito Hadi¹⁾

¹⁾Program Studi S1 Teknik Perkapalan, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro

Email: elvieradwi@gmail.com

Abstrak

Potensi lestari sumber daya ikan laut Indonesia sebesar 6,5 juta ton pertahun tersebar di perairan wilayah Indonesia dan perairan Zona Ekonomi Eksklusif Indonesia (ZEEI) yang terbagi dalam sembilan wilayah perairan Indonesia. Namun, potensi ikan yang besar di Indonesia masih kurang didukung dengan jumlah kapal ikan dengan kapasitas besar yang mampu adaptif untuk berlayar lebih jauh guna memanfaatkan potensi ikan yang tersebar luas di wilayah luar perairan Indonesia. Kondisi tersebut menimbulkan problematika yang cukup pelik yaitu *overfishing* dan *overcapacity*, problematika *overfishing* dan *overcapacity* merupakan masalah yang perlu diatasi guna memanfaatkan potensi lestari sumber daya ikan di laut dengan cara memindahkan wilayah operasional kapal atau juga membuat kapal yang mampu adaptif dalam berlayar di beberapa pelayaran. Untuk keperluan tersebut, perlu dilakukan analisa performa kapal karena adanya perpindahan wilayah operasional, karena dengan perbedaan tinggi gelombang dari Laut Natuna ke Samudra Hindia akan menghasilkan olah gerak yang berbeda, maka sebelumnya perlu dilakukan analisa apakah kapal tersebut mampu untuk berpindah wilayah operasional. Dengan sumber perikanan tangkap yang berbeda pula, kapal perlu mempertimbangkan alat tangkap yang digunakan dan berkaitan dengan faktor stabilitas kapal, maka analisa penggantian alat tangkap perlu dilakukan. Olah gerak dan stabilitas kapal akan dianalisa menggunakan *Maxsurf* dan hambatan akan dianalisa dengan *Tdyn* dengan F_n : 0,26. Hasil dari penelitian ini adalah kapal ikan Pati yang berukuran 90 GT yang biasa berlayar di Laut Natuna masih mampu berlayar di Samudra Hindia dengan catatan pada saat kapal mencapai kecepatan penuh yaitu 8 knot, kapal akan mengalami *rolling* sebesar 7,7 derajat. Dan juga meskipun stabilitas kapal dianalisa dengan beberapa alat tangkap seperti *Purse Seine*, *Longline*, *Stern Trawl*, dan *Double Rig Trawl* kapal masih dalam keadaan baik, ditunjukkan dengan nilai GZ masing-masing kapal yang sesuai dengan kriteria yang ditetapkan IMO. Untuk pengantiannya hanya mempertimbangkan faktor ekonomis dan menyesuaikan sumber ikan yang ditangkap.

Kata Kunci: *Purse Seine*, *long line*, *stern trawl*, *double rig trawl*, hambatan, stabilitas, olah gerak.

1. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Potensi ikan yang tersebar di laut Indonesia masih kurang didukung dengan jumlah kapal ikan dengan kapasitas besar yang mampu adaptif untuk berlayar lebih jauh guna memanfaatkan potensi ikan yang tersebar di wilayah selain di laut Indonesia, hal ini menimbulkan masalah

overcapacity dan *overfishing* yang perlu diatasi.^[2]

Salah satu upaya dalam mengatasi masalah tersebut adalah dengan memindahkan wilayah operasional kapal, atau membuat kapal yang mampu adaptif dalam berlayar di beberapa pelayaran dan juga dalam wilayah ZEE.

Kapal ikan tradisional Pati, KMN. Rukun Arta Santosa 7 akan dicoba untuk berlayar di wilayah ZEE, yang bukan merupakan wilayah asli kapal tersebut berlayar. Untuk itu perlu dilakukan analisa terhadap stabilitas, hambatan, dan olah geraknya. Selain faktor perpindahan wilayah, dengan adanya perbedaan jenis ikan yang ditangkap, analisa dalam penggantian alat tangkap pun perlu dilakukan.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menganalisa apakah kapal dengan ukuran 90 GT yang sebelumnya sudah berlayar di laut Natuna masih mampu jika dioperasikan di Samudra Hindia, dan mencari alat tangkap apa yang cocok untuk operasional kapal di Samudra Hindia.

1.2. Perumusan Masalah

Dengan memperhatikan pokok permasalahan yang terdapat pada latar belakang di atas, maka permasalahan yang akan diteliti adalah :

1. Apakah kapal ikan KMN.Rukun Arta Santosa 7 90 GT Pati masih mampu berlayar di samudera hindia dengan alat tangkap yang baru?
2. Membandingkan hambatan kapal ikan kapal ikan KMN.Rukun Arta Santosa 7 jika dioperasikan di Samudera Hindia dengan alat tangkap yang baru?
3. Membandingkan stabilitas kapal ikan KMN.Rukun Arta Santosa 7 jika dioperasikan di Samudera dengan alat tangkap yang baru ?
4. Membandingkan stabilitas kapal ikan KMN.Rukun Arta Santosa 7 jika diganti dengan alat tangkap *Longline* dan *Trawl* ?

1.3. Batasan Masalah

Batasan masalah digunakan sebagai arahan serta acuan dalam penulisan tugas akhir sehingga sesuai dengan permasalahan serta tujuan yang diharapkan. Dalam penyusunan laporan Tugas Akhir ini, permasalahan akan dibatasi sebagai berikut :

1. *Design* dan dimensi kapal menggunakan kapal ikan di daerah Pati (KMN.Rukun Arta Santosa 7)
2. Pengolahan data menggunakan *Rhinoceros*, *Tdyn*, dan *Maxsurf*.
3. Hasil akhir dari tugas akhir ini adalah data dan analisis *software* tersebut.
4. Definisi performa yang dimaksud dalam penulisan tugas akhir ini yaitu :
 - a. Hambatan total kapal yang tercelup air.
 - b. Olah gerak kapal pada saat *rolling*, *pitching*, dan *heaving* untuk

menganalisa probabilitas *slamming* dan *deck wetness*

c. Stabilitas kapal.

5. Performa kapal ikan setelah perpindahan wilayah operasional dan penggantian alat tangkap.

1.4. Tujuan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas maka maksud dan tujuan dari penelitian ini adalah :

1. Membuat model 3D kapal ikan tipe Pati (KMN.Rukun Arta Santosa 7).
2. Menganalisa stabilitas kapal di Samudera Hindia dengan alat tangkap yang baru.
3. Menganalisa olah gerak kapal (*heaving*, *pitching*, dan *rolling*) di Samudera Hindia dengan alat tangkap yang baru.
4. Menganalisa probabilitas *slamming* dan *deck wetness* pada Laut Natuna dan Samudra Hindia
5. Menganalisa hambatan total yang tercelup air laut pada kapal saat berlayar di Samudera Hindia dengan alat tangkap yang baru.

2. TINJAUAN PUSTAKA

Kapal perikanan sebagai kapal yang digunakan dalam kegiatan perikanan yang mencakup penggunaan atau aktivitas penangkapan atau mengumpulkan sumberdaya perairan, serta penggunaan dalam beberapa aktivitas seperti riset, training dan inspeksi sumber daya perairan^[3]. Kapal ikan tradisional Pati direncanakan menggunakan alat tangkap seperti:

1. *Stern Trawl & Double Rig Trawl*

Pukat Harimau (Trawl) atau jaring trawl (trawl net) disini adalah suatu jaring kantong yang ditarik di belakang kapal dalam kondisi kapal berlayar) menelusuri permukaan dasar perairan untuk menangkap ikan, udang dan jenis demersal lainnya.

2. *Long line*

Rawai (*Long-Line*) merupakan rangkaian dari unit-unit pancing yang sangat panjang. Terdiri dari tali utama (*main line*), tali temali cabang (*branch lines*) yang diikatkan secara menggantung pada tali utama dengan interval jarak-jarak tertentu, dan maa-mata pancing (*hooks*) dengan ukuran (nomor) tertentu yang diikatkan pada setiap ujung bawah tali-tali cabang (setiap cabang terdiri dari satu mata pancing).

Dalam pengoperasiannya sebuah kapal harus memiliki stabilitas yang baik. Stabilitas kapal dapat diartikan sebagai

kemampuan sebuah kapal untuk dapat kembali ke posisi semula (tegak) setelah menjadi miring akibat bekerjanya gaya dari luar maupun gaya dari dalam kapal tersebut atau setelah mengalami momen temporal.

Stabilitas adalah persyaratan utama desain setiap alat apung, tetapi untuk kapal ikan lebih penting dari yang lain karena sebuah kapal ikan harus selalu bekerja dengan beban stabilitas yang berat.

Proses analisa stabilitas yang dilakukan oleh penulis adalah berdasarkan standar IMO (*International Maritime Organization*) Code A.749(18) Ch3- *design criteria applicable to all ships*^[4] yang mensyaratkan ketentuan-ketentuan sebagai berikut :

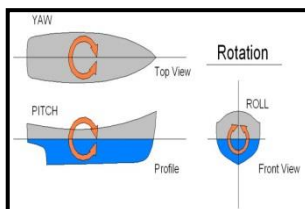
1. Dari sudut 0°-30°, luasan dibawah kurva stabilitas statis (kurva GZ) harus tidak boleh kurang dari 3,15 m.radian.
2. Dari sudut 0°-40°, luasan dibawah kurva stabilitas statis (kurva GZ) harus tidak boleh kurang dari 5,16 m.radian.
3. Dari sudut 30°-40°, luasan dibawah kurva stabilitas statis (kurva GZ) harus tidak boleh kurang dari 1,719 m.radian.
4. Kurva GZ harus sedikitnya 0,20 m pada sudut $\geq 30^\circ$
5. Tinggi metasentra GM awal harus tidak boleh kurang dari 0,35 m

Saat kapal beroperasi di laut, kapal akan dipengaruhi oleh gelombang dan angin yang dapat mengganggu pergerakan kapal. Oleh karena itu perlu dilakukan prediksi olah gerak kapal di laut lepas untuk mengetahui respon kapal saat mendapat gangguan dari luar

Dalam kajian olah gerak kapal, gerakan yang ditinjau adalah gerakan yang hanya mampu direspon oleh kapal, yaitu *rolling*, *heaving*, *pitching*.

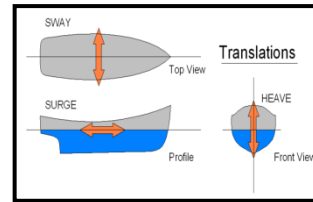
Dalam memperoleh perlakuan dari gelombang kapal mengalami 2 jenis gerakan yaitu:

1. Gerakan rotasi, gerak ini merupakan gerak putaran meliputi: *rolling*, *pitching*, *yawing*



Gambar 2.1 Macam gerak kapal rotasi

2. Gerakan *linear*, gerak ini merupakan gerak lurus beraturan sesuai dengan sumbu nya meliputi: *surging*, *swaying*, *heaving*



Gambar 2.2 Macam gerak kapal translasi

3. METODOLOGI PENELITIAN

3.1. Materi Penelitian

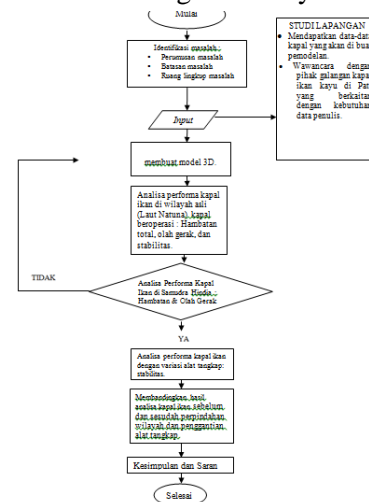
1. Data Primer

Pada penelitian ini akan dipakai kapal yang didapat dari hasil survey lapangan pada salah satu kapal nelayan tradisional di Pati, yaitu KMN.Rukun Arta Santosa 7. Berikut data ukuran utama kapal :

Tabel 3.1 Data Ukuran Utama Kapal

Data Ukuran Utama Kapal	
<i>Length of Waterline</i> (LWL)	26 m
<i>Draft</i> (T)	2,2 m
<i>Height</i> (H)	3 m
<i>Beam Over All</i> (BOA)	7,8 m

Selanjutnya di lakukan analisa hambatan, dan olah gerak kapal sebelum dan sesudah berpindah wilayah operasional dan analisa stabilitas sebelum dan sesudah penggantian alat tangkap. Berikut ialah diagram alirnya:



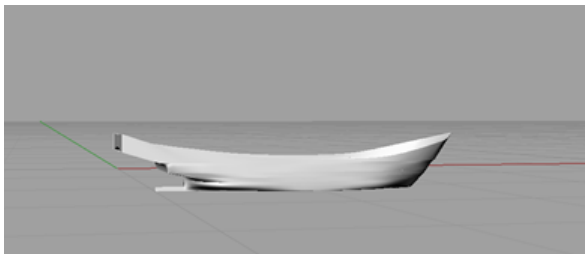
4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Pengolahan Data

4.1.1. Desain Model Badan Kapal

Pemodelan badan kapal dengan bantuan *software Rhinoceros* dengan mengacu pada data kapal ikan yang sudah diperoleh :

Data Ukuran Utama Kapal	
<i>Length of Waterline(LWL)</i>	26 m
<i>Draft(T)</i>	2,2 m
<i>Height(H)</i>	3 m
<i>Beam Over All(BOA)</i>	7,8 m



Gambar 4.1 Pemodelan Kapal dengan *Rhinoceros 4.0*

Hasil pemodelan dari *Rhinoceros* kemudian dibuka pada *software maxsurf Motion* untuk dilakukan analisa olah gerak, *software maxsurf stability* untuk menganalisa stabilitas, dan *software Tdyn* untuk analisa hambatan

4.2 Analisa Performa Kapal Ikan KMN. Rukun Arta Santosa 7

Dengan adanya perpindahan wilayah operasional kapal dari yang biasanya berlayar di Laut Natuna dan akan berlayar di Samudra Hindia maka analisa performa perlu dilakukan.

4.2.1 Olah Gerak Kapal

Pada penelitian ini perhitungan olah gerak kapal dilakukan menggunakan *MaxsurfMotion*. Program ini merupakan salah satu perangkat lunak yang mempunyai kemampuan untuk menganalisa *seakeeping performance* diantara beberapa *software* komersial yang telah ada.

KMN.Rukun Arta Santosa 7 beroperasi di Laut Natuna dengan tinggi gelombang rata-rata 0.75 m sampai dengan 1.25 m dan periode 7,5s. Jenis spektrum gelombang yang dipergunakan adalah spectrum JONSWAP (*Joint North Sea Wave Project*). Spektrum JONSWAP dipilih karena Laut Indonesia mirip dengan Laut Utara dan merupakan daerah kepulauan. Tinggi gelombang yang dipakai untuk lautNatuna yaitu 1,25 m dan untuk Samudra Hindia yaitu 3 m.

Sebagai acuan baik tidaknya olah gerak kapal ikan penulis menggunakan kriteria sudut maksimum pada *roll* dan *pitch* yang ditentukan

dalam *General operability limiting criteria for ships* yang ditetapkan (Tello, 2009) mengatur standar penerimaan olah gerak untuk kapal ikan. Kriteria yang ditetapkan oleh (Tello, 2009) untuk sudut maksimum *roll* adalah 6 derajat dan sudut maksimum untuk *pitch* adalah 3 derajat. Hasil analisa dari olah gerak KMN.Rukun Arta Santosa 7 adalah :

1. Olah gerak kapal saat kapal setengah kecepatan ($v = 4$ knot) pada Laut Natuna.

Berdasarkan perhitungan olah gerak kapal yang dilakukan saat kapal setengah kecepatan ($v = 4$ knot) dengan pendekatan *software MaxsurfMotion* maka didapatkan hasil sebagai berikut :

Tabel 4.1 Nilai *Heaving, Pitching, dan Rolling*

Item	Wave heading (deg)	Kondisi		
		Amplitudo	Velocity	Acceleration
Heaving	0	0,27 m	0,175 m/s	0,117 m/s ²
	90	0,3 m	0,262 m/s	0,264 m/s ²
	180	0,314 m	0,303 m/s	0,335 m/s ²
Rolling	0	0 deg	0 rad/s	0 rad/s ²
	90	4,61 deg	0,08715 rad/s	0,10355 rad/s ²
	180	0 deg	0 rad/s	0 rad/s ²
Pitching	0	1,86deg	0,02573 rad/s	0,02172 rad/s ²
	90	0,85 deg	0,01691 rad/s	0,02127 rad/s ²
	180	1,43 deg	0,02999 rad/s	0,04130rad/s ²

Dari hasil analisa pada *MaxsurfMotion* dapat di simpulkan bahwa:

1. *Heaving Motion, velocity, dan acceleration* kapal setengah kecepatan (4 knot) memiliki nilai terbesar pada *head wave* dari arah *head sea*(180°)
2. *Roll Motion, velocity, dan acceleration* kapal setengah kecepatan (4 knot) memiliki nilai terbesar pada *head wave* dari arah *beam* (90°)
3. *Pitch Motion* kapal setengah kecepatan (4 knot) memiliki nilai terbesar pada *head wave* dari arah *stern* (0°).

Berdasarkan kriteria yang ditetapkan oleh Tello 2009. sudut gerakan roll masih dibawah syarat maksimum yaitu 6 derajat, sudut gerakan pitch juga masih di bawah batas maksimum yaitu 3 derajat.

2. Olah gerak kapal saat kapal setengah kecepatan ($v = 4$ knot) pada Samudra Hindia.

Berdasarkan perhitungan olah gerak kapal yang dilakukan saat kapal setengah kecepatan ($v = 4$ knot) dengan pendekatan software *MaxsurfMotion* maka didapatkan hasil sebagai berikut :

Tabel 4.2 Nilai *Heaving*, *Pitching*, dan *Rolling*

Item	Wave heading (deg)	Kondisi		
		Amplitudo	Velocity	Acceleration
Heaving	0	0,703 m	0,387 m/s	0,229m/s ²
	90	0,750 m	0,521 m/s	0,454 m/s ²
	180	0,758 m	0,599 m/s	0,583 m/s ²
Rolling	0	0 deg	0 rad/s	0 rad/s ²
	90	7,7 deg	0,14301 rad/s	0,16554 rad/s ²
	180	0 deg	0 rad/s	0 rad/s ²
Pitching	0	3,28 deg	0,04297 rad/s	0,03535 rad/s ²
	90	1,41 deg	0,02731 rad/s	0,03389 rad/s ²
	180	2,52 deg	0,04984 rad/s	0,06694 rad/s ²

Dari hasil analisa pada *MaxsurfMotion* dapat di simpulkan bahwa:

1. *Heaving Motion*, *Velocity*, dan *Acceleration* kapal saat setengah kecepatan (4 Knot) memiliki nilai terbesar pada *head wave* dari arah *head* (180°).
2. *Roll Motion*, *velocity*, dan *acceleration* kapal saat setengah kecepatan (4 Knot) memiliki nilai terbesar pada *head wave* dari arah *beam* (90°)
3. *Pitch Motion* kapal saat setengah kecepatan (4 Knot) memiliki nilai terbesar pada *head wave* dari arah *stern* (0°), sedangkan *Pitch velocity* dan *acceleration* kapal memiliki nilai terbesar pada *head wave* dari arah *head* (180°)

Berdasarkan kriteria yang ditetapkan oleh Tello 2009. sudut gerakan roll sudah diatas syarat maksimum yaitu 6 derajat, dan sudut gerakan pitch sudah di atas batas maksimum yaitu 3 derajat.

4.2.1.2 Perhitungan *Slamming* dan *Deck Wetness*

Untuk mengetahui nilai *slamming* dan *deck wetness* membutuhkan nilai *vertical*

motion dan *vertical velocity* yang sebelumnya sudah diperoleh dari hasil analisa olah gerak kapal. Dengan nilai *vertical velocity* dan *vertical motion* dibawah ini, analisa *slamming* dan *deck wetness* dapat di hitung dengan perhitungan manual dengan rumus :

$$y = \left(\frac{T^2}{2m_0} \right) + \frac{vcr^2}{2m_2}$$

Dimana : T : Sarat Kapal

$$Vcr: \sqrt{0,093(g.lwl)}$$

Berdasarkan perhitungan manual dengan rumus diatas, hasil *slamming* dan *deck wetness* didapatkan sebagai berikut :

Tabel 4.3 Hasil *Slamming* di laut Natuna

slamming							
Vs	Deg	m0 (vertical motion)	m2 (vertical velocity)	y	Probabilitas	Perdetk	Perjam
4 knot	0°	0.029	0.171	85.4678	0.0000	0.0000	0.0000
	90°	0.055	0.235	46.7753	0.0000	0.0000	0.0000
	180°	0.251	0.501	15.5581	0.0000	0.0000	0.0001
8 knot	0°	0.012	0.108	202.942	0.0000	0.0000	0.0000
	90°	0.057	0.24	45.2905	0.0000	0.0000	0.0000
	180°	0.395	0.628	13.5431	0.0000	0.0000	0.0006

Dari tabel hasil perhitungan *slamming* diatas dapat disimpulkan bahwa jika kapal berlayar di laut Natuna dengan kecepatan 4 knot maupun 8 knot, kapal tidak akan mengalami *slamming* karena nilai dari analisa tersebut relative menunjukkan angka 0.

Tabel 4.4 Hasil *Deck Wetness* di laut Natuna

vs	deg	Mo (Vertical Motion)	deck wetness	probabilitas	Kriteria Tello	
4 knot	0°	0.029	83.4483	0.000	0.05	Pass
	90°	0.055	44	0.000	0.05	Pass
	180°	0.251	9.64143	0.000	0.05	Pass
8 knot	0°	0.012	201.667	0.000	0.05	Pass
	90°	0.057	42.4561	0.000	0.05	Pass
	180°	0.395	6.12658	0.002	0.05	Pass

Dari tabel hasil perhitungan *deck wetness* diatas dapat disimpulkan bahwa jika kapal berlayar di laut Natuna dengan kecepatan 4 knot maupun 8 knot, kapal tidak akan mengalami kejadian *deck wetness* dan dengan hasil tersebut, memenuhi kriteria yang telah ditetapkan oleh Tello. (Tello,2009)

Tabel 4.5 Hasil *Slamming* di Samudra Hindia

slamming							
Vs	Deg	mo (vertical motion)	m2 (vertical velocity)	y	Probabilitas	Perdetk	Perjam
4 knot	0°	0.12	0.347	24.2647	0.0000	0.0000	0.0000
	90°	0.222	0.471	16.4633	0.0000	0.0000	0.0000
	180°	1.014	1.007	14.2791	0.0000	0.0000	0.0004
8 knot	0°	0.047	0.217	54.0521	0.0000	0.0000	0.0000
	90°	0.231	0.481	16.1567	0.0000	0.0000	0.0000
	180°	1.618	1.272	16.5177	0.0000	0.0000	0.0000

Dari tabel hasil perhitungan *slamming* diatas dapat disimpulkan bahwa jika kapal berlayar di Samudra Hindia dengan kecepatan 4 knot maupun 8 knot, kapal tidak akan mengalami *slamming* karena nilai dari analisa tersebut relative menunjukan angka 0.

Tabel 4.6 Hasil *Deck Wetness* di Samudra Hindia

vs	deg	Mo (Vertical Motion)	deck wetness	probabilitas	Kriteria Tello	
4 knot	0°	0.12	20.1667	0.000	0.05	Pass
	90°	0.222	10.9009	0.000	0.05	Pass
	180°	1.014	2.38659	0.091	0.05	Failed
8 knot	0°	0.047	51.4894	0.000	0.05	Pass
	90°	0.231	10.4762	0.000	0.05	Pass
	180°	1.618	1.49567	0.224	0.05	Failed

Dari tabel hasil perhitungan *deck wetness* diatas dapat disimpulkan bahwa jika kapal berlayar di laut Natuna dengan kecepatan 4 knot maupun 8 knot, kapal akan mengalami kejadian *deck wetness* pada *head wave* 180° yang ditunjukkan dengan hasil pada kecepatan 4 knot bernilai 0,091 dan pada kecepatan 8 knot 0,22 yang tidak sesuai dengan kriteria yang ditetapkan oleh Tello. (Tello,2009).

4.2.2 Hambatan Kapal

Hambatan kapal dianalisa dengan menggunakan bantuan *software Tdyn*. Tahap-tahap yang dilakukan untuk menghitung hambatan kapal di *Tdyn* adalah:

1. Start Data: untuk pengujian Hambatan yaitu Data > Start data
2. Import file iges kapal yang sudah dibuat
3. Memindahkan point dengan Geometry > Edit > Moves. Pilih poin kemudian tulis kordinat yang akan dituju di command window. Namun harus tau dimana lokasi poin akan dipindahkan. Untuk mengetahui lokasi point yaitu, Utilities>Copy
4. Buat garis untuk menghubungkan titik yang diinginkan

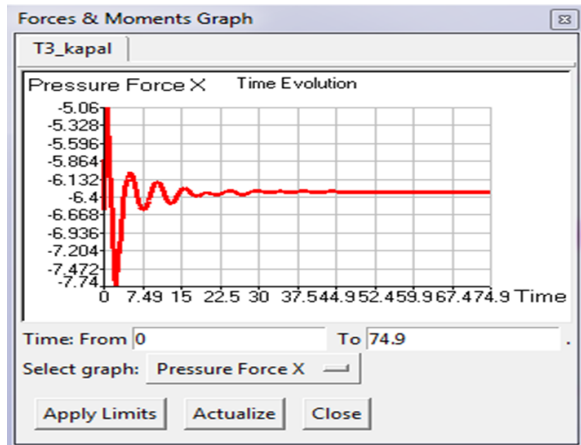
5. Buat surface dari titik tersebut
6. Buat lubang surface yang dibawah sarat didalam lambung kapal
7. Buat volume dengan Geometri > Create > Volume > By contour. Pilih surface dibawah kapal yang tercelup air
8. Propertis fluida: Material & Properties > Physical Properties > Generic fluid 1 > fluid flow > isi densitas 1025 dan viskositas 0,001
9. Penentuan domain fluida: Material & Properties > Fluid > Material > Generic Fluid 1 > Group pilih volume yang sudah dibuat dan ganti nama dengan fluida.
10. Conditions & Initial Data > Free surface > Time ingeration diganti Adam Bashfoth 2 > Length, isikan dengan Lwl > Select, klik surface atas kapal > Ganti nama dengan Top
11. Conditions & Initial Data > Fluid Flow > Velocity field
 - a. X, Y,Z > surface > Klik Inlet, ganti nama dengan Inlet
 - b. Y > surface > Klik wall, ganti nama dengan wall
 - c. Z > surface > Klik bottom, ganti nama dengan bottom
12. Pressure fields> Fix initial > surface > outlet, ganti nama dengan outlet
13. Wall & Bodies > Boundary type > Isikan dengan ITTC Wall > Y Plus > 100 > Blok semua bagian bawah kapal, gantikan dengan nama Kapal
14. Condition & Initial data > Initial & conditional Data > Initial & field data > Velocity X
15. Modules data > Fluid flow > turbulence > laminar diganti dengan K_Omega_SST
16. Fluid dynamic data> Analysis
17. Fluid dynamic data>Result > initial data
18. Meshing > unstructured > assign size surface , dengan kriteria meshing sebagai berikut ;

Tabel 4.7 Kriteria *Meshing*

No	Surface	Size
1	Bawah Kapal	0.004 (dangkal, sedang), 0.005 (dalam)
2	Free surface	0.05 (dangkal, sedang, dalam)
3	Lainnya	0,05 (dangkal, sedang) 0,1 (dalam)
4	Max Element	0,2 (dangkal, sedang) 0,5 (dalam)
5	Size Transition	0,4 (dangkal, sedang) 0,5 (dalam)

19. Generate mesh, proses meshing sedang dijalankan
20. Setelah proses meshing selesai, mulailah analisis hasil.

Setelah melakukan langkah-langkah seperti diatas, maka didapatkan hasil hambatan kapal ikan KMN.Rukun Arta Santosa 7 yaitu 8,9844 KN. Dengan grafik sebagai berikut :



Gambar 4.2 Grafik Hambatan Kapal KMN.Rukun Arta Santosa 7

4.2.3 Stabilitas Kapal

Stabilitas adalah kemampuan kapal untuk kembali ke kedudukan semula setimbang (equilibrium) apabila kapal dalam kondisi miring. Hal ini sangat penting sekali karena berkaitan dengan keselamatan kapal. Telah banyak peraturan yang dikeluarkan mengenai stabilitas kapal seperti IMO, Marpol 73, US Navy, USL, Heeling Arm, dll.

Sedangkan untuk perhitungan stabilitas dihitung dengan menggunakan *Maxsurf Stability*. Perhitungan stabilitas dihitung dalam berbagai kondisi pembebanan (*loading condition*) sesuai yang ditentukan IMO A.749 (18) Chapter 3.5. Kondisi pembebanan tersebut antara lain:

1. Kondisi I: Merepresentasikan suatu kondisi kapal sebelum berangkat dari pelabuhan ke *fishing ground*. Pada kondisi ini, kapal dalam keadaan muatan dan *consumable* kosong.
2. Kondisi II: Kapal berangkat dari pelabuhan ke *fishing ground*. Pada kondisi ini, kapal sudah diberi tambahan *consumable* dan muatan (*mackerel*) masih kosong.
3. Kondisi III: Kapal sudah berada di *fishing ground*. Pada kondisi ini, kapal sudah diberi penambahan muatan kapal (*mackerel*) 50% dan *consumable* 80%
4. Kondisi IV : Kapal masih berada di *fishing ground*. Pada kondisi ini, muatan

kapal (*mackerel*) sudah 100% dan *consumable* 50%

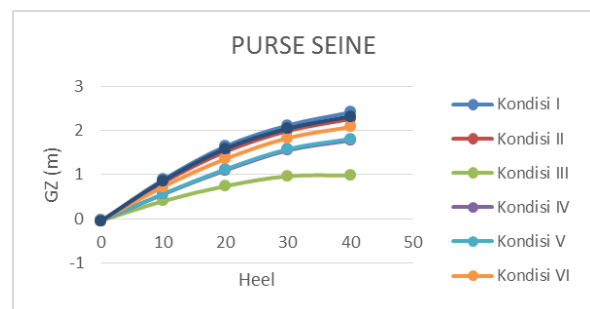
5. Kondisi V : Pada kondisi ini kapal menuju pelabuhan dari *fishing ground*. Diasumsikan *consumable* 20 % dan *fishing hold* 1-7 100%.
6. Kondisi VI : Pada kondisi ini kapal sudah berada di pelabuhan. Kapal diasumsikan sedang di *unloading* muatan 1-4.
7. Kondisi VII : Pada kondisi ini kapal sudah berada di pelabuhan. Kapal diasumsikan sedang di *unloading* muatan 5-7. Sehingga muatan kosong dan *consumable* masih tersisa 10%.

4.2.3.1 Stabilitas Kapal Ikan *Purse Seine*

Pada kapal ikan tradisional *purse seine*, penempatan posisi alat tangkapnya ialah sebagai berikut:

LCG = 18,89 m
VCG : 3,82 m
TCG = 4,62 m

Setelah dibuat *layout* posisi alat tangkapnya, kapal akan dianalisa dengan *Maxsurf Stability* dengan memasukkan data-data yaitu VCG, LCG, TCG, berat mesin, jaring, dan bahan bakar. Setelah dianalisa, didapatkan hasil perbandingan grafik GZ setiap kondisi sebagai berikut:



Gambar 4.3 Grafik Perbandingan GZ setiap kondisi kapal ikan *Purse Seine*

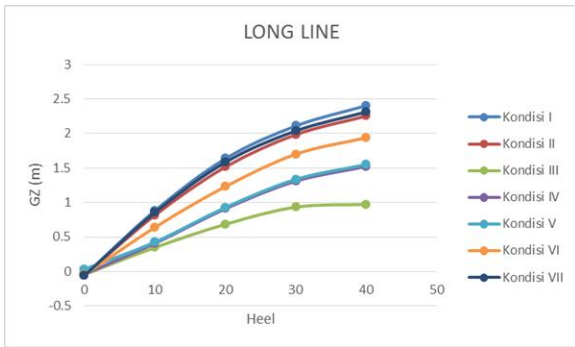
4.2.3.2 Stabilitas Kapal Ikan *Longline*

Pada kapal ikan tradisional *longline*, penempatan posisi alat tangkapnya ialah sebagai berikut:

LCG = -1,83 m
VCG : 0,38 m
TCG = 6,05 m

Setelah dibuat *layout* posisi alat tangkapnya, kapal akan dianalisa dengan *Maxsurf Stability* dengan memasukkan data-data yaitu VCG, LCG, TCG, berat mesin, jaring, dan bahan bakar. Setelah dianalisa, didapatkan hasil

perbandingan grafik GZ setiap kondisi sebagai berikut:



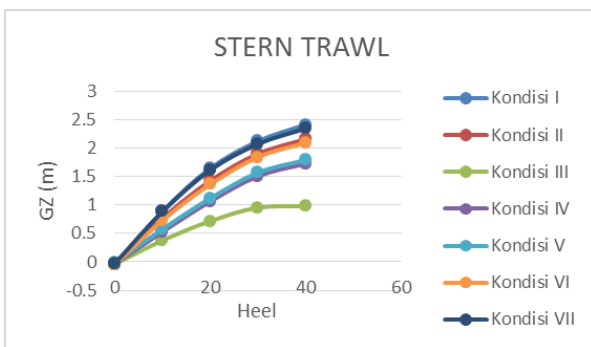
Gambar 4.4 Grafik Perbandingan GZ setiap kondisi kapal ikan *Longline*

4.2.3.3 Stabilitas Kapal Ikan *Stern Trawl*

Pada kapal ikan tradisional *stern trawl*, penempatan posisi alat tangkapnya ialah sebagai berikut:

- LCG = -1,95 m
- VCG : 0,12 m
- TCG = 6,05 m

Setelah dibuat *layout* posisi alat tangkapnya, kapal akan dianalisa dengan *Maxsurf Stability* dengan memasukkan data-data yaitu VCG, LCG, TCG, berat mesin, jaring, dan bahan bakar. Setelah dianalisa, didapatkan hasil perbandingan grafik GZ setiap kondisi sebagai berikut:



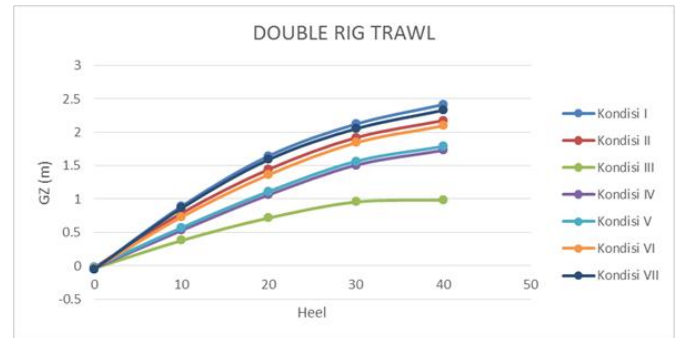
Gambar 4.3 Grafik Perbandingan GZ setiap kondisi kapal ikan *Stern Trawl*

4.2.3.4 Stabilitas Kapal Ikan *Double Rig Trawl*

Pada kapal ikan tradisional *stern trawl*, penempatan posisi alat tangkapnya ialah sebagai berikut:

- LCG = -1,83 m
- VCG : 4,38 m
- TCG = 6,05 m

Setelah dibuat *layout* posisi alat tangkapnya, kapal akan dianalisa dengan *Maxsurf Stability* dengan memasukkan data-data yaitu VCG, LCG, TCG, berat mesin, jaring, dan bahan bakar. Setelah dianalisa, didapatkan hasil perbandingan grafik GZ setiap kondisi sebagai berikut:



Gambar 4.3 Grafik Perbandingan GZ setiap kondisi kapal ikan *Double Rig Trawl*

4.3 Perbandingan Hasil Analisa Performa Kapal Ikan KMN.Rukun Arta Santosa 7

4.3.1 Perbandingan Hasil Analisa Olah Gerak Kapal Ikan KMN.Rukun Arta Santosa 7

Setelah dilakukan analisa perpindahan wilayah operasional dari laut Natuna, dengan ketinggian gelombang 1,25 m ke Samudra Hindia dengan ketinggian gelombang 3 m, hasil yang dapat diperoleh adalah sebagai berikut :

Tabel 4.8 Perbandingan Hasil Analisa Olah Gerak Kapal di Kecepatan 8 knot pada amplitude

	Olah Gerak								
	Heaving(m)			Pitching (deg)			Rolling (deg)		
	0°	90°	180°	0°	90°	180°	0°	90°	180°
Laut Natuna	0,261	0,295	0,34	1,62	0,9	1,43	0	4,61	0
Samudra Hindia	0,681	0,731	0,794	2,89	1,48	2,56	0	7,7	0

Dari hasil analisa pada tabel diatas dapat disimpulkan jika kapal KMN.Rukun Arta Santosa 7 berpindah wilayah operasional ke Samudra Hindia, dengan ketinggian gelombang maksimal rata-rata 3 m, kapal akan mengalami *rolling* sebesar 7,7 deg saat kapal mendapatkan *head wave* 90° yang sudah melewati batas ketentuan yang telah ditetapkan oleh Tello yaitu batas maksimum untuk *rolling* ialah 6 deg dan untuk *pitching* ialah 3 deg.

Tabel 4.9 Perbandingan Hasil Analisa Olah Gerak Kapal di Kecepatan 8 knot pada *velocity*

	Olah Gerak								
	Heaving(m/s)			Pitching (m/s)			Rolling (m/s)		
	0°	90°	180°	0°	90°	180°	0°	90°	180°
Laut Natuna	0,137	0,247	0,384	0,01	0,01	0,03	0	0,08	0
Samudra Hindia	0,312	0,5	0,734	0,027	0,029	0,055	0	0,1403	0

Dari hasil analisa pada tabel diatas dapat disimpulkan jika kapal KM.N.Rukun Arta Santosa 7 berpindah wilayah operasional ke Samudra Hindia, dengan ketinggian gelombang maksimal rata-rata 3 m, kecepatan yang dialami kapal pada saat *heaving*, *rolling*, dan *pitching* akan bertambah.

Tabel 4.10 Perbandingan Hasil Analisa Olah Gerak Kapal di Kecepatan 8 knot pada *acceleration*

	Olah Gerak								
	Heaving(m/s ²)			Pitching (m/s ²)			Rolling (m/s ²)		
	0°	90°	180°	0°	90°	180°	0°	90°	180°
Laut Natuna	0,09	0,25	0,498	0,01	0,02	0,05	0	0,1	0
Samudra Hindia	0,14	0,43	0,85	0,01	0,03	0,08	0	0,16	0

Dari hasil analisa pada tabel diatas dapat disimpulkan jika kapal KM.N.Rukun Arta Santosa 7 berpindah wilayah operasional ke Samudra Hindia, dengan ketinggian gelombang maksimal rata-rata 3 m, percepatan yang dialami kapal pada saat *heaving*, *rolling*, dan *pitching* akan bertambah

4.3.2 Perbandingan Hasil Analisa Stabilitas Kapal KM.N.Rukun Arta Santosa 7 karena Penggantian Alat Tangkap

Setelah dilakukan analisa stabilitas kapal ikan karena penggantian alat tangkap yang difokuskan pada perubahan letak mesin penarik jaringnya sesuai dengan posisinya masing-masing seperti *purse seine*, *longline*, *stern trawl* dan *double rig trawl* didapatkan hasil sebagai berikut:

Tabel 4.11 Perbandingan Nilai GZ setiap kapal setiap kondisi

Heel	PURSE SEINE						
	Kondisi I	Kondisi II	Kondisi III	Kondisi IV	Kondisi V	Kondisi VI	Kondisi VII
0	-0.053	-0.051	-0.044	-0.039	-0.04	-0.047	-0.053
10	0.887	0.823	0.401	0.557	0.566	0.727	0.86
20	1.642	1.523	0.742	1.101	1.122	1.359	1.589
30	2.117	1.992	0.966	1.554	1.579	1.831	2.045
40	2.411	2.262	0.984	1.779	1.809	2.08	2.318

Heel	LONGLINE						
	Kondisi I	Kondisi II	Kondisi III	Kondisi IV	Kondisi V	Kondisi VI	Kondisi VII
0	-0.059	-0.056	-0.044	-0.037	0.034	-0.048	-0.059
10	0.882	0.816	0.348	0.408	0.426	0.64	0.855
20	1.636	1.516	0.685	0.91	0.929	1.232	1.584
30	2.112	1.985	0.934	1.311	1.337	1.702	2.04
40	2.406	2.255	0.974	1.524	1.552	1.941	2.314

Heel	STERN TRAWL						
	Kondisi I	Kondisi II	Kondisi III	Kondisi IV	Kondisi V	Kondisi VI	Kondisi VII
0	-0.051	-0.046	-0.038	-0.034	-0.012	-0.042	-0.026
10	0.89	0.767	0.379	0.53	0.577	0.732	0.885
20	1.644	1.425	0.716	1.062	1.118	1.364	1.613
30	2.12	1.899	0.954	1.506	1.568	1.842	2.071
40	2.413	2.158	0.981	1.728	1.791	2.094	2.345

Heel	DOUBLE RIG TRAWL						
	Kondisi I	Kondisi II	Kondisi III	Kondisi IV	Kondisi V	Kondisi VI	Kondisi VII
0	-0.051	-0.025	-0.038	-0.034	-0.019	-0.042	-0.05
10	0.89	0.788	0.379	0.53	0.571	0.732	0.862
20	1.644	1.444	0.716	1.062	1.113	1.364	1.59
30	2.12	1.917	0.954	1.506	1.563	1.841	2.051
40	2.413	2.174	0.982	1.728	1.786	2.094	2.327

Dari hasil analisa pada tabel tersebut dapat disimpulkan bahwa nilai GZ setiap kapal tidak menunjukkan hasil yang berbeda secara signifikan, dan semuanya memenuhi kriteria standar yg ditetapkan oleh IMO.

5.PENUTUP

5.1 Kesimpulan

1. Hasil analisa olah gerak kapal pada laut Natuna yaitu pada kecepatan 4 knot nilai RMS *Roll* terbesar terjadi pada arah sudut 90° yaitu 4,61 deg, Untuk nilai RMS *Pitch* terbesar terjadi pada arah sudut 0° yaitu 1,86 deg. Pada kecepatan 8 knot memiliki hasil yaitu nilai RMS *Roll* dan *Pitch* terbesar terjadi pada arah sudut 90° dan 0° yaitu 4,61 deg dan 1,62 deg. Hasil analisa olah gerak kapal pada Samudra Hindia menunjukkan hasil pada kecepatan 4 knot nilai RMS *Roll* terbesar terjadi pada arah sudut 90° yaitu 7,7 deg. Dan untuk nilai RMS *Pitch* terbesar terjadi pada arah sudut 0° yaitu 3,28 deg. Pada kecepatan 8 knot, nilai RMS *Roll* dan *Pitch* terbesar juga terjadi pada arah sudut 90° dan 0° yaitu 7,7 deg dan 2,89 deg. Kesimpulan dari analisa olah gerak ini adalah untuk berpindah wilayah operasional dari laut Natuna ke Samudra Hindia, KM.N.Rukun Arta Santosa 7 masih dapat berlayar namun dengan catatan kapal akan mengalami *rolling* sebesar 7,7 derajat baik pada kecepatan 4 dan 8 knot, dan juga akan mengalami *pitching* sebesar 3,28 deg pada kecepatan 4 knot.

2. Hasil analisa hambatan kapal KMN.Rukun Arta Santosa 7 adalah 8,9844 kn. Tidak ada perbedaan hambatan untuk perbedaan wilayah operasional karena untuk hambatan kapal mempertimbangkan bentuk badan kapal.
3. Hasil analisa stabilitas kapal dengan beberapa alat tangkap seperti *purse seine*, *longline*, *stern trawl*, dan *double rig trawl* adalah keseluruhan penggantian alat tangkap masih dalam kondisi stabilitas yang baik yaitu nilai GZ dan GM sesuai dengan kriteria yang ditetapkan IMO, hanya untuk alat tangkap *trawl* harus memindahkan bangunan atas menjadi didepan, sehingga lebih memerlukan pertimbangan dari segi ekonomis.
4. Hasil analisa *slamming* pada laut Natuna memiliki nilai yang sangat kecil pada seluruh arah *head sea* yaitu relative menunjukkan angka 0 dan pada Samudra Hindia juga menunjukkan hasil yang sama. Hasil analisa *deck wetness* pada laut natuna menunjukkan angka yang relative 0 pada setiap arah *head sea* dan juga sesuai dengan kriteria yang ditetapkan oleh Tello yaitu 5%, sedangkan hasil analisa *deck wetness* pada Samudra Hindia tidak semuanya sesuai dengan kriteria yang telah ditetapkan, pada kecepatan 4 knot di *head sea* 180⁰ probabilitasnya adalah 0,09 dan pada kecepatan 8 knot di *head sea* 180⁰ probabilitasnya adalah 0,22 hal ini menunjukkan kapal akan mengalami *deck wetness* sebesar nilai tersebut pada arah sudut 180⁰.

5.2 Saran

Adapun saran penulis untuk penelitian lebih lanjut antara lain:

1. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut dengan variasi peralatan tangkap yang berbeda, seperti *Gillnet*, *Pole & Line* dan lain lain
2. Perlu di lakukan analisa biaya untuk mempertimbangkan faktor ekonomis dalam penggantian alat tangkap dan hasil tangkapan ikan yang baru.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Barrass, C. B., & Derrett, D. R. (2012). *Ship Stability for Masters and Mates*. *Ship Stability for Masters and Mates*. <https://doi.org/10.1016/C2010-0-68323-4>
- [2] Carlton, J. S. (2007). *Ship Resistance and*

Propulsion. Marine Propellers and Propulsion (Second Edition). <https://doi.org/10.1016/B978-0-08-097123-0.00012-5>

- [3] Fax, T. F., & Sinoptik, I. I. K. (2017). Badan meteorologi klimatologi dan geofisika stasiun meteorologi maritim tanjung priok, (4), 20–22.
- [4] Furkanuddin. (2013). Desain Palka Kapal Ikan yang Efisien Guna Melayani Kebutuhan Pelayaran di Daerah Zona Ekonomi Eksklusif. *Jurnal Teknik Perkapalan Vol. 2 No.2*
- [5] Holtrop, J. (1984). A statistical re-analysis of resistance and propulsion data. *International Shipbuilding Progress*, 31(363), 272–276. <https://doi.org/10.1007/s12011-015-0572-4>
- [6] ITTC Specialist Committee. ITTC – Recommended procedures: Fresh water and seawater properties, International Towing Tank Conference § (1957).
- [7] Molland, A. F. (2008). Ship design, construction and operation. *The Maritime Engineering Reference Book*, 6(1998), 636–727. <https://doi.org/10.1016/b978-0-7506-8987-8.00009-3>
- [8] Prakiraan, I. I. I., & Pelayanan, W. (2017). STASIUN METEOROLOGI MARITIM PONTIANAK, (April), 0–2.
- [9] Tello, M., Ribeiro E Silva, S., & Guedes Soares, C. (2009). Seakeeping performance of fishing vessels in irregular waves. *Ocean Engineering*, 38(5–6), 763–773. <https://doi.org/10.1016/j.oceaneng.2010.12.020>
- [10] Wang, B., & Rui, H. (1990). Dynamics of the Coupled Moist Kelvin–Rossby Wave on an Equatorial β -Plane. *Journal of the Atmospheric Sciences*, 47(4), 397–413. [https://doi.org/10.1175/1520-0469\(1990\)047<0397:DOTCMK>2.0.CO;2](https://doi.org/10.1175/1520-0469(1990)047<0397:DOTCMK>2.0.CO;2)