

KARAKTERISTIK *SEAKEEPING* KAPAL ANGKUT IKAN 60 GT DI SEBARAN WILAYAH PERIKANAN PERAIRAN INDONESIA

Seakeeping Characteristics of 60 GT Fishing Ships on the Distribution of Indonesian Aquatic Fisheries Areas

Waluyo¹, Setyo Leksono² dan M. Guruh G. S.²

¹Pusat Teknologi Industri dan Sistem Transportasi-BPPT, Serpong

²Balai Teknologi Hidrodinamika-BPPT, Surabaya

Email: waluyo@bppt.go.id

Diterima: 31 Oktober 2018; Direvisi: 29 November 2018; Disetujui: 17 Desember 2018

Abstrak

Kementerian Kelautan dan Perikanan (KKP) telah menetapkan lokasi pembangunan Sentra Kelautan dan Perikanan Terpadu (SKPT) di pulau-pulau kecil dan kawasan perbatasan. Ini sesuai Keputusan Menteri Kelautan dan Perikanan No. 51 Tahun 2016 tentang Penetapan Lokasi Pembangunan Sentra Kelautan dan Perikanan Terpadu di Pulau-Pulau Kecil dan Kawasan Perbatasan yang bertujuan untuk mengembangkan jaringan konektivitas hasil tangkapan ikan nelayan untuk dikelola mulai pendaratan, penyimpanan hingga pemasarannya. Selama ini hasil tangkapan ikan dari nelayan hanya dipasarkan pada area terbatas yang dikarenakan sarana transportasi kapal pengangkut ke area pemasaran besar yang belum memadai, misalnya kapasitas kapal angkut yang kecil juga kendala cuaca selama pelayaran sulit diatasi. Desain Kapal Angkut Ikan 60 GT, ruang muat ikan dilengkapi sistem pendingin, dapat difungsikan sebagai kapal kolektor bagi nelayan yang tersebar pada area SKPT untuk mengangkut ikan ke area pemasaran. Pada kajian ini dilakukan analisa terhadap kemampuan olah gerak (*seakeeping*) hasil desain Kapal Angkut Ikan 60 GT dalam menghadapi gelombang perairan wilayah Indonesia. Hasil kajian ini sangat diperlukan pihak operator atau kapten kapal dalam mengenal kemampuan olah gerak kapal yang dioperasikan dalam menghadapi gelombang selama berlayar dan dapat selamat dan tepat waktu sampai tujuan yang direncanakan.

Kata kunci: karakteristik, desain, kapal ikan, *seakeeping*

Abstract

Kementerian Kelautan dan Perikanan (KKP) has determined the location of the development of the Integrated Marine and Fisheries Center (SKPT) on small islands and border areas. This is in accordance with Keputusan Menteri Kelautan dan Perikanan No. 51 Tahun 2016 tentang Penetapan Lokasi Pembangunan Sentra Kelautan dan Perikanan Terpadu di Pulau-Pulau Kecil dan Kawasan Perbatasan aimed at developing connectivity networks for fishermen's catches to be managed from landings, storage to marketing. All this time, fish caught from fishermen are only marketed in a limited area due to inadequate transportation of transport vessels to large marketing areas, for example the capacity of small transport vessels and weather constraints during shipping is difficult to overcome.

The design of a 60 GT fish transport vessel with a fishing room equipped with a cooling system can be used as a collector ship for fishermen scattered in the SKPT area to transport fish to the marketing area. In this study an analysis of the seakeeping ability of the 60 GT fish transport design was carried out in the face of Indonesian territorial waters. The results of this study are very necessary for the operator or captain of the ship to recognize the ability to operate the ship which is operated in the face of waves during sailing and can be safe and on time until the planned destination.

Keywords: characteristics, design, fishing vessels, seakeeping

PENDAHULUAN

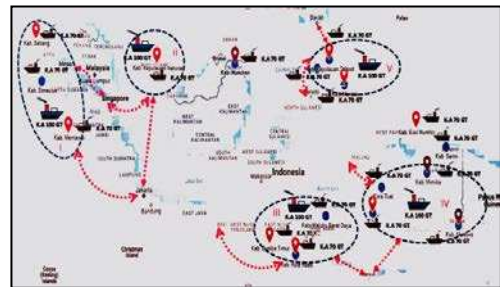
Negara Indonesia terdiri atas 17.502 buah pulau dan garis pantai sepanjang 81.000 km dengan luas wilayah perikanan di laut sekitar 5,8 juta km², yang terdiri dari perairan kepulauan dan teritorial seluas 3,1 juta km², serta perairan Zona Ekonomi Eksklusif Indonesia (ZEEI) seluas 2,7 juta km². Fakta tersebut menunjukkan bahwa prospek pembangunan perikanan dan kelautan Indonesia dinilai sangat cerah dan menjadi salah satu kegiatan ekonomi yang strategis. Di wilayah perairan laut Indonesia terdapat beberapa jenis ikan tangkap bernilai ekonomis tinggi antara lain tuna, cakalang, udang, tongkol, tenggiri, kakap, cumi-cumi, ikan-ikan karang (kerapu, baronang, udang lobster)(Barani, 2004), apalagi merujuk pada hasil penelitian Mata-Alvarez-Santullano (2014) tentang stabilitas kapal ikan ukuran kecil.

Terdapat berbagai kesenjangan yang masih mewarnai pembangunan perikanan di Indonesia baik secara nasional maupun secara lokal administratif pengelolaan. Berbagai prasarana yang dibangun oleh pemerintah, seperti pembangunan pelabuhan perikanan dan tempat-tempat pendaratan ikan yang tersebar di berbagai wilayah belum memberikan hasil yang memuaskan sesuai dengan yang diharapkan, berbagai model pengaturan dan kebijakan yang diambil belum dapat menyentuh secara baik terhadap permasalahan mendasar yang ada (Yahya, 2001).

Kapal Angkut Ikan 60 GT difungsikan untuk dapat melayani seluruh kapal penangkap ikan di area *fishing ground* tersebut. Kapal angkut tidak menjemput ke masing-masing kapal penangkap ikan, tetapi menjemput pada dermaga pendaratan ikan pada pulau-pulau *remote area* tertentu (Gambar 1) ke lokasi pemasaran.

Melihat kondisi wilayah pulau-pulau pada *remote area* (Gambar 1) tersebut menjadi alasan kuat bagi pemerintah untuk membuat desain standar kapal pengangkut ikan untuk membawa hasil tangkapan ikan dari nelayan ke pasar. Jalur pelayaran kapal

pengangkut ikan dari dermaga pengumpul ke pasar pada bulan-bulan mempunyai ketinggian gelombang perairan yang bervariasi (Tabel 1). Oleh karenanya mengetahui karakteristik olah gerak (*seakeeping*) hasil desain Kapal Angkut Ikan 60 GT untuk dukungan transportasi secara reguler perlu diketahui pengguna kapal agar selama operasional tidak mengalami kendala keselamatan kapal.



Gambar 1. Konsep sebaran Kapal Angkut Ikan 60 GT (KKP, 2016)

Tabel 1. Data gelombang perairan

No	Daerah Operasi Penangkapan Ikan	Perairan	Tinggi Gelombang (Februari)	Tinggi Gelombang (Juli)	Tinggi Gelombang (Desember)
1	Daerah Operasi I ke Jakarta	Laut Andaman Bagian Barat, Perairan Aceh, Perairan Barat Simeuleu, Perairan Nias dan Sibolga, Perairan Kep. Mentawai, Selat Sunda	<i>Slight sea</i> 0.75 s/d 1.25 m	<i>Moderate</i> 1.25 s/d 2.50 m	<i>Slight sea</i> 0.75 s/d 1.25 m
		Perairan Bengkulu dan Pulau Enggano, Perairan Barat Lampung	<i>Moderate</i> 1.25 s/d 2.50 m	<i>Rough sea</i> 2.50 s/d 4.00 m	<i>Moderate</i> 1.25 s/d 2.50 m
2	Daerah Operasi II ke Jakarta/ Medan/ Singapura	Laut Natuna, Perairan Kep. Natuna dan Kep. Anambas, Perairan Timur Kep. Riau dan Kep. Lingga	<i>Moderate</i> 1.25 s/d 2.50 m	<i>Moderate</i> 1.25 s/d 2.50 m	<i>Moderate</i> 1.25 s/d 2.50 m
3	Daerah Operasi III ke Bali/Darwin	Perairan Kep. Leti- Kep. Sermata, Perairan Kep. Babar- Kep. Tanimbar, Perairan Kep. Kai - Kep. Aru, Perairan Barat Pulau Yos Sudarso	<i>Slight sea</i> 0.75 s/d 1.25 m	<i>Moderate</i> 1.25 s/d 2.50 m	<i>Moderate</i> 1.25 s/d 2.50 m

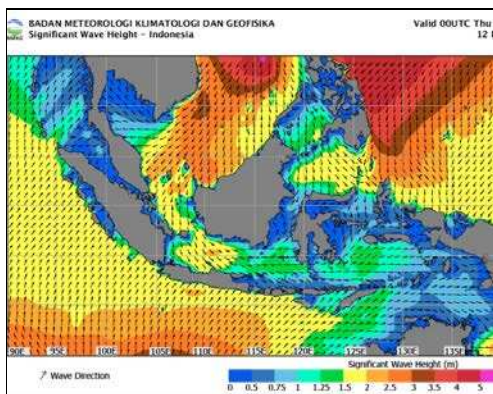
Tabel 1. Data gelombang perairan (lanjutan)

No	Daerah Operasi Penangkapan Ikan	Perairan	Tinggi Gelombang (Februari)	Tinggi Gelombang (Juli)	Tinggi Gelombang (Desember)
3	Daerah Operasi III ke Bali/Darwin	Perairan Selatan Bali, Perairan Selatan Lombok, Perairan Selatan pulau Sumbawa, Perairan Selatan pulau Sumba, Perairan pulau Sawu dan Rote, Laut Sawu bagian Selatan, Laut Timor	Moderate 1.25 s/d 2.50 m	Rough sea 2.50 s/d 4.00 m	Moderate 1.25 s/d 2.50 m
4	Daerah Operasi IV ke Ambon/Darwin	Laut Arafura, Perairan Ambon, Perairan Laut Maluku, Tual, Merauke, Sorong, Laut Seram	Slight sea 0.75 s/d 1.25 m	Slight sea 0.75 s/d 1.25 m	Slight sea 0.75 s/d 1.25 m
5	Daerah Operasi V ke Bitung Manado	Utara Halmahera, Utara Maluku, Morotai, Talaut, Bitung	Moderate 1.25 s/d 2.50 m	Slight sea 0.75 s/d 1.25 m	Slight sea 0.75 s/d 1.25 m

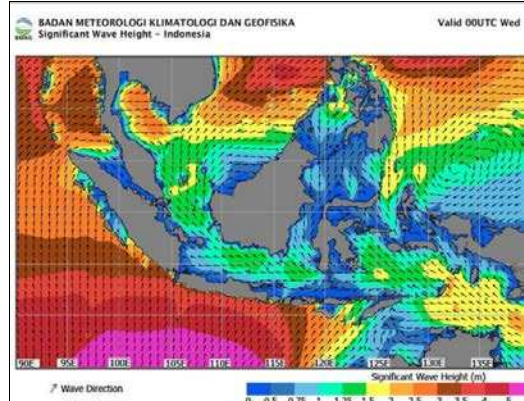


Gambar 2. SKPT di Indonesia (KKP, 2016)

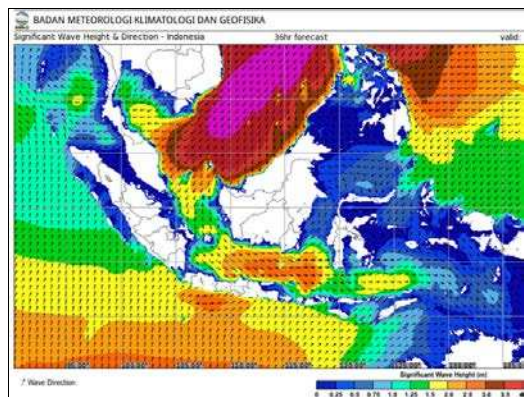
Dengan mempertimbangkan karakteristik perairan daerah operasional kapal dan jalur transportasi ke target pasar atau ke pendaratan muatan di pelabuhan ikan yang dituju, perlu dilakukan analisis olah gerak *seakeeping* hasil desain Kapal Angkut Ikan 60 GT untuk diimplementasikan operator kapal dalam perencanaan berlayar.



Gambar 3. Peta cuaca bulan Februari



Gambar 4. Peta cuaca bulan Juli



Gambar 5. Peta cuaca bulan Desember

ANALISA KONDISI SIMULASI

Ukuran Utama Kapal Angkut Ikan 60 GT

Desain Kapal Angkut Ikan 60 GT merupakan sarana angkut/kolektor ikan dari pelabuhan pengumpul ikan pada masing-masing area operasional kapal ke lokasi pelabuhan perikanan besar untuk diolah maupun dipasarkan ke dalam maupun keluar negeri. *Input* program dari hasil desain terdiri atas ukuran utama, *body plan*, tinggi titik *metacentre*, posisi titik berat kapal, jari-jari girasi untuk gerakan *roll*, *pitch* dan *yaw* serta kecepatan kapal (Tabel 2 dan Gambar 6). Simulasi perhitungan menggunakan data gelombang *irregular* tipe spektrum Pierson-Moskovitz dengan $H_s = 0.5, 1.0, 2.0$ dan 2.5 m dengan $T_p = 7.5$ s. Spektrum Pierson-Moskovitz diformulasikan sebagai berikut:

$$S_{\zeta}(\omega) = 172.8 \cdot T_1 \cdot (\zeta_{w1/3})^2 (T_1 \cdot \omega)^{-5} \cdot \exp[-691(T_1 \cdot \omega)^4] \quad (1)$$

dimana:

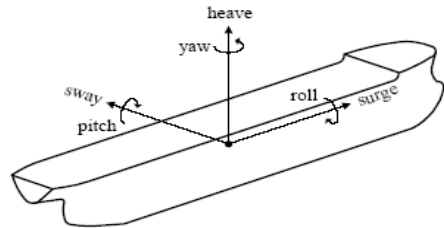
ω = *circular frequency*

$\zeta_{w1/3}$ = *significant wave height*

T_1 = average wave period
 T_p/T_1 = 1.296
 T_p = peak period

Tabel 2. Ukuran utama kapal

Main Particulars Ship	
• Ship length (L _{pp})	: 20,65 m
• Ship breadth (B)	: 5,20 m
• Ship mean depth (T)	: 2,3m
• Ship displacement (V)	: 101,69 m ³
• Block coefficient (C _b)	: 0,455
• Midship section coefficient (C _m)	: 0,735



Gambar 8. Gerak kapal 6 *degree of freedom*

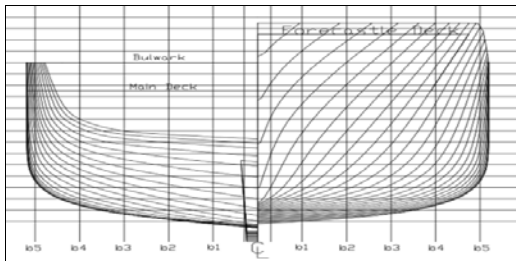
Simulasi Olah Gerak

Simulasi dilakukan dengan aplikasi program Maxsurf Advance. Arah gelombang relatif terhadap arah kapal didefinisikan sebagai: *following sea* (0 deg), *stern quartering sea* (45 deg), *beam sea* (90 deg), *bow quartering sea* (135 deg) dan *head sea* (180 deg). Prediksi gerak kapal ini dilakukan pada kecepatan dinas kapal dengan variasi kondisi gelombang yang diberikan. Hasil simulasi tersebut memberikan keluaran berupa enam derajat kebebasan gerakan kapal (6 d.o.f : *surge*, *sway*, *heave*, *roll*, *pitch* dan *yaw*) dalam *significant double amplitude* (2A_{1/3}).

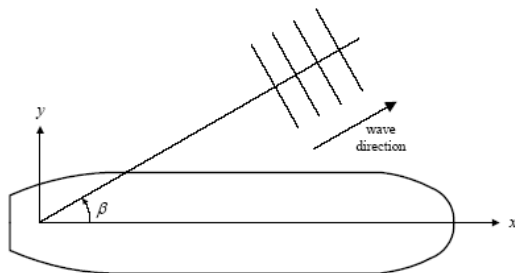
Berikut ini istilah atau harga yang di pakai dalam penyajian hasil analisa:

• RMS (*Root Mean Square*) : $\sqrt{m_0}$

dimana m₀ adalah luasan area *response spectrum*.



Gambar 6. *Bodyplan* Kapal Angkut Ikan 60 GT



Gambar 7. Arah gelombang relatif terhadap gerak kapal

Tabel 3. Kondisi beban pengukuran

Ship Characteristics				
Displacement [ton]	LCG (from AP) [m]	VCG [m]	Vs [knot]	Load Condition
104.297	9.436	1.242	9	Full Load
97.564	9.940	1.225		Half Load
91.953	10.412	1.217		Arrival Load
Wave Characteristics				
Sign. wave height [meter]	Peak period [second]	Spectrum Type	Direction [deg]	
2.5	8	Pierson - Moskowitz	45,90,135 dan 180	
2.0	7			
1.75	6			
1.5	5,5			
1.25	5			

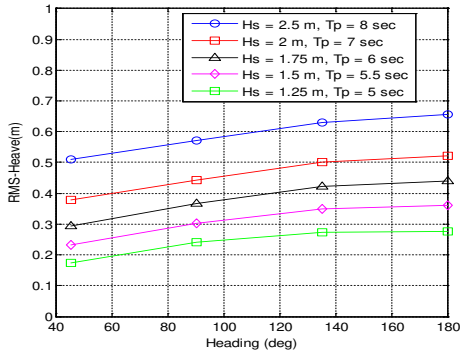
Hasil pengukuran dalam pengujian disajikan dalam bentuk nilai RMS (*Root Mean Square*) masing-masing sinyal untuk evaluasi gerak kapal. Rangkuman hasil pengujian *seakeeping* hanya dilakukan dengan gerak *heave*, *roll* dan *pitch* karena mode gerak kapal ini yang dominan terjadi pada kapal dengan *forward speed* dibandingkan mode gerak lain (*surge*, *sway* dan *yaw*, lihat pada tabulasi hasil simulasi). Kriteria *stability* untuk kapal ikan juga didasarkan pada Yahya (2001) dan Tello, dkk. (2011).

Tabel 4. Kriteria *seakeeping* kapal ikan (Tello dkk., 2011)

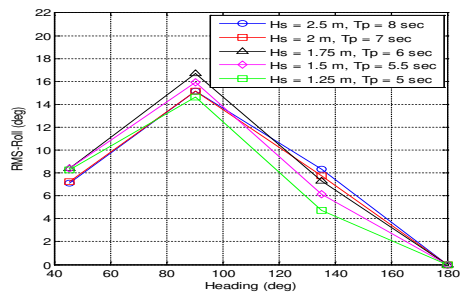
Criterion	Prescribe maximum value
C1 Roll	6° (rms)
C2 Pitch	3°(rms)
Lateral acceleration (at bridge,working deck FP, working deck AP)	0.1 g (rms)
Vertical acceleration (at bridge,working deck FP, working deck AP)	0.2 g (rms)
Propeller Emergence	15 % (probability)
Green water on deck (at bridge,working deck FP, working deck AP)	5 % (probability)

HASIL SIMULASI DAN DISKUSI

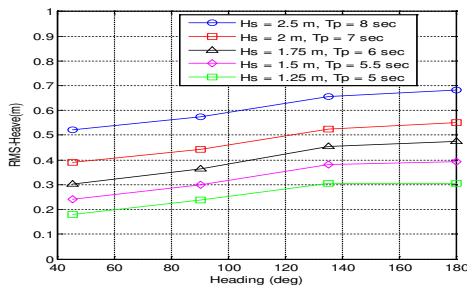
Dari hasil simulasi numerik didapatkan hasil prediksi RMS untuk masing-masing gerak sebagaimana disajikan pada Gambar 9 sampai dengan Gambar 13 yang masing-masing menggambarkan simulasi pada tinggi gelombang signifikan H_s = 0,5, 1,0 dan 2,0 m. Untuk masing-masing mode gerak ditampilkan dalam variasi kecepatan dan sudut *heading* kapal.



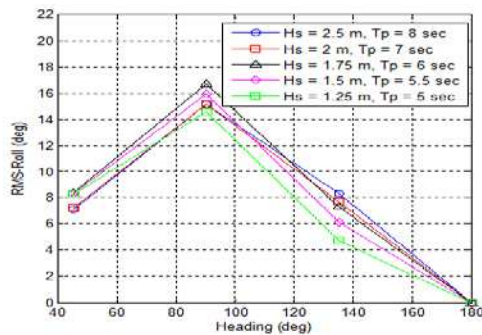
Gambar 9. RMS gerak *heave* dalam berbagai kondisi gelombang pada *full load*



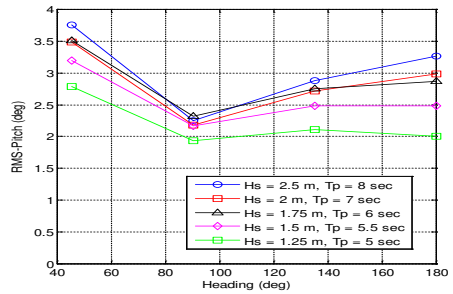
Gambar 10. RMS gerak *roll* dalam berbagai kondisi gelombang pada *full load*



Gambar 11. RMS gerak *heave* dalam berbagai kondisi gelombang pada *arrival load*



Gambar 12. RMS gerak *roll* dalam berbagai kondisi gelombang pada *arrival load*



Gambar 13. RMS gerak *pitch* dalam berbagai kondisi gelombang pada *arrival load*

Pengaruh Kecepatan Kapal

Dari hasil simulasi diketahui bahwa pengaruh kecepatan kapal (V_s : 0~10 knots) dalam berbagai variasi tinggi gelombang menunjukkan pola/tren yang sama terhadap perubahan kecepatan kapal. Pengaruh kecepatan yang sedikit terlihat pada mode gerak *surge* dan *roll*, untuk mode lain kurang terlihat dominan pengaruh kecepatan terhadap RMS yang dihasilkan.

Pengaruh Heading Kapal

Salah satu mode yang perlu diperhatikan adalah *roll* karena berkaitan dengan stabilitas kapal, dengan adanya penambahan kecepatan terjadi penurunan *roll damping* komponen akibat kecepatan kapal. Hal ini bisa menggambarkan kondisi *dead ship* (kapal mati/ tanpa kecepatan) akan mudah mengalami masalah stabilitas akibat menurunnya *roll damping*. Pada semua *heading*, *roll* meningkat pada kondisi kapal dalam kondisi tanpa kecepatan. Sebagai catatan bahwa kelemahan potensial teori dalam memprediksi gerak *roll* adalah pada kondisi sudut *encounter* 0 deg, dimana dianggap tidak ada respon *roll*. Namun dalam kondisi kenyataan hal ini dapat dimengerti karena gerak *roll* pada kondisi 0 deg adalah sangat kecil.

Untuk mode gerak yang termasuk dalam kriteria hanya *roll* yang terlihat dominan dipengaruhi sudut arah datang gelombang. Sudut *heading* 90 deg menghasilkan respon *roll* yang signifikan dibandingkan *heading* yang lain. Hal ini dimengerti mengapa kapal dalam operasionalnya menghindari gelombang dari samping secara langsung. Kombinasi variasi kecepatan dan *heading* yang optimum akan menghasilkan respon *roll* yang optimal pula.

Pengaruh Tinggi Gelombang

Suatu kapal didesain dengan menyesuaikan kondisi perairan laut dimana kapal beroperasi, untuk

itu memprediksi respon gerak yang terjadi dari suatu desain kapal dalam hubungannya dengan kemampuan stabilitasnya adalah sangat penting. Dalam simulasi ini digunakan gelombang *irreguler* dengan tinggi gelombang signifikan smpa dengan $H_s = 2.5$ m.

Dari hasil simulasi model Kapal Angkut Ikan 60 GT ini diketahui bahwa tidak ada perubahan pola/tren yang signifikan dari tiap mode gerak dalam variasi kecepatan maupun heading kapal, besaran respon gerak terjadi kenaikan seiring kenaikan tinggi gelombang. Kenaikan respon pada semua mode gerak diketahui hampir sama yaitu dua kali lipat dari respon pada tinggi gelombang di bawahnya, lihat Gambar 10 sampai dengan Gambar 13.

Dari seluruh hasil simulasi dengan variasi kondisi yang diberikan diketahui bahwa Kapal Angkut Ikan 60 GT ini masih di bawah ambang *limit operability criteria* atau dengan kata lain masih memenuhi kriteria, hal ini terlihat bahwa untuk semua kondisi respon RMS *roll* masih 4 *deg* dan RMS *pitch* 1.5 *deg*.

KESIMPULAN

Dari hasil simulasi *seakeeping* Kapal Angkut Ikan 60 GT yang telah dikemukakan di atas, maka dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut:

- Dari berbagai variasi simulasi yang diberikan, diketahui bahwa kondisi *beam seas* (90 *deg*) merupakan kondisi yang secara umum perlu diwaspadai pada kapal karena berpengaruh pada *mode gerak roll* sangat signifikan yang mana terkait dengan stabilitas kapal. Perubahan arah dan

kecepatan kapal sangat diperlukan untuk memperbaiki tingkat *roll* kapal yang lebih baik.

- Perlu dipertimbangkan operasional lapangan dan pola gerak kapal terkait dengan jenis muatan ikan curah yang diangkut kapal tersebut.

DAFTAR PUSTAKA

- Barani, Husni Mangga. (2004). *Pemikiran Percepatan Pembangunan Perikanan Tangkap Melalui Gerakan Nasional*. Diakses pada tanggal 4 September 2019. http://www.rudycct.com/PPS702-ipb/07134/husni_mb.pdf.
- KKP. (2016). *KKP Tetapkan 20 Lokasi Pembangunan Sentra Kelautan dan Perikanan Terpadu*. Diakses pada tanggal 4 September 2019. <https://news.kkp.go.id/index.php/kkp-tetapkan-20-lokasi-pembangunan-sentra-kelautan-dan-perikanan-terpadu>.
- Mata-Alvarez-Santullano, F. dan Sauto-Iglesias, A. (2014). Stability, Safety and Operability of Small Fishing Vessels. *Ocean Engineering*, Vol. 79: 81-91.
- Tello, M., Silva, S. R. e., Soares, C. G. (2011). Seakeeping Performance of Fishing Vessels in Irregular Waves. *Ocean Engineering*, Vol. 38 (5-6): 763-773.
- Yahya, Muhammad Ali. (2001). *Perikanan Tangkap Indonesia*. Diakses pada tanggal 4 September 2019. http://www.rudycct.com/PPS702-ipb/03112/ali_yahya.htm.