



ISSN 2338-0322

JURNAL TEKNIK PERKAPALAN

Jurnal Hasil Karya Ilmiah Lulusan S1 Teknik Perkapalan Universitas Diponegoro

Analisa Performa Perahu Katamaran Berkulit Plastik HDPE Produksi Pengrajin Perahu Kebondowo Banyubiru

Fatha Makhrusyah¹⁾, Wilma Amiruddin¹⁾, Muhammad Iqbal¹⁾

¹⁾Laboratorium Hidrodinamika

Departemen Teknik Perkapalan, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro
Jl. Prof. Soedarto, SH, Kampus Undip Tembalang, Semarang, Indonesia 50275
e-mail :fatha_syahh@yahoo.co.id, wisilmiw@yahoo.com

Abstract

Pembuatan perahu katamaran berkulit plastik HDPE terbukti dapat mengurangi berat konstruksi LWT kapal ($\pm 28\%$) jika dibandingkan kapal kayu dengan dimensi yang sama. Selain itu, dari sisi profitabilitas penggunaan material plastik HDPE dapat memberikan efisiensi kapasitas muat $\pm 50\%$. Memvariasikan jarak demihull dikenal mampu mengurangi hambatan total kapal., namun belum ada penelitian terbaru mengenai aplikasinya terhadap stabilitas dan juga olah gerak kapal. Penelitian ini pun dilakukan untuk melihat pengaruh perubahan rasio jarak demihull kapal tipe katamaran terhadap nilai hambatan total dan juga stabilitas maupun olah gerak sehingga mampu memenuhi kriteria IMO MSC 36(63) dan NORDFORSK 1987. Analisis menggunakan software maxsurf dengan 3 variasi jarak demihull diantaranya S/L 0,32, S/L 0,37, dan S/L 0,42. Hasilnya, kapal dengan rasio jarak demihull terbesar (S/L 0,42) memiliki nilai hambatan total terkecil dengan nilai 1,190 kN pada Fr 0,785. Berdasarkan IMO MSC 36(63), analisis stabilitas semua variasi jarak demihull memenuhi standar kriteria. Namun, jika efisiensi berat dialokasikan menjadi penambahan penumpang dari 8 menjadi 12 orang. Hasilnya, tidak satupun variasi jarak demihull memenuhi kriteria. Berdasarkan NORDFORSK 1987. Hasil analisis olah gerak menunjukkan tidak ada perubahan nilai pitching dan heaving. Simpangan rolling terbesar terjadi pada heading 90° untuk variasi 1 (S/L 0,32) dengan nilai 1,11. Nilai simpangan diambil pada kondisi slight low wave.

Kata Kunci : Resistance, Stability, Seakeeping, Hull Spacing

1. PENDAHULUAN

Indonesia memiliki beragam daerah perairan yang kerap dijadikan tempat wisata karena keindahan alam yang ditawarkan dan hal tersebut sangatlah berguna untuk menunjang perekonomian masyarakat, salah satunya adalah Rawa Pening di wilayah Ambarawa, Jawa Tengah.

Besarnya potensi wisata yang dimiliki oleh Rawa Pening kurang di dukung infrastruktur dan fasilitas penunjangnya seperti alat transportasi air yaitu kapal pariwisata yang dapat digunakan wisatawan untuk menikmati keindahan Rawa Pening, sehingga tim pengabdian dari Universitas Diponegoro dan mitra mencoba merintis sarana pariwisata berupa perahu katamaran berbahan plastik HDPE.

Pertimbangan dalam memilih plastik HDPE bekas drum kemasan sebagai bahan alternatif pengganti kulit kayu adalah bahan tersebut memiliki stok melimpah, murah, mudah dalam pengerjaan dan memiliki karakteristik teknis yang mendukung sebagai bahan alternatif yang dimaksud [1]. Karakteristik teknis yang cukup baik dari jenis plastik HDPE adalah temperatur leleh berkisar antara $200-280^\circ\text{C}$ [2], bermassa jenis antara $0,95-0,97\text{ g/mL}$, dan berbentuk kristalin (kristalinitasnya 90%) [3], dan kekuatan tarik $1200-2000$ [4].

Penggunaan plastik HDPE bekas drum kemasan pada perahu monohull menjadikan berat lambung berkurang $\pm 30\%$ dari berat lambung perahu berkulit kayu [5.]. Selain itu dari sisi profitabilitas penggunaan material plastik HDPE

dapat memberikan efisiensi kapasitas muat $\pm 50\%$ [1].

Namun, perahu katamaran berbahan plastik HDPE ini perlu dikaji ulang karena dibuat oleh mitra berdasarkan pengalaman dan belum diketahui apakah sesuai dengan standar akademik berdasarkan prinsip-prinsip dasar kapal tipe katamaran. Sehingga perlu adanya pendekatan untuk mencapai performa yang maksimal. Khususnya rasio S/L atau *hull spacing* pada kapal tipe katamaran ini agar hambatan, stabilitas dan olah gerak kapal ini sesuai dengan standar. Gambar 1. Menunjukkan kapal katamaran berkulit plastik HDPE yang digunakan sebagai materi penelitian.



Gambar 1. Katamaran Berkulit Plastik HDPE

Analisis menunjukkan, konfigurasi secara membujur (S/L) memberikan pengaruh yang signifikan terhadap penurunan hambatan, semakin besar nilai (S/L) maka semakin kecil nilai hambatan yang dihasilkan [6]. Hasil yang sama ditunjukkan pada penelitian mahasiswa FT UI yang menyebutkan hambatan kapal katamaran lebih kecil dibanding dengan monohull pada kecepatan tertentu dengan persentase mencapai 20,09% pada S/L 0,2 [7]. Hal ini dikarenakan interferensi gelombang yang menurun karena ketinggian elevasi gelombang yang semakin kecil pada area antara lambung dengan semakin besarnya jarak antar lambung [8].

Tujuan dari penelitian ini adalah mengetahui performa perahu katamaran berkulit plastik HDPE dengan variasi jarak lambung (*hull spacing*) yang memiliki hambatan paling rendah dan stabilitas serta olah gerak yang sesuai dengan standar IMO MSC 36(63) dan NORDFORSK 1987.

2. METODE

Analisa performa kapal katamaran berkulit plastik HDPE Rawa Pening ini menggunakan 1 jenis kapal dengan 3 variasi jarak demihull (*hull spacing*).

Tabel 1. Data Kapal Katamaran Berkulit Plastik HDPE

	Ket	L (m)	B (m)	T (m)	H (m)	S/L
1	Variasi 1	6,60	0,65	0,26	0,5	0,32
2	Variasi 2	6,60	0,65	0,26	0,5	0,37
3	Variasi 3	6,60	0,65	0,26	0,5	0,42

Desain kapal katamaran berkulit plastik HDPE dilakukan dengan bantuan *software* CAD. Analisis hambatan, stabilitas dan olah gerak dilakukan menggunakan *software* perkapalan yang selanjutnya divalidasi menurut kriteria IMO MSC.36(63) untuk stabilitas dan NORDFORSK 1987 untuk olah gerak.

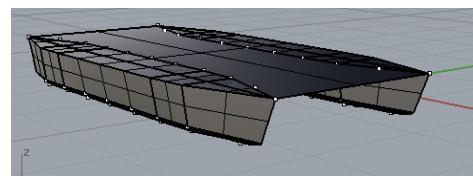
3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil penelitian sebelumnya, didapatkanlah ukuran utama sebagai berikut :

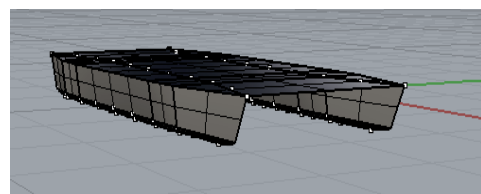
Tabel 2. Ukuran Utama Kapal Katamaran

No.	Item	Ukuran	Satuan
1	LOA	6,60	m
2	LWL	6,312	m
3	BOA	3	m
4	B	0,65	m
5	T	0,26	m
6	H	0,5	m
7	Cb	0,7	
8	Δ	1,407	ton
9	Vs	12	knot

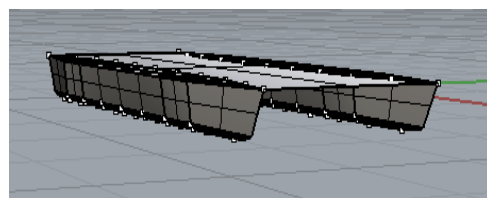
Berikut ini adalah ketiga model 3D dari variasi jarak demihull (*hull spacing*) yang akan digunakan:



Gambar 2. Variasi 1 (S/L 0,32)



Gambar 3. Variasi 2 (S/L 0,37)



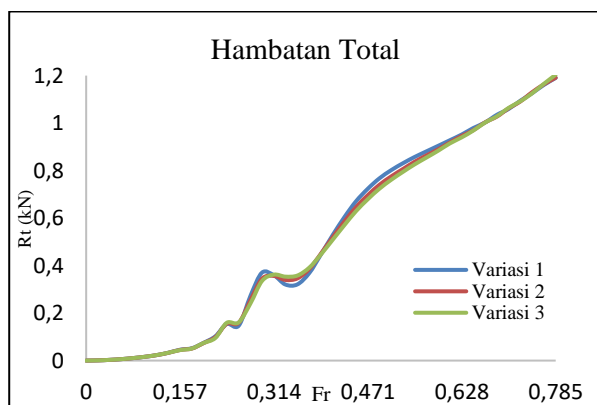
Gambar 4. Variasi 3 (S/L 0,42)

Ketiga model, selanjutnya dilakukan analisis hambatan, stabilitas dan olah gerak menggunakan *software* perkapalan.

Hambatan Kapal Katamaran

Hambatan dapat didefinisikan sebagai suatu gaya yang bekerja melawan gerakan kapal. Gaya tersebut ditimbulkan akibat adanya kontak langsung antara kapal dengan fluida [9].

Nilai hambatan total kapal ketiga variasi jarak lambung dapat dilihat pada grafik 5.



Grafik 5. Hambatan Kapal 3 Variasi Jarak Lambung Hasil Analisa *Maxsurf Resistance*

Hasil analisis hambatan kapal menunjukkan bahwa variasi jarak lambung terbesar atau S/L 0,42 yang memiliki nilai hambatan total terkecil. Hal ini dikarenakan interferensi gelombang yang lebih kecil jika dibandingkan kedua model lainnya. Besarnya interferensi gelombang yang mempengaruhi hambatan kapal dapat dibuktikan dengan persamaan (1).

$$C_T(\text{cat}) = (1 + \phi k) \sigma CF + \tau CW \quad (1)$$

Hambatan total kapal : dimana σ adalah faktor interferensi hambatan gesek (*friction*) sesuai dengan metode ITTC '57, ϕ adalah faktor interferensi hambatan bentuk (*form*), τ adalah faktor interferensi hambatan gelombang (*wave*) dan C_T koefisien hambatan total kapal, CF koefisien hambatan gesek, dan CW adalah koefisien hambatan gelombang.

Secara keseluruhan, tidak ada perubahan yang terlalu signifikan antara ketiga variasi jarak lambung terhadap nilai hambatan total kapal. Kurva menunjukkan terjadi peningkatan hambatan total kapal akibat penggunaan kecepatan kapal saat beroperasi. Pada nilai $Fr < 0,3$ hambatan total kapal terkecil dialami model kapal variasi 3 dengan rasio jarak lambung atau S/L 0,42.

Namun, terjadi penurunan nilai hambatan total pada Fr 0,32-0,35. Hal ini sesuai dengan teori buku studi kapal katamaran yang menyebutkan : untuk nilai $k = 0,33 - 0,45$ dan hampir semua nilai k mendapat nilai hambatan gelombang minimum pada bilangan $Fr = 0,33 - 0,34$ [10]. Hambatan total kapal terkecil pada kondisi ini dialami model kapal variasi 1 dengan rasio jarak lambung atau S/L 0,32.

Selanjutnya, nilai hambatan total kapal terkecil pada Fr 0,36 hingga kecepatan maksimum (12 knot) kembali dialami oleh model kapal variasi 3 dengan rasio jarak lambung atau S/L 0,42.

3.1. Stabilitas Kapal Katamaran

Data berat kapal diperoleh dengan cara memeriksa jenis kayu dan mengukur konstruksi profil yang digunakan dalam pembuatan perahu, kemudian menghitung volume (Volume) dan mengalikannya dengan nilai rapat massanya (ρ , t/m³). Hasil perhitungan berat konstruksi dapat dilihat pada Tabel 3 dan 4.

Tabel 3. Perhitungan Balok Konstruksi

Jenis Konstruksi	Ukuran	Σ	Berat (Ton)
G. Balok	8 x 2 x 660	2	0,0192
G. Bilga	7 x 5 x 600	2	0,0841
Gdg. Sisi	(7 x 5 x 40 x 9 x 20)	18	0,0229
Gdg. alas	10 x 5,5 x 52	7	0,0182
Gdg. Alas ujung	10 x 5,5 x 40	2	0,0040
L. haluan & buritan	8 x 6 x 54	2	0,0047
G. Balok ujung 1 Lambung	7 x 5 x 44	2	0,0028
Jumlah			0,312
Pbjr. Geladak	6 x 4 x 360	11	0,0475
B. geladak	6 x 4 x 300	11	0,0396
Jumlah			0,3991
Konstruksi atap	8 x 6 x 160	4	0,0154
	6 x 4 x 360	3	0,0130
	6 x 4 x 260	2	0,0062
	5 x 3 x 260	8	0,0156
			0,0502
Berat Total			0,4492

Keterangan :

Σ = jumlah konstruksi yang digunakan.

Tabel 3 menjelaskan tentang jumlah kerangka kayu yang dibutuhkan untuk pembangunan perahu berkulit plastik HDPE. Beberapa bagian konstruksi menggunakan jenis kayu yang sama, misal : galar balok, galar bilga, kayu untuk konstruksi atap menggunakan kayu suren, sedangkan gading-gading \ linggi haluan dan buritan menggunakan kayu Bingkarai.

Jenis kayu yang berdensitas tinggi pada umumnya memiliki kekuatan yang lebih baik dari kayu berdensitas rendah. Densitas atau berat jenis kering udara kayu Suren ($U = 15 \pm 3\%$), min 0,38 ton/m³ dan max 0,5 ton/m³. Berat jenis kering udara kayu Bingkarai, min 0,6 ton/m³ dan max 1,16 ton/m³ dengan nilai rata-rata 0,91 ton/m³. [11].

Selain berat kerangka konstruksi, terdapat berat dari displasemen kapal yaitu penjumlahan dari berat kapal kosong (LWT) ditambah beban seluruh muatan atau bobot mati (DWT).

Tabel 4. Perhitungan Displasemen Berat Perahu

Bagian Konstruksi	(Berat Ton)
Kerangka Lambung	0,449
Kulit Geladak	0,083808
Kulit Sisi	0,14552
Penumpang (Max 8 orang)	0,6
Jumlah	1,279
Toleransi (10%)	0,128
Berat Displasemen	1,407

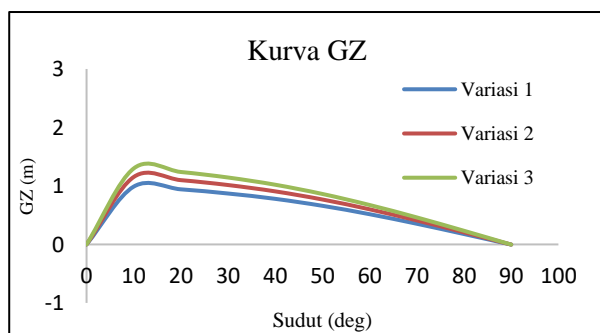
Berdasarkan perhitungan, didapatkan berat masing-masing komponen LWT dengan variasi jarak *demihull* yang berbeda seperti pada Tabel 5 berikut ini:

Tabel 5. Komponen LWT dan Titik Berat

Variasi Hull Spacing	Berat (ton)	LCG (m)	TCG (m)	VCG (m)
S/L 0,32	0,679	3,297	0,00	0,758
S/L 0,37	0,679	3,297	0,00	0,758
S/L 0,42	0,679	3,297	0,00	0,758

Analisis stabilitas dilakukan dengan menggunakan 2 kondisi menurut *IMO* yaitu (1) Kondisi kapal dengan muatan kosong dan *consumable* 100 %. (2) Kondisi kapal dengan muatan penuh.

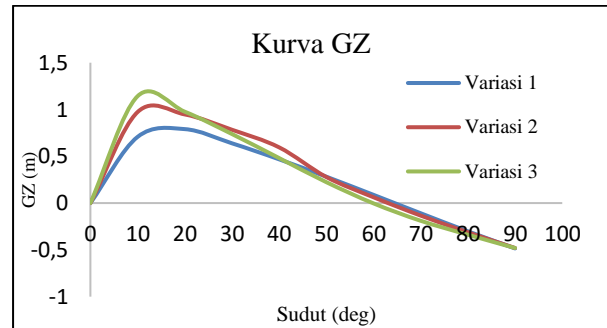
Hasil analisis stabilitas disajikan pada gambar 5 sampai dengan 6 dan tabel 6 sampai dengan 7 yang berupa perbandingan kurva GZ dari ketiga variasi jarak *demihull* tiap kondisi dan tabel kriteria stabilitas menurut *IMO* MSC.36(63):



Gambar 6. Kurva GZ Kondisi I (Muatan Kosong) Ketiga Variasi

Tabel 6. Kriteria Stabilitas Kapal Kondisi I (Kapal Kosong) 3 Variasi

No.	IMO MSC.36 (63)	Value	Variasi		
			I	II	III
1	0° - 30°	≥6,9329 m.deg	9,3955	10,958	12,343
2	Angle of Max. GZ	≥10°	13,6	13,6	13,6



Gambar 7. Kurva GZ Kondisi II (Kapal Penuh) Ketiga Variasi

Tabel 7. Kriteria Stabilitas Kapal Kondisi II (Kapal Penuh) 3 Variasi

No.	IMO MSC.36 (63)	Value	Hasil 3 Variasi
1	0° - 30°	≥5,7774 m.deg	8,8937
2	Angle of Max. GZ	≥10°	16,4
3	0° - 30°	≥6,9329 m.deg	9,2305
4	Angle of Max. GZ	≥10°	13,6
5	0° - 30°	≥7,4281 m.deg	9,7844
6	Angle of Max. GZ	≥10°	12,7

Semua kondisi dan variasi jarak *demihull* telah memenuhi kriteria *IMO* MSC.36(63). Gambar 6 dan 7 menunjukkan seluruh variasi dari masing-masing kondisi memiliki nilai GZ melebihi batas minimal.

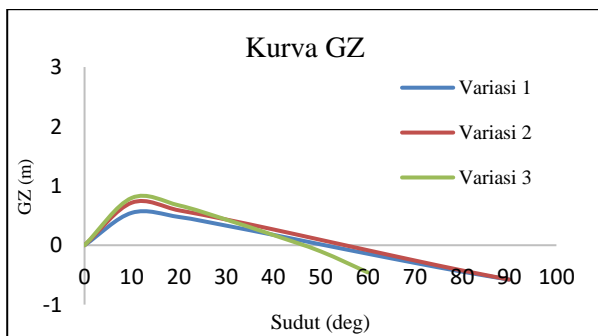
Pada kondisi 1 (muatan kosong) variasi 1 memiliki nilai GZ maksimal 1,055 m. Terjadi kenaikan nilai GZ maksimal pada variasi 2 dengan selisih 16,68% atau sebesar 1,231 m. Nilai tersebut masih lebih kecil jika dibandingkan dengan nilai GZ maksimal variasi 3 dengan selisih 12,6% dari variasi 2 atau 31,37% dari variasi 1 yaitu sebesar 1,386 m.

Kemudian, kondisi 2 (muatan penuh) variasi 1 memiliki nilai GZ maksimal 0,816 m. Terjadi kenaikan nilai GZ maksimal pada variasi 2 dengan selisih 28,8% atau sebesar 1,051 m. nilai tersebut masih lebih kecil jika dibandingkan dengan nilai GZ maksimal variasi 3 dengan selisih 13,89% dari

variasi 2 atau 46,7% dari variasi 1 yaitu sebesar 1,197 m.

Selanjutnya, dilakukan pula analisis stabilitas kapal katamaran berkulit plastik HDPE dengan muatan lebih banyak. Hasil dari efisiensi penggunaan material plastik HDPE yang berimbang pada berkurangnya nilai displasemen yang setara dengan penambahan muatan $\pm 50\%$ dari 8 orang menjadi 12 orang [1].

Hasil analisis stabilitas kapal dengan penambahan muatan disajikan pada gambar 8 dan tabel 8 yang berupa perbandingan kurva GZ dari ketiga variasi jarak *demihull* tiap kondisi dari tabel kriteria stabilitas menurut IMO MSC 36(63) :



Gambar 8. Kurva GZ Kondisi Muatan Maksimum (12 Orang) Ketiga Variasi

Tabel 8. Kriteria Stabilitas Kapal Kondisi Maksimum (12 Orang) 3 Variasi

No.	IMO MSC.36 (63)	Value	Hasil 3 Variasi
1	0° - 30°	$\geq 7,4281$ m.deg	4,6664
2	Angle of Max.GZ	$\geq 10^\circ$	12,4
3	0° - 30°	$\geq 7,4281$ m.deg	6,1507
4	Angle of Max.GZ	$\geq 10^\circ$	12,7
5	0° - 30°	$\geq 3,1513$ m.deg	Not analysis
6	Angle of Max.GZ	$\geq 10^\circ$	Not analysis

Hasil analisis menunjukkan, semua variasi jarak *demihull* pada kondisi ini (muatan 12 orang) tidak memenuhi kriteria IMO MSC 36(63). Gambar 8 dan tabel 8 menunjukkan pada variasi 1 dan 2 nilai GZ pada sudut 0° - 30° kurang dari batas minimal. Sedangkan pada variasi 3 bahkan model tidak dapat dianalisis karena nilai trim melebihi 75°.

3.2. Olah Gerak Kapal Katamaran

Analisis olah gerak kapal dilakukan dengan memperhatikan distribusi beban yang telah ditetapkan ketika analisis stabilitas. Kondisi yang dianalisis olah geraknya yaitu saat kapal muatan

penuh dengan kriteria yang digunakan yaitu NORDFORSK 1987 untuk kapal barang dengan panjang di bawah 100 m. Analisis dilakukan untuk sudut heading 45° (*stern quartering seas*), 90° (*beam seas*), 135° (*bow quartering seas*) dan 180° (*head seas*) dengan karakteristik gelombang *slight*, *moderate*, dan *rough* menggunakan spektrum gelombang JONSWAP (*Joint North Sea Wave Project*). Tinggi dan periode gelombang diambil berdasarkan [12].

Tabel 9. Kriteria Olah Gerak Kapal NORDFORSK 1987

No.	Criteria	Prescribe Max. Value
1	RMS of Roll	6°
2	RMS of Vertical Acceleration at FP	0,275 g
3	RMS of Vertical Acceleration at Bridge	0,15 g

Tabel 10. Data Asumsi Karakteristik Gelombang

No.	Deskripsi Gelombang	Tinggi Gelombang (m)	Periode Gelombang (s)
1	Slight Low	0,50	7,50
2	Slight Medium	0,75	7,50

Hasil analisis olah gerak kapal untuk semua variasi jarak *demihull* (*hull spacing*) ditunjukkan pada Tabel 11 sampai dengan 19.

Tabel 11. RMS Kapal Variasi 1 (S/L 0,32) di Slight Low Wave

Head (deg)	Amplitude			VA (m/s ²)	
	Heave	Pitch	Roll	Bridge	FP
45	0,124	0,46	0,47	0,051	0,042
90	0,128	0,27	0,74	0,259	0,142
135	0,138	0,48	0,53	0,475	0,513
180	0,143	0,73	0,00	0,906	0,880

Tabel 12. RMS Kapal Variasi 1 (S/L 0,32) di Slight Medium Wave

Head (deg)	Amplitude			VA (m/s ²)	
	Heave	Pitch	Roll	Bridge	FP
45	0,185	0,69	0,70	0,077	0,063
90	0,193	0,41	1,11	0,389	0,212
135	0,206	0,72	0,79	0,713	0,770
180	0,214	1,09	0,00	1,359	1,320

Tabel 13. RMS Kapal Variasi 2 (S/L 0,37) di Slight Low Wave

Head (deg)	Amplitude			VA (m/s ²)	
	Heave	Pitch	Roll	Bridge	FP
45	0,124	0,46	0,47	0,051	0,042
90	0,128	0,27	0,73	0,260	0,142
135	0,138	0,48	0,52	0,476	0,514
180	0,143	0,73	0,00	0,908	0,881

Tabel 14. RMS Kapal Variasi 2 (S/L 0,37) di *Slight Medium Wave*

Head (deg)	Amplitude			VA (m/s ²)	
	Heave	Pitch	Roll	Bridge	FP
45	0,185	0,69	0,70	0,077	0,063
90	0,193	0,41	1,09	0,390	0,213
135	0,206	0,72	0,79	0,713	0,771
180	0,214	1,09	0,00	1,361	1,322

Tabel 15. RMS Kapal Variasi 3 (S/L 0,42) di *Slight Low Wave*

Head (deg)	Amplitude			VA (m/s ²)	
	Heave	Pitch	Roll	Bridge	FP
45	0,124	0,46	0,46	0,051	0,042
90	0,128	0,27	0,72	0,257	0,140
135	0,138	0,48	0,52	0,471	0,524
180	0,143	0,73	0,00	0,900	0,893

Tabel 16. RMS Kapal Variasi 3 (S/L 0,42) di *Slight Medium Wave*

Head (deg)	Amplitude			VA (m/s ²)	
	Heave	Pitch	Roll	Bridge	FP
45	0,185	0,69	0,70	0,076	0,064
90	0,193	0,41	1,07	0,385	0,210
135	0,206	0,72	0,78	0,707	0,785
180	0,214	1,09	0,00	1,350	1,339

Simpangan *rolling* terbesar terjadi pada *heading* 90° untuk variasi 1 (S/L 0,32) dengan nilai 1,11°. Nilai tersebut 376,57% lebih kecil dibandingkan dengan *Patrol Speed Boat Grass Carp* [11]. Simpangan *pitching* terbesar terjadi pada *heading* 180° untuk semua variasi jarak *demihull* pada *Slight Medium Wave* dengan nilai 1,09. Nilai tersebut memiliki selisih 33,03% lebih besar jika dibandingkan dengan simpangan *rolling* pada *heading* 180° untuk semua variasi jarak *demihull* pada *Slight Low Wave*. Artinya, variasi jarak *demihull* tidak mempengaruhi nilai *pitching*. Hal itu terjadi pula pada *heaving*, yang mana nilai *heaving* tidak terpengaruh oleh variasi jarak *demihull*. Namun, nilainya berubah ketika terjadi perubahan tinggi gelombang.

Hasil analisis olah gerak menunjukkan bahwa semua variasi jarak *demihull*, baik *pitching*, *rolling*, dan *vertical acceleration* sesuai dengan kriteria NORDFORSK 1987. Hasil analisis menunjukkan baik variasi 1 (S/L 0,32), variasi 2 (S/L 0,37), dan variasi 3 (S/L 0,42) mengalami peningkatan respon dari kondisi *slow wave* sampai dengan *medium wave*. Berdasarkan tabel 11 sampai dengan 19, semua RMS masih di bawah batas maksimal dari standar yang telah ditentukan. RMS kapal mulai melewati batas standar ketika kondisi gelombang *medium* diterapkan, namun hanya pada *vertical acceleration* saat *heading* 135° dan 180°.

Penambahan variasi gelombang *medium* pada analisis di atas merupakan variasi tambahan untuk

mengetahui respon kapal ketika terjadi cuaca ekstrem mengingat kondisi perairan Rawa Pening termasuk kategori *slight*.

Terdapat banyak faktor yang mempengaruhi besarnya simpangan yang terjadi pada olah gerak kapal seperti penentuan titik berat kapal LCG, TCG, dan VCG. Nilai LCG, TCG secara berturut-turut digunakan untuk *input* angka *pitch gyradius* dan *roll gyradius*. Semakin besar titik LCG (dihitung dari *midship*), maka semakin tinggi simpangan *heaving* dan *pitching* yang terjadi. Semakin besar titik TCG (menjauhi center line), maka semakin besar pula simpangan *rolling* yang terjadi. Bentuk haluan yang memiliki sudut kemiringan yang relatif kecil juga berpengaruh terhadap olah gerak kapal. Sudut kemiringan haluan yang kecil dapat berakibat pada nilai *vertical acceleration* yang relatif besar dibandingkan dengan haluan yang cenderung tegak. Bentuk haluan yang *vertical* dapat memotong gelombang sehingga kapal dapat melalui gelombang dengan *pitching* yang lebih kecil dari bentuk haluan pada umumnya [13].

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis pada bagian pembahasan, ini penulis mengambil beberapa kesimpulan diantaranya: (1) Variasi 3 (S/L 0,42) memiliki hambatan total terkecil yaitu 1,190 kN. Kapal dengan variasi jarak *demihull* yang lain memiliki hambatan besar karena interferensi gelombang yang lebih besar. (2) Semua variasi jarak *demihull* pada setiap kondisi kapal memenuhi kriteria IMO MSC.36(63). Efisiensi berat konstruksi kapal katamaran berkulit HDPE tidak dapat dialokasikan kepada penambahan muatan penumpang karena tidak memenuhi standar kriteria (3) Analisis olah gerak pada semua variasi jarak *demihull* telah memenuhi kriteria NORDFORSK 1987. Simpangan *rolling* terbesar terjadi pada *heading* 90° sebesar 1,11° untuk kapal variasi 1 (S/L 0,32), *pitching* terbesar pada *heading* 180° sebesar 1,09° untuk seluruh variasi jarak *demihull* pada *slight medium wave*, serta *heaving* terbesar pada *heading* 180° sebesar 0,214° untuk semua variasi jarak lambung pada *slight medium wave*.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Amiruddin, W., Yudo, H., 2018, "Efek Penggunaan Kulit Plastik HDPE Pada Lambung Perahu Katamaran". FT Undip Semarang.
- [2] Mujiarto Iman, 2005, *Sifat Karakteristik Material Plastik Dan Bahan Adirif*, Traksi, Vol. 3, No. 2.
- [3] Bierley, A.W., R.J, Heat dan M.J. Scott. 1988. *Plastic materials properties and applications*. New York: Chapman and Hall Publishing
- [4] Feldman Dorel, Hartomo Anton, J., 1995, *Bahan Polimer konstruksi bangunan*, PT Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.
- [5] Amiruddin Wilma, Sasmito Hadi Eko, Kiryanto, 2014, Pemanfaatan material Plastik HDPE Bekas Drum Kemasan sebagai Kulit Lambung Perahu, KAPAL,, Vol. 11, No 3 hal 162-169.
- [6] Laksono Dwi, "Analisis Hambatan Total Pada Kapal Model *Monohull* Dan Katamaran Konfigurasi R/L (*Staggered*) Dengan *Displacement* Yang Sama". FT UI Depok, 2012
- [7] Indrawati R. T., "Analisa Hambatan Total Kapal Katamaran Dengan Konfigurasi Jarak Lambung Secara Melintang (S/L)" FT UI Depok, 2012
- [8] Sutiyo, "Studi Pengaruh Interferensi Terhadap Hambatan Pada Kapal Katamaran Simetri Melalui CFD (*Computitational Fluid Dynamic*)" FTK ITS Surabaya, 2014
- [9] Couser, P. R., Molland, A. F., Amstrong, N. A. Utama, I.K.A.P."Calm Water Powering Prediction for High Speed Catamarans". In *Fast'97*. Sydney, (1997)
- [10] U.S. Departement of Commerce Maritime Administration, 1969, *Catamaran Study*, GENERAL SYNAMICS Quincy Division
- [11] BKI, 1996, Buku Peraturan Klasifikasi dan Konstruksi Kapal Laut (Peraturan Kapal Kayu), Biro Klasifikasi Indonesia, Jakarta
- [12] Kiryanto, "Analisa Teknis Stabilitas dan Olah Gerak Kapal *Patrol Speed Boat "Grass Carp"* di Perairan Rawa Pening Jawa Tengah",
- [13] A. Nababan, D. Chrismianto, B. Arswendo, "Optimasi Bentuk Haluan Kapal Ferry Untuk Mendapatkan Olah Gerak Yang Terbaik Di