



ISSN 2338-0322

# JURNAL TEKNIK PERKAPALAN

Jurnal Hasil Karya Ilmiah Lulusan S1 Teknik Perkapalan Universitas Diponegoro

## Analisis Pengaruh *Hull Vane* Tipe NACA 4412 Sudut $10^\circ$ Terhadap Hambatan dan *Seakeeping* pada Kapal Perintis 750 DWT Dengan Variasi Jumlah dan Posisi *Foil Hull Vane* menggunakan Metode CFD

Wisesa Maheswara<sup>1)</sup>, Untung Budiarto<sup>1)</sup>, Ahmad Fauzan Zakki<sup>1)</sup>

Laboratorium Hidrodinamika

Departemen Teknik Perkapalan, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro

Jl. Prof. Soedarto, SH, Kampus Undip Tembalang, Semarang, Indonesia 50275

Email : wisesamaheswara@gmail.com, untungbudiarto@yahoo.com, Ahmadfzakki@yahoo.com

### Abstrak

Perkembangan teknologi perkapalan sudah banyak diaplikasikan pada kapal. Hal itu sangat penting karena dapat meningkatkan performa kapal, diantaranya mengurangi hambatan dan memperbaiki olah gerak kapal. *Hull vane* adalah *fixed foil* yang terletak pada buritan kapal dan di bawah garis air. Gaya angkat pada *hull vane* dapat mengurangi terjadinya *running trim*. Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan perancangan *hull vane* pada kapal, baik dalam hal jumlah dan posisi *foil* untuk menghasilkan hambatan dan olah gerak kapal yang optimal. Pada penelitian ini penulis menggunakan program komputer berbasis *Computational Fluid Dynamic (CFD)* didalam menyelesaikan masalah dari tujuan penelitian. Hasil dari penelitian ini menunjukkan bahwa pada model 5 variasi *double foil hull vane* dengan posisi *foil* 2%LWL di belakang kapal dan 50%T(sarat) adalah model dengan nilai peningkatan hambatan total paling kecil dari kapal original yaitu 3,148 %, terjadi pada  $Fn$  0,32. Sedangkan untuk olah gerak kapal nilai *heaving* terbaik pada model 5 kapal yaitu *double foil hull vane* posisi *foil* 2%LWL dibelakang kapal dan 50% serta 4%LWL di belakang kapal dan 60%T (sarat) dengan pengurangan nilai *heaving* sebesar 3,22 % yang terjadi pada tiga  $Fn$  yaitu 0,26, 0,28, 0,32 sedangkan nilai *pitching* mengalami peningkatan dengan penambahan mencapai 3,89% s di *Froude number* 0,34 pada model 6.

Kata Kunci : *Hull Vane*, *CFD (computational Fluid Dynamics)*, Hambatan, Kapal Perintis 750 DWT, Olah Gerak Kapal

### 1. PENDAHULUAN

Di era globalisasi ini, persaingan antar negara sudah memasuki skala global baik dari segi ekonomi, militer, budaya, dan sebagainya. Kemaritiman pun tidak luput dari persaingan dunia mengingat 71% permukaan bumi diselimuti oleh air dan perkapalan merupakan poros kemajuan maritim serta menjadi salah satu penanda maju atau masih berkembangnya negara tersebut. Perkapalan baik dalam hal transportasi, perekonomian maupun bidang pertahanan sangat membutuhkan efisiensi penggunaan dari segi fungsi, akomodasi, dan waktu. Maka dari itu dibutuhkan kapal yang kuat, hemat, dan cepat. Salah satu aspek yang sangat dibutuhkan adalah kapal dengan kecepatan tinggi, baik untuk kapal ikan menuju *fishing ground*, kapal patroli menuju

target operasi, maupun kapal niaga menuju ke pelabuhan. Menimbang kebutuhan negara akan kapal berkecepatan tinggi, maka pengembangan teknologi untuk kapal berkecepatan tinggi pun harus ditingkatkan.

Hambatan dengan olah gerak kapal yang kecil membuat mesin kapal bekerja semakin efisien sehingga memperoleh kecepatan yang optimal. Oleh karena itu, untuk mendapatkan hambatan dan olah gerak kapal yang minimal diperlukan penelitian *hull vane* terhadap hambatan dan *seakeeping* kapal tersebut. Penelitian ini dilakukan menggunakan metode *CFD (Computational Fluid Dynamic)* dengan tipe *foil* NACA 4412 dan posisi *hull vane* berada pada belakang buritan kapal serta divariasikan jumlah dan sudut *hull vane*.

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

1. Bagaimana hambatan kapal setelah penambahan *hull vane* tipe NACA 4412 dari tiap variasi jumlah dan posisi *hull vane*?
2. Bagaimana *seakeeping* kapal setelah penambahan *hull vane* tipe NACA 4412 dari tiap variasi jumlah dan posisi *hull vane*?

Penelitian ini merupakan penelitian mendalam berdasarkan hasil Temuan ahli hidrodinamika Belanda Pieter Van Oossanen [1] yang sudah dipatenkan, Adapun penelitian ini memiliki dua penelitian sejenis disaat waktu bersamaan dengan latar belakang dan tujuan penelitian yang sama namun memiliki variabel penelitian yang berbeda yaitu tipe NACA dan sudut foil yang digunakan, penelitian tersebut yaitu penelitian Rahmat Assidiq dengan sudut 0 derajat dan tipe NACA 2412 [2] serta penelitian Afdi Supriyonggo [3] dengan sudut 5 derajat dan tipe NACA 2415.

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

1. Mengetahui besar hambatan kapal setelah penambahan *hull vane* tipe foil NACA 4412 dari tiap variasi jumlah dan posisi *hull vane*.
2. Mengetahui olah gerak kapal setelah penambahan *hull vane* tipe foil NACA 4412 dari tiap variasi jumlah dan posisi *hull vane*.

## 2. METODE

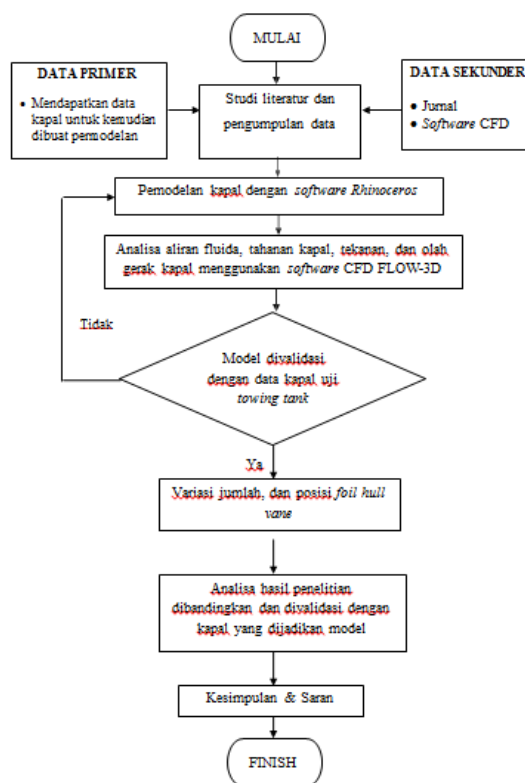
### 2.1 Materi Penelitian

Dalam penelitian ini, penulis memiliki data primer berupa ukuran utama kapal perintis *monohull* tipe 750 DWT :

LOA ( <i>Length over all</i> )	: 64,00 m
LWL	: 58,96 m
B	: 11,60 m
H	: 4,50 m
T	: 2,90 m
Speed (Vs)	: 16 knot

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

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



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

### 2.2 Parameter Penilitan

Penelitian ini difokuskan pada variasi jumlah dan posisi *hull vane* pada kapal perintis *monohull* 750 DWT yang paling optimal terhadap hambatan dan olah gerak kapal. Maka dari itu, penelitian ini menggunakan beberapa parameter. Parameter yang digunakan adalah sebagai berikut:

#### A. Parameter tetap

Penulis menggunakan data primer ukuran utama kapal perintis *monohull* 750 DWT untuk dijadikan sebagai parameter tetap dalam penelitian ini.

#### B. Parameter peubah

Model variasi jumlah dan posisi *hull vane* :

- Posisi *hull vane* I yaitu 2%LOA dibelakang kapal dan 60%T dibawah sarat.
- Posisi *hull vane* II yaitu 2%LOA dibelakang kapal dan 50%T dibawah sarat.
- Posisi *hull vane* III dengan jarak memanjang 4%LWL dibelakang kapal dan 60%T dibawah sarat.

Penambahan *single foil hull vane* menjadi *double foil hull vane*.

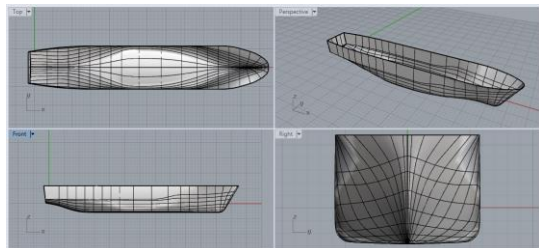
### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 3.1 Pengolahan Data

##### A. Desain Model Badan Kapal

Permodelan untuk analisis hambatan dan olah gerak kapal perintis 750 DWT dengan berdasarkan variasi jumlah dan posisi *hull vane*, menggunakan bantuan *Software Rhinoceros 5.0* untuk proses pembuatan atau penggambaran.

Dari data pada metodologi dibuat pemodelan badan kapal dengan bantuan *Software Rhinoceros 5.0* :



Gambar 2. Pemodelan Kapal Orisinal dengan *Software Rhinoceros 5.0*

Hasil pemodelan dari *Software Rhinoceros 5.0* terlebih dahulu di skala 1 : 18 sesuai dengan validasi hambatan dalam pengujian towing tank lalu di ekspor kedalam bentuk *file .iges* kemudian dibuka di *Software CFD Tdyn 12.2.3.0*.

##### B. Pembuatan Model *Hull Vane*

Pembuatan variasi model dirancang menggunakan *software Rhinoceros 5.0*. Acuan yang digunakan untuk membuat model *hull vane* diambil dari penelitian sebelumnya yang dilakukan Iruthayaraju Andrews [4].

Tabel 1. Ukuran dan Posisi *Foil Hull Vane*

Profile	NACA 4412
Span	9,76 m
Chord	1,28 m
x	-1,28 m
y	0 m
z	-1,74 m

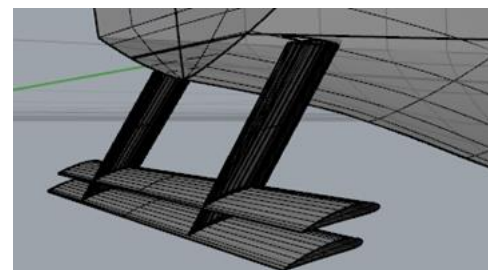
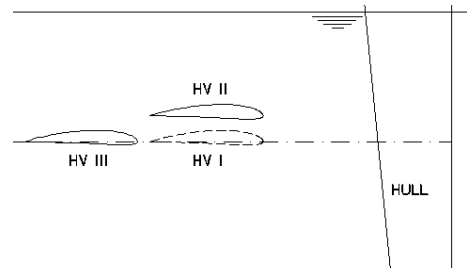
##### C. Pembuatan Variasi Model

Dalam pembuatan variasi posisi dan jumlah juga dirancang menggunakan *software Rhinoceros 5.0*. Acuan yang digunakan untuk melakukan variasi perubahan posisi *foil hull vane* diambil dari penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh K. Uithof [5].

Tabel 2. Variasi Posisi dan Jumlah *Foil Hull Vane*

Model	x	y	z	Jumlah foil
1	-1,28 m	0 m	-1,74 m	1
2	-1,28 m	0 m	-1,45 m	1
3	-2,36 m	0 m	-1,74 m	1
4	-1,28 m	0 m	-1,74 m	2
5	-1,28 m	0 m	-1,45 m	2
6	-2,36 m	0 m	-1,74 m	2

Perancangan variasi posisi *foil hull vane* dimulai dengan menentukan titik koordinat 0 pada kapal. Titik itu digunakan sebagai dasar penentuan posisi *foil hull vane*. Dalam penelitian ini, titik tersebut berada pada perpotongan antara linggi buritan kapal dengan garis muat kapal atau sarat(T).



Gambar 3. Variasi Posisi dan Jumlah *Foil Hull Vane*

#### 3.2 Validasi Hambatan Kapal Orisinal

Analisis hambatan menggunakan skala perbandingan antara model dan *prototype* yaitu 1:18. Untuk validasi kapal tanpa variasi penambahan *hull vane* yaitu menggunakan data dari pengujian *towing tank* yang sudah dilakukan sebelumnya.

Tabel 3. Validasi Hambatan Total Kapal

Orisinal				
Fn	V (m/s)	RT Empiris (N)	RT Simulasi CFD (N)	Error (%)
0,26	1,455	11,37	11,63	2,24
0,28	1,576	14,29	14,01	-1,98
0,30	1,698	18,54	19,24	3,64
0,32	1,819	22,96	23,46	2,11
0,34	1,940	28,06	27,38	-2,47

Validasi ini digunakan untuk pengaturan konvergensi ukuran *meshing* yang sesuai. Sehingga ukuran 0,03276 untuk daerah kapal bawah air, 0,1638 untuk *free surface*, dan 0,3276 untuk seluruh komponen sisa bisa digunakan.

### 3.3 Analisis Hambatan Kapal dengan Variasi Posisi dan Jumlah Foil Hull Vane

Dalam simulasi numerik pada *Computational Fluid Dynamic Tdyn 12.2.3.0* ini nilai hambatan dapat dilihat setelah melakukan *running data* pada menu "*Force on Boundaries*". Berikut hasil simulasi analisis hambatan :

Tabel 4. Nilai Hambatan Total Kapal dengan Variasi Posisi dan Jumlah Foil Hull Vane

Model	RT Fn 0,26 (N)	Selisih
Orisinal	11,370	-
1	16,012	+40,827%
2	12,137	+6,746%
3	15,290	+34,477%
4	18,066	+58,892%
5	15,828	+39,208%
6	15,692	+38,012%

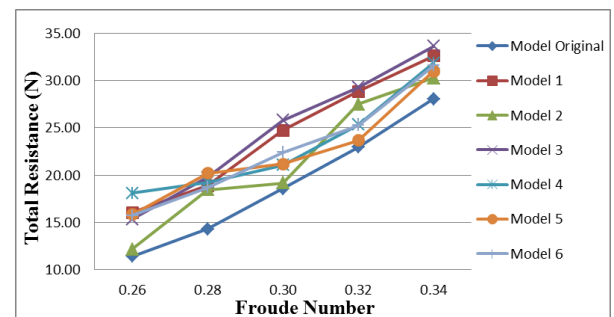
  

Model	RT Fn 0,28 (N)	Selisih
Orisinal	14,290	-
1	18,858	+31,966%
2	18,424	+28,929%
3	19,764	+38,307%
4	19,236	+34,612%
5	20,174	+41,176%
6	18,685	+30,756%

Model	RT Fn 0,30 (N)	Selisih
Orisinal	18,540	-
1	24,730	+33,387%
2	19,158	+3,333%
3	25,817	+39,250%
4	21,045	+13,511%
5	21,172	+14,196%
6	22,386	+20,744%

Model	RT Fn 0,32 (N)	Selisih
Orisinal	22,960	-
1	28,858	+25,688%
2	27,502	+19,782%
3	29,289	+27,565%
4	25,322	+10,287%
5	23,683	+3,149%
6	25,259	+10,013%

Model	RT Fn 0,34 (N)	Selisih
Orisinal	28,060	-
1	32,617	+16,240%
2	30,292	+7,954%
3	33,672	+20,000%
4	31,888	+13,642%
5	30,988	+10,435%
6	31,575	+12,527%

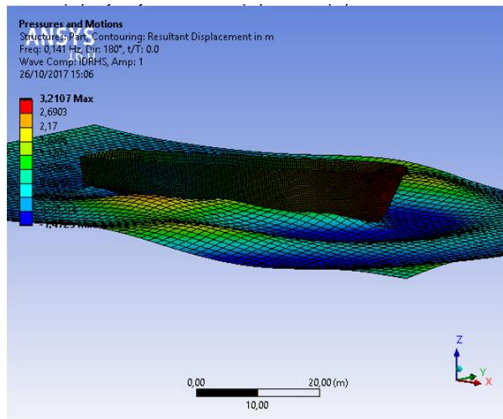


Gambar 4. Grafik Hambatan Total Kapal dengan Variasi Penambahan Hull Vane

Dari Tabel 4 nilai hambatan menggunakan CFD variasi posisi dan jumlah *foil hull vane* dengan sudut *foil* 10° mengalami kenaikan. Nilai hambatan total bertambah paling kecil sebesar 3,149% dari hambatan *original*, nilai ini terjadi pada *Froude Number* 0,32 pada model 5 dengan variasi *double foil hull vane* posisi *foil* 2%LWL dan 50%T.

### 3.4 Analisis Olah Gerak Kapal

Pada penelitian ini perhitungan olah gerak kapal dilakukan menggunakan *software Ansys AQWA*. Program ini merupakan salah satu perangkat lunak yang mempunyai kemampuan untuk menganalisis *seakeeping performance* diantara beberapa *software* komersial yang telah ada. Analisis olah gerak dihitung dengan menggunakan metode *Hydrodynamic Diffraction* dengan 5 variasi kecepatan yaitu pada *froude number* 0,26 ; 0,28 ; 0,30 ; 0,32 dan 0,34 pada sudut *heading* 180<sup>0</sup>.



Gambar 5. Analisis Olah Gerak Kapal dengan *Software Ansys AQWA*

Hasil analisa olah gerak ini berupa *Response Amplitudo Operator (RAO)* untuk *heave* dan *pitch*.

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 [6]. Untuk perairan laut jawa, data yang digunakan dalam penelitian ini yaitu tinggi gelombang signifikan ( $H_s$ ) 1 m, dan dari data tinggi gelombang yang didapatkan lalu dicari nilai periode rata-rata ( $T_{av}$ ) pada tabel *sea state* yaitu 3,2109 [7].

Berdasarkan analisa yang dilakukan menggunakan metode CFD dan dilanjutkan dengan perhitungan secara manual didapatkan data sebagai berikut:

Tabel 5. Nilai RMS Heave Kapal dengan Variasi Posisi dan Jumlah *Foil Hull Vane*

Model	RMS Heave Fn 0,26 (g)	Kriteria Standar (g)
Orisinal	0,031	0,15
1	0,031	0,15
2	0,031	0,15
3	0,031	0,15
4	0,030	0,15
5	0,030	0,15
6	0,030	0,15

Model	RMS Heave Fn 0,28 (g)	Kriteria Standar (g)
Orisinal	0,036	0,15
1	0,035	0,15
2	0,035	0,15
3	0,035	0,15
4	0,035	0,15
5	0,035	0,15
6	0,035	0,15

Model	RMS Heave Fn 0,30 (g)	Kriteria Standar (g)
Orisinal	0,047	0,15
1	0,046	0,15
2	0,046	0,15
3	0,046	0,15
4	0,047	0,15
5	0,046	0,15
6	0,046	0,15

Model	RMS Heave Fn 0,32 (g)	Kriteria Standar (g)
Orisinal	0,057	0,15
1	0,057	0,15
2	0,057	0,15
3	0,057	0,15
4	0,057	0,15
5	0,057	0,15
6	0,057	0,15

Model	RMS Heave Fn 0,34 (g)	Kriteria Standar (g)
Orisinal	0,063	0,15
1	0,063	0,15
2	0,063	0,15
3	0,063	0,15
4	0,063	0,15
5	0,062	0,15



6	0,063	0,15
---	-------	------

5	0,186	0,15
6	0,187	0,15

Tabel 6. Nilai RMS Pitch Kapal dengan Variasi Posisi dan Jumlah *Foil Hull Vane*

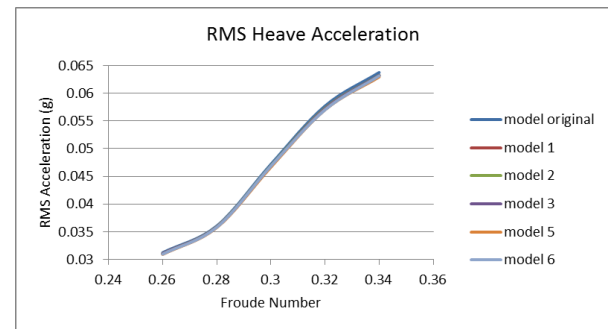
Model	RMS Pitch Fn 0,26 (g)	Kriteria Standar (g)
Orisinal	0,101	0,15
1	0,103	0,15
2	0,103	0,15
3	0,104	0,15
4	0,105	0,15
5	0,106	0,15
6	0,107	0,15

Model	RMS Pitch Fn 0,28 (g)	Kriteria Standar (g)
Orisinal	0,104	0,15
1	0,106	0,15
2	0,106	0,15
3	0,106	0,15
4	0,108	0,15
5	0,108	0,15
6	0,109	0,15

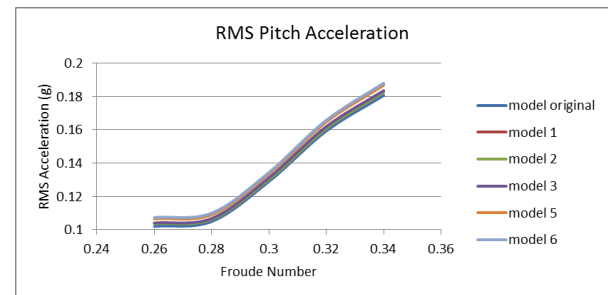
Model	RMS Pitch Fn 0,30 (g)	Kriteria Standar (g)
Orisinal	0,128	0,15
1	0,130	0,15
2	0,130	0,15
3	0,131	0,15
4	0,132	0,15
5	0,133	0,15
6	0,134	0,15

Model	RMS Pitch Fn 0,32 (g)	Kriteria Standar (g)
Orisinal	0,159	0,15
1	0,161	0,15
2	0,160	0,15
3	0,161	0,15
4	0,162	0,15
5	0,164	0,15
6	0,165	0,15

Model	RMS Pitch Fn 0,34 (g)	Kriteria Standar (g)
Orisinal	0,180	0,15
1	0,183	0,15
2	0,182	0,15
3	0,183	0,15
4	0,185	0,15



Gambar 6. Nilai RMS *Heave* Kapal dengan Variasi Posisi dan Jumlah *Foil Hull Vane*



Gambar 7. Nilai RMS *Pitch* Kapal dengan Variasi Posisi dan Jumlah *Foil Hull Vane*

Dari tabel 5 dan 6 kita dapat melihat bahwa dalam analisis gerakan *heaving*, model 5 dan 6 kapal *double foil hull vane* dengan posisi *foil* 2%LWL di belakang kapal dan 50%T serta 4%LWL di belakang kapal dan 60%T adalah model yang mempunyai gerakan yang paling baik karena dapat mengurangi nilai RMS *acceleration* di Fn 0,26, 0,28, 0,30,. Sedangkan hasil analisis gerakan *pitching* menunjukkan bahwa kapal di tiap model memiliki penambahan nilai RMS *acceleration* pada tiap Fn, dengan penambahan mencapai 3,89% pada model 6 di Fn 0,34.

#### 4. KESIMPULAN

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

1. Nilai hambatan total yang didapat dari variasi jumlah dan posisi *foil hull vane* terjadi peningkatan. Nilai hambatan total bertambah paling kecil sebesar 3,148% dari hambatan *original*, nilai ini terjadi pada *Froude Number* 0,32 pada model 5 dengan variasi *double foil hull vane* posisi *foil* 2%LWL dan 50%T.

Hasil analisa gerakan *heaving* menunjukkan bahwa kapal model *double foil* dengan posisi *foil* 2%LWL di belakang kapal dan 50%T serta

4%LWL di belakang kapal dan 60%T memiliki gerakan yang paling baik karena dapat mengurangi nilai RMS *acceleration* pada *Froude number* 0,26, 0,28, 0,32. dengan pengurangan mencapai 3,22%. Sedangkan hasil analisa gerakan *pitching* menunjukkan bahwa kapal model tiap variasi mengalami peningkatan di tiap *Froude number*, dengan penambahan mencapai 3,89% di *Froude number* 0,34 pada model 6.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] BV. Navingo, "*Pieter van Oossanen Committed inventor*", in Maritime Holland, 2015.
- [2] Assidiq, R. 2018. "*Analisis Pengaruh Hull Vane Tipe NACA 2412 Sudut 0° Terhadap Hambatan Dan Seakeeping Pada Kapal Perintis 750 DWT Dengan Variasi Jumlah Dan Posisi Foil Hull Vane Menggunakan Metode CFD*". Semarang : Jurusan Teknik Perkapalan Universitas Diponegoro.
- [3] Supriyonggo, A. 2018. "*Analisa Pengaruh Penambahan Hull Vane Tipe NACA 2415 Sudut 5° Pada Kapal Perintis 750 DWT, Variasi Jumlah Dan Posisi Foil Hull Vane Terhadap Hambatan Dan Seakeeping Kapal Dengan Menggunakan Metode CFD*". Semarang : Jurusan Teknik Perkapalan Universitas Diponegoro.
- [4] Andrews I., Avala V.K., Sahoo P.K., Ramakrishnan S. 2015. "*Resistance Characrestics For High-Speed Hull Forms with Vanes*". Florida Institute of Technology : Melbourne, Florida.
- [5] Uithof K., P. van Oossanen, N. Moerke, van Oossanen P.G., Zaaijer K.S., 2014. "*An update on the Development of the Hull Vane®*". Athens. HIPER 2014, High Performance Marine Vehicles.
- [6] M. Iqbal and G. Rindo, "Optimasi Bentuk Semihull Kapal Katamaran untuk Meningkatkan Kualitas *Seakeeping*," Kapal, vol. 12, pp. 19–24, 2015.
- [7] R. Bhattacharya, *Dynamics of Marine Vehicles*. New York: John Wiley & Sons, 1978.