



ISSN 2338-0322

# JURNAL TEKNIK PERKAPALAN

Jurnal Hasil Karya Ilmiah Lulusan S1 Teknik Perkapalan Universitas Diponegoro

## Analisa Olah Gerak Dan Kekuatan Kapal Ikan PVC 15 GT di Laut Jawa

Moh. Hasan sidiq<sup>1)</sup>, Deddy Chrismianto<sup>1)</sup>, Imam Pujo Mulyatno<sup>1)</sup>

<sup>1)</sup>Laboratorium Hidrodinamika

Departemen Teknik Perkapalan, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro  
Jl. Prof. Soedarto, SH, Kampus Undip Tembalang, Semarang, Indonesia 50275

<sup>\*)</sup>e-mail : mohammadhasan.sidiq11@gmail.com

### Abstrak

Pertimbangan dari data penelitian terdahulu didapat kapal model U2 dan V2 kapal ikan berbahan PVC 15 GT memiliki kemampuan stabilitas dan hambatan memenuhi standar IMO. Maka penulis melanjutkan penelitian dengan menganalisa olah gerak, slamming, deckwetness dan kekuatan. Dengan software olah gerak kapal di dapat model U2 dan V2, pada kapal U2 diperoleh Rolling pada 90° adalah 5,81 deg, velocity 0,113932 rad/s, acceleration, 0,1812 rad/s<sup>2</sup>, slamming pada 45° adalah 0,3309 slamming/jam, Hasil perhitungan probabilitas dan intensitas slamming menunjukkan bahwa kapal U2 memenuhi standar di sudut 45° probabilitas Nordforsk '89 karena memiliki probabilitas slamming dibawah 0,003 atau 0,3%, Deckwetness pada 45° adalah 4,16131 deckwetness/jam, dan dihasilkan tegangan terbesar terjadi pada moment saging di bagian alas dengan 1,04 Mpa. Sementara, tegangan paling kecil terjadi pada moment tenang pada bagian struktur sebesar 0.34 MPa. Pada kapal V2, di peroleh Rolling 45° adalah 4,13 deg, velocity 0,03617rad/s, acceleration 0,03167 rad/s<sup>2</sup> Slamming pada 45° adalah 4,236 slamming/jam. Hasil perhitungan probabilitas dan intensitas slamming menunjukkan bahwa kapal U2 memenuhi standar sudut 45° probabilitas Nordforsk '89 karena memiliki probabilitas slamming dibawah 0,003 atau 0,3%, Deckwetness pada 45° adalah 29,436 deckwetness/jam, Kekuatan dapat diketahui tegangan terbesar terjadi pada moment saging di bagian alas dengan 1,42 Mpa. tegangan paling kecil terjadi pada moment tenang pada bagian struktur sebesar 0.26 MPa.

Kata Kunci : PVC, olah gerak kapal, slamming, deckwetness, kekuatan kapal.

### 1. PENDAHULUAN

Indonesia adalah suatu negara yang memiliki wilayah teritorial dengan hampir 2/3 wilayahnya terdiri atas lautan yang dipisahkan dengan ribuan pulau yang tersebar dari Sabang hingga Merauke. Kekayaan hasil laut yang melimpah terutama sektor perikanan, sehingga banyak penduduk indonesia yang dengan mata pencaharian sebagai nelayan. Kapal ikan di Indonesia pada dasarnya menggunakan bahan baku kayu[1]. Dalam perkembangan dengan keterbatasan bahan kayu, maka bahan alternatif yaitu *fiberglass* dan pipa PVC dapat dibuat sebagai lambung kapal. Kapal ikan dengan bahan PVC walaupun belum populer dikalangan masyarakat nelayan, saat ini sudah ada kapal ikan yang menggunakan bahan alternatif berbahan baku *polyvinyl chloride (PVC)* sebagai

lambung kapal. Selanjutnya dengan berkembangnya informasi dan studi tentang kapal dengan lambung bahan pipa PVC[2] ,pada akhirnya dapat menciptakan kapal ikan yang murah untuk nelayan indonesia tanpa mengesampingkan kualitas dari kapal ikan tersebut. Oleh karena itu perlu dilakukan pengkajian lebih lanjut mengenai kapal ikan menggunakan lambung pipa PVC. Berdasarkan eksperimen diketahui bahwa performa kapal ikan PVC meliputi hambatan, olah gerak dan stabilitas kapal perlu dikembangkan lebih lanjut bentuk lambung dan desain layout pada geladak, sehingga diperoleh performa yang optimal [3]. Tujuan dari penelitian ini analisa kekuatan lambung kapal dan olah gerak kapal untuk mengetahui kemampuan, ketahanan dari konstruksi lambung kapal tersebut, dan juga

mengetahui kondisi hasil analisa heaving, *rolling*, *pitching*.

Berdasarkan hasil analisis terdahulu diperoleh 2 model lambung dengan hambatan yang rendah dibandingkan kapal Baruna Fishtama yaitu, Model U 2 dengan karakteristik, pada kecepatan 9 knot memiliki hambatan 16,13 kN dan daya 52,86 kW. Model V 2 dengan karakteristik, pada kecepatan 9 knot memiliki hambatan 9,34 kN dan daya 41 kW[3]

## 2. METODE

### 2.1. Pengumpulan Data

Objek yang menjadi fokus pada penelitian ini adalah kapal dengan desain U2 dan V2.

Tabel 1. Ukuran kapal U2

Nama	Ukuran
LoA	18,50 m
LWL	17,491 m
B	2,848 m
T	0,903 m

Tabel 2. Ukuran kapal V2

Nama	Ukuran
LoA	18,50 m
LWL	17,489 m
B	2,349 m
T	0,92 m

### 2.2. Permodelan dan Variasi kapal

Model kapal PVC dengan bentuk lambung U dan V, parameter yang digunakan adalah sebagai berikut

- Parameter Tetap:
  1. Ukuran kapal
  2. Bentuk lambung U
  3. Bentuk lambung V
- Parameter Perubahan:
  1. Kecepatan
  2. Gelombang

### 2.3. Alat dan Bahan yang Digunakan dalam Penelitian

Alat yang digunakan untuk membantu dalam penelitian ini adalah sebuah laptop dengan spesifikasi sebagai berikut:

1. Operating system: Windows 10 Education

2. Processor: Intel® Core™ i5-7200U CPU @ 2.71 GHz
3. Memory: 4.00 GB
4. VGA: NVIDIA GEFORCE

Sedangkan bahan atau dalam penelitian ini berarti *software* yang digunakan adalah *maxsurf*.

### 2.4. Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Hidrodinamika Departemen Teknik Perkapalan, Fakultas Teknik, Undip di Jln. Prof. Soedarto SH, Semarang, Jawa Tengah

### 2.5. Perhitungan Deck Wetness

$$\text{Nilai Deck Wetness} = \text{Exp}^{-\left(\frac{F^2}{2(Mo)}\right)} \quad (1)$$

Dimana F adalah *Freeboard* kapal, Mo adalah nilai FP *relative vertical motion* (M0) 180°.

### 2.6. Perhitungan slamming

Untuk menganalisa probabilitas *slamming* menggunakan persamaan 2 dan untuk menghitung intensitas *slamming* perdetik menggunakan Persamaan 3

$$P\{\text{slamming}\} = \exp^{-y} \quad (2)$$

$$N_w = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{2m_{0R}}{2m_{2R}}} \times P\{\text{slamming}\} \quad (3)$$

dimana y adalah  $T^2/2m_{0s} + V_{cr}^2/2m_{2s}$ , T adalah jarak antara dasar haluan ke permukaan air (sarat kapal),  $V_{cr}$  adalah velocity treshold (kecepatan ambang)  $0,093 (gL)^{1/2}$ ,  $N_w$  adalah intensitas kejadian *slamming* perdetik,  $M_{0r}$  adalah luasan dibawah kurva spektrum respon momen ke - 0,  $M_{2r}$  adalah luasan dibawah kurva kpektrum respon momen ke - 2

### 2.7. Perhitungan kekuatan

#### 2.7.1 perhitungan dan pengecekan tegangan kapal V

$$H = 76,019 \text{ cm} \quad Y(\text{na}) = 49,511 \text{ cm}$$

$$I_{na} = 5949845 \text{ cm}^4$$

$$L = 18,3 \text{ m} \quad k = 1$$

Pada kondisi Air Tenang  
 Dari tabel momen kondisi air tenang didapat  
 $M_{max} = 2.062 \text{ tonne.m} = 206257.3855 \text{ kg.cm}$

Pada Geladak (dalam hal ini kondisi geladak mengalami beban tarik)  
 $W_{Deck} = I_{na}/Y_{deck}$ , dimana  $Y_{deck} = H - Y(na) = 49,511 \text{ cm}$

Maka  $W_{Deck} = 8839,5228 \text{ cm}^3$

$Deck = M_{max}/W_{Deck} = 2,64 \text{ kg/cm}^2 = 0,26 \text{ N/mm}^2$

Pada Bottom (dalam hal ini kondisi geladak mengalami beban tekan)  
 $W_{Bottom} = I_{na}/Y_{bott}$ , dimana  $Y_{bott} = Y(na)$

$= 26.509 \text{ cm}$

Maka  $W_{Bottom} = 78267,49 \text{ cm}^3$  Bottom =  $M_{max} / W_{Bottom} = 2,64 \text{ kg/cm}^2 = 0,26 \text{ N/mm}^2$

### 2.7.2 Perhitungan dan pengecekan tegangan kapal U

$H = 74,269 \text{ cm}$   $Y(na) = 51,261 \text{ cm}$

$I_{na} = 3361000 \text{ cm}^4$

$L = 18,3 \text{ m}$   $k = 1$

Pada kondisi Air Tenang  
 Dari tabel momen kondisi air tenang didapat  
 $M_{max} = 2.282563 \text{ tonne.m} = 228319.8237 \text{ kg.cm}$

Pada Geladak (dalam hal ini kondisi geladak mengalami beban tarik)  
 $W_{Deck} = I_{na}/Y_{deck}$ , dimana  $Y_{deck} = H - Y(na) = 23.008 \text{ cm}$

Maka  $W_{Deck} = 45254.33 \text{ cm}^3$

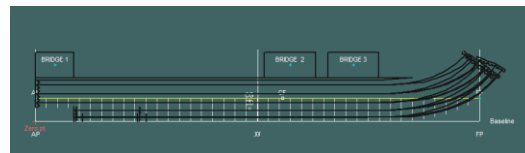
$Deck = M_{max}/W_{Deck} = 3,48 \text{ kg/cm}^2 = 0.34 \text{ N/mm}^2$

Pada Bottom (dalam hal ini kondisi geladak mengalami beban tekan)  
 $W_{Bottom} = I_{na}/Y_{bott}$ , dimana  $Y_{bott} = Y(na)$

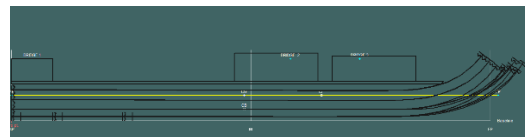
$= 23.008 \text{ cm}$

Maka  $W_{Bottom} = 45254.33 \text{ cm}^3$  Bottom =  $M_{max} / W_{Bottom} = 3,48 \text{ kg/cm}^2 = 0,34 \text{ N/mm}^2$

## 2.8. Point of Interest



Gambar 1. Kapal U2



Gambar 2. Kapal U2

## 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

### 3.1. Olah Gerak Kapal

Analisa olah gerak kapal menggunakan software *Maxsurf Motion* dengan memperhatikan beberapa hal dari hasil analisa stabilitas. Pada menu “*mass distribution*” dan “*draft and trim*”, titik berat dan sudut *trim* kapal disamakan dengan hasil analisa dari *maxsurf stability*. Pada penelitian ini, kondisi yang dianalisa olah geraknya yaitu kondisi kapal saat muatan penuh. Sedangkan kriteria yang digunakan untuk analisa olah gerak yaitu *Tello 2009*. [4]

Tabel 3. Kriteria Olah Gerak Kapal *Tello 2009*

No	Criteria	Prescribe Max. Value
1	<i>C1 Roll</i>	6° (rms)
2	<i>C2 Pitch</i>	3° (rms)
3	<i>Lateral acceleration (at bridge, working deck FP, working deck AP)</i>	0,1 g (rms)
4	<i>Vertical acceleration (at bridge, working deck FP, working deck AP)</i>	0,2 g (rms)

Analisa dilakukan untuk sudut 45° (*stern quating*), 90° (*beam sea*), 135° (*bow quatering*), dan 180° (*head sea*) dengan tinggi gelombang 0.7 m dan periode gelombang 5,9 detik dengan spektrum gelombang JONSWAP (*Joint North Sea Wave Project*). [5]

Tabel 4 merupakan nilai motion dan velocity dari kapal model U2 dengan 4 derajat pada kecepatan 10 knot dan periode gelombang 0,7

Tabel 4. Perhitungan olah gerak untuk kapal U2 kecepatan 10 knot

ITEM	Wave Heading (deg)	Kapal U2	
		Motion	Velocity
Heaving	45	0.127 m	0.07 m/s
	90	0.164 m	0.19 m/s
	135	0.147 m	0.225 m/s
	180	0.136 m	0.219 m/s
Rolling	45	3.18 deg	0.073 rad/s
	90	5.81 deg	0.181 rad/s
	135	2.03 deg	0.044 rad/s
	180	0	0 rad/s
Pitching	45	1.50 deg	0.0098 rad/s
	90	0.86 deg	0.0383 rad/s
	135	1.11 deg	0.1047 rad/s
	180	1,20 deg	0.0426 rad/s

Tabel 5 merupakan nilai motion dan velocity dari kapal model U2 dengan 4 derajat pada kecepatan 10 knot dan periode gelombang 0,6

Tabel 5. Perhitungan olah gerak untuk kapal U2 kecepatan 10 knot

ITEM	Wave Heading (deg)	Kapal U2	
		Motion	Velocity
Heaving	45	0.11 m	0.07 m/s
	90	0.14 m	0.199 m/s
	135	0.126 m	0.225 m/s
	180	0.118m	0.219 m/s
Rolling	45	2.72 deg	0.05041 rad/s
	90	4.98 deg	0.11932 rad/s
	135	1.75 deg	0.04476 rad/s
	180	0	0 rad/s
Pitching	45	1.16 deg	0.01269 rad/s
	90	0.72 deg	0.02068 rad/s
	135	1 deg	0.03962 rad/s
	180	1.07 deg	0.04266 rad/s

Tabel 6 merupakan nilai motion dan velocity dari kapal model V2 dengan 4 derajat pada kecepatan 10 knot dan periode gelombang 0,7

Tabel 6. Perhitungan olah gerak untuk kapal V2 kecepatan 10 knot

ITEM	Wave Heading (deg)	Kapal V2	
		Motion	Velocity
Heaving	45	0 m	0 m/s
	90	0 m	0 m/s
	135	0 m	0 m/s

Rolling	180	0.118 m	0 m/s
	45	4.13 deg	0.03617 rad/s
	90	0.3 deg	0.0072 rad/s
	135	0.092 deg	0.0092 rad/s
Pitching	180	0	0 rad/s
	45	0 deg	0.001269 rad/s
	90	0 deg	0 rad/s
	135	0 deg	0 rad/s
180	0 deg	0.04266 rad/s	

Tabel 7 merupakan nilai motion dan velocity dari kapal model V2 dengan 4 derajat pada kecepatan 10 knot dan periode gelombang 0,6

Tabel 7. Perhitungan olah gerak untuk kapal V2 kecepatan 10 knot

ITEM	Wave Heading (deg)	Kapal V2	
		Motion	Velocity
Heaving	45	0 m	0 m/s
	90	0 m	0 m/s
	135	0 m	0 m/s
	180	0.136 m	0.219 m/s
Rolling	45	0.03102 deg	0.03617 rad/s
	90	0.00617 deg	0.01557 rad/s
	135	0.079 deg	0.0082 rad/s
	180	0	0 rad/s
Pitching	45	0 deg	0 rad/s
	90	0 deg	0 rad/s
	135	0 deg	0 rad/s
	180	1.2 deg	0.04266 rad/s

### 3.2. Analisa probability of slamming dan Deck Wetness

Menurut *criteria Rules General Operability Limiting Criteria for Ship (NORDFORSK,1987) Probability of Slamming* adalah 0,03. [6]Kemudian hasil dari perhitungan untuk probabilitas slamming sendiri disajikan dan dapat dilihat pada Tabel 8

Tabel 8 merupakan nilai relative vertical motion dari kapal U2 dan V2 dengan kecepatan 10 knot.

Model	Nilai relatif vertikal motion (Mo) (meter)			
	Kecepatan 10 knot			
	45°	90°	135°	180°
Model U2	0.134	0.148	0.161	0.237
Model V2	0.175	0.175	0.174	0.174

Tabel 8. Nilai relative vertical motion (Mo)

Tabel 9 merupakan nilai relative vertical velocity dari kapal U2 dan V2 dengan kecepatan 10 knot.

model	Nilai relatif vertikal velocity (M <sub>2</sub> )(m/s)			
	Kecepatan 10 knot			
	45°	90°	135°	180°
Model U2	0.095	0.244	0.481	0.69
Model V2	0.122	0.256	0.403	0.454

Tabel 9. Nilai *relative vertical velocity* (Me)

Dari data nilai  $m_0$  dan  $m_2$  maka didapat nilai *slamming* tiap kecepatan kapal dan tinggi gelombang yang diuji. Nilai Perhitungan *slamming* selama 1 jam, didapatkan dengan cara nilai  $N_w$  dikali 3600 detik. Berikut adalah hasil perhitungan *probabilitas* dan *intensitas slamming*

Hasil perhitungan probabilitas dan intensitas *slamming* pada table 4. menunjukkan bahwa kapal U2 dan V2 yang memenuhi standar sudut 45° probabilitas *Nordforsk '89* karena memiliki probabilitas *slamming* dibawah 0,003 atau 0,3%. [7]

Probabilitas dan intensitas *slamming* terbesar adalah ketika kapal knot dengan sudut *heading* gelombang 180° *head sea*

### 3.3. Perhitungan Deck Wetness

*Deck Wetness* adalah menurut *criteria Rules General Operability Limiting Criteria for Ship (NORDFORSK, 1978)* nilai maksimal *Probability of Deck Wetness* adalah 0,05. Hasil dari perhitungan dapat dilihat pada Tabel 10.

Tabel 10. *Probability of Deck Wetness*

Model	Deg	Mo	Deck Wetness	Pr
Model U2	45	0.134	4.16	0.001
	90	0.148	444.54	0.123
	135	0.161	1672.38	0.464
	180	0.237	3182,706	0.884
Model V2	45	0.175	29.43	0.008
	90	0.175	589.32	0.163
	135	0.174	1429.74	0.397
	180	0.174	1676.46	0.465

Untuk probabilitas *deck wetness*, hasil dari tabel dan grafik menunjukkan bahwa kemungkinan air masuk geladak bahkan pada kecepatan 6 knot dengan ketinggian gelombang 1 m adalah 5%. Menurut *criteria Rules General Operability Limiting Criteria for Ship (NORDFORSK, 1978)* dimana nilai maksimal *Probability of Deck Wetness* adalah 0,05 atau 5% [6]

### 3.4. Kekuatan Memanjang

Adapun tahapan perhitungan dan analisa untuk mengetahui kekuatan memanjang kapal, yaitu:

1. Mencari moment maksimal melalui *software Maxsurf Stability*
2. Menghitung modulus penampang kapal [8]
3. Menghitung tegangan maksimal kapal  
Pengecekan tegangan kapal sesuai tegangan izin kapal yang di atur dalam BKI 2014 Vol. II bab V ayat C.1. [9]

#### 3.4.1. Perhitungan Tegangan Akibat beban Gelombang

Pada tabel 11 dan table 12 disajikan data hasil perhitungan tegangan kapal yang di akibatkan oleh beban gelombang.

Tabel 11 merupakan hasil Analisa tegangan akibat beban gelombang kapal U2 dapat diketahui tegangan terbesar terjadi pada moment saging di bagian alas dengan 1,04 Mpa. Sementara, tegangan paling kecil terjadi pada moment tenang pada bagian struktur sebesar 0.34 MPa.

Tabel 11. Hasil Analisa Tegangan Akibat Beban Gelombang kapal U2

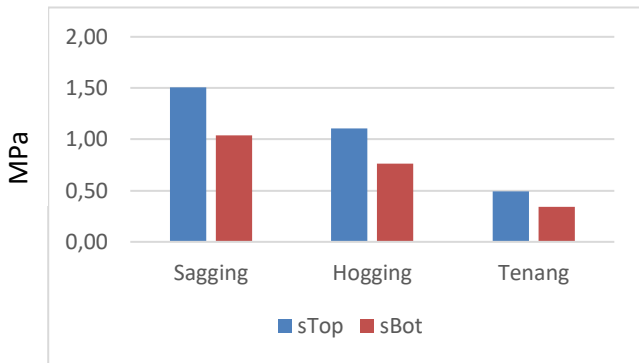
Moment	Nmax(N.m)	$\sigma_{Top}$	$\sigma_{Bot}$
Sagging	68292.5	1.51	1.04
Hogging	50192.98	1.11	0.77
Air tenang	22384.3	0.49	0.34

Tabel 12 merupakan hasil Analisa tegangan akibat beban gelombang kapal U2, dapat diketahui tegangan terbesar terjadi pada moment saging di bagian alas dengan 1,42 Mpa. Sementara, tegangan paling kecil terjadi pada moment tenang pada bagian struktur sebesar 0.26 Mpa.

Tabel 12. Hasil Analisa Tegangan Akibat Beban Gelombang kapal V2

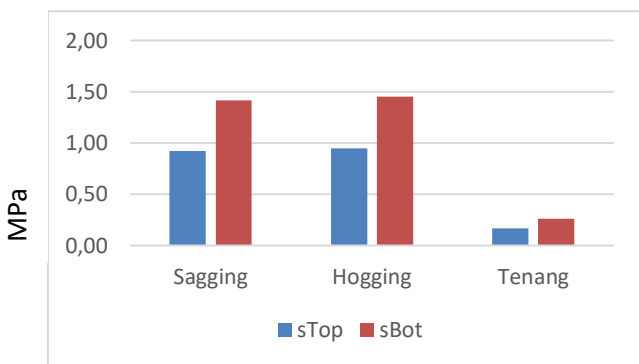
Moment	Nmax(N.m)	$\sigma_{Top}$	$\sigma_{Bot}$
Sagging	110815.1	0.92	1.42
Hogging	113776.8	0.95	1.45
Air tenang	20221.31	0.17	0.26

### 3.5. Grafik



Gambar 1. Grafik tegangan kapal U2

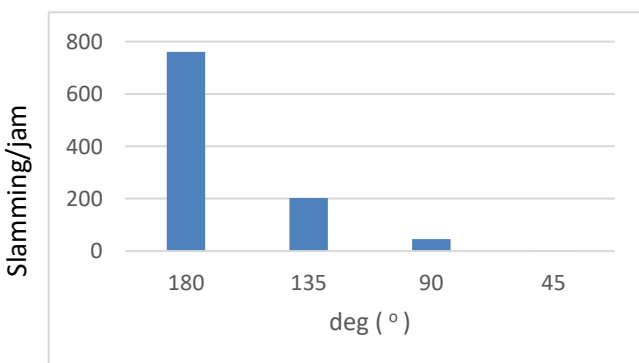
hasil tegangan terbesar terjadi pada moment saging di bagian alas dengan 1,04 Mpa. Sementara, tegangan paling kecil terjadi pada moment tenang pada bagian struktur sebesar 0.34



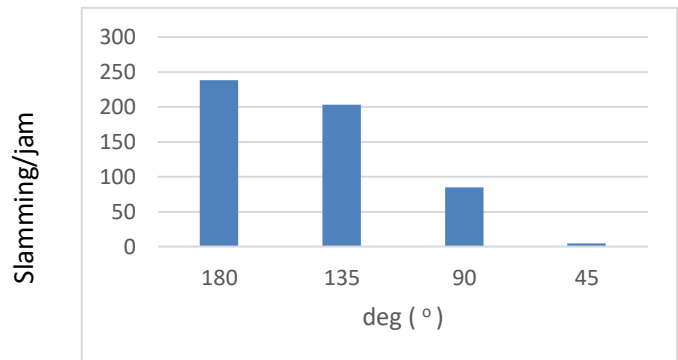
Gambar 2. Grafik tegangan kapal V2

MPa.

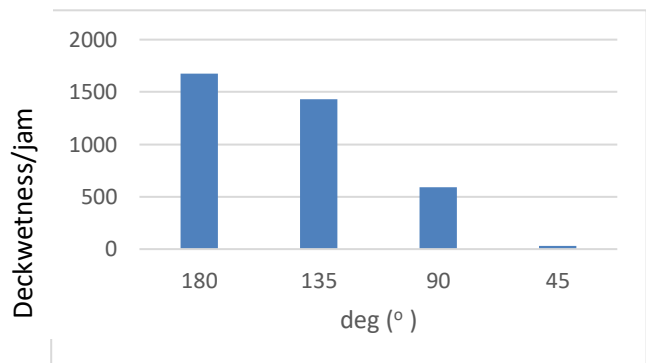
Kekuatan dapat diketahui tegangan terbesar terjadi pada moment saging di bagian alas dengan 1,42 Mpa. Sementara, tegangan paling kecil terjadi pada moment tenang pada bagian struktur sebesar 0.26 MPa



Slaming pada 45° adalah 0,3309 slamming/jam, Hasil perhitungan probabilitas dan intensitas slamming menunjukkan bahwa kapal U2 memenuhi standar sudut 45° probabilitas Nordforsk '89 karena memiliki



Gambar 4. Grafik *slamming* kapal V2



Gambar 5. Grafik *deck wetness* V2

probabilitas slamming dibawah 0,003 atau 0,3%,

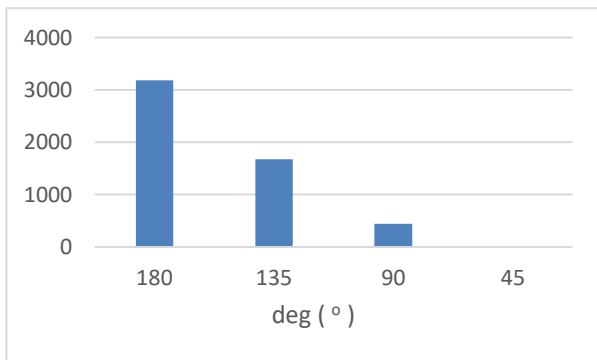
Slaming pada 45° adalah 4,236 slamming/jam. Hasil perhitungan probabilitas dan intensitas slamming menunjukkan bahwa kapal U2 memenuhi standar sudut 45° probabilitas Nordforsk '89 karena memiliki probabilitas slamming dibawah 0,003 atau 0,3%,

#### 4. KESIMPULAN

Dari dan analisa yang dilakukan terhadap kapal ikan PVC model U2 dan V2, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

Pada kapal U2 diperoleh Rolling pada  $90^\circ$  adalah 5,81 deg, velocity 0,113932 rad/s, acceleration, 0,1812 rad/s<sup>2</sup>, Heaving pada  $180^\circ$  adalah 0,136 deg, velocity 0,219 rad/s, acceleration, 0,467 rad/s<sup>2</sup>, Pitching pada  $180^\circ$

Gambar 6. Grafik deck wetness U2



adalah 1,2 deg, velocity 0,04266 rad/s, acceleration, 0,04266 rad/s<sup>2</sup>, Slamming pada  $45^\circ$  adalah 0,3309 slamming/jam, Hasil perhitungan probabilitas dan intensitas slamming menunjukkan bahwa kapal U2 memenuhi standar sudut  $45^\circ$  probabilitas Nordforsk '89 karena memiliki probabilitas slamming dibawah 0,003 atau 0,3%, Deckwetness pada  $45^\circ$  adalah 4,16131 deckwetness/jam, dan dihasilkan tegangan terbesar terjadi pada moment saging di bagian alas dengan 1,04 Mpa. Sementara, tegangan paling kecil terjadi pada moment tenang pada bagian struktur sebesar 0.34 MPa. Pada kapal V2, di peroleh Rolling  $45^\circ$  adalah 4,13 deg, velocity 0,03617 rad/s, acceleration 0,03167 rad/s<sup>2</sup>, Heaving  $180^\circ$  adalah 0,118 deg, velocity 0,219 rad/s, acceleration, 0,467 rad/s<sup>2</sup>, Pitching  $180^\circ$  adalah 1,07 deg, velocity 0,04266 rad/s, acceleration, 0 rad/s<sup>2</sup>, Slamming pada  $45^\circ$  adalah 4,236 slamming/jam. Hasil perhitungan probabilitas dan intensitas slamming menunjukkan bahwa kapal U2 memenuhi standar sudut  $45^\circ$  probabilitas Nordforsk '89 karena memiliki probabilitas

slamming dibawah 0,003 atau 0,3%, Deckwetness pada  $45^\circ$  adalah 29,436 deckwetness/jam, Kekuatan dapat diketahui tegangan terbesar terjadi pada moment saging di

bagian alas dengan 1,42 Mpa. Sementara, tegangan paling kecil terjadi pada moment tenang pada bagian struktur sebesar 0.26 MPa.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] F. U. Teknik, *teori bangunan kapal II*. 2007.
- [2] Teknik-UH, "sistem perpipaan," 2010. [Online]. Available: <http://teknik-uh.blogspot.com/>.
- [3] G. R. Ahmad Firdhaus, Deddy Chrismianto, "Perancangan Kapal Ikan 15 GT Menggunakan Bahan Pipa PVC dengan Variasi Bentuk Lambung Kapal dan Jenis Alat Tangkap," 2017.
- [4] H. A. Subandi and I. P. Mulyatno, "Perancangan Kapal Ikan Mini Purse seine Displacement 11 Ton tipe katamaran " Studi S1 Teknik Perkapalan Fakultas Teknik Universitas Diponegoro," vol. 4, no. 1, pp. 246–255, 2016.
- [5] H. Afdul Ngazis and I. M. pujo, "Perancangan Kapal Ikan Mini Purse seine Displacement 11 Ton menggunakan pipa PVC," 2016.
- [6] S. A. Slamming and P. Coupling, "Studi Analisa Slamming & Deck Wetness Akibat Gerakan Heaving –," vol. 5, no. 4, pp. 677–687, 2017.
- [7] H. M. Amirudin, A. F. Zakki, D. Chrismianto, F. Teknik, and U. Diponegoro, "Analisa Pengaruh Anti slamming Bulbous Bow pada 60m anchor handling Tug Supply MP veoce DI," pp. 10–19.
- [8] P. Seine, T. Dengan, K. Sesuai, and A. Biro, "Analisa Kekuatan Kontruksi Memanjang pada Kapal Ikan Mini Purse Seine Tradisional Dengan Kapal Sesuai Aturan Biro Klasifikasi Indonesia (BKI)," vol. 6, no. 1, pp. 217–222, 2018.
- [9] P. Seine, T. Dengan, K. Sesuai, and A.

Biro, “Analisa Kekuatan Kontruksi Memanjang pada Kapal Ikan Mini Purse Seine Tradisional Dengan Kapal Sesuai Aturan Biro Klasifikasi Indonesia (BKI),” vol. 6, no. 1, pp. 217–222, 2018.

- [10] E. Popov, “mekanika Teknik”. Erlangga Indonesia, 1996