



ISSN 2338-0322

# JURNAL TEKNIK PERKAPALAN

Jurnal Hasil Karya Ilmiah Lulusan S1 Teknik Perkapalan Universitas Diponegoro

## Analisa Perbandingan *Performance* Kapal Ikan PVC “Baruna Fishtama” Dengan Kapal Ikan Tradisional (Kayu)

Robby Hanggara<sup>1)</sup>, Wilma Amiruddin<sup>1)</sup>, Kiryanto<sup>1)</sup>

<sup>1)</sup>Departemen Teknik Perkapalan, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro

Email: [robbyhanggara29@gmail.com](mailto:robbyhanggara29@gmail.com) a [wisilmiw@yahoo.com](mailto:wisilmiw@yahoo.com)

### Abstrak

Penggunaan bahan PVC sebagai bahan alternatif pembuatan kapal ikan sedang dikembangkan di Pekalongan. Oleh karena itu dibutuhkan analisa lebih lanjut untuk membantu pengembangan ini. Dalam analisa ini dilakukan pengujian terhadap stabilitas dan kekuatan memanjang. Hasil dari analisa ini menunjukkan bahwa kapal ikan PVC memiliki stabilitas yang lebih baik (mengacu pada nilai GM yang lebih besar daripada kapal ikan tradisional yang hanya memiliki nilai GM sebesar 3.988 m pada kondisi kosong, sedangkan kapal ikan PVC memiliki nilai GM sebesar 5.828 m pada kondisi kosong). Kapal ikan PVC memiliki nilai tegangan yang lebih besar ( $\sigma_{Deck} = 9.714 \text{ N/mm}^2$ ) dibandingkan dengan nilai tegangan kapal ikan tradisional ( $\sigma_{Deck} = 4.2817 \text{ N/mm}^2$ )

Kata Kunci : PVC, Stabilitas kapal, Kekuatan Memanjang kapal.

### 1. PENDAHULUAN

Pada zaman dahulu alat transportasi perairan yang sering digunakan adalah rakit. Bahan yang digunakan adalah dari bambu yang disusun sedemikian rupa sehingga membentuk rakit. Alat transportasi tersebut merupakan awal dari terciptanya kapal-kapal modern. Rakit tersebut digunakan sebagai sarana penyeberangan ataupun digunakan oleh para nelayan untuk mencari ikan. Di Taiwan, rakit tersebut banyak ditemui tetapi dengan menggunakan bahan yang berbeda. Sebagai pengganti bambu, digunakan pipa PVC untuk membuat rakit. Dengan ukuran panjang kapal sekitar 30- 40 feet kapal yang terbuat dari pipa PVC tersebut digunakan sebagai kapal penangkap ikan. Mesin penggerak yang digunakan adalah mesin disel.

Seperti kita ketahui, kapal perikanan di Indonesia sebagian besar menggunakan bahan baku kayu. Kayu yang digunakan bukan sembarang kayu, tetapi kayu yang memiliki syarat

tertentu, seperti tahan terhadap binatang laut, memiliki kekutan yang cukup, tahan terhadap air . Kayu yang digunakan biasanya telah berumur tua dan memiliki ukuran yang panjang. Untuk saat ini bahan kayu untuk pembuatan kapal semakin berkurang dan sulit untuk didapatkan. Dalam waktu jangka panjang penebangan kayu untuk pembuatan kapal dapat merusak kelestarian lingkungan.

Saat ini sudah ada kapal ikan yang menggunakan bahan alternatif selain kayu, salah satunya adalah *polyvinyl chloride (PVC)*. Kapal ikan tersebut menggunakan bahan PVC sebagai lambungnya dan diharapkan dapat meminimalisir biaya pembuatan dan mempersingkat waktu pengerjaan. Biaya yang digunakan untuk membuat kapal berbahan PVC berkisar Rp. 800 juta, sedangkan kapal ikan pada umumnya mencapai Rp. 1,2 miliar. Waktu pengerjaan kapal ikan PVC juga relatif lebih cepat, yakni lima bulan lebih cepat dibandingkan pembangunan

kapal kayu yang biasanya memakan waktu selama tujuh bulan.

### Perumusan Masalah

Dengan memperhatikan pokok permasalahan yang terdapat pada latar belakang maka diambil beberapa rumusan masalah sebagai berikut :

1. Bagaimana kekuatan memanjang dan stabilitas yang dihasilkan oleh kapal ikan dengan lambung bahan pipa PVC?
2. Bagaimana kekuatan memanjang dan stabilitas yang dihasilkan oleh kapal ikan dengan lambung bahan kayu?
3. Perbandingan kekuatan memanjang dan stabilitas dari kedua kapal tersebut, apakah lebih baik menggunakan kapal dengan lambung berbahan kayu atau kapal dengan lambung berbahan PVC?

### Pembatasan Masalah

Batasan masalah digunakan sebagai arahan serta acuan dalam penulisan tugas akhir ini agar sesuai dengan permasalahan serta tujuan yang diharapkan. Batasan permasalahan yang dibahas dalam tugas akhir ini adalah sebagai berikut :

1. Ukuran kapal menjadi variabel bebas
2. Hanya menganalisa kekuatan memanjang kapal dan stabilitas
3. GT atau kapasitas muat disamakan (parameter tetap/variabel terikat)

### Tujuan Penelitian

Berdasarkan latar belakang serta permasalahan yang ada, maka tujuan penelitian dari tugas akhir ini adalah :

1. Mengetahui kekuatan memanjang dan stabilitas kapal ikan dengan lambung bahan pipa PVC
2. Mengetahui kekuatan memanjang dan stabilitas kapal ikan dengan lambung bahan kayu
3. Mengetahui perbandingan kekuatan memanjang dan stabilitas kedua kapal tersebut dan mana yang lebih baik hasil analisisnya

## 2. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1. Kapal Kayu

Terdapat lima jenis pilihan material yang sesuai untuk kapal perikanan yaitu kayu, besi, FRP (*Fibreglass Rainforced Plastic*), *ferrocement*, dan aluminium (Fyson, 1985). Salah satu material yang digunakan dalam pembangunan kapal di Indonesia adalah kayu dan memiliki umur teknis berkisar antara 10–15 tahun.



Gambar 1. Kayu sebagai material pembuatan kapal

Tidak semua kayu dapat digunakan sebagai material pembuat kapal. Sebelum memutuskan untuk membangun atau membuat kapal, pemilihan dan penentuan kayu yang akan dipakai menjadi hal yang penting. Ada beberapa macam kayu yang cocok untuk membuat perahu yang berdasarkan penggolongan kekuatan dan keawetan kayu yang telah ditentukan oleh Lembaga Pusat Penyelidikan Kehutanan. Setelah kita menentukan kayu apa yang akan kita pakai, barulah kita menentukan ukuran-ukuran yang diperlukan menurut jenis kapal yang akan dibuat.

### 2.2. PVC

PVC (*Polyvinyl Chloride*) ditemukan secara tidak sengaja oleh Henri viktor Regnault pada tahun 1835 dan Eugen Baumann pada tahun 1872. Di awal abad ke-20, ahli kimia Rusia, Ivan Ostromislensky dan Fritz Klatter dari perusahaan kimia Jerman Griesheim-Elektron mencoba menggunakan PVC sebagai produk komersial. Tetapi kesulitan pengakuan bahan menghalangi usaha mereka. Pada tahun 1926, Waldo Semon dan perusahaan B.F Goodrich mengembangkan metode menjadikan PVC menjadi benar-benar plastik dengan menambahkan beberapa bahan tambahan. Hasilnya, PVC lebih fleksibel dan lebih mudah diproses yang lalu mencapai penggunaan secara global



Gambar 2. Pipa PVC

*Polyvinyl chloride* (PVC) adalah pipa yang terbuat dari plastik dan beberapa kombinasi vinyl lainnya. Merupakan polimer termoplastik urutan ke

tiga dalam hal jumlah pemakaian di dunia, setelah polietilena dan polipropilena. Di seluruh dunia lebih dari 50 % PVC yang diproduksi digunakan sebagai bahan konstruksi. PVC relatif murah, tahan lama, dan mudah dirangkai. PVC dapat dibuat lebih elastis dan fleksibel dengan menambahkan plasticizer umumnya flalat.

### 2.3 Stabilitas

Stabilitas kapal adalah kemampuan kapal untuk kembali ke posisi semula (normal) dari posisi miring (*heeling*) setelah mendapat gaya-gaya eksternal pada kapal tersebut sebagai akibat dari perubahan distribusi muatan di atas kapal dan kondisi eksternal (gelombang, angin, dsb.)

Menurut Buku Teori Bangunan Kapal I Stabilitas kapal dibedakan atas:

1. Stabilitas Awal (*Initial Stability*) yakni stabilitas kapal pada kondisi statis (diam / kapal tidak bergerak).
2. Stabilitas Dinamis (*Dynamic Stability*) yakni stabilitas kapal pada kondisi operasional atau bergerak (dinamis).

### 2.4. Kekuatan Memanjang

Tujuan perhitungan kekuatan memanjang adalah untuk menentukan tegangan yang dialami badan kapal sebagai suatu kesatuan pada arah memanjang. Tegangan ini diakibatkan oleh keadaan dimana berat kapal pada suatu titik sepanjang kapal tidak disangga oleh gaya tekan air ke atas yang sama bedarnya. Jika perbedaan penyebaran memanjang antara gaya berat dan gaya tekan semakin besar, maka pembebanan yang bekerja pada kapal makin besar juga. Penyebaran memanjang dari berat kapal ditentukan oleh keadaan muatan, sedangkan penyebaran gaya tekan ke atas ditentukan oleh keadaan gelombang. Pada umumnya perhitungan kekuatan memanjang dibuat berdasarkan keseimbangan statis antara gaya berat dan gaya tekan ke atas.

## 3. METODOLOGI PENELITIAN

### 3.1. Pengumpulan Data

Pengumpulan data diperoleh dari pengukuran langsung di lapangan, buku-buku, modul, artikel, jurnal dan melalui internet.

Data Ukuran Utama Kapal Ikan Tradisional :

Length (OA)	:	15	m
Breadth (OA)	:	5.2	m
Height (H)	:	1.8	m
Sarat (T)	:	1	m
Panjang lunas	:	11	m
Lebar lunas	:	0.5	m

Tebal lunas : 0.5 m

**GT : 17 tonne**

### Data Ukuran Utama Kapal Ikan PVC :

Length (OA) : 18.3 m

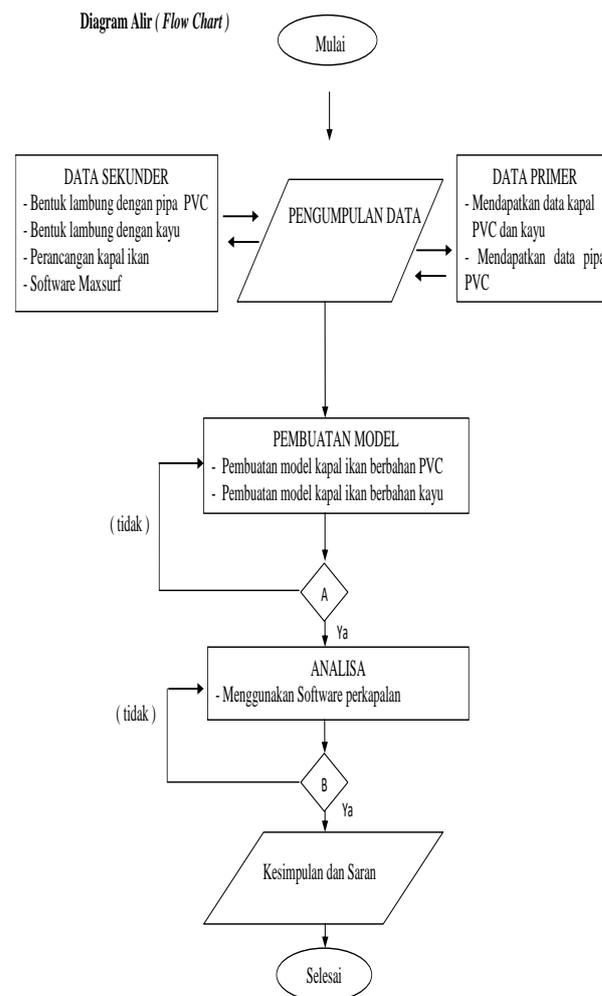
Breadth (OA) : 4.5 m

Height (H) : 0.75 m

Sarat (T) : 0.75 m

**GT : 17 tonne**

### 3.2. Flow Chart



Gambar 3. Diagram Alir

#### Keterangan :

(A) Pengecekan Model (model dapat dilakukan analisa)

(B) Mendapatkan data hasil analisa kekuatan memanjang dan stabilitas

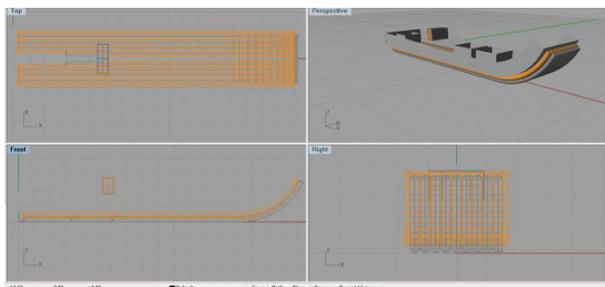
## 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

### 4.1. Pemodelan

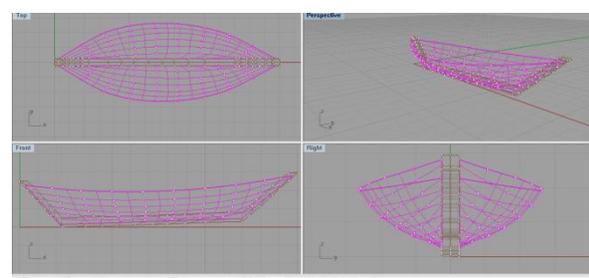
Kapal nelayan tradisional dibuat/dibangun tidak berdasarkan gambar rancang-bangun

(design) dan spesifikasi teknis yang lengkap. Untuk mendapatkan bentuk *hullform* kapal maka diperlukan pengukuran secara langsung di lapangan.

Setelah didapatkan ukuran bagian-bagian kapal yang dibutuhkan maka selanjutnya adalah tahap pembuatan model di Perangkat Lunak *Rhinoceros 4.0* untuk mendapatkan bentuk kapal.



Gambar 4. Pemodelan Kapal Ikan Tradisional



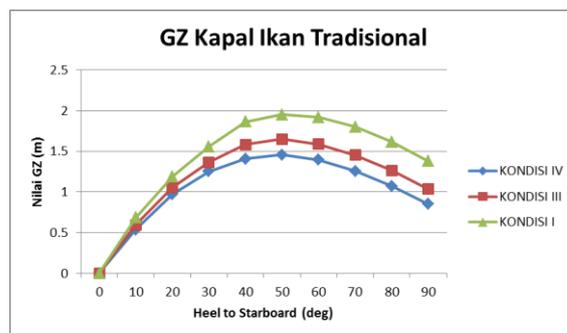
Gambar 5. Pemodelan Kapal Ikan Tradisional

#### 4.2. Stabilitas

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. Pada tugas akhir ini penulis merencanakan dengan 3 kondisi per tiap model.

Tabel 1. Hasil analisa stabilitas kapal ikan tradisional

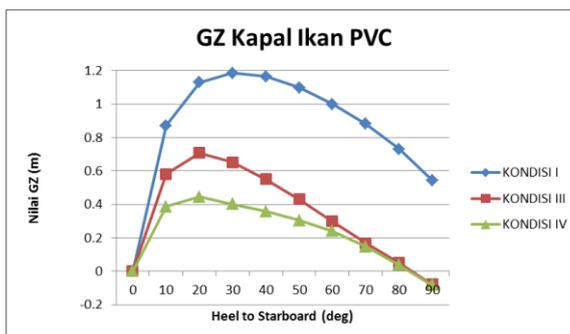
No	Kriteria	IMO	Units	Kondisi		
				I	III	IV
1	Area 0 to 30	3.151	m.deg	26,8173	23,6003	21,6554
2	Area 0 to 40	5.157	m.deg	44,0402	38,4247	35,0555
3	Area 30 to 40	1.719	m.deg	17,2229	14,8245	13,4001
4	GZ pada 30 atau lebih	0.2	m	1,952	1,650	1,460
5	Sudut GZ Maksimum	25	deg	50,9	49,1	49,1
6	Nilai Awal GMt	0.15	m	3,988	3,510	3,221
7	Nilai Awal GMt untuk kapal > = 24 m	0.35	m	3,988	3,510	3,221
8	Nilai Awal GMt untuk kapal > = 70 m	0.15	m	3,988	3,510	3,221
STATUS				Pass	Pass	Pass



Gambar 6. Grafik Rekapitulasi nilai GZ pada model kapal ikan tradisional

Tabel 2. Hasil analisa stabilitas kapal ikan PVC

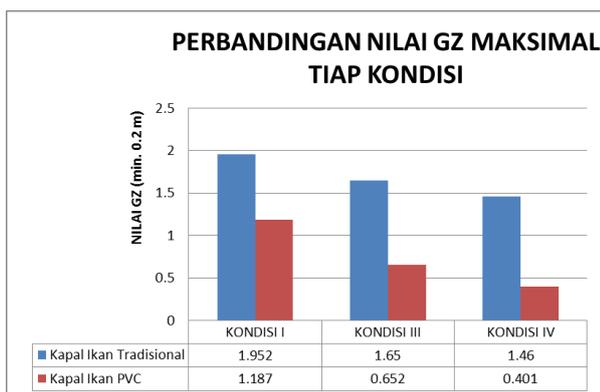
No	Kriteria	IMO	Units	Kondisi		
				I	III	IV
1	Area 0 to 30	3.151	m.deg	26,7650	16,8038	10,7333
2	Area 0 to 40	5.157	m.deg	38,5672	22,8399	14,5249
3	Area 30 to 40	1.719	m.deg	11,8022	6,0361	3,7916
4	GZ pada 30 atau lebih	0.2	m	1,187	0,652	0,401
5	Sudut GZ Maksimum	25	deg	31,8	19,1	17,3
6	Nilai Awal GMt	0.15	m	5,828	3,705	3,062
7	Nilai Awal GMt untuk kapal > = 24 m	0.35	m	5,828	3,705	3,062
8	Nilai Awal GMt untuk kapal > = 70 m	0.15	m	5,828	3,705	3,062
STATUS				Pass	Pass	Pass



Gambar 7. Grafik Rekapitulasi nilai GZ pada model kapal ikan PVC

Dari hasil perhitungan tersebut menunjukkan bahwa nilai luasan di bawah kurva GZ pada poin 1, 2, dan 3 untuk kapal ikan tradisional dan kapal ikan PVC masih di atas nilai standart IMO. Artinya, pada sudut yang diasumsikan sebagai titik tenggelam kapal (*downflooding point*) yaitu antara 0 - 30 derajat, 0 - 40 derajat dan 30 - 40 derajat. Kedua kapal masih dalam kondisi yang stabil karena mempunyai momen pembalik (*righting moment*) yang besar. Sedangkan IMO pada poin 4 dan 5 menyebutkan bahwa jarak dan sudut oleng minimum pada nilai GZ maksimum tidak boleh kurang dari 0,2 m dan 25 derajat. Dari hasil perhitungan pada semua kondisi menyatakan bahwa nilai GZ untuk kapal ikan tradisional dan

kapal ikan PVC masih berada di atas standart persyaratan yang ditetapkan IMO.



Gambar 8. Grafik Perbandingan nilai GZ pada tiap kondisi

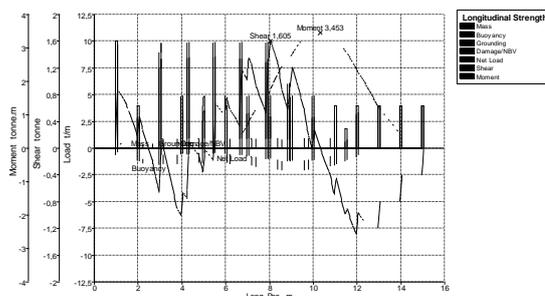
Aturan IMO pada poin 6 menyebutkan bahwa jarak *metacenter gravity* (MG) untuk *fishing vessels* minimum adalah 0,35 m dan hasilnya menunjukkan bahwa nilai MG untuk kapal ikan tradisional dan kapal ikan PVC pada semua kondisi nilainya berada di atas nilai standart persyaratan yang ditetapkan IMO. Artinya, kondisi ini dapat dinyatakan stabil karena mempunyai nilai MG positif. Dengan asumsi jika titik G (*gravity*) dan M (*metacenter*) berhimpitan ( $G = M$ ) maka tidak akan membentuk momen kopel sehingga stabilitas kapal dinyatakan *indifferent*. Dengan hasil yang didapat dari model kapal ikan tradisional dan kapal ikan PVC, dapat disimpulkan bahwa stabilitas yang terbaik pada saat kondisi kosong diantara keduanya yaitu model kapal ikan PVC, karena memiliki jarak MG lebih besar dibandingkan dengan model kapal ikan tradisional.

### 4.3. Kekuatan Memanjang

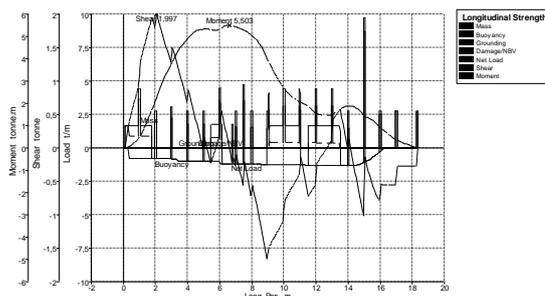
Adapun tahapan perhitungan dan analisa untuk mengetahui kekuatan memanjang kapal, yaitu:

1. Mencari moment maksimal melalui *software Maxsurf Stability*
2. Menghitung modulus penampang kapal
3. Menghitung tegangan maksimal kapal

Pengecekan tegangan kapal sesuai tegangan izin kapal yang di atur dalam BKI 2014 Vol. II bab V ayat C.1.1



Gambar 9. Grafik kekuatan memanjang kapal ikan tradisional yang didapat dari hasil analisa *software Maxsurf*



Gambar 10. Grafik kekuatan memanjang kapal ikan PVC yang didapat dari hasil analisa *software Maxsurf*

Setelah membandingkan momen maksimal kedua kapal dengan modulus penampang dari masing-masing kapal, kedua kapal masih berada dibawah batas maksimal tegangan izin menurut BKI 2014 Vol. II Bab V ayat C.1.1, yaitu:

$$\sigma_p = 175/k \text{ [N/mm}^2\text{]} \text{ untuk } L \geq 100 \text{ m} \\ = 175 \text{ N/mm}^2 \text{ (untuk } L > 90 \text{ m)}$$

#### 4.3.1 Perhitungan Tegangan Izin Kapal Ikan Tradisional

Selanjutnya adalah perhitungan dan pengecekan tegangan:

$$H = 180 \text{ cm} \quad Y(na) = 22,38 \text{ cm}$$

$$I_{na} = 4043067 \text{ cm}^4$$

$$L = 15 \text{ m} \quad k = 1$$

- Pada kondisi Air Tenang  
Dari tabel momen kondisi air tenang didapat  $M_{max} = 11,207 \text{ tonne.m} = 1.120.700 \text{ kg.cm}$
- Pada Geladak (dalam hal ini kondisi geladak mengalami beban tarik)  
 $W_{Deck} = I_{na}/Y_{deck}$ , dimana  $Y_{deck} = H - Y(na) = 157,62 \text{ cm}$   
Maka  $W_{Deck} = 25650,68 \text{ cm}^3$   
 $\sigma_{Deck} = M_{max}/W_{Deck} = 43,6908 \text{ kg/cm}^2 = 43,2817 \text{ N/mm}^2$
- Pada Bottom (dalam hal ini kondisi geladak mengalami beban tekan)  
 $W_{Bottom} = I_{na}/Y_{bott}$ , dimana  $Y_{bott} = Y(na) = 22,3797 \text{ cm}$

Maka  $W_{Bottom} = 180657,4 \text{ cm}^3$   
 $\sigma_{Bottom} = M_{max} / W_{Bottom} = 6,2034 \text{ kg/cm}^2$   
 $= 0,6079 \text{ N/mm}^2$

### 4.3.2 Perhitungan Tegangan Izin Kapal Ikan PVC

Selanjutnya adalah perhitungan dan pengecekan tegangan:

$H = 75 \text{ cm}$        $Y(na) = 14,58 \text{ cm}$

$I_{na} = 534118 \text{ cm}^4$

$L = 18,3 \text{ m}$        $k = 1$

- Pada kondisi Air Tenang  
 Dari tabel momen kondisi air tenang didapat  $M_{max} = 8,762 \text{ tonne.m} = 876200 \text{ kg.cm}$
- Pada Geladak (dalam hal ini kondisi geladak mengalami beban tarik)  
 $W_{Deck} = I_{na}/Y_{deck}$ , dimana  $Y_{deck} = H - Y(na) = 60,423 \text{ cm}$   
 Maka  $W_{Deck} = 8839,5228 \text{ cm}^3$   
 $\sigma_{Deck} = M_{max}/W_{Deck} = 99,123 \text{ kg/cm}^2 = 9,714 \text{ N/mm}^2$
- Pada Bottom (dalam hal ini kondisi geladak mengalami beban tekan)  
 $W_{Bottom} = I_{na}/Y_{bott}$ , dimana  $Y_{bott} = Y(na) = 14,576 \text{ cm}$   
 Maka  $W_{Bottom} = 36643,517 \text{ cm}^3$   
 $\sigma_{Bottom} = M_{max} / W_{Bottom} = 23,91146 \text{ kg/cm}^2 = 2,343 \text{ N/mm}^2$

## 5. KESIMPULAN

Tujuan utama dalam penelitian ini adalah mengetahui stabilitas, kekuatan memanjang kapal ikan tradisional dan kapal ikan PVC. Dari hasil penelitian yang telah dilakukan diperoleh kesimpulan bahwa:

1. Nilai GZ kapal ikan PVC pada kondisi I sebesar 1,577 m; kondisi III sebesar 1.266 m; kondisi IV sebesar 1.181 m dimana sudah memenuhi kriteria yang ditetapkan. Nilai MG kapal ikan PVC pada kondisi I sebesar 3,624 m; kondisi III sebesar 2,654 m; kondisi IV sebesar 2,700 m dimana sudah memenuhi kriteria yang ditetapkan. Nilai Tegangan kapal ikan PVC,  $\sigma_{Deck} = 9.714 \text{ N/mm}^2$ ,  $\sigma_{Bottom} = 2.343 \text{ N/mm}^2$
2. Nilai GZ kapal ikan tradisional pada kondisi I sebesar 1.820 m; kondisi III sebesar 1.573 m; kondisi IV sebesar 1.398 m dimana nilai sudah memenuhi kriteria yang ditetapkan yaitu nilai minimum GZ adalah 0.2 m. Nilai MG kapal ikan tradisional kondisi I sebesar 3.617 m; kondisi III sebesar 3.244 m; kondisi IV sebesar 2,981 m dimana nilai sudah memenuhi kriteria yang ditetapkan yaitu nilai minimum GZ

adalah 0.35 m. Nilai Tegangan kapal ikan tradisional,  $\sigma_{Deck} = 4.2817 \text{ N/mm}^2$ ,  $\sigma_{Bottom} = 0.607 \text{ N/mm}^2$

3. Dengan hasil yang didapat, model kapal ikan PVC dan kapal ikan tradisional, dapat disimpulkan bahwa stabilitas yang terbaik diantara keduanya yaitu model kapal ikan PVC, karena memiliki jarak MG lebih besar dibandingkan dengan model kapal ikan tradisional. Karena semakin besar nilai MG semakin baik kemampun balik pada posisi semula setelah kapal mengalami oleng. Kedua kapal dapat dikatakan aman karena memiliki nilai tegangan dibawah dari nilai tegangan izin kapal yang diatur menurut BKI 2014 Vol. II Bab V ayat C.1.1. Kemudian digunakan acuan BS EN 1778-2000 (British Standards pada Figure A.8) untuk mengetahui *allowable stress* untuk pipa PVC pada umumnya.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] Anonymous.<http://nasional.sindonews.com/read/1029961/149/kapal-ikan-paralon-tingkatkan-kehidupan-nelayan-1438824789>.22.50 WIB, 12 April 2016
- [2] Anonymous.<http://www.radarpekalongan.com/7365/menristek-resmikan-nama-kapal-paralon-baruna-fishtama/>.23.04 WIB, 12 April 2016
- [3] Anonymous.<http://teknik-uh.blogspot.co.id/>.23.33 WIB, 14 April 2016
- [4] Anonymous.*Buku Teori Bangunan kapal*.Universitas Diponegoro – Indonesia
- [5] Anonymous.*Panduan teknik dan katalog produk pipa PVC Wavin* :Jakarta
- [6] Anonymous.Biro Klasifikasi Indonesia, Peraturan Konstruksi Kapal Kayu 1996
- [7] Anonymous.British Standard. “Characteristic Values For Welded Thermoplastics Constructions Determination Of Allowable Stresses And Moduli For Design Of Thermoplastics Equipment”.2000
- [8] Hadi ES.2009.*Komparasi Hull performance Pada Konsep Design Kapal Ikan Multi Fungsi Dengan Lambung Katamaran*.Kapal, Vol 6 No.3 , Oktober 2009 Fakultas Teknik-. Universitas Diponegoro – Indonesia
- [9] Ngazis, Herman Afdul. 2012. Perancangan Kapal Ikan Mini *PurseSine* displacement 15 Ton Tipe Monohull Menggunakan Pipa PVC.
- [10] Prasajo, Ikhwan. 2015. Analisa Pengaruh Lunas Bilga Terhadap Olah Gerak Kapal Dan Hambatan Total Pada Kapal Ikan Tradisional Tipe Kranggan ”.