



ISSN 2338-0322

# JURNAL TEKNIK PERKAPALAN

Jurnal Hasil Karya Ilmiah Lulusan S1 Teknik Perkapalan Universitas Diponegoro

## Analisa Kekuatan *Cross Deck* Terhadap Perubahan Bentuk Variasi *Haunch* Pada Kapal Ikan Katamaran Menggunakan Metode Elemen Hingga

Alvin Nadiyah Juneva<sup>1)</sup>, Ahmad Fauzan Zakki<sup>1)</sup>, Muhammad Iqbal<sup>1)</sup>

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

Email: [alvinnadiyah@gmail.com](mailto:alvinnadiyah@gmail.com)

### Abstrak

Kementrian Kelautan dan Perikanan Indonesia (2015) menuturkan, dalam rangka mencapai visi Poros Maritim Dunia dan menghadapi implementasi Masyarakat Ekonomi ASEAN, maka Kementerian Kelautan dan Perikanan (KKP) akan berfokus pada mendorong penguatan industri perikanan nasional. Upaya ditempuh melalui pengambilan kebijakan-kebijakan yang menjamin stabilitas dan berkembangnya usaha perikanan, dan melalui investasi pemerintah berupa pembangunan infrastruktur seperti pelabuhan perikanan. Kapal yang diteliti merupakan kapal dengan ukuran kecil sehingga kurang adanya aturan khusus mengenai kapal tipe katamaran yang merupakan tipe *special craft* yang mengatur dari segi kekuatan struktural kapal. Sehingga dari segi kekuatan kurang diperhatikan. Analisa yang digunakan adalah analisa beban statis untuk mengetahui karakteristik dan letak tegangan terbesar pada *cross deck* dan perbandingan kekuatan *cross deck* pada kapal katamaran dengan *cross deck* tipe *rounded haunch* dan *cross deck* tipe *chine haunch*. Hasil analisa menggunakan program berbasis Metode Elemen Hingga didapatkan hasil *stress* kapal katamaran dengan *cross deck* tipe *rounded haunch* sebesar 155 N/mm<sup>2</sup>, dan tegangan maks kapal katamaran dengan *cross deck* tipe *chine haunch* sebesar 175 N/mm<sup>2</sup>. Hasil analisa dari kedua kekuatan kapal tersebut, maka bahwa kapal katamaran dengan *cross deck* tipe *rounded haunch* lebih kuat daripada kapal katamaran dengan *cross deck* tipe *chine haunch* dengan selisih tegangan sebesar 20 N/mm<sup>2</sup>.

Kata Kunci : kekuatan struktur, *haunch*, *cross deck*, katamaran, metode elemen hingga

### 1. PENDAHULUAN

Kementrian Kelautan dan Perikanan Indonesia (2015) menuturkan, dalam rangka mencapai visi Poros Maritim Dunia dan menghadapi implementasi Masyarakat Ekonomi ASEAN, maka Kementerian Kelautan dan Perikanan (KKP) akan berfokus pada mendorong penguatan industri perikanan nasional. Upaya ditempuh melalui pengambilan kebijakan-kebijakan yang menjamin stabilitas dan berkembangnya usaha perikanan, dan melalui investasi pemerintah berupa pembangunan infrastruktur seperti pelabuhan perikanan, cold storage, dan unit pengolahan ikan, serta bantuan kepada masyarakat seperti kapal penangkap ikan dan peralatan pengolahan. Melalui kebijakan yang

telah diambil selama setahun terakhir, khususnya yang berfokus kepada pemberantasan illegal fishing, para nelayan telah menikmati peningkatan jumlah tangkapan, kualitas tangkapan yang baik dan waktu melaut yang semakin pendek. “Dengan meningkatnya pasokan bahan baku di dalam negeri, akan menjamin keberlangsungan industri olahan berbasis ikan dan mendorong kinerja ekspor produk perikanan nasional .[1]

Kapal yang diteliti merupakan kapal dengan ukuran kecil sehingga kurang adanya aturan khusus mengenai kapal tipe katamaran yang merupakan tipe *special craft* yang mengatur dari segi kekuatan struktural kapal. Sehingga dari segi kekuatan kurang diperhatikan. Di antara berbagai bentuk yang ada, maka konsep kapal katamaran

yang paling banyak dipilih dan mendapatkan perhatian, karena sejumlah kelebihanannya antara lain memiliki luasan geladak yang lebih besar dan stabilitas melintang yang lebih baik dibandingkan kapal belambung tunggal.

Harapannya, hasil dari analisa dapat menjadi acuan dalam menentukan seberapa besarnya kekuatan *cross deck* jika *haunch* pada sambungan *bridging* masing-masing *hull* pada katamaran tersebut. Berdasarkan latar belakang di atas maka tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Mendapatkan besarnya tegangan pada *Cross Deck* yang terjadi saat kapal menerima beban lingkungan jika diubah bentuk variasi *haunch* pada sambungan *bridging* diubah.
2. Mendapatkan perbandingan kekuatan dari masing-masing variasi bentuk *haunch*.

## 2. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1. Katamaran

Katamaran adalah suatu unit perahu/kapal yang mempunyai dua buah lambung yang dihubungkan dengan kuat oleh palang-palang bersilang menjadi satu kesatuan yang kokoh dan dikemudikan sebagai satu kapal. Katamaran mempunyai garis air lambung yang sangat ramping dengan tujuan untuk memperoleh hambatan yang rendah. Garis air yang ramping ini menyebabkan katamaran sensitif terhadap perubahan distribusi berat.[3]

### 2.2. Haunch

*Haunch* adalah suatu konstruksi penyambung antara *hull* dan *cross deck* dan *wet deck* pada kapal katamaran. Adapun beberapa variasi *haunch* yang akan di analisa antara lain :

1. *Rounded Haunch*
2. *Hard Chine Haunch*

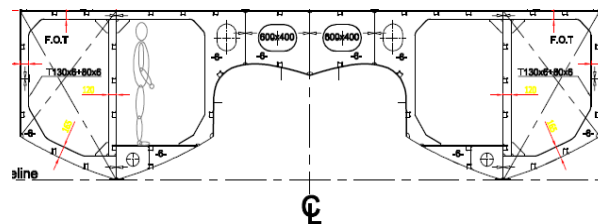


Gambar 2.1 Bentuk Variasi *Haunch* Pada Katamaran

Bentuk *haunch* tipe *hard chine* agak sederhana dan mudah dalam pengerjaan konstruksinya. Tipe *haunch* ini memiliki luas bidang basah statik yang lebih besar sehingga dapat memperbesar hambatan gesek (*frictional drag*) pada kecepatan rendah. Sedangkan pada kecepatan tinggi, luas bidang basah akan berkurang dengan sendirinya akibat timbulnya gaya angkat (*dynamic lift*).

*Haunch* tipe *round bilge* sangat sesuai untuk muatan yang lebih banyak (berat) dan kecepatan rendah. *Haunch* tipe ini memiliki gerakan yang relatif kecil dan tidak mudah

mengalami hempasan gelombang (*slamming*) sehingga dapat memberikan rasa nyaman pada kondisi gelombang ekstrim.[4]



Gambar 2.2 Detail Konstruksi *Haunch* Pada Katamaran

### 2.3. Fenomena yang Terjadi Pada Cross Deck Akibat Lingkungan

Konstruksi pada *cross deck* merupakan konstruksi yang rentan terhadap defleksi akibat gelombang yang terjadi pada tunnel pada masing-masing *hull*. Berbagai fenomena dari *cross deck* dapat dijelaskan sebagai berikut :

Body interference, aliran air di sekitar demihull bersifat asimetris terhadap centerline demihull, begitu juga penyebaran tekanan disekitarnya. Hal ini diakibatkan oleh pengaruh demihull yang lain. Hal ini menyebabkan bertambahnya komponen hambatan yang mempengaruhi kekuatan melintang kapal yang dihasilkan yaitu berupa :

- a. Gangguan kecepatan aliran fluida meningkat di sekeliling demihull terutama di daerah antara kedua lambung (*tunnel side*). Pertambahan kecepatan dikarenakan adanya peningkatan hambatan gesek dan modifikasi bentuk lambung kapal. Berdasarkan penelitian miyazawa dan schimke gangguan di *tunnel side* lebih besar 10% dibandingkan di daerah lainnya sehingga sangat mempengaruhi pada profil bagian hull yang dapat menyebabkan profil mengalami deformasi.
- b. Timbulnya aliran fluida di bawah lunas searah sumbu y kapal, yang biasanya diabaikan pada kapal *monohull* karena pengaruhnya sangat kecil, pada lambung katamaran besarnya kecepatan aliran ini 5-7 % dari kecepatan kapal.
- c. Adanya perbedaan ketinggian gelombang pada bagian *stern* kapal di sebelah dalam dan luar demihull.
- d. Gangguan kecepatan fluida pada *tunnel side* dapat merubah struktur *boundary layer*.
- e. Gelombang akibat gerakan demihull satu dapat mencapai demihull yang lain sehingga merubah luasan lambung yang tercelup air, yang berarti juga mempengaruhi kekuatan melintang di atas *deck*.[5]

## 2.4. Tegangan

Pada umumnya tegangan adalah gaya dalam yang bekerja pada luasan yang kecil tak hingga pada sebuah potongan dan terdiri dari bermacam-macam besaran dan arah. Pada umumnya, intensitas gaya yang bekerja pada luas yang kecil tak berhingga suatu potongan berubah-ubah dari satu titik ke titik yang lain, umumnya intensitas ini berarah miring pada bidang potongan. Intensitas gaya yang tegak lurus atau normal terhadap irisan disebut tegangan normal (normal *stress*) pada suatu titik.

Suatu tegangan tertentu yang dianggap benar-benar bertitik tangkap pada sebuah titik, secara matematis didefinisikan sebagai :

$$\sigma = \frac{\Delta F}{\Delta A}$$

Di mana F adalah suatu gaya yang bekerja tegak lurus terhadap potongan, sedangkan A merupakan luas yang bersangkutan. Tegangan normal yang menghasilkan tarikan (*traction* atau *tension*) pada permukaan sebuah potongan biasa kita sebut tegangan tarik (*tensile stress*).

Di sudut pandang lain, tegangan normal yang berada dalam potongan tersebut disebut tegangan tekan (*compressive stress*).[7]

Tegangan izin disesuaikan menurut rules masing-masing, yakni LR Part 3, Capter 4, Section 5.6.1. yang mengizinkan tegangan maksimal dengan menggunakan material baja yang diizinkan yaitu sebesar 175 N/mm<sup>2</sup>. [9]

## 2.5. Metode Elemen Hingga

Metode elemen hingga adalah sebuah metode yang menggunakan pendekatan numerik untuk menganalisa sebuah struktur untuk mendapatkan solusi pendekatan dari suatu permasalahan. Metode elemen hingga menggunakan prinsip yang sama dengan struktur sederhana tersebut dimana setiap struktur yang akan dianalisa dibagi terlebih dahulu menjadi elemen-elemen kecil.

Ada beberapa jenis analisa yang digunakan dalam metode elemen hingga antara lain :

### 1. Analisa Linier Statis

Analisa linier statis merupakan analisa yang digunakan untuk mendefinisikan kondisi struktur terhadap pembebanan yang linier atau searah (konstan). Sehingga jenis pembebanan yang digunakan pada analisa statis seperti pembebanan yang berbentuk gaya dan tekanan.

### 2. Analisa Non Linier Statis

Jika suatu struktur material mengalami pembebanan di atas titik luluhnya (*yield*

*point*), maka dapat didefinisikan bahwa hubungan antara tegangan dan regangan sudah tidak konstan lagi akan tetapi non linier. Dengan hubungan yang non linier ini, Modulus Young dari material cenderung berubah / menurun selama analisa, yang akibatnya akan terjadi deformasi yang permanen (plastis). [8]

## 2.6. Faktor Keamanan

Faktor keamanan adalah faktor yang menunjukkan tingkat kemampuan suatu bahan teknik dari beban luar, yaitu beban tekan maupun tarik. Gaya yang diperlukan agar terjadi tingkat optimal bahan di dalam menahan beban dari luar sampai akhirnya menjadi pecah disebut dengan beban *ultimat* (*ultimate load*). Dengan membagi beban ultimate ini dengan luas penampang, kita akan memperoleh kekuatan ultimate (*ultimate strength*) atau tegangan ultimate (*ultimate stress*) dari suatu bahan. Untuk disain bagian-bagian struktur, tingkat tegangan disebut tegangan ijin (*allowable stress*) dibuat benar-benar lebih rendah daripada kekuatan ultimate yang diperoleh dari pengujian "statis".

Dua konsep disain tegangan ijin dan disain beban ultimat memberikan hasil yang sama untuk sebuah batang tarik atau tekan yang sederhana ataupun untuk struktur yang lebih rumit dimana kegagalan dapat didefinisikan dengan suatu kriteria kekenyalan. Tetapi disain yang sangat berlainan dapat diperoleh dalam banyak kasus dimana sifat bahan yang bukan kenyal ikut diperhitungkan sedang kriteria kegagalan merupakan deformasi plastis yang berlebihan.

## 3. METODOLOGI PENELITIAN

### 3.1. Penelitian

Data didapat dari berbagai referensi, yaitu buku-buku, majalah, artikel, jurnal, dan internet. Hal-hal tersebut merupakan aspek dasar dan pedoman dalam model yang akan di analisa. Dari berbagai referensi yang didapatkan tersebut kemudian ditentukan ukuran utama kapal katamaran ini. Berikut data ukuran katamaran yang akan di analisa :

Data ukuran utama kapal Katamaran NPL Hull Form Series 4b :

<i>Length of Waterline</i>	= 19,97 m
<i>Breadth</i>	= 2,22 m
<i>Height</i>	= 2,50 m
<i>Draught</i>	= 1,11 m
<i>Coefficient Block</i>	= 0,39 m
<i>Wetted Surface Area</i>	= 53,38 m <sup>2</sup>
<i>Displacement</i>	= 19.92 Ton

### 3.2. Pendekatan Permodelan

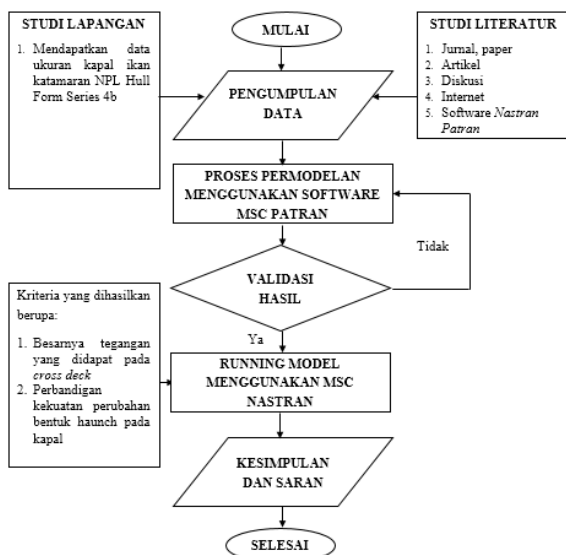
Tahap pendekatan permodelan merupakan pengolahan data dan dalam penelitian adalah untuk membuat pemodelan *Haunch* lalu akan dilakukan analisa struktur menggunakan metode elemen hingga dengan program bantu MSC NASTRAN-PATRAN, yang bertahap sebagai berikut:

1. Pembuatan bentuk kapal katamaran
2. Pembuatan bentuk variasi *haunch*
3. Proses Analisa Model

### 3.3. Analisa dan Pembahasan

Analisa bertujuan untuk mendapatkan kesimpulan tugas akhir sesuai dengan tujuan penelitian yang telah ditetapkan sejak awal. Hasil pengolahan data berupa gambar model, hasil analisis, dan parameter – parameter mekanika yang dicari seperti tegangan maksimum, regangan, dan deformasi.

### 3.4. Flow Chart Metodologi Penelitian



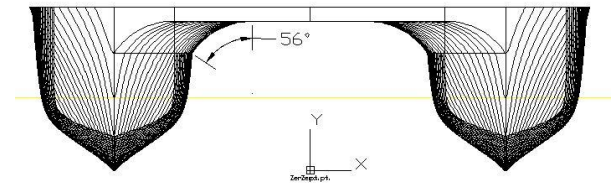
## 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

### 4.1. Pembuatan Model

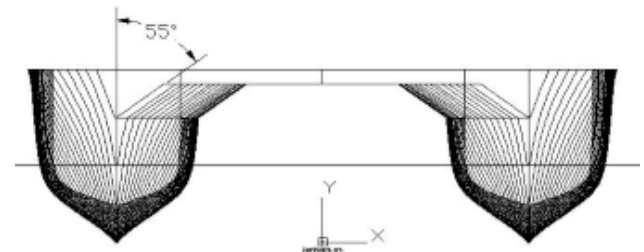
Kapal katamaran beserta *Haunch* dimodelkan berdasarkan Finite Elemen Method (FEM) dan dibuat pemodelan dalam program aplikasi Msc Patran kemudian di analisa hasil permodelan menggunakan program aplikasi Msc Nastran.

Permodelan katamaran ini dimodelkan berdasarkan menjadi dua model yang bertujuan untuk mengetahui perbandingan tegangan mana yang lebih bagus yang diakibatkan oleh kondisi beban lingkungan dengan katamaran bertipe *rounded haunch* dan tipe *chine haunch*.

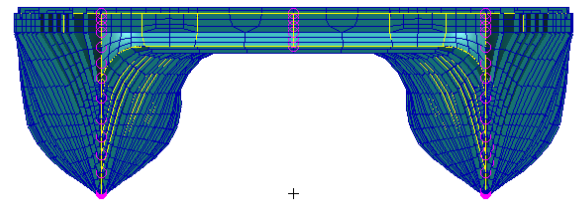
Lalu ditentukan bahwa sudut *rounded haunch* dan sudut *chine haunch* masing-masing 56 dan 55 derajat kemiringan pada saat permodelan dengan program aplikasi Autocad.



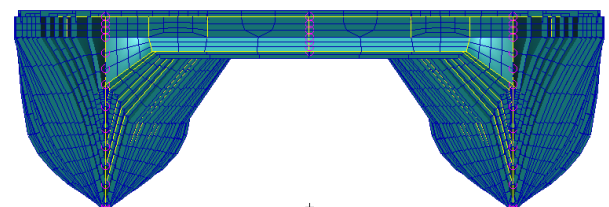
Gambar 4.1. Sudut elevasi pada *rounded haunch*



Gambar 4.2. Sudut elevasi pada *chine haunch*



Gambar 4.3. Permodelan katamaran *rounded haunch*



Gambar 4.4. Permodelan katamaran *chine haunch*

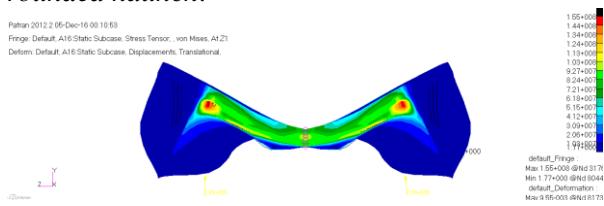
### 4.2. Perhitungan Gaya

Perhitungan besarnya gaya adalah beban dari berbagai gaya yang didapat dari hasil running dari Ansys CFX yaitu :

1. Beban Drag Force kapal  
Nilai Drag Force kapal yang didapat adalah 8673,24 N
2. Beban Lift Force kapal  
Nilai Lift Force kapal yang didapat adalah 21910,90 N
3. Beban gaya vertikal keatas  
Nilai gaya vertikal keatas kapal yang didapat adalah 298274 N

### 4.3. Analisa Kekuatan

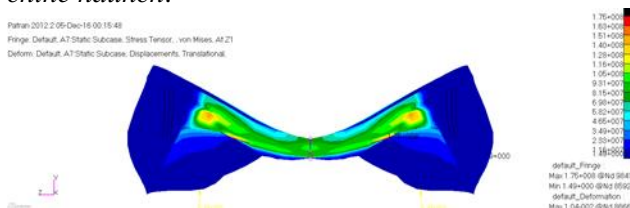
Respon analisa kekuatan pada katamaran *rounded haunch*.



Gambar 4.3 Hasil analisa kekuatan pada katamaran *rounded haunch*

Pada hasil analisa, tegangan terbesar terjadi pada node 3176 dengan nilai  $1,55 \times 10^8$  Pa dan nilai deformasi maksimal sebesar 0,955 cm.

Respon analisa kekuatan pada katamaran *chine haunch*.



Gambar 4.4 Hasil analisa kekuatan pada katamaran *chine haunch*

Pada hasil analisa, tegangan terbesar terjadi pada node 9841 dengan nilai  $1,75 \times 10^8$  Pa dan nilai deformasi maksimal a 1,04 cm.

### 4.4. Verifikasi Hasil Analisa

Tegangan ijin =  $\frac{175}{k}$ , dimana k adalah faktor material (LR Part 3, Chapter 4, Section 5.6.1.)  
Tegangan Hasil  $\leq$  Tegangan Rules.

$$P_x, \sigma_x, \sigma_y \leq \sigma_{yield}$$

$$SF = \frac{Tegangan\ ijin}{Tegangan\ Maksimum}$$

SF = Safety Factor  $\geq 1$  (Memenuhi Kriteria)

SF pada model rounded haunch =  $\frac{175}{155} = 1,13$   
(Memenuhi Kriteria)

SF pada model rounded haunch =  $\frac{175}{175} = 1$   
(Memenuhi Kriteria)

## 5. KESIMPULAN

### 5.1. Kesimpulan

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

1. Tegangan maks *cross deck* kapal katamaran dengan tipe *rounded haunch* sebesar  $155 \text{ N/mm}^2$ , dan tegangan maks *cross deck* kapal katamaran dengan tipe *chine haunch* sebesar  $175 \text{ N/mm}^2$ .
2. Hasil analisa dari kedua kekuatan kapal tersebut, maka dapat disimpulkan bahwa kapal katamaran *cross deck* dengan tipe *rounded haunch* lebih kuat daripada kapal katamaran dengan *cross deck* tipe *chine haunch* dengan selisih tegangan sebesar  $20 \text{ N/mm}^2$ .

### 5.2. Saran

Dari hasil penelitian yang dilakukan penulis masih dapat dilanjutkan lebih jauh. Beberapa saran dari penulis yang dapat dikembangkan lebih lanjut :

1. Pembebanan pada kapal katamaran dengan masing-masing tipe *haunch* dapat diberikan beban lingkungan yang berasal dari beban aliran air dan gelombang yang masuk di dalam *tunnelside* pada kapal katamaran.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] <http://beritatrans.com/2015/11/14/menteri-susi-potensi-sektor-kelautan-sangat-menjanjikan/>
- [2] Purbayanto et al. 2004. Kajian Teknis Kemungkinan Pengalihan Pengaturan Perijinan dari GT menjadi Volume Palka pada Kapal Ikan. Makalah tentang “Paradigma baru pengelolaan perikanan yang bertanggungjawab dalam rangka mewujudkan kelestarian sumberdaya dan manfaat ekonomi maksimal” 10-11 Mei 2004.
- [3] Dubrovsky, V and A. Lyakhovitsky. 2001. *Multi-Hull Ships*. USA : *Blackbone Publishing Company*
- [4] Couser, P R, Molland, A, F, Armstrong N and Utama, I K A P. 1997. *Calm Water Powering Prediction for High Speed Catamarans*, Procs. Of FAST 1997, Sydney, 21-23 July
- [5] <http://kapalmania.blogspot.co.id/2011/12/komponen-hambatan-catamaran-catamarans.html#more>
- [6] Gerhart, Philip M dan Richard J. Gross. 1985 . “*Fundamentals of Fluid Mechanics*”, Addison- Wesley Publishing Company, Inc., USA.
- [7] Popov, E P. 1996. “*Mekanika Teknik*”. Erlangga. Indonesia
- [8] Zakki, Ahmad Fauzan. 2014. “*Metode Elemen Hingga*”. Lembaga Pengembangan

dan Penjaminan Mutu Pendidikan Universitas Diponegoro. Indonesia

- [9] Lloyd's Register Group. 2016. *Rules and Regulations for the Classification of Ship*,. United Kingdom : Lloyd's Register Group Limited Registered office
- [10] Rosyid, D. M, Setyawan, D. 2000. *Kekuatan Struktur Kapal*. Pradya Paramita. Jakarta
- [11] Rizki Ilma, Erwina. 2010. *Analisa Kekuatan Struktur Antara Deck dan Lambung Bagian Dalam Kapal Katamaran*, Tugas Akhir, Jurusan Teknik Kelautan, ITS: Surabaya
- [12] Chabibi Erick, 2013, *Analisa Tegangan Pada Cross Deck Kapal Ikan Katamaran10 GT Menggunakan Metode Elemen*, ITS : Surabaya
- [13] Iqbal, Muhammad, Rindo, Good. 2015. *Optimasi Bentuk Kapal Katamaran Untuk Meningkatkan Kualitas Seakeeping*. Kapal, Vol.12, no. 1
- [14] Iqbal, Muhammad. Trimulyono, Andi. 2014. *Optimization Of Catamaran Demihull Form In Early Stages Of The Design Process*. Kapal, Vol.11, no. 3
- [15] Brcic, David. 2004. *Comparative Analysis Of Conventional and Swath Passenger Catamaran*. Croatia : Rijeka University Press