

# ANALISA KEKUATAN KONSTRUKSI *BRACKET TOWING HOOK* PADA TB. BONTANG DENGAN METODE ELEMEN HINGGA DAN RULES BKI

Imam Pujo Mulyatno, Berlian Arswendo A, Muhammad Alan  
Program Studi S1 Teknik Perkapalan Universitas Diponegoro

## Abstract

*Bracket towing hook construction planning is to make a construction that has the stress level of the allowable limit and can be accepted by the construction. Requirements for towing hook are structural strength if the stress levels that occur below the elastic region. By calculating the value of the maximum load, maximum stress, von mises stress and deflection (displacement) that occur in the construction of bracket towing hook, so that known security level of construction that has been designed.*

*Research on construction of the strength bracket towing hook need to be considered and carried out, where the stress caused by load about them should not exceed the maximum limit  $\sigma_{yield}$  materials and  $\sigma_{allow}$  based on the rules from the class. The reference to rules used in this research is based on the rules of Bureau Classification Indonesia.*

*Analysis of the strength bracket towing hook construction is done by using finite element methode. The analysis used is a static load analysis to determine the characteristics and location of greatest stress on the construction bracket towing hook based on three variations of loading.*

*Analysis results obtained using finite element methode based program of greatest stress maximum occurs in the condition of the bracket towing hook with maximum horse power load that is equal to 44,2 N/mm<sup>2</sup> where the most critical area occurs at node 457 which is located at frame number 23 lengthwise section and stiffener number 7 cross section. This stress is still in a safe condition because after compared with material  $\sigma_{yield}$  of 400 N/mm<sup>2</sup> and  $\sigma_{allow}$  based BKI rules of 178,12 N/mm<sup>2</sup> produce safety factor value of 9,05 and 4,03*

*Keyword : Bracket Toeing Hook, Tug Boat, Finite Element Methode*

## I. Pendahuluan

TB. Bontang adalah kapal type tunda yang memiliki kemampuan dan daya besar menarik beban (bollard

pull). Dalam pelayarannya mengharuskan kondisi kapal dalam keadaan aman, baik dalam hal konstruksi maupun instalasi lainnya,

sebab dalam perencanaan sebuah konstruksi kapal, pada dasarnya adalah merencanakan konstruksi yang mempunyai tingkat tegangan pada batas yang diijinkan dan bisa diterima oleh konstruksi tersebut.

Hal ini menunjukkan bahwa ada beban yang bekerja pada konstruksi *bracket towing hook* tersebut salah satunya beban statis. Beban yang bekerja pada *bracket towing hook* ini terjadi saat pengoperasiannya akan menimbulkan masalah seperti deformasi, keretakan, kerusakan, dll. *Bracket towing hook* yang sekarang digunakan oleh TB. Bontang adalah konstruksi baru yang dibuat di PT. Jasa Marina Indah Semarang.

Secara garis besar perencanaan konstruksi *towing hook* adalah membuat suatu

konstruksi yang mempunyai tingkat tegangan pada batas yang diijinkan dan bisa diterima oleh konstruksi tersebut. Perencanaan konstruksi *towing hook* harus dapat menjamin suatu struktur tingkat tegangannya tidak pernah lebih, yang akan menjaga struktur di bawah daerah *elastic* ini adalah persyaratan kekuatan. Dan ada satu persyaratan lagi yang sangat penting bahwa konstruksi harus mempunyai kekakuan elastis yang cukup.

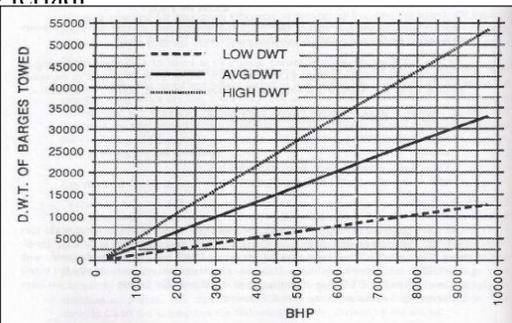
Konstruksi *towing hook* harus dirancang menghindari *elastic deformation* yang berlebihan yang dapat mengakibatkan perubahan bentuk geometri akibat dari beban yang diterima. Bagian - bagian tersebut haruslah diukur dengan tepat untuk mendapatkan gaya - gaya yang sesungguhnya atau yang dibebankan kepadanya. Berdasarkan kenyataan tersebut mengingat peran masing - masing struktur pada sebuah kapal sangat vital, penulis akan menganalisa *local stress* yang terjadi pada daerah *bracket towing hook* kapal TB. Bontang. Penulis berharap dari penelitian ini agar para desainer kapal dapat merencanakan konstruksi *towing hook* dengan

lebih baik sehingga dapat menopang beban dan gaya yang terjadi

## II. Dasar

### II.1.

B  
istilah ya  
tarik be  
Bagaimar  
tiga arti  
untuk d



Untuk mengetahui *bollard pull*, maka terdapat tiga istilah dibawah ini :

Daya dorong pada tenaga maksimum dengan kapal yang terikat pada dok disebut *static thrust* atau *bollard pull*. Ada beberapa faktor yang sebenarnya turut mempengaruhi besar bollard pull, antara lain yaitu :

- Jenis propeller
- Kort nozzle
- Bentuk lambung kapal dibawah permukaan air
- Sarat kapal
- Trim

Perhitungan bollard pull sebenarnya tidak dapat dilakukan secara akurat dengan menggunakan rumus pendekatan. Karena untuk mendapatkan nilai *bollard pull* yang akurat setiap kapal tugboat harus dilakukan dengan uji bollard pull (Capt. P. Zahalka, *Association of Hanseatic Marine Underwriters*).



Rumus pendekatan yang digunakan untuk perhitungan *bollard pull* berdasarkan BHP mesin yang di install (Referensi : *Technical Paper Association of Hanseatic Marine Underwriters*, Capt.P. Zahalka). Sebagai peraturan untuk memperkirakan konversi dari BHP ke “t” pada bollard pull efektif dapat digunakan rumus untuk memperkirakan bollard pull sebagai berikut :

• *Tug equipped with fixed pitch propeller (freewheeling) :*

$$\text{BHP} \times 0,9 \times 1,10 / 100 = (t)$$

• *Tug equipped with fixed pitch propeller and kort-nozzle :*

$$\text{BHP} \times 0,9 \times 1,20 / 100 = (t)$$

• *Tug equipped with controllable pitch propeller:*

$$\text{BHP} \times 0,9 \times 1,25 / 100 = (t)$$

• *Tug equipped with controllable pitch propeller and kort-nozzle :*

$$\text{BHP} \times 0,9 \times 1,40 / 100 = (t)$$

Dimana :

BHP = *Maximum Brake Horse Power* pada mesin

### II.2. Perhitungan Beban Tunda

Pada perhitungan beban tunda ini di asumsikan dengan beban tongkang (barge) yang ditarik oleh tugboat. Diberikan nilai rata – rata, tinggi, dan rendah pada tongkang yang ditarik, dalam *deadweight tons (DWT)*. Batas rata – rata sesungguhnya mewakili pada kapasitas rata – rata dalam kondisi biasa. Batas tertinggi DWT mewakili DWT maximum yang biasanya dapat ditarik dengan BHP dalam kondisi dekat pantai yang wajar (*fair inshore conditions*).

Berikut adalah grafik hubungan antara *Brake Horse Power* pada mesin dan beban saat tunda pada tongkang dalam DWT.

Gambar 2

Grafik perbandingan antara BHP dengan beban DWT pada tongkang  
( Sumber : *Propeller Handbook*, Dave Gerr)

$$FS = \frac{\sigma_{Ultimate}}{\sigma_{ijin}}$$

Rumus beban tunda untuk DWT barge vs BHP

•Rumus untuk DWT rendah

$$\text{Low DWT} = (1.32 \times \text{BHP}) - 255.25$$

•Rumus untuk DWT rata – rata

$$\text{Average DWT} = (3.43 \times \text{BHP}) - 599.18$$

•Rumus untuk DWT tinggi

$$\text{High DWT} = (5.57 \times \text{BHP}) - 943.10$$

Dimana :

DWT = *Deadweight tons* pada tongkang (*barge*) yang ditarik

BHP = *Maximum Brake Horse Power* pada mesin

### II.3. Safety Factor

Faktor keamanan adalah faktor yang menunjukkan tingkat kemampuan suatu bahan teknik menerima beban dari 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 *ultimate (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. Tabel dibawah ini memberikan kekuatan – kekuatan *ultimate* dan sifat – sifat fisis yang lain dari beberapa 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”. Hal ini penting untuk berbagai pertimbangan. Besar gaya yang dapat bekerja pada bangunan yang dirancang jarang diketahui secara pasti.

Karena tegangan dikalikan luas sama dengan gaya, maka tegangan ijin dari *ultimate* dapat diubah dalam bentuk gaya atau beban yang diijinkan dan *ultimate* yang dapat ditahan oleh sebuah batang. Suatu perbandingan (*ratio*) yang penting dapat ditulis :

### II.4. Metode Elemen Hingga

Metode elemen hingga (*finite element*) memperluas metode matriks perpindahan ke analisis kontinum struktural. Kontinum elastis suatu pelat diganti dengan struktur pengganti, yang terdiri dari elemen-elemen diskrit yang saling berhubungan hanya di titik-titik simpul. Hubungan ini bersifat sedemikian rupa sehingga kontinuitas tegangan dan perpindahan yang sebenarnya pada pelat bisa didekati oleh perpindahan titik simpul elemen tersebut.

### III. Metodologi Penelitian

Penelitian Tugas Akhir “ANALISA KEKUATAN KONSTRUKSI BRACKET TOWING HOOK PADA TB. BONTANG DENGAN METODE ELEMEN HINGGA DAN RULES BKI” bertujuan untuk mengetahui kekuatan konstruksi towing hook setelah mengalami beberapa macam kondisi pembebanan. Dalam penyusunannya Tugas Akhir ini perlu disusun adanya kerangka dasar yang digunakan sebagai acuan untuk menganalisa studi kasus tersebut. Untuk proses penyusunan Tugas Akhir ini dibutuhkan data - data dari objek yang dianalisa. Adapun proses pengambilan data terbagi menjadi beberapa tahap antara lain:

#### 3.1. Studi Lapangan

#### 3.2. Studi Literatur

#### 3.3. Pengumpulan Dan Pengolahan Data

#### 3.4. Pembuatan Model

#### 3.5. Analisa Model

#### 3.6. Validasi

#### 3.7. Kesimpulan

#### 3.8. Diagram Alir Metodologi Penelitian

Penyusunan penelitian Tugas Akhir ini didasarkan pada sistematika metodologi yang diuraikan berdasarkan urutan diagram alir atau *flow chart* yang dilakukan mulai penelitian hingga selesainya penelitian

STU  
• Menda  
referen  
berhub  
konstr  
• Menda  
ataupun  
Towing  
• Wawan  
pihak y  
dengan  
penilit

Min  
Rul  
4

## IV. Analisa Dan Pembahasan

### IV.1 Data Kapal

- Ship Name : TB. BONTANG
- Ship Type : Tugboat
- Build In : PT. Janata Marina Indah
- Class : Biro Klasifikasi Indonesia

Main Dimension :

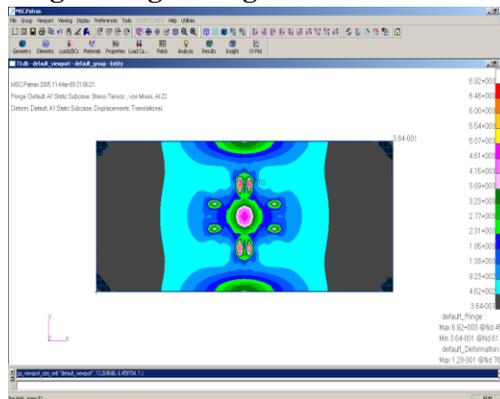
LoA = 37,60 m  
 Lpp = 32,90 m  
 B = 10,00 m  
 H = 4,50 m  
 Cb = 0,61

### IV.2. Asumsi Pembebanan

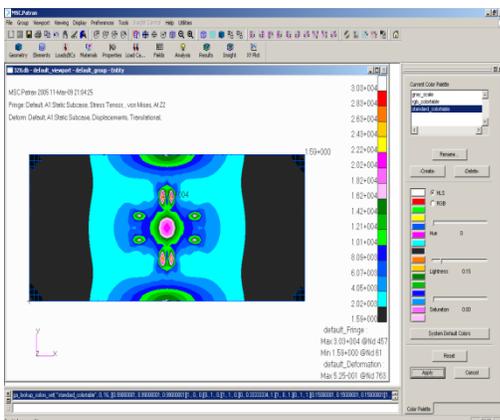
Dalam asumsi pembebanan pada *towing hook* ini tiga variasi pembebanan yaitu *light weight barge*, *dead weight barge*, dan *maximum horse power*.

### IV.3. Hasil Analisa

#### a. Light Weight Barge

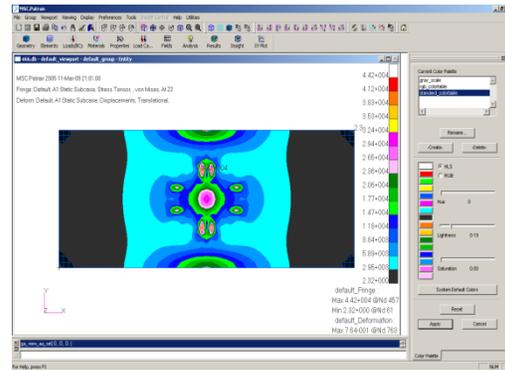


#### b. Dead Weight Barge



Gambar 6 Kondisi DW Barge

### c. Maximum Horse Power



Gambar 7 Kondisi Maximum HP

Tabel 1 Hasil perhitungan safety factor menurut kriteria bahan

Kondisi Pembebanan	Nod e	Max Stress	Teg. Ijin	Safet y Factor	Ket
Kondisi Light Weight Barge	457	6,92 N/mm <sup>2</sup>	400 N/mm <sup>2</sup>	57,80	Memenuhi
Kondisi Dead Weight Barge	457	30,3 N/mm <sup>2</sup>	400 N/mm <sup>2</sup>	13,20	Memenuhi
Kondisi Maximum Horse Power	457	44,2 N/mm <sup>2</sup>	400 N/mm <sup>2</sup>	9,05	Memenuhi

Tabel 2 Hasil perhitungan safety factor menurut Standar BKI

Kondisi Pembebanan	Nod e	Max Stres s	Teg Ijin	Safet y Factor	Ket
Kondisi Light Weight Barge	457	6,92 N/m <sup>2</sup>	178,1 <sup>2</sup> N/mm <sup>2</sup>	25,74	Memenuhi

Kondisi Dead Weight Barge	457	30,3 N/m <sup>2</sup>	178,12 N/mm <sup>2</sup>	5,88	Memenuhi
Kondisi Maximum Horse Power	457	44,2 N/m <sup>2</sup>	178,12 N/mm <sup>2</sup>	4,03	Memenuhi

## V. Penutup

### V.1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisa kekuatan konstruksi *bracket towing hook* TB. Bontang menggunakan program Berbasis FEM diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Karakteristik tegangan yang terjadi pada konstruksi *bracket towing hook* TB. Bontang dalam beberapa variasi kondisi pembebanan dengan analisa menggunakan program berbasis FEM adalah sebagai berikut :

- Kondisi *light weight barge* = 6,92 N/mm<sup>2</sup>
- Kondisi *dead weight barge* = 30,3 N/mm<sup>2</sup>
- Kondisi *maximum horse power* = 44,2 N/mm<sup>2</sup>

2. *Maximum stress* terbesar terjadi pada kondisi *bracket towing hook* pada kondisi maximum horse power yaitu sebesar 44,2 N/mm<sup>2</sup> dimana daerah paling kritis terjadi pada node 457 yang terletak pada gading nomor 23 bagian memanjang dan stiffener nomor 7. Tegangan ini masih dalam kondisi aman karena setelah dibandingkan dengan  $\sigma_{yield}$  bahan sebesar 400 N/mm<sup>2</sup> dan  $\sigma_{ijin}$  berdasarkan *rules* BKI sebesar 178,12 N/mm<sup>2</sup> menghasilkan nilai *safety factor* sebesar 9,05 dan 4,03.

3. Hasil Perhitungan nilai *safety factor* berdasarkan *rules* BKI untuk setiap kondisi pembebanan adalah sebagai berikut :

- Kondisi *Light Weight Barge* = 25,74
  - Kondisi *Dead Weight Barge* = 5,88
  - Kondisi *Maximum Horse Power* = 4,03
- nilai *safety factor* dalam beberapa kondisi pembebanan telah memenuhi *rules* yang ditetapkan BKI, sehingga konstruksi *bracket towing hook* TB. Bontang dalam kondisi pembebanan diatas masih dalam kategori aman.

Berdasarkan pengujian di galangan kekuatan tarik di dapat sebesar 45 ton, namun berdasarkan pengujian menggunakan software MSC.NASTRAN PATRAN kekuatan tarik 47,55 ton dan konstruksi bracket towing hook mampu menahan beban tongkang hingga 60000 DWT.

### V.2. Saran

1. Sebaiknya letak bracket towing hook di ¼ jarak gading (antara gading besar dan gading utama) karena disitu moment = 0 (nol)
2. Untuk mencapai ketelitian yang maksimal dalam analisa dengan menggunakan program berbasis FEM, pemodelan harus dilakukan dengan membuat geometri yang baik dan teliti dan dengan jumlah meshing yang banyak.
3. Pemberian *constraint* dan *load* sesuai pada tempatnya. Dengan demikian hasil yang akan didapat mendekati kondisi sesungguhnya.
4. Pemberian *Beam, Profile, Stiffener*, harus tepat berdasarkan 3 sumbu X, Y, Z, agar tidak terjadi kekeliruan pada node yang mengalami *maximum stress*.