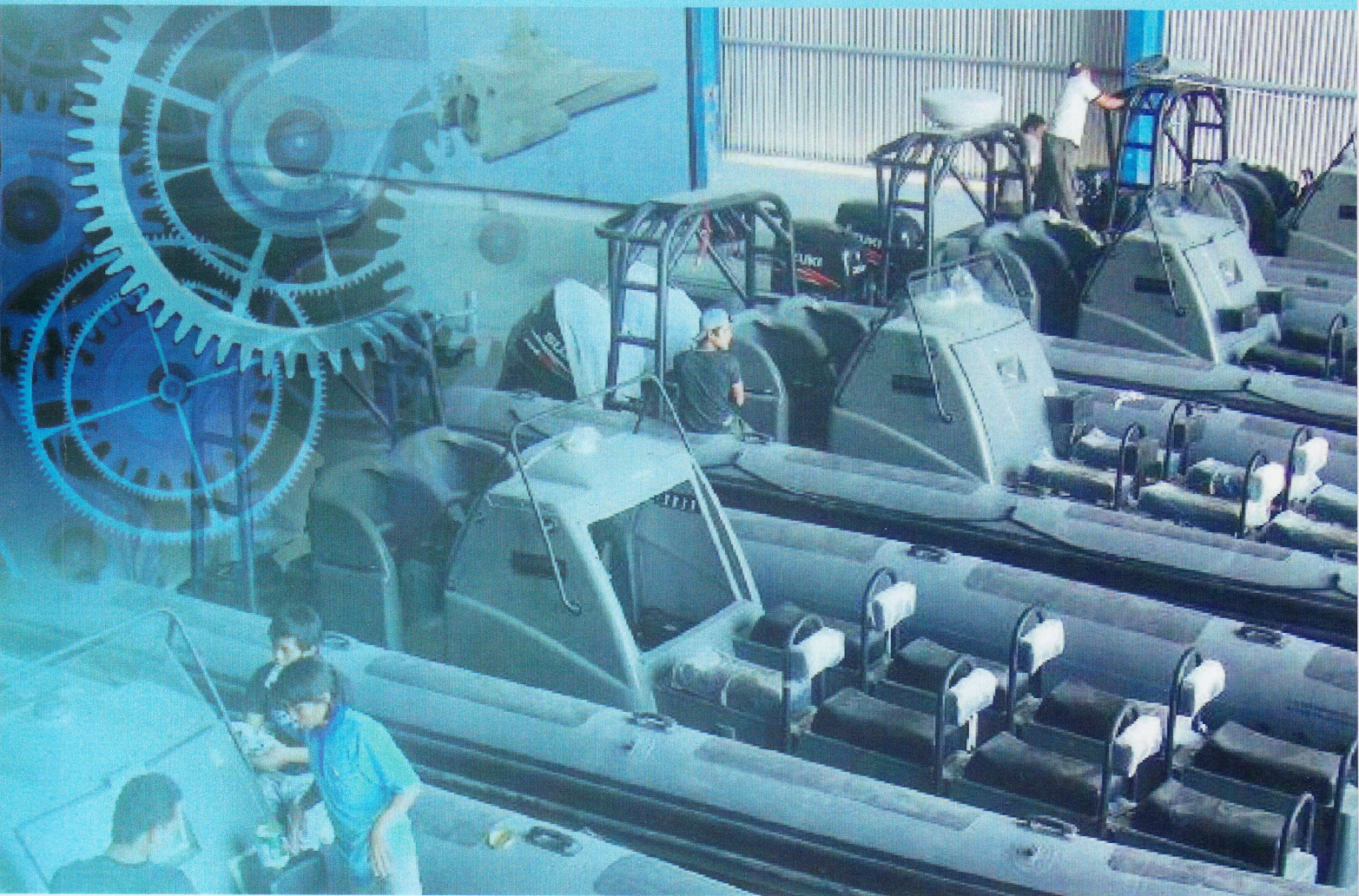


ISSN:2406-8829

Jurnal Techno Bahari

Volume 3, Nomor 2, Oktober 2016



**POLITEKNIK NEGERI MADURA
SAMPANG - MADURA**

JURNAL TECHNO BAHARI
POLITEKNIK NEGERI MADURA

Dewan Redaksi

Dewan Pakar	Achmad Ansori, Ir, DEA. Heroe Poernomo, ST.,MT. Arman Jaya, ST.,MT. Dr. Kukuh Widarsono, ST., MT.
Ketua	M. Sohibul Hajah, ST.,MT.
Redaktur	M. Anas Fikri, ST.,MT. Helmy Sahirul A S.S.,MP.d Ratih Mar'atus S S.ST
Sirkulasi	Akhmad Maulidi, ST.,MT. Akhmad Arif Kurdianto, ST.,MT.
Desain Cover Layout isi	Ratna. PMN Mohammad Soeroso,BE. PMN
Diterbitkan bekerjasama	Humas Politeknik Negeri Madura dengan : CV. Perwira Media Nusantara Jl Griya Kebraon Tengah XVII Blok FI – 10. Telp. 085645678944 Surabaya.
Alamat Redaksi	Politeknik Negeri Madura Jl. Raya Camplong, km 4, Taddan Camplong Sampang 69281. Telp: 08563055045 087853670970 www.poltera.ac.id

Untuk Berlangganan Hubungi Redaksi Jurnal Techno Bahari
Politeknik Negeri Madura
jurnaltechnobahari@poltera.ac.id

DAFTAR ISI

ANALISIS PERILAKU STRUKTUR FORWARD STORAGE PLATFORM DENGAN PEMBEBANAN YANG TERJADI MENGGUNAKAN METODE ELEMEN HINGGA	Budianto Ali Imron	Hal 1- 6
STUDI PENGARUH PAPARAN DEBU DAN KARAKTERISTIK INDIVIDU TERHADAP GANGGUAN FAAL PARU PEKERJA PT. X	Ahmad Erlan Afiuddin, Nur Ifrah Rohadul Aisy dan Am Maisarah Disrinama	Hal 7-12
STUDI EKSPERIMENTAL PRODUK MILLING MACHINE CONTROL SISTEM SERIES 10 MC PADA MILD STEEL MENGGUNAKAN END MILD CARBIDE CUTTER ϕ 8 MM	Tri Andi Setiawan, Hariyanto	Hal 13-34
DESAIN ULANG PEMILIHAN POMPA PELUMASAN PADA MAIN ENGINE KAPAL MT. PAGERUNGAN DI PT. PAL INDONESIA	Moh Zainal Abidin, Heroe Poernomo ST., MT.	Hal 25-36
PENGUNAAN FILTER PASIF DAN THYRISTOR CONTROLLED REACTOR (TCR) SEBAGAI KOMPENSASI DAYA REAKTIF BERBASIS FUZZYLOGIC CONTROLLER	Kukuh Widarsono	Hal 37-44
PENERAPAN METODE LAYER OF PROTECTION ANALYSIS (LOPA) PADA HYDROGEN PLANT	I Made Aditya Dharma Putra. Binti Mualifatul R, S.Si, M.Si. Rona Riantini, S.T, M.Sc.	Hal 45-50
PERANCANGAN SISTEM KONTROL KESTABILAN KAPAL KORVET SIGMA HASSANUDIN-366 MENGGUNAKAN PENDEKATAN LINIER DAN NONLINIER DENGAN GANGGUAN GELOMBANG AIR LAUT SEA STATE 6	Devina Puspita Sari	Hal 51-58

Analisis Perilaku Struktur *Forward Storage Platform* dengan Pembebanan yang terjadi Menggunakan Metode Elemen Hingga

Budianto¹ Ali Imron²

¹⁾ Teknik Perancangan dan Konstruksi Kapal, Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya, Indonesia

²⁾ Teknik Perancangan dan Konstruksi Kapal, Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya, Indonesia

Email: budianto.structure@gmail.com

Abstrak

Dalam melakukan desain struktur kapal harus mengacu peraturan sesuai dengan standar klasifikasi yang berlaku. Dalam hal ini, melakukan perancangan storage platform pada Kapal Self Crane Barge yang didesain, harus ditinjau berdasarkan beban-beban yang terjadi saat operasional kapal, baik pada saat berlayar maupun pada saat operasional di pelabuhan. Dalam peraturan klasifikasi dalam perancangan kapal mengacu pada perhitungan komponen struktur yang dijelaskan dalam metode perhitungan Klasifikasi dan dapat dianalisis dengan menggunakan Metode Elemen Hingga. Peraturan Klasifikasi yang digunakan dalam desain Kapal Self Crane Barge yaitu menggunakan BKI (Biro Klasifikasi Indonesia). Sehingga peraturan untuk ketentuan komposisi material pada mechanical properties material tetap harus mengacu dalam Klasifikasi kapal yang dipakai, dalam hal ini memakai klasifikasi material standar BKI marine grade A. Analisis dalam perilaku struktur ini menggunakan paket program struktur berbasis metode elemen hingga. Dengan analisis perilaku struktur pada forwards storage platform tersebut didapatkan kekuatan dan simulasi struktur yang mampu menahan beban sebesar 6,4 ton (terbagi dalam 3,2 ton sebelah portside dan 3,2 ton sebelah starboard) baik dalam kondisi statis, dinamis, dan impact. Dalam melakukan analisis tersebut dimasukan nilai-nilai faktor keamanan dalam kapal dimana untuk menjaga struktur agar tetap aman tetapi kekuatan struktur tidak berlebihan. Sehingga didapatkan desain perancangan perilaku struktur Forward Storage Platform pada kapal Self Crane Barge menggunakan Metode Elemen Hingga dengan bentuk distribusi tegangan dan deformasi struktur yang masih diijinkan.

Kata Kunci : forwards storage platform, beban, Metode Elemen Hingga

1. Pendahuluan

Dalam membuat perancangan struktur *forward storage platform* yang mampu menahan beban yang terjadi sebesar 6,4 ton pada kapal *Self Crane Barge*, dimana beban tersebut berasal dari *wirerope* dan perlengkapannya. Untuk mendesain struktur konstruksi *forward storage platform* dengan menggunakan penyusun struktur antara lain: *chequered plate* (914x1829) sebagai pelat, *angle bar* (L 75x75x6 dan L 50x50x6) sebagai penguat, *flatbar* (32x8) juga sebagai penguat serta komponen sekat antar pelat. Pembebanan yang terjadi akan diberi beban sebesar 6 ton untuk kedua kompartemen

tersebut. Disamping itu juga terjadi kemungkinan beban impact yang akan menimpa konstruksi yang dijatuhkan dari atas, ini berasal dari *wirerope* yang digunakan kapal untuk *towing* dan *mooring*.

Perancangan struktur kapal harus sesuai dengan standar rules atau klasifikasi yang berlaku. Dalam hal ini, melakukan perancangan *storage platform* pada Kapal *Self Crane Barge* yang didesain, harus ditinjau berdasarkan beban-beban yang terjadi saat operasional kapal, baik pada saat berlayar maupun pada saat operasional di pelabuhan.

Dalam peraturan klasifikasi dalam perancangan kapal mengacu pada perhitungan komponen struktur yang dijelaskan dalam metode perhitungan Klasifikasi. Ketika dalam perancangan komponen struktur kapal tidak menggunakan perhitungan numerik dan hanya menggunakan referensi dan pengalaman, maka wajib aturan dalam bentuk desain dan perhitungan tersebut wajib dilakukan perhitungan ulang berdasarkan peraturan klasifikasi yang berlaku. Dalam hal ini menggunakan peraturan klasifikasi BKI (Biro Klasifikasi Indonesia). Sehingga peraturan untuk ketentuan komposisi material pada *mechanical properties* material tetap harus mengacu dalam Klasifikasi kapal yang dipakai, dalam hal ini memakai klasifikasi material standar BKI *marine grade A*.

Dalam analisis perilaku struktur ini akan dibahas dan dianalisis perancangan struktur *forward storage platform* pada kapal *Self Crane Barge* tersebut dengan menggunakan Metode Elemen Hingga. Analisis perancangan dalam pembebanan ini meliputi pembebanan antara lain : beban statis, dinamis, dan impak serta dimasukkan nilai-nilai faktor keamanan. Hal ini bertujuan untuk mengantisipasi kemungkinan terjadinya kegagalan struktur pada *forward storage platform* yang bisa menyebabkan kecelakaan pada kapal dan menjaga struktur agar tetap aman tetapi kekuatan struktur tidak berlebihan. Sehingga didapatkan desain perancangan perilaku struktur *Forward Storage Platform* pada kapal *Self Crane Barge* menggunakan Metode Elemen Hingga dengan bentuk distribusi tegangan dan deformasi struktur yang masih diijinkan

Pada analisis perilaku struktur tersebut tersebut menggunakan paket program struktur analisis berbasis Metode Elemen Hingga. Dengan analisis tersebut didapatkan perilaku struktur yang dapat terlihat dalam bentuk deformasi dan distribusi tegangan pada konstruksi *forward storage platform* yang mampu menahan beban sebesar 6,4 ton (3,2 ton *portside* dan 3,2 ton *starboard*) dalam kondisi pembebanan statis, dinamis, dan impak.

2. Dasar Teori

2.1. Definisi *Forward Storage Platform*

Storage platform merupakan konstruksi yang digunakan untuk tempat dasar penyimpanan yang mampu menahan alat-alat berat kapal yang dimasukkan dalam *storage compartemen* tersebut. Jadi *forward storage platform* adalah *storage platform* yang ada di *storage compartement* dengan posisi bagian depan kapal atau *forward storage compartement*. Pada umumnya konstruksi yang digunakan memakai material pelat baja *marine used* yang disertifikasi menurut ketentuan regulasi klasifikasi yang berlaku. sehingga mampu menjamin kekuatan dan tahan terhadap lingkungan dilaut.

2.2. Macam-macam Beban

Adapun macam-macam pembebanan yang yang terjadi pada struktur *forward storage platform* kapal antara lain :

1. Beban Statis

Beban Statis adalah beban yang berubah apabila berat total kapal berubah, sebagai akibat kegiatan bongkar muat, pemakaian bahan bakar atau perubahan pada kapal itu sendiri. Pembebanan statis merupakan jenis pembebanan yang bersifat tetap. Dalam hal ini adalah pembebanan *wireropes* dengan asumsi besarnya tidak berubah. Pembebanan statis yang diterima oleh *forward storage platform* antara lain beban *wireropes* dan *shackle*.

2. Beban Dinamis

Beban Dinamis adalah beban yang besarnya berubah terhadap waktu dengan adanya insentitas pembebanan tertentu yang menimbulkan respon reaksi terhadap struktur kapal. Dalam analisis perilaku pada stuktur *forward storage platform* dimana dikenai beban *wireropes* ketika kapal tidak dalam keadaan statis, sehingga menimbulkan aksi pembebanan dari *wireropes* yang

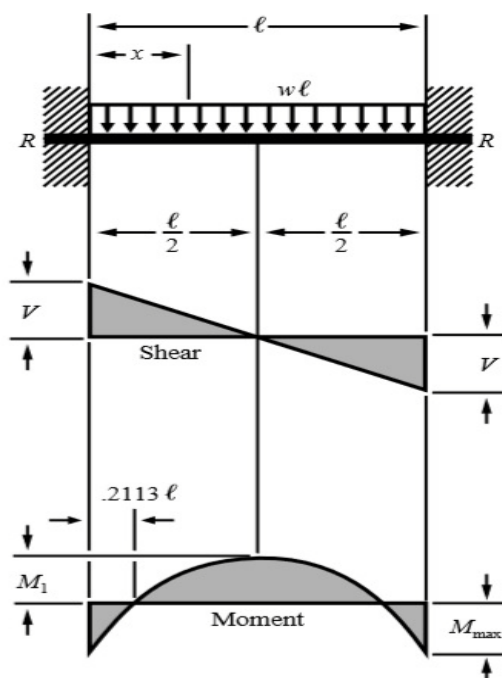
direspons oleh struktur kapal. Sehingga untuk mengetahui beban dinamis maka perlu ditambahkan faktor pada *dynamic amplification* total sebesar $1 \times 1,3 = 1,3$ untuk desain pembebanan dinamis.

3. Beban Impak

Beban impact atau tumbukan merupakan beban yang terjadi akibat adanya gaya benturan secara tiba-tiba yang memiliki respon gaya terhadap struktur. Dalam analisis perilaku pada struktur *forward storage platform* yang dimaksud adanya pembebanan tumbuk secara tiba-tiba (*strengthen load*) yaitu diasumsikan pembebanan dari jatuhnya dari ketinggian pada *wire ropes* maupun *shackle chain* yang terjadi di *forward storage platform*. hal itu memberikan gaya impact pada struktur setempat.

2.3. Tegangan

pembebanan merata dan tegangan yang terjadi pada struktur *forward storage platform* pada kapal *slef crane barge* ini jika dianalisis komponen struktur melalui perhitungan dapat dilihat pada diagram formula yang tercantum dibawah ini.



Gambar 2.1. Diagram Beban Merata

Diagram tersebut untuk menghitung nilai besarnya *bending moment* maksimum yang terjadi yaitu sebagai berikut:

$$M_{\max} = \frac{1}{12} q l^2$$

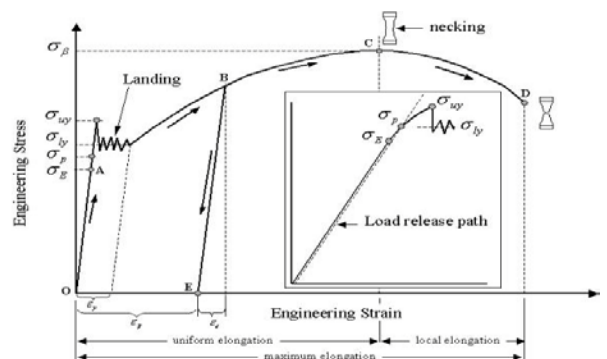
Moment bending maksimum tersebut digunakan untuk menghitung nilai tegangan maksimum yang terjadi pada struktur dengan formula sebagai berikut:

$$\sigma = M.y / I_{xx}$$

Tegangan adalah *moment bending* dikalikan dengan jarak titik pusat penampang terhadap sumbu y dan dibagi dengan momen inersia terhadap sumbu x-x yang searah dengan arah pembebanan.

Tegangan merupakan suatu ukuran intensitas pembebanan yang dinyatakan oleh gaya dibagi oleh besarnya luas di tempat gaya tersebut bekerja.

Sedangkan regangan (*elongation*) merupakan suatu bentuk tanpa dimensi untuk menyatakan perubahan bentuk (deformasi).



Gambar 2.2. Grafik Hubungan Regangan-Tegangan pada hasil uji tarik material.

Tegangan luluh bawah σ_{ly} (*lower yield stress*) merupakan tegangan rata-rata daerah *landing* sebelum benar-benar memasuki fase deformasi plastis. Bila hanya disebutkan tegangan luluh (*yield stress*), maka yang dimaksud adalah tegangan yield adalah batas dari unsur desain elastis.

Tegangan tarik maksimum (*UTS, ultimate tensile strength*) pada gambar 2.2 ditunjukkan dengan titik C (σ_b), merupakan besar tegangan maksimum yang didapatkan dalam uji tarik.

Regangan luluh ϵ_y (*yield strain*) Regangan permanen saat bahan akan memasuki fase deformasi plastis. Sedangkan Regangan elastis ϵ_e (*elastic strain*) merupakan regangan yang diakibatkan perubahan elastis bahan. Pada saat beban dilepaskan regangan ini akan kembali ke posisi semula. Pada regangan plastis ϵ_p (*plastic strain*) Regangan yang diakibatkan perubahan plastis. Pada saat beban dilepaskan regangan ini tetap tinggal sebagai perubahan permanen bahan.

Tegangan normal adalah tegangan yang terjadi ketika gaya yang diterapkan tegak lurus terhadap luas penampang material. *Principal stress* adalah nilai ekstrim dari tegangan normal yang terjadi pada material. Jika diibaratkan sebuah kubus, arah tegangannya searah dengan permukaan kubus, dan mengabaikan tegangan geser. *Von Mises stress* adalah resultan dari semua tegangan yang terjadi diturunkan dari *principal axes* dan berhubungan dengan *principal stress*. Hal ini akan menimbulkan respon struktur terhadap nilai pembebanan yang ada terhadap modulus struktur yang dimiliki.

2.3. Material

Pada penelitian ini konstruksi yang dianalisis menggunakan material standar *BKI grade A marine used* yang mempunyai *mechanical properties* sebagai berikut.

Tabel 2.1. *Mechanical Properties*

Steel grade	Yield Stress (N/mm ²) min.	Tensile Strength (N/mm ²)	Elongation (%)
A	235	400/520	22
B	235	400/520	22
D	235	400/520	22
E	235	400/520	22

Material pada tabel di atas merupakan material untuk hull structures pada kapal. Dimana yang digunakan dalam pembuatan *forward storage platform* yaitu *grade A steel* yang mempunyai nilai *yield strength* 235 N/mm². Dalam analisis perilaku struktur *forward storage platform* pada tabel 2.1 yang paling diperhatikan adalah nilai *yield strength*, karena nilai tersebut digunakan sebagai batas acuan tegangan yang digunakan dalam perhitungan, karena merupakan batas maksimum nilai elastis material.

2.4. Faktor Keamanan

Faktor Keamanan merupakan rasio yang diijinkan tegangan unit kerja, yaitu tegangan yang diijinkan, atau tegangan kerja. Istilah ini berasal untuk menentukan *allowable stress*.

$$\sigma_a = \sigma_y / (Sf.k)$$

Kekuatan stuktur utama dari bahan tertentu dibagi dengan faktor-faktor keamanan, tergantung pada material dan penggunaan, sehingga menghasilkan tegangan yang diijinkan. Untuk desain struktur, tingkat tegangan ijin (*allowable stress*) dibuat lebih rendah daripada *yield strength* agar msih masuk kedalam rentang desain elastis.

Tabel 2.2. *factor keamanan*

Partial safety factors covering unvertainies regarding	Partial safety factor		
	Symbol	Plat-ing	Stiffener s
Still water pressure	γ_{s2}	1,00	1,00
Wave pressure	γ_{w2}	1,10	1,10
Material	Γ_m	1,02	1,02
Resistance	γ_R	1,30	1,05

Dilihat dari tabel faktor keamanan yang diambil dari Biro Klasifikasi Indonesia untuk konstruksi kapal baja, bahwa faktor keamanan yang digunakan menurut material yang digunakan adalah 1,02 untuk pelat maupun penegar. Sehingga *safety*

factor yang digunakan untuk menganalisis perilaku struktur *forward storage platform* adalah dengan nilai 1,02.

3. Metodologi

Dalam menganalisis perilaku struktur *forward storage platform* pada kapal *self crane barge* yang dianalisis menggunakan metode elemen hingga dengan bantuan paket program struktur analisis yang menggunakan Metode Elemen Hingga. Pada hasil analisis menggunakan Metode Elemen Hingga tersebut akan dibandingkan untuk proses validasi dengan perhitungan manual *simple beam* dengan menggunakan formula-formula bending moment yang terjadi terhadap nilai modulus struktur yang dimiliki. Jika terjadi nilai perhitungan tegangan yang terjadi pada struktur belum sesuai dengan standar tegangan yang diijinkan yang berlaku menurut Klasifikasi maka desain akan diperbaiki dan dianalisis kembali dengan menambahkan beberapa penguatan-penguatan tambahan dan dapat mempertebal pelat yang ada.

Penggunaan Metode Elemen Hingga dengan paket program struktur analisis merupakan alat yang paling umum untuk menganalisis tegangan yang terjadi pada struktur, yang pada intinya dapat dilakukan dengan langkah sebagai berikut :

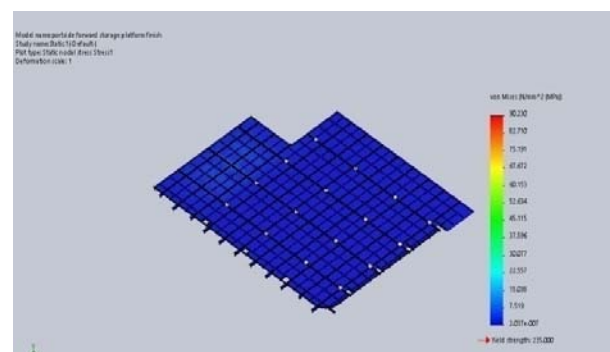
1. Pembuatan model desain
Desain yang akan dianalisis dimodelkan terlebih dahulu. yang akan dianalisis pada struktur *forward storage platform* pada kapal *self crane barge*.
2. Penentuan jenis perancangan dengan studi
Sebelum proses analisis dilakukan, harus menentukan nama permasalahan (*study*), jenis analisis yang dibutuhkan (*analysis type*)
3. Penentuan jenis material
Material yang digunakan adalah *BKI grade A marine used*. Pada langkah ini memasukkan *mechanical properties* yang untuk menentukan batasan tegangan yang dimiliki oleh material.
4. Penentuan beban

Pembebanan harus ditentukan sesuai dengan keadaan sebenarnya. Pada analisis perilaku struktur *forward storage platform* beban yang dianalisis adalah beban statis, dinamis, dan impact. Pembebanan diasumsikan sebagai beban merata dan terpusat.

5. Penentuan kondisi batas
menentukan kondisi batas pada struktur *forward storage platform* yang terhubung dengan *main structure* diberi kondisi batas perletakan, sehingga menyerupai kondisi sebenarnya pada struktur *forward storage platform* yang terhubung dengan penguat dengan *main structure*.
6. Meshing
Simulasi yang dibuat dalam bentuk tiga dimensi, maka diberikan bentuk *solid mesh* yang merupakan tipe *meshing* yang dianjurkan. *Meshing* yang digunakan pada analisis perilaku struktur *forward storage platform* adalah *fine mesh* agar hasilnya akurat.
7. Analisis
Dalam analisis perilaku struktur *forward storage platform* dilakukan analisis post processing dengan simulasi pembebanan statis, dinamis, dan impact yang terjadi.

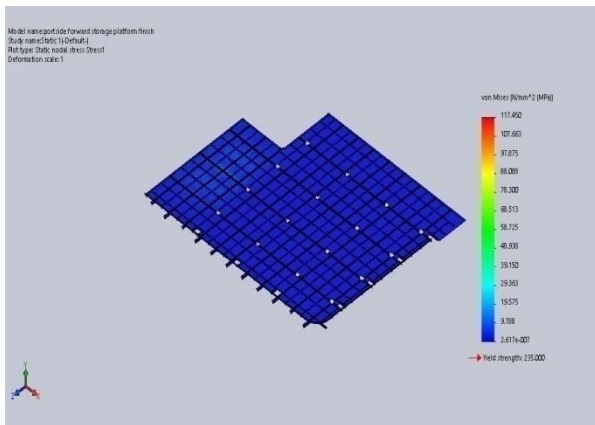
4. Analisis dan Pembahasan

Besarnya nilai *von Mises stress* yang terjadi pada struktur *forward storage platform* pada kapal *self crane barge* untuk setiap kondisi pembebanan ditunjukkan sebagai berikut:



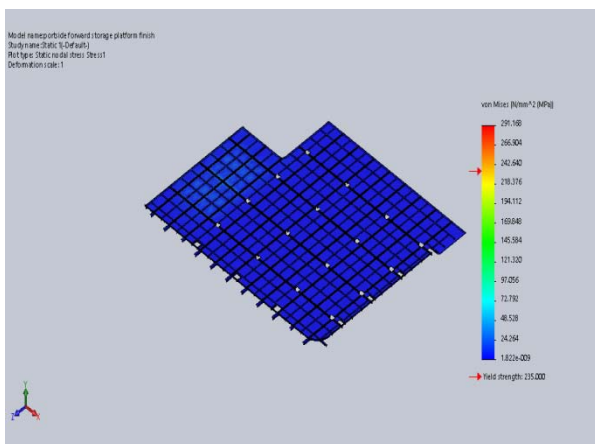
Gambar 4.1. Von Mises Stress Beban Statis

Dari gambar analisis diatas dapat diketahui bahwa *von Mises stress* maksimal yang terjadi sebesar 90,230 N/mm².



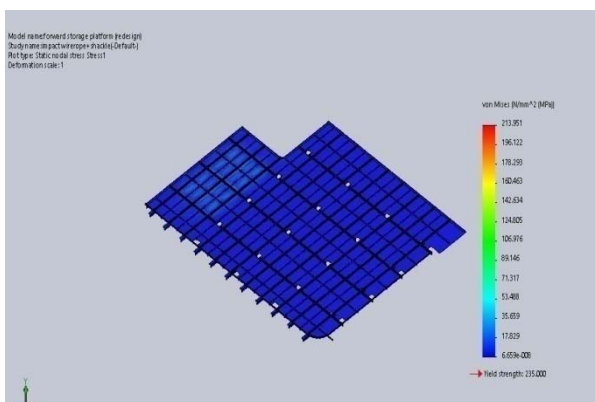
Gambar 4.2. Von Mises Stress Beban Dinamis

Dari gambar analisis diatas dapat diketahui bahwa *von Mises stress* maksimal yang terjadi sebesar 117,450 N/mm².



Gambar 4.3. Von Mises Stress Beban Impact

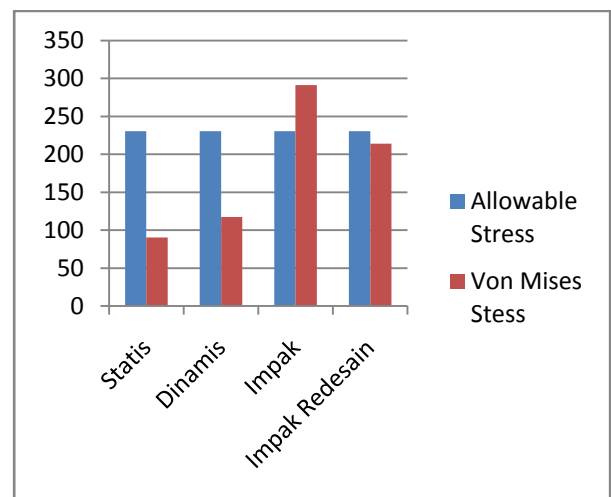
Dari gambar analisis diatas dapat diketahui bahwa *von Mises stress* maksimal yang terjadi sebesar 291,168 N/mm².



Gambar 4.4. Von Mises Stress Beban Impact untuk desain yang telah diperbaiki

Dari gambar analisis diatas dapat diketahui bahwa *von Mises stress* maksimal yang terjadi sebesar 213,951 N/mm².

Pada grafik dibawah dapat ditunjukkan perbandingan pada *von Mises stress* maksimal yang terjadi terhadap tegangan yang diijinkan. Dimana dengan kondisi beban statis adalah sebesar 90,230 N/mm², *Von Mises stress* maksimal yang terjadi dengan kondisi beban dinamis adalah sebesar 117,450 N/mm² dan *Von Mises stress* maksimal yang terjadi dengan kondisi beban impact adalah sebesar 291,168 N/mm². Masing-masing *von Mises stress* tersebut dibandingkan dengan *allowable stress* sebesar 230,932 N/mm². Karena melebihi batas pada kondisi beban impact maka dilakukan penguatan struktur, sehingga didapatkan nilai *Von Mises stress* maksimal yang terjadi dengan kondisi beban impact untuk desain yang telah diperbaiki adalah sebesar 213,951 N/mm².



Grafik 4.1. Perbandingan Von Mises Stress dengan Allowable Stress

4. Kesimpulan

Dari hasil analisis perilaku struktur *forward storage platform* menggunakan paket program struktur analisis berbasis metode elemen hingga dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut :

1. Desain struktur *forward storage platform* pada kapal *Self Crane Barge* dengan diberikan beban statis sudah sesuai dengan standar *Klasifikasi*.
2. Desain konstruksi *forward storage platform* pada kapal *Self Crane Barge* dengan diberikan beban dinamis sudah sesuai dengan standar *Klasifikasi*.
3. Desain struktur *forward storage platform* pada kapal *Self Crane Barge* dengan diberikan beban impact belum sesuai dengan standar *Klasifikasi* sehingga desain harus diperbaiki.
4. Desain struktur *forward storage platform* pada kapal *Self Crane Barge* yang sudah diperbaiki dengan diberikan beban impact sudah sesuai dengan standar *Klasifikasi*.

DAFTAR PUSTAKA

- Akin, J. E. 2009. *Finite Element Analysis Concepts via SolidWorks*. Texas : Rice University Houston
- American Wood Council. 2007. *Beam Design Formulas with Shear and Moment Diagram*. Washington DC : American Forest & Paper Association.
- Bernardhus, I. 2015. "Stress, Strength, Safety". Tersedia : <http://www.academia.edu>.
- Budi, B. (2012). "Macam dan Jenis Kapal dalam Asuransi Rangka Kapal". Tersedia : <http://www.akademiasuransi.org>.
- Bureau Veritas, 2011. *Rules for the Certification of Lifting Appliances onboard Ships and Offshore Units*. France : Marine & Offshore Division 92571 Neuilly sur Seine Cedex.
- Bureau Veritas, 2014. *Rules on Materials and Welding for the Classification of Marine Units*. France : Marine & Offshore Division 92571 Neuilly sur Seine Cedex
- Engineering Analysis and Design Menu Engineering Design Consulting Services. "Factor of Safety Review". URL:<http://www.engineersedge.com>.
- Genc, M. 2001. *The Impact of Immigration on International Trade: A Meta-Analysis*. Bonn : Forschungsinstitut zur Zukunft der Arbeit Institute for the Study of Labor
- Iremonger, M. J. 1990. *Dasar Analisis Tegangan*. Penerbit Universitas Indonesia (UI-Press), Jakarta.
- .