

STRENGTH ANALYSIS OF CONTAINER DECK CONSTRUCTION MV. SINAR DEMAK EFFECT OF CHARGES CONTAINER USING FINITE ELEMENT METHOD

Imam Pujo. M, Berlian AA, Rachmat Alif Maulana
Department of Naval Engineering, Engineering Faculty
Diponegoro University Semarang

Abstract

MV. Sinar Demak is a type container ship owned PT Samudera Shipping Services. This ship can used container up to 265 teu's. on his voyage the ship requires condition of ship is safe, especially in the construction structure. This indicates there are loads working on container deck, in operation would cause problems such as deformation, crack, and other problems.

In this final project will analyze maximum stress that occur on container deck MV. Sinar Demak with the help of numerical progame FEM software. This analysis is used a static load analysis to determine of characteristics, location of the largest stress and safety factor of container deck construction structure based on variation of the condition state of vessel.

The result using numerical progame FEM software obtained maximum stress on the container deck construction structure on sagging condition is 247 N/mm^2 at node 89696 at the frame no 23. Safety factor is true for all condition, safety factor to still water condition is 2,17 for criteria of materials and 1,55 for BKI standard, safety factor for hogging condition is 2,17 for criteria of materials and 1,55 for BKI standard, and safety factor for sagging condition is 1,61 for criteria of materials and 1,157 for BKI standard.

Keyword :

container deck, finite element method, maximum stress

I. Pendahuluan

I.1. Latar Belakang

Indonesia adalah negara yang mempunyai wilayah laut yang luas. Dewasa ini sektor industri nasional khususnya di bidang kelautan mengalami perkembangan dan kemajuan yang cukup signifikan, sehingga mampu mendorong pertumbuhan ekonomi secara menyeluruh. Sebagai negara yang wilayahnya sebagian besar adalah laut, Indonesia sangat membutuhkan sarana dan prasarana yang menunjang untuk melakukan kegiatan mengolah sumber daya alamnya dan perekonomian. Oleh karena itu salah satu penunjang dari perkembangan tersebut adalah dengan adanya kapal *container ship*.

Kapal MV. SINAR DEMAK adalah kapal type *container* milik perusahaan pelayaran PT. SAMUDRA INDONESIA. Kapal ini mampu mengangkut kontainer sampai 265 *teu's*. Dalam rute pelayarannya mengharuskan kondisi kapal dalam keadaan aman, baik dalam hal konstruksi maupun instalasi lainnya. Hal ini menunjukkan bahwa ada beban yang bekerja pada konstruksi *Container Deck* tersebut saat pengangkutan yang

dalam pengoperasiannya akan menimbulkan masalah seperti deformasi, keretakan dll.

Konstruksi *Container Deck* harus dirancang menghindari *elastic deformation* yang berlebihan yang dapat mengakibatkan perubahan bentuk geometri akibat dari beban yang diterima. Berdasarkan hal tersebut di atas maka perlu kiranya dilakukan analisa kekuatan terhadap *Container Deck*. Dengan hasil perhitungan tersebut penulis berharap supaya para *designer* dapat lebih memperbaharui dan mengoptimalkan desain dan kekuatan *Container Deck* pada kapal kontainer. Program yang digunakan penulis untuk menganalisa adalah program berbasis *FEM*.

I.2 Perumusan Masalah

Dengan memperhatikan pokok permasalahan yang terdapat pada latar belakang, maka diambil beberapa rumusan masalah pada Tugas Akhir ini yaitu sebagai berikut :

1. Bagaimana karakteristik tegangan pada konstruksi *Container Deck* MV. SINAR DEMAK ?

2. Dimana letak komponen yang paling kritis pada konstruksi *Container Deck* MV. SINAR DEMAK ?
3. Berapa nilai *maximum stress* dan *safety factor* dari konstruksi *Container Deck* MV. SINAR DEMAK ?

I. Landasan Teori

II.1 Cargo Container Deck MV. Sinar Demak

Cargo Container Deck MV. Sinar Demak merupakan sebuah kapal yang digunakan untuk mengangkut *container* di *container deck*.

Kapal ini mempunyai ukuran utama sebagai berikut:

MV. Sinar Demak, Owner PT. Samudera Shipping Services

LOA : 86,01 meter

LPP : 84,57 meter

B : 20,00 meter

H : 5,70 meter

T : 4,00 meter

DWT : 4353,00 tons

Capacity: 265 teu's

II.2 Faktor Kemanan (*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 *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..

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 :

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

II.3 Sifat – sifat Material

Suatu material yang kaku tentunya memiliki fleksibilitas meskipun material tersebut terbuat dari baja. Material baja meskipun dibebani dengan beban yang besar tentunya akan memiliki nilai elastisitas walaupun kecil sehingga dapat merubah bentuknya secara perlahan. Untuk

mengatasi hal tersebut tiap material suatu komponen konstruksi memiliki nilai Modulus Young yang besarnya berbeda untuk tiap – tiap materialnya.

1. Ketangguhan (*Toughness*)

Ketangguhan adalah kemampuan atau kapasitas bahan untuk menyerap energi sampai patah atau penahanan suatu material terhadap pecah menjadi dua, dengan suatu retakan melintang ini disebut 'retak' serta menyerap energi.

2. Pemanjangan (*Elongation*)

Pemanjangan sampai kegagalan (*failure*) adalah suatu ukuran keliatan suatu material, dengan kata lain adalah jumlah regangan yang dapat dialami oleh bahan sebelum terjadi kegagalan dalam pengujian tarik.

3. Kepadatan (*Density*)

Kepadatan (*Density*) adalah suatu ukuran berapa berat suatu benda untuk ukuran yang ditentukan, yaitu massa material setiap satuan volume. Perubahan temperatur tidak secara mantap (signifikan) mempengaruhi kepadatan suatu material walaupun material bertambah luas ketika dipanaskan, perubahan ukuran adalah sangat kecil.

4. Kelentingan (*Resilience*)

Kelentingan adalah kemampuan material menyerap energi saat material mengalami deformasi elastis.

5. Keliatan (*Ductility*)

Keliatan adalah ukuran derajat deformasi plastis yang telah dialami saat patah. Material yang mengalami deformasi plastis yang tinggi disebut material yang liat (*ductile*). Sedangkan material yang mengalami sedikit atau tidak mengalami deformasi plastis disebut material getas (*brittle*).

II.3. 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.

II. Metodologi

Untuk proses penyusunan Tugas Akhir ini dibutuhkan data – data dari objek yang dianalisa. Adapun proses pengambilan data terbagi menjadi beberapa tahap antara lain :

III.1 Studi Lapangan

Studi lapangan dilakukan secara langsung dan wawancara, diantaranya :

1. Data Primer

Data primer yang diperlukan adalah berupa gambar – gambar teknik MV. Sinar Demak untuk perhitungan pada Tugas Akhir ini.

Data – data yang dikumpulkan antara lain :

1. Data ukuran utama MV. Sinar Demak.
2. Data Sekunder

Untuk data – data yang bersifat sekunder antara lain :

1. Gambar lines plan, rencana umum, konstruksi profil, MV.Sinar Demak.
2. Ukuran dan bentuk dari *container deck* MV.Sinar Demak.

III.2 Studi Literatur

Dasar – dasar teori dan referensi yang dijadikan untuk pengolahan data dan membahas data – data penelitian antara lain :

1. Teori Mekanika Teknik
2. Teori Pelat
3. Teori Metode Elemen Hingga
4. Peraturan Konstruksi Kapal sesuai rule BKI vol.II 2006 “*Rules for Hull*”
5. *FEM Software*

III.3 Pembuatan Desain Model

Dari data awal yang telah diambil, kemudian dilakukan pembuatan model dengan menggunakan program MSC Patran. Pembuatan model dilakukan dengan prosedur pemodelan MSC Nastran yaitu :

1. Membuat geometri dari objek yang akan dianalisa. Proses ini bisa dilakukan dengan sembarang software CAD yang bisa menghasilkan file yang bisa dibaca oleh Nastran, dalam hal ini file dengan extension *.IGS. Software tersebut misalnya CATIA, Pro/E atau SolidWork, dan seterusnya.
2. Membuat model elemen hingga. Pembuatan model elemen hingga adalah pembuatan jaring-jaring elemen yang saling terhubung oleh nodal.

3. Pengecekan model dengan *Check Model* dimaksudkan untuk menjamin bahwa element sudah terkoneksi secara benar.
4. Pendefinisian material.
5. Pendefinisian jenis element.
6. Pemberian tumpuan atau beban.

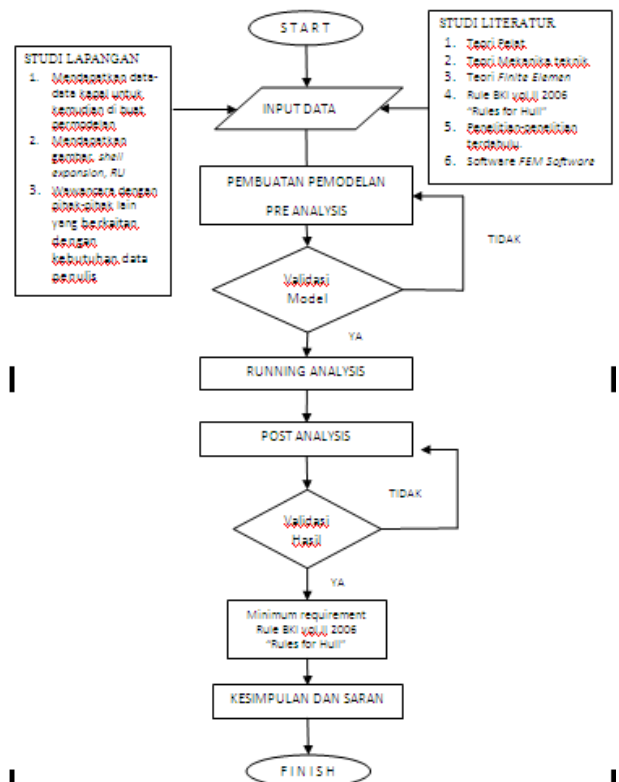
III.4 Analisa Model

Dari output *pre analysis* MSC Patran, dengan menggunakan program MSC Nastran dijalankan proses analysis melalui input file model yang dianalisis (.bdf) dimana file yang nanti akan dibaca pada *post processing* adalah file .op2.

III.5 Penyajian Data Hasil Perhitungan

Semua hasil pengolahan data berupa gambar model, *display* hasil analisis, serta parameter-parameter yang diperlukan seperti tegangan maksimum, regangan, deformasi dapat diperoleh hasil dari proses tersebut, kemudian dilakukan pengelompokkan agar mudah dalam penyusunan laporan.

III.6 Diagram Alir Metodologi Penelitian



III. Analisa dan Pembahasan

Pada bab ini akan dibahas mengenai analisa statis dari *main deck* pada LCT MV. Sirena yang dimodelkan dengan program numerik *FEM Software* kemudian disimulasikan agar diketahui hasil analisisnya dengan menggunakan program numerik *FEM Software* yang berbasis metode elemen hingga. Hasil dari serangkaian analisa yang didapatkan adalah untuk mengetahui nilai *maximum stress* serta besarnya tingkat defleksi dari struktur *main deck*. Besarnya tegangan dari struktur *main deck* yang didapat akan digunakan untuk mengetahui parameter – parameter analisa kegagalan dari sebuah desain struktur. Adapun *input properties* untuk pemodelan *main deck* yang digunakan berdasarkan beberapa variasi kondisi pembebanan antara lain :

- Kondisi air tenang
- Kondisi hogging
- Kondisi sagging

IV.1 Perhitungan Beban Container pada Container Deck

Besarnya beban *container* pada *container deck* merupakan beban statis. Pengkondisian beban *container* diambil beban maksimal 10 ton yang disusun sesuai kapasitas dari *container deck*.

- Besarnya beban *container* @ 10 ton

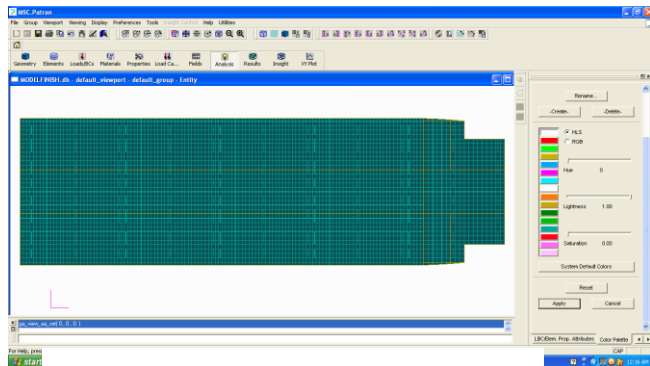
$$\begin{aligned} W &= m \times g \\ &= 10 \times 9,8 \\ &= 98 \text{ kN} \end{aligned}$$

- Luasan pembebanan *container*

$$\begin{aligned} L &= p \times l \\ &= 6,058 \times 2,438 \\ &= 14,721 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

- Besarnya luasan pembebanan tiap *container*

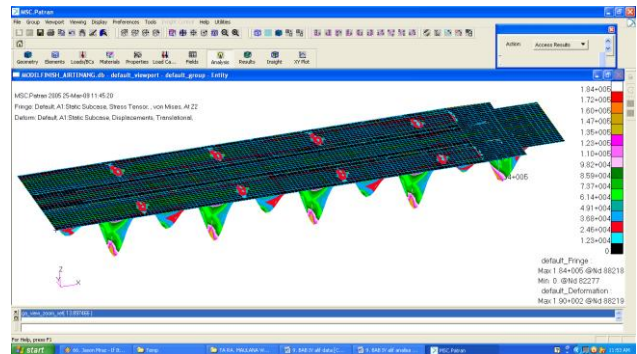
$$\begin{aligned} \text{Pressure} &= 98/14,721 \quad [\text{kN/m}^2] \\ &= 6,66 \quad [\text{kN/m}^2] \end{aligned}$$



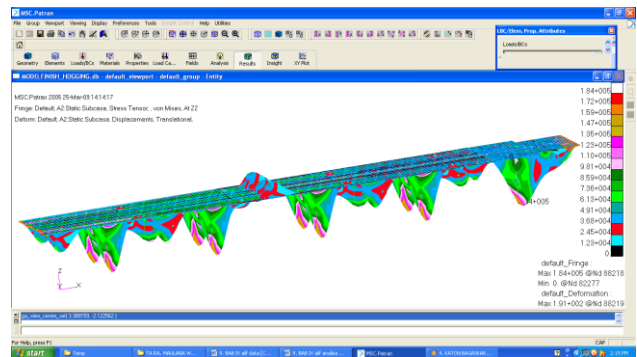
Permodelan Container Deck

IV.2 Hasil Analisa Perhitungan

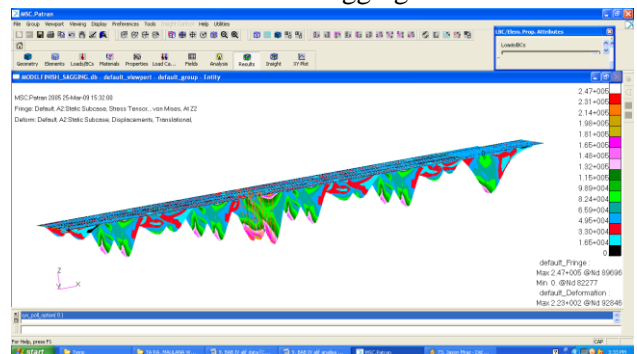
Besarnya *maximum stress* yang terjadi pada *main deck* adalah sebagai berikut untuk tiap – tiap kondisi pembebanan :



Kondisi Air Tenang



Kondisi Hogging



Kondisi Sagging

IV.3 Perhitungan Faktor Keamanan (ReH 390, k=0,66)

faktor keamanan pada kekuatan konstruksi dihitung berdasarkan hasil perhitungan tegangan ijin menurut ketentuan dari Biro Klasifikasi Indonesia dengan baja kekuatan tinggi dengan ReH 390 didapatkan hasil sebesar **285,8 N/mm²**. Kriteria pelat yang digunakan adalah pelat baja kekuatan tinggi standar BKI KI – A 36.

Perhitungan *safety factor* menurut kriteria bahan

Kon Pemb an-an	Nod e	Max stress	Teg Ijin	Safety Factor	Ket.
Kondisi air tenang	8821 8	184 N/m m ²	400 N/m m ²	2,17	Mem- enuhi
Kondisi hogging	8821 8	184 N/m m ²	400 N/m m ²	2,17	Mem- enuhi
Kondisi sagging	8969 6	247 N/m m ²	400 N/m m ²	1,61	Mem- enuhi

Perhitungan *safety factor* menurut standard BKI

Kondisi Pemb an-an	Node	Max stress	Teg Ijin	Safety Factor	Ket.
Kondisi air tenang	8821 8	184 N/m m ²	285,8 N/mm ²	1,55	Mem- enuhi
Kondisi hogging	8821 8	184 N/m m ²	285,8 N/mm ²	1,55	Mem- enuhi
Kondisi sagging	8969 6	247 N/m m ²	285,8 N/mm ²	1,157	Mem- enuhi

IV. Penutup

V.1 Kesimpulan

Dari analisa kekuatan konstruksi *container deck* MV. Sinar Demak menggunakan program numerik *FEM Software* dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

- Karakteristik tegangan pada *container deck* MV. Sinar Demak dalam beberapa variasi kondisi dengan analisa menggunakan program numerik *FEM Software* adalah sebagai berikut :
 - Kondisi air tenang tegangan maksimum terjadi pada node 88218 tepat pada gading no 6 sebesar 184 N/mm²
 - Kondisi hogging tegangan maksimum terjadi pada node 88218 tepat pada gading no 6 sebesar 184 N/mm²
 - Kondisi sagging tegangan maksimum terjadi pada node 89696 tepat pada gading no 23 sebesar 247 N/mm²

- Maximum stress* terbesar terjadi pada kondisi *container deck* dengan muatan *container* pada posisi sagging yaitu senilai 247 N/mm² terjadi pada node 89696 tepat pada gading no 23.
- Faktor keamanan (*safety factor*) yang dihasilkan dari hasil analisa adalah sebagai berikut :
 - Faktor keamanan (*safety factor*) yang dihasilkan kondisi air tenang dari kekuatan material sebesar 2,17 dan dari perhitungan BKI sebesar 1,55.
 - Faktor keamanan (*safety factor*) yang dihasilkan kondisi hogging dari kekuatan material sebesar 2,17 dan dari perhitungan BKI sebesar 1,55.
 - Faktor keamanan (*safety factor*) yang dihasilkan kondisi sagging dari kekuatan material sebesar 1,61 dan dari perhitungan BKI sebesar 1,157

V.2 Saran

- Dalam permodelan dengan MSC Patran dan MSC Nastran hendaknya dibuat seperti keadaan sesungguhnya sehingga akan didapat ketepatan yang baik, terutama pada titik-titik penempatan pembebana yang akan berdampak pada hasil analisa permodelan tersebut.
- Dalam pengerjaan permodelan perlu suatu ketelitian yang tinggi dalam pembacaan gambar dan keterangan gambar pada data kapal sehingga akan mendekati kesempurnaan model seperti pada keadaan sesungguhnya.
- Penggunaan *software numerik* MSC Patran dan MSC Nastran sangat baik untuk analisa struktur kapal, diharapkan dapat diadakan penelitian lebih lanjut dalam analisa struktur kapal menggunakan *software numerik* tersebut. Selain itu juga dapat menambah skill mahasiswa dalam menghadapi dunia kerja.
- Sebaiknya dilakukan analisa lain selain *container deck* seperti analisa *double bottom* dan analisa lainnya karena kapal MV. Sinar Demak memiliki kelebihan-kelebihan lain, seperti muatan yang berada hanya pada *container deck* saja.

Daftar Pustaka

- Biro Klasifikasi Indonesia, PT. Persero. 2006. *Rules for The Classification and Contruction of Sea Going Stell Ship Volume*

- II: Rules for Hull edition 2006.* Biro Klasifikasi Indonesia. Jakarta.
2. Herdiansyah, Budi. 2010. *Analisa Kekuatan Konstruksi Side Shell Pada 18.500 DWT Dry Cargo Vessel Dengan Menggunakan Program Komputer yang Berbasis Metode Elemen Hingga.* Universitas Diponegoro. Semarang.
 3. Eyes, D. J. 200. *Ship Constructton.....*
.....
 4. Ghali, A. Dan Neville, A.M. 1978. *Structural Analysis, 2nd. Edition.* Chapman and Hall. London.
 5. Noferianto, Istiana. 2011. *Analisa Kekuatan Konstruksi Main Deck Pada LCT 55 MV. Sirena Dengan Metode Elemen Hingga.* Universitas Diponegoro. Semarang.
 6. Popov, E.P,1996. *Mechanics of materials.* Prentice Hall. USA.
 7. Pratama, Anggriawan. 2010. *Analisa Kekuatan Konstruksi Car Deck Pada Kapal KM. Dharma Ferry 3 Dengan Metode Elemen Hingga.* Universitas Diponegoro. Semarang.
 8. Rosyid, D.M. dan Setyawan, Dony. 1999. *Kekuatan Struktur Kapal.* Pradnya Paramita. Jakarta.
 9. Septiady, Ardi. 2011. *Analisa Kekuatan Konstruksi Side Ramp Door Sistem Steel Wire Rope Pada KM. Dharma Kencana II Akibat Beban Statis Dengan Metode Elemen Hingga.* Universitas Diponegoro. Semarang.
 10. Szilard, R. 1989. *Teori dan Analisa Pelat Metode Klasik dan Numerik.* Erlangga. Jakarta
 11. Tambunan. Sahrudin, Ir. MT. 2005. *Modul Training Patran/Nastran.* PT.Dirgantara Indonesia. Bandung.