

STUDI ANALISA KONTRUKSI DECK KAPAL ACCOMMODATION WORK BARGE PADA FR 0-12 AKIBAT PENAMBAHAN CRANE BERBASIS FEM

Farobi Tetuko Pujikuncoro¹, Ahmad Fauzan Zakki¹, Hartono Yudo¹
¹) Departemen Teknik Perkapalan, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro
Email : farobitp@yahoo.co.id

Abstrak

Accommodation Work Barge digunakan sebagai tempat akomodasi bagi perkerja *offshore* dan umumnya memiliki fasilitas bongkar muat sendiri seperti *crane*, namun dikarenakan kebutuhan yang sangat tinggi sehingga AWB tersebut harus dilakukan penambahan *pedestal crane* untuk menggantikan *crawler crane* yang biasa dipakai. Sehingga kapal tersebut memiliki nilai efisiensi yang bertambah. Dalam kaitannya dengan penambahan *crane* tersebut, maka perlu diadakan analisa pengaruh penambahan *pedestal crane* terhadap kekuatan *deck* yang dibebani oleh *crane* dengan variasi sudut elevasi dan pembebanan. Hal ini pula yang mendasari penulis melakukan analisa kekuatan terhadap *deck* yang mengalami pembebanan *crane*. Untuk membantu penulis dalam menganalisa kekuatan konstruksi akibat penambahan *pedestal crane* pada AWB, penulis menggunakan alat bantu *software* yang berbasis metode elemen hingga. Hasil analisa menggunakan *software* Msc. Patran dan Msc. Nastran menunjukkan hasil tegangan maksimum sebesar 69,9 Mpa di maindeck pertemuan antara *bracket* depan dan *longitudinal bulkhead*. Berdasarkan pengecekan terhadap tegangan izin struktur, hasil analisa menunjukkan bahwa sistem tersebut dinyatakan kuat menahan beban maksimum operasional *crane*.

Kata kunci : AWB, *pedestal crane*, kekuatan, dan analisa.

Accommodation Work Barge used as a venue for offshore workers and generally have their own loading and unloading facilities such as a crane, but because of the extremely high requirements so that AWB is need to increase pedestal crane and replaces the crawler crane. So it has improved the efficiency , In connection with the addition of the crane, it is necessary to analyze the effect of adding to the strength deck crane pedestal burdened by crane with elevation angle and load variations. To assist the author in analyzing the construction of additional power pedestal crane on AWB, the authors use software tools based on finite element method. Results of analysis using software Msc. Patran and MSC. Nastran shows a maximum stress of 70,3 Mpa at maindeck between the front bracket and the longitudinal bulkhead. Based on the verification of the allowable stress structure, the analysis shows that the system set up to hold the load of crane operations.

Keywords : AWB, *pedestal crane*, strenght and analyze.

1. PENDAHULUAN

Accommodation Work Barge umumnya memiliki fasilitas bongkar muat sendiri seperti *crane*, namun dikarenakan kebutuhan yang sangat tinggi sehingga AWB tersebut harus dilakukan penambahan *pedestal crane* untuk menggantikan *crawler crane* yang biasa dipakai. Sehingga kapal tersebut memiliki nilai efisiensi yang bertambah. Dalam kaitannya dengan penambahan *crane* tersebut, maka perlu diadakan analisa pengaruh penambahan *pedestal crane* terhadap kekuatan *deck* yang dibebani oleh *crane* tersebut.

Maka perlu dilakukan analisa pengaruh penambahan *deck crane* terhadap kekuatan *deck*

yang dibebani oleh *crane* tersebut, yang bertujuan untuk mengetahui tegangan maksimum pada konstruksi geladak, mengetahui *maximum stress*, safety factor dan letak paling kritis akibat pembebanan yang terjadi. Obyek penelitian yang ditinjau dalam analisa ini adalah kekuatan konstruksi *main deck* dari *frame 0* ke *frame 12*. Permodelan dan Perhitungan kekuatan konstruksi *main deck* kapal menggunakan alat bantu *software* MSC. Patran – Nastran, dimana beban

crane dianggap uniform dan pada posisi operasional *crane* pada sudut 40° dan 70°.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Kapal *Accommodation Work Barge*

Accommodation Work Barge atau disingkat AWB merupakan jenis kapal tongkang kerja yang tidak memiliki alat penggerak sendiri yang pada prinsipnya dipakai sebagai tempat akomodasi bagi karyawan yang bekerja. Kapal ini bergerak dibidang pengeboran minyak lepas pantai atau perusahaan kemaritiman lainnya. Kapal ini dilengkapi fasilitas *crane* besar untuk mobilitas kerja. Kapal AWB ini dibuat agar dapat menampung lebih dari 36 orang dan sudah termasuk ABK. Kapal AWB ini dapat mengakomodasi bagi karyawan perusahaan saat kapal telah ditambatkan, oleh karena itu kapal ini cenderung diam dan baru dapat dipindahkan dengan bantuan *Tugboat*.

Kapal Jenis AWB ini mengalami modifikasi pada *main deck* yaitu penambahan sebuah *pedestal crane* (fasilitas bongkar muat) untuk mendukung pengoprasian kapal ini menjadi kapal yang memiliki fungsi lain selain mengangkat alat-alat berat. [1]

2.2 *Crane*

Crane merupakan alat yang berfungsi untuk mengangkat atau memindahkan barang dari satu tempat ke tempat lainnya yang diingkan, khususnya barang yang memiliki beban yang besar untuk membantu dan mempermudah pekerjaan. Secara umum *crane* dilengkapi dengan *wire drum*, *wire rope* atau rantai yang dapat digunakan untuk menaikturunkan material/muatan. [4]

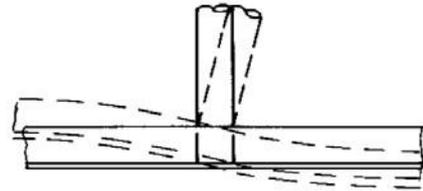
2.3 Struktur Geladak

Pada dasarnya konstruksi pada bangunan haruslah diberikan ukuran-ukuran fisik (panjang, lebar dan tebal) tertentu, dimana bagian-bagian tersebut sangatlah penting dalam menahan gaya-gaya yang akan diberikan atau dibebankan kepadanya, sehingga tidak terjadi kerusakan yang dapat mengakibatkan kerugian[3].

Ada beberapa yang harus diperhatikan dalam penambahan *deck crane* :

1. Ukuran pelat geladak

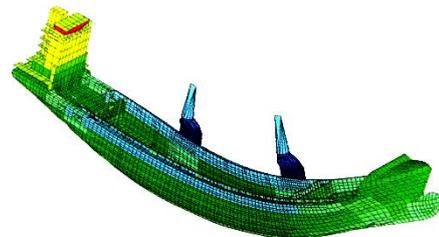
Ukuran baik tebal maupun luasan dari alas *crane* yang akan digunakan harus benar-benar sinkron dengan kapal, agar tidak terjadi kerusakan atau penekukan pada pelat geladak maupun konstruksi lambung kapal, seperti yang terlihat pada gambar 2.1



Gambar 2.1. penekukan pelat

2. Kekuatan lambung kapal

Diasumsikan jika konstruksi lambung tidak dapat menahan beban dari *crane* baik sewaktu diam maupun bekerja maka bentuk dari lambung kapal akan mengalami penekukan atau pembelokkan seperti yang terlihat pada gambar 2.2



Gambar 2.2. deformasi pelat lambung kearah dalam [4]

2.4 Reaksi Struktur

Kekuatan komponen struktur dikatakan tidak memadai atau kegagalan struktur dikatakan telah terjadi apabila material struktur telah kehilangan kemampuan menopang beban melalui kepecahan, luluh, tekuk (*buckling*) atau mekanisme kegagalan lainnya dalam menghadapi beban-beban eksternal. Seperti muatan yang dihasilkan dari muatan *crane*

$$F = M \times Gravity$$

Untuk melakukan analisa atas respon struktur pada suatu bagian kapal, diperlukan tiga jenis informasi yang menyangkut komponen struktur tersebut :

1. Ukuran, tataletak, dan sifat-sifat mekanik bahan komponen tersebut.
2. Kondisi batas komponen, yaitu derajat kekakuan sambungan komponen ke komponen yang bersebelahan.
3. Beban yang bekerja [3]

2.5 Sifat-sifat Material

Suatu material yang kaku tentunya memiliki fleksibilitas meskipun material tersebut terbuat dari baja.

- a) Ketangguhan (*toughness*) Ketangguhan adalah kemampuan atau kapasitas bahan untuk menyerap energy sampai patah atau penahanan suatu material terhadap pecah menjadi dua.
- b) 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.
- c) Kepadatan (*density*) Kepadatan (*Density*) adalah suatu ukuran berapa berat suatu benda untuk ukuran yang ditentukan, yaitu massa material setiap satuan volume.
- d) Kelentingan (*resilience*) Kelentingan adalah kemampuan material menyerap energi saat material mengalami deformasi elastic.
- e) 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*).

3. METODOLOGI PENELITIAN

Dalam proses penelitian ini dibutuhkan data - data dari objek yang dianalisa.

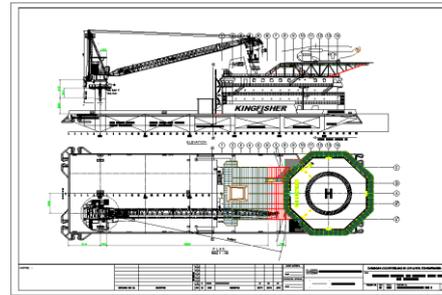
3.1 Data Model

Penelitian ini menggunakan data dari kapal *Accommodation Work Barge* dengan spesifikasi sebagai berikut :

Data Utama *Accommodation Work Barge* (AWB) *Kingfisher*

Main Dimensions

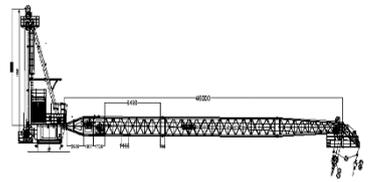
Name of Ship : (AWB) *Kingfisher*
Typical : *Landing Craft Tank*
Length (O.A) : 25,00 M
Length (W.L) : 24,60 M
Length (P.P) : 23,50 M
Breadth : 6,50 M
Depth : 1,80 M
Draft : 1,30 M
Class : BKI



Gambar 3.1. General Arrangement AWB

General Technical Data Pedestal Crane SCM-China

- SWL : 100ton-16m
5ton-46m
- Max working radius : 46m
- Min working radius : 16m

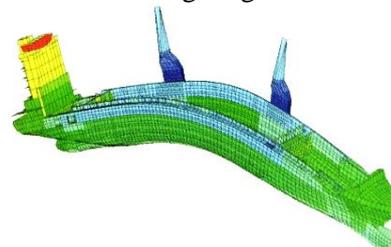


Gambar 3.2. ukuran lengan crane

4. ANALISA DAN PEMBAHASAN

4.1 Pendefinisian Kekuatan

Dalam perencanaan struktur, semua elemen harus diberikan ukuran tertentu. Ukuran harus diproporsikan cukup kuat untuk memikul gaya yang mungkin terjadi. Setiap elemen struktur juga harus cukup kaku sehingga tidak melengkung atau berubah bentuk



Gambar 4.1. Deformasi Pada Struktur [4]

4.2 Analisa Kekuatan

Tahap ini dilakukan untuk menghitung nilai *stress* tertinggi pada material sekaligus untuk

mengetahui letak hotspot stress pada saat variasi pembebanan dilakukan.

MSC Patran digunakan penulis untuk membantu perhitungan nilai tegangan agar lebih mudah, langkahnya adalah sebagai berikut:

1. Proses Pendefinisian *Element Type Element type* pada model dapat didefinisikan sesuai yang diinginkan dengan menentukan jenis *element* yang akan dipakai dan sesuai dengan model yang sebenarnya.
2. Penentuan *Material Model* dan *Material Properties* *Material model* dapat didefinisikan sesuai yang diinginkan dengan menentukan *modulus elastisitas* dan *poissons ratio* dari model yang diinginkan. Untuk jenis material yang digunakan dalam model *AWB.KINGFISHER* ini adalah baja grade Dimana kriteria bahan baja tersebut adalah :

Material: Baja A32, dengan sifat-sifat sebagai berikut :

Kekuatan tarik : 400 s/d 520 N/mm²

Tegangan luluh : 235 N/mm²

Modulus elastisitas : 2,06E11

dan bahan yang digunakan untuk konstruksi crane;

Material : Baja A36

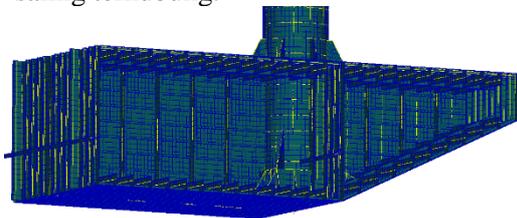
Kekuatan tarik : 400 s/d 520 N/mm²

Tegangan luluh : 235 N/mm²

Modulus elastisitas : 2,06E05

3. Proses *Meshing*

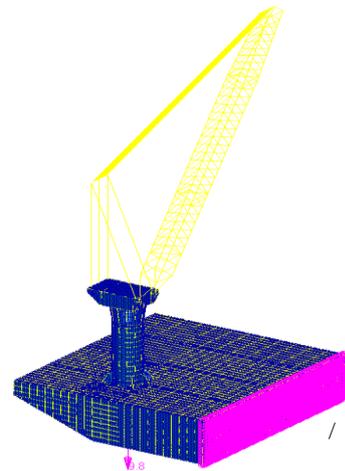
Proses *meshing* adalah proses dimana model dibuat menjadi kumpulan nodal elemen hingga dengan ukuran yang lebih kecil dan saling terhubung.



Gambar 4.2. Hasil *Meshing*

4.3. Penentuan Kondisi Batas (*Boundary Condition*)

Kondisi batas digunakan untuk menentukan bentuk tumpuan dari objek yang dianalisa. Maka ditentukan kondisi batas jepit dengan menggunakan displacement.



Gambar 4.3. Kondisi Batas

lokasi titik independen	translasi		
	sumbu x	sumbu y	sumbu z
titik independen pada ujung belakang	-	-	-
titik independen pada ujung depan	fix	fix	fix
lokasi titik independen	Rotasi		
	sumbu x	sumbu y	sumbu z
titik independen pada ujung belakang	-	-	-
titik independen pada ujung depan	fix	fix	fix

Tabel 4.1 *Boundary Condition*

4.5. Pembebanan

Perhitungan beban akan di aplikasikan pada model dengan sejumlah variasi.

SWL Crane +Hooke(kg)	Total Bobot Crane	Sudut Lengan Crane
102500	74,74ton	40° & 70° derajat
82500		
62500		
42500		
22500		

Tabel 4.2 Rekapitulasi pembebanan

Semua variasi pembebanan dirunning untuk mengetahui tegangan maksimum pada setiap variasi pembebanan. Dengan mengetahui kekuatan ultimat suatu bahan, kemudian membandingkan dengan tegangan design, maka akan diperoleh tegangan ijin dari suatu konstruksi. Dimana faktor tegangan ijin ini digunakan sebagai acuan dalam mengetahui faktor keamanan suatu bahan. Dari data yang diperoleh di lapangan, didapatkan informasi mengenai bahan yang dipakai untuk membangun konstruksi AWB. KINGFISHER.

4.6 Safety Factor

Faktor yang digunakan untuk mengevaluasi agar perencanaan elemen konstruksi terjamin keamanannya dengan tegangan yang diterimanya [2]. Sebagai acuannya diambil tegangan yang paling tinggi dari tiap beban dan tegangan ijin sebesar 190 Mpa untuk baja grade A ,*Safety factor* menurut BKI yaitu:

$$SF = \frac{\text{Tegangan ijin}}{\text{Tegangan Maksimum}}, SF = \text{Safety Factor} \geq 1$$

4.7. Pengecekan Kekuatan Terhadap Tegangan Ijin pada sudut 70°.

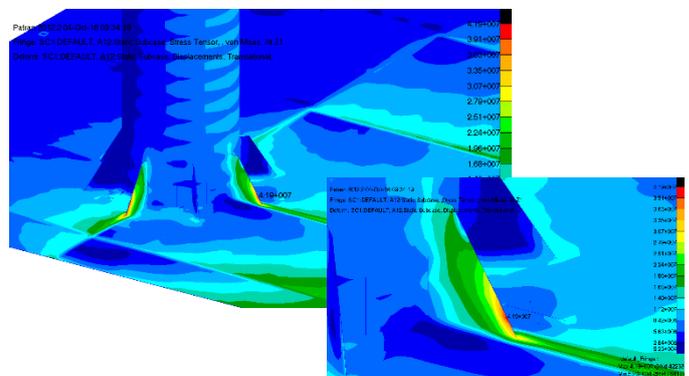
Tabel 4.3 Rekapitulasi *maximum stresses*

No	SWL - Lengan 70	Maximum Stress Moment
1	100ton – 18,644	41,9
2	80ton – 18,644	39,9
3	60ton – 18,644	39,6
4	40ton – 18,644	39,3
5	20ton – 18,644	39,0

Tabel 4.4 Pengecekan Kekuatan

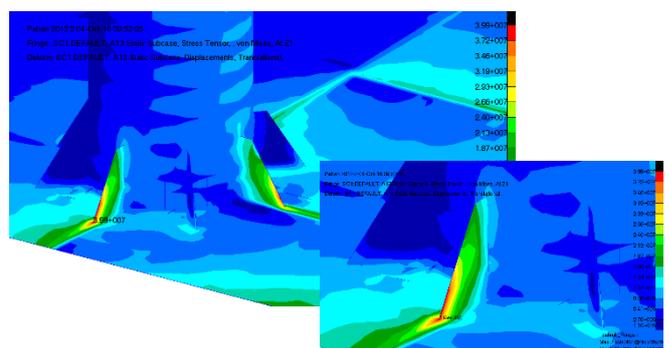
No	SWL - Lengan	Keterangan
1	100ton – 18,644	AMAN
2	80ton – 18,644	AMAN
3	60ton – 18,644	AMAN
4	40ton – 18,644	AMAN
5	20ton – 18,644	AMAN

1. Untuk SWL 100ton dengan panjang lengan crane 18,644meter maka didapat *maximum stresses* sebesar 41,9 MPa dan dinyatakan masih AMAN



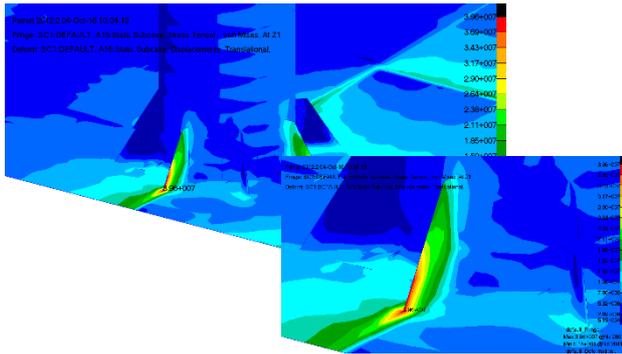
Gambar 4.4. letak *hotspot strees* SWL 100ton-18,64meter

2. Untuk SWL 80ton dengan panjang lengan crane 18,644meter maka didapat *maximum stresses* sebesar 39,9 MPa dan dinyatakan masih AMAN



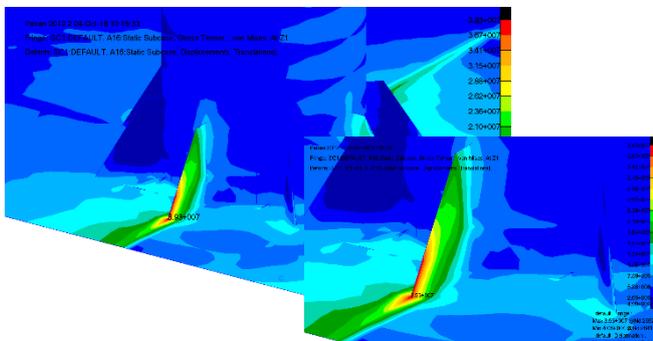
Gambar 4.5. letak *hotspot strees* SWL 80ton-18,64meter

3. Untuk SWL 60ton dengan panjang lengan crane 18,644 meter maka didapat *maximum stresses* sebesar 39,6 MPa dan dinyatakan masih AMAN



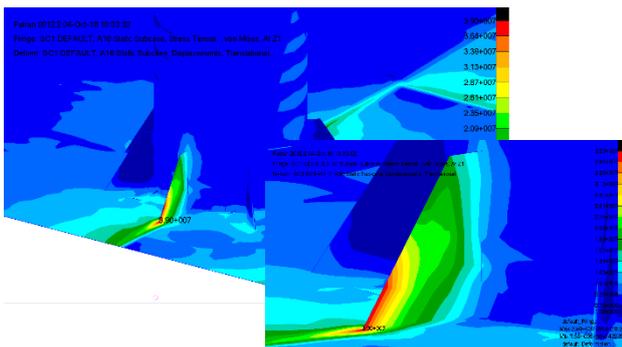
Gambar 4.6. Letak *hotspot stresses* SWL 60ton-18,64 meter

- Untuk SWL 40ton dengan panjang lengan crane 18,644 meter maka didapat *maximum stresses* sebesar 39,3 MPa dan dinyatakan masih AMAN



Gambar 4.7. letak *hotspot stresses* SWL 40ton-18,64 meter

- Untuk SWL 20ton dengan panjang lengan crane 18,644 meter maka didapat *maximum stresses* sebesar 39,0 MPa dan dinyatakan masih AMAN



Gambar 4.5. letak *hotspot stresses* SWL 80ton-18,64meter

Defleksi Maksimum

Tabel 4.5 Pengecekan *max. Displacement*

No	SWL - Lengan 70	Displacement Max
1	100ton – 18,644	0,00931 m
2	80ton – 18,644	0,00915 m
3	60ton – 18,644	0,00911 m
4	40ton – 18,644	0,00906 m
5	20ton – 18,644	0,00906 m

2. Pengecekan Kekuatan Terhadap Tegangan Ijin pada sudut 40°.

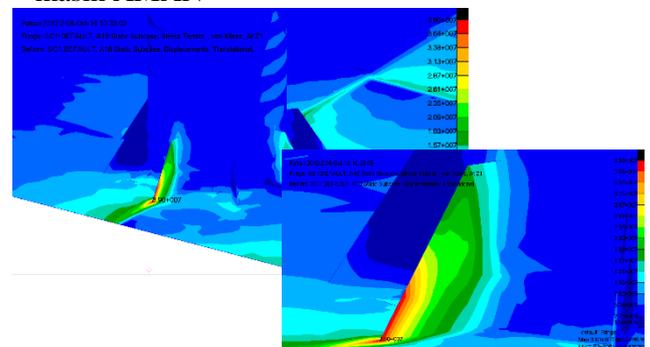
Tabel 4.6 Rekapitulasi *maximum stresses*

No	SWL - Lengan 40	Maximum Stress
1	100ton – 37,941	69,9
2	80ton – 37,941	65,6
3	60ton – 37,941	61,3
4	40ton – 37,941	56,9
5	20ton – 37,941	52,6

Tabel 4.7 Pengecekan Kekuatan

No	SWL - Lengan	Keterangan
1	100ton – 37,941	AMAN
2	80ton – 37,941	AMAN
3	60ton – 37,941	AMAN
4	40ton – 37,941	AMAN
5	20ton – 37,941	AMAN

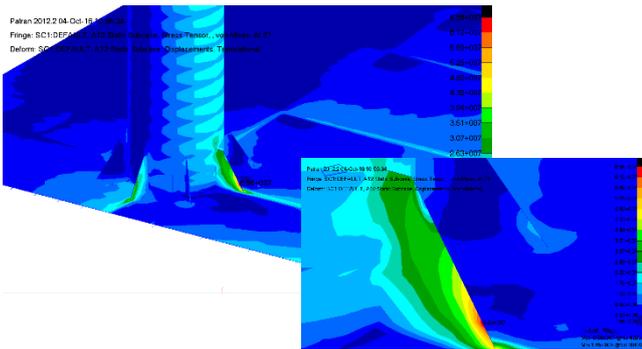
- Untuk SWL 100ton dengan panjang lengan crane 37,941 meter maka didapat *maximum stresses* sebesar 69,9 MPa dan dinyatakan masih AMAN



Gambar 4.9 letak *hotspot stresses* SWL 100ton-37,941meter

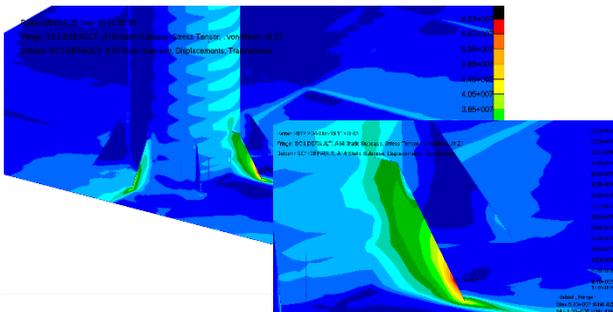
- Untuk SWL 80ton dengan panjang lengan crane 37,941 meter maka didapat *maximum*

stresses sebesar 65,6 MPa dan dinyatakan masih AMAN



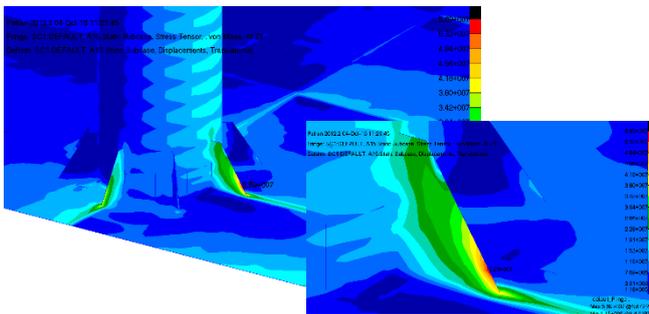
Gambar 4.10 letak hotspot stress SWL 80ton-37,941meter

- Untuk SWL 60ton dengan panjang lengan crane 37,941 meter maka didapat *maximum stresses* sebesar 61,3 MPa dan dinyatakan masih AMAN



Gambar 4.11 letak hotspot stress SWL 60ton-37,941meter

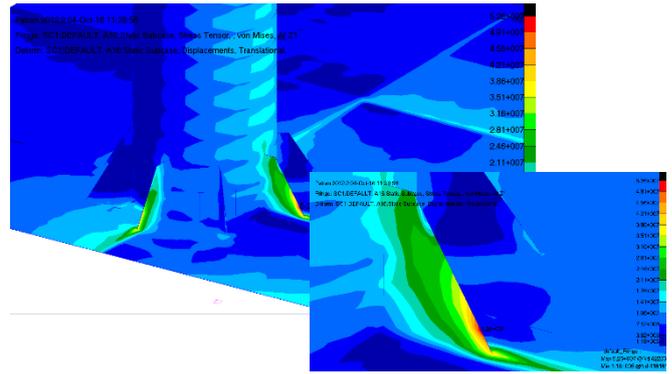
- Untuk SWL 40ton dengan panjang lengan crane 37,941 meter maka didapat *maximum stresses* sebesar 56,9 MPa dan dinyatakan masih AMAN



Gambar 4.12 letak hotspot stress SWL 40ton-37,941meter

- Untuk SWL 20ton dengan panjang lengan crane 37,941 meter maka didapat *maximum stresses* sebesar 52,6 MPa dan

dinyatakan masih AMAN



Gambar 4.13 letak hotspot stress SWL 20ton-37,941meter

Defleksi Maksimum

Tabel 4.8 Pengecekan *max. displacement*

No	SWL - Lengan	Displacement Max
1	100ton – 37,941	0,00854 m
2	80ton – 37,941	0,00845 m
3	60ton – 37,941	0,00836 m
4	40ton – 37,941	0,00827 m
5	20ton – 37,941	0,00792 m

5. PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan analisa kekuatan (*strength analysis*) *deck* pada kapal AWB. KINGFISHER akibat penambahan *pedestal crane* diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

- Tegangan maksimum yang terjadi pada *deck* adalah pada saat *crane* beroperasi pada SWL 100ton dengan panjang lengan crane 35,248 meter pada sudut 40° yaitu sebesar 69,9 MPa dan tegangan minimum terjadi pada SWL 20ton dengan panjang lengan crane 17,41 meter yaitu sebesar 39 MPa pada sudut 70°.
- Dari semua hasil variasi pembebanan pada *crane* yang dimasukkan pada perhitungan safety factor, maka dapat disimpulkan bahwa konstruksi *deck* masih di kategorikan aman (*safety*).
- Max.*displacement* terjadi pada saat *crane* beroperasi dengan SWL 100ton dengan panjang lengan crane 35,248 meter pada sudut 40° sebesar 0,00931 m dan min. *displacement*

0,00858 m pada saat SWL 20ton dengan panjang lengan crane 35,248 meter pada sudut 40°.

4. Pada pengoprasian *crane* dengan sudut 40° dan 70° tegangan di *maindeck* masih tergolong aman dengan deformasi yang kecil.
5. Dari nilai safety factor yang didapat, bisa disimpulkan memenuhi kondisi untuk penambahan crane.
6. Lokasi kritis pada *maindeck* terletak pada pertemuan *bracket* dengan *Watertight Bulkhead* dan *Longitudinal Bulkhead*.

5.2 Saran

1. Dalam pembuatan model dilakukan dengan pembagian *mesh* yang lebih banyak lagi, terutama pada daerah yang mengalami pemusatan tegangan (*hotspot stress*), agar hasil analisa lebih akurat.
2. Untuk menambahkan *buckling analysis* pada *colom crane* dan *fatigue analysis* pada *boom crane*.
3. Disarankan untuk meneliti lebih lanjut mengenai kekuatan pada struktur *Pedestal Crane*.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] American Bureau Of Shipping (ABS). 2014. Guide for Bulding And Classing Accomodation Barge. New York: ABS.
- [2] Biro Klasifikasi Indonesia, PT. Persero. 2013. "Rules for the classification and construction" vol. II Jakarta: Biro Klasifikasi Indonesia.
- [3] D.J Eyres. 2001. "Ship Construction Fifth Edition".
- [4] DOKMAR, Maritime Publisher BV 2011, "Ship Knowledge 7th"
- [5] Popov, E. P., 1978, *Mechanics of Material, 2nd edition, Prentice-Hall, Inc.*, Englewood Cliffs, New Jersey, USA.
- [6] Gea, Raendi Meivando. 2014. "Analisa Struktur Kontruksi Geladak Akibat Penambahan *Deck Crane* pada *Landing Craft Tank 1500DWT* berbasis metode

elemen hingga". Universitas Diponegoro, Semarang.