Analisis Kekuatan Pondasi *Towing winch* Kapal OSV S-140 Menggunakan Metode FEM

Achmad Ahdyaka Anfara[1], Erifive Pranatal[2]
Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya[1,] Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya[2]
Email : achmadahdyaka@gmail.com [1]

ABSTRACT

The OSV S-140 ship is a type of OSV ship that operates in the waters of Kangean, Madura whose function is to assist in offshore activities. The OSV S-140 a ship itself has one piece of equipment, namely a towing winch which has a tensile strength specification of 200,000 N. Of course, engineering designed a sturdy towing winch foundation to avoid damage to the deck. When a towing winch is used on a ship, a tensile load will occur which results in stress distribution which can result in damage to the deck around the towing winch area. Therefore, it is necessary to carry out local stress analysis using finite element-based software. The analysis is carried out with statistical loads originating from the ship's pulling force. This analysis was carried out with the aim of knowing the characteristic values and locations of stresses that occur from each variation of loading carried out. The results of the analysis that has been carried out are that the maximum pulling force of the towing winch foundation according to the drawing is 150,000 N (15.3 tons) with a safety factor of 1.02, so it is necessary to redesign so that the towing winch foundation can support loads above 200,000 N. And get the results The maximum pulling force that the towing winch foundation can support after the re-design is 335,000 N (34.16 tons) with a safety factor of 1.01 so it is safe. Mounted on a towing winch with a tensile strength specification of 200,000 N.
Keywords: Towing Winch, OSV Ship, Safety Factor

ABSTRAK

Kapal OSV-S 140 merupakan salah satu jenis kapal OSV yang beroperasi di perairan Kangean, Madura yang fungsinya membantu dalam kegiatan lepas pantai. Kapal OSV-S 140 sendiri mempunyai salah satu perlengkapannya yaitu towing winch yang mempunyai spesifikasi kekuatan tarik sebesar 200.000 N. Tentunya pihak engineering merancang pondasi towing winch yang kokoh agar tidak terjadi kerusakan pada deck. Pada saat digunakannya towing winch pada kapal maka akan terjadi beban tarik yang mengakibatkan terjadinya distribusi tegangan yang dapat mengakibatkan kerusakan pada deck di sekitar area towing winch. Oleh karena itu, perlu dilakukan analisis tegangan lokal dengan menggunakan perangkat lunak berbasis elemen hingga. Analisis dilakukan dengan beban statistik yang berasal dari gaya tarik kapal. Analisis ini dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui nilai karakteristik dan lokasi tegangan yang terjadi dari setiap variasi pembebanan yang dilakukan. Hasil analisa yang telah dilakukan adalah gaya tarik maksimum pondasi towing winch sesuai gambar adalah 150.000 N (15,3 ton) dengan faktor keamanan 1,02, sehingga perlu dilakukan desain ulang agar towing winch dapat berfungsi dengan baik. pondasi dapat menopang beban diatas 200.000 N. Dan mendapatkan hasil Gaya tarik maksimal yang mampu ditopang pondasi towing winch setelah dilakukan perancangan ulang adalah sebesar 335.000 N (34.16 ton) dengan faktor keamanan 1.01 sehingga aman. Dipasang pada towing winch dengan spesifikasi kuat tarik 200.000 N.
Kata kunci : *Towing Winch*, Kapal OSV, *Safety Factor*

ISSN 2775-5630

PENDAHULUAN

Transportasi laut berperan besar dalam fungsinya melayani mobilitas orang, barang, dan jasa baik lokal, regional,nasional maupun internasional, serta peranannya sebagai pendukung pembangunan sektor lainnya. Tantangan yang dihadapi adalah bagaimana meningkatkan penyediaan jaringan prasarana dan sarana transportasi yang dapat menjamin kelancaraan arus barang dan jasa serta penyebaran aliran investasi secara merata di seluruh daerah. Salah satu jenis kapal yang ada saat ini adalah OSV (*Offshore Support Vessel*). *Offshore Supply Vessel* (OSV) adalah salah satu jenis kapal yang berfungsi membantu kegiatan operasional industri lepas pantai. Kapal *Offshore Supply Vessel* (OSV) dirancang khusus untuk menyelesaikan berbagai tugas dalam mendukung kebutuhan *platform* minyak lepas pantai. [1]-[3]

Konstruksi pondasi *towing winch* menjadi perhatian penulis karena struktur tersebut menahan beban saat dilakukan penarikan kapal maupun kegiatan *offshore*. Untuk mencegah terjadinya kerusakan struktur, *finite element metode* merupakan salah satu solusi yang dapat diandalkan oleh banyak peneliti. *finite element metode* menjadi alat yang diandalkan untuk menganalisis kekuatan struktur berupa tegangan pada area yang digambar sehingga lebih mudah untuk dianalisis. Berdasarkan Penelitian sebelumnya yang melakukan analisis tentang Kerusakan *Bollard* pada Kapal TB.Bhayangkara dengan analisis berupa variasi tanpa beban hingga full muatan didapatkan untuk sebelum bollard dilakukan reparasi beban nilai tegangan maksimal 904,2 Ton dengan *safety factor* 1, sedangkan untuk bollard setelah direparasi dapat menahan beban maksimal 9042 Ton dengan *safety factor* 1,2.[4]

Berdasarkan beberapa penelitian, penulis akan melakukan penelitian dengan menggunakan tema ini lebih lanjut yang berkaitan dengan analisis kuatan pondasi *towing winch* pada kapal OSV S-140. Pada penelitian kali ini bertujuan untuk menganalisis tegangan yang terjadi pada pondasi *towing winch* sehingga menghasilkan lokasi paling kritis yang selanjutnya akan dilakukan *Re-design*.

TINJAUAN PUSTAKA

Kapal (*Offshore Support Vessel)* OSV

Kapal *Offshore Support Vessel* (lihat Gambar 1) memegang peranan yang cukup penting dalam kegiatan eksplorasi dan eksploitasi migas. Dalam operasionalnya, Kapal *Offshore Support Vessel* sebagai alat transportasi barang dan orang dari maupun menuju anjungan lepas pantai. Kapal jenis ini memiliki kapasitas geladak yang cukup luas. Geladak pada kapal ini dapat mengangkut berbagai jenis kargo untuk menunjang kegiatan yang ada di anjungan lepas pantai. Jenis – jenis kargo yang mampu diangkut diatas geladak kapal diantaranya seperti kontainer, pipa, hingga alat – alat berat dan keperluan logistik lainnya.[5]-[6]



Gambar 1. Kapal Offshore Support Vesel
Sumber : Dokumentasi Pribadi, 2021

Adapun ukuran utama kapal dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Ukuran Utama Kapal

Designation	*Value*	*Units*
Length Of All (LOA)	48,30	m
Length Between Perpendicular (LBP)	47,70	m
Breath (B)	12,60	m
Depth (H)	4,80	m
Draft (T)	3,80	m
Speed	12	knots

Berikut adalah data *main engine* dan data towing winch dan Gambar 2 adalah pondasi dari *towing winch*

Data *Engine*

Main Engine : 2 x 1400 HP

Data *Towing winch*

Wire Capacity : 300 m, Dia 32mm

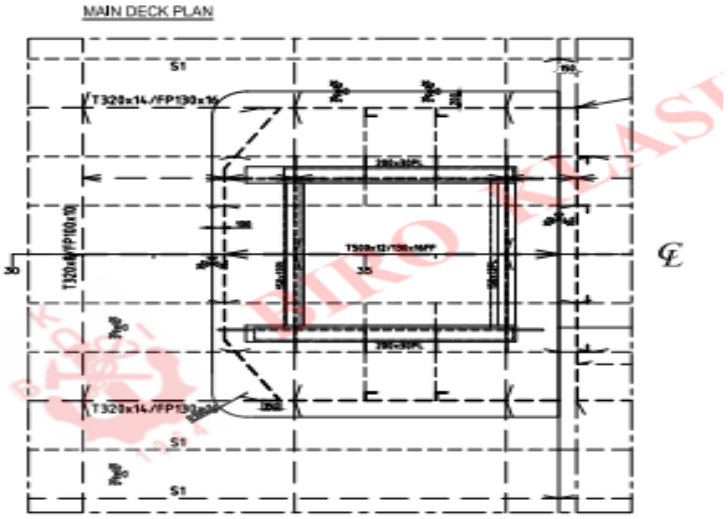
Pulling Capacity : 200 kN atau 20,4 ton

Break Holding : 800 kN atau 81,6 ton

Nominal Speed : 9 m / min

Bollard Pull : 25,8 Ton

Dan berikut pondasi winch yang akan dilakukan analisis.



Gambar 2. Pondasi *towing winch* kapal *OSV S*-140

Tegangan *von misses*

Tegangan *von misses* merupakan kombinasi dari semua komponen tegangan, terdiri dari tegangan normal pada tiga sumbu, dan tegangan geser, yang bereaksi pada tempat tertentu. Tegangan *von misses* yang menghasilkan nilai di atas *yield strength* material maka material tersebut akan memberikan respon kekuatan sebesar nilai yield strength material itu sendiri. Apabila tegangan *von misses* menghasilkan nilai melebihi *ultimate strength* maka material akan pecah

Safety factor

Faktor keamanan adalah faktor yang menunjukkan tingkat kemampuan suatu bahan teknik menerima beban dari luar, yaitu beban tekan maupun tarik. *Safety factor* dapat didefenisikan dengan persamaan 1. Gaya

yang diperlukan agar terjadi tingkat optimal bahan di dalam menahan beban dari luar sampai akhirnya menjadi pecah disebut dengan beban *ultimate*. [7]

$$Safety\ factor = \sigma\ ultimate/\sigma\ actual \ldots\ldots (1)$$

Dimana Σ ultimate adalah tegangan batas (Mpa) dan Σactual adalah tegangan maksimum yang terjadi (Mpa). Pada persamaan 1 dapat diketahui cara mencari nilai *safety factor*. Perbandingan tersebut harus lebih besar dari 1 (satu). Menurut Biro Klasifikasi Indonesia (2019) *Voll II, Section* 3 nilai minimum perbandingan *safety factor.*[8]

Pendefinisian Beban

Pada penelitian ini pembebanan dilakukakn dengan variasi beban tarik awal sebesar 5 Ton dan akan ditambahkan dengan kelipatan 5 hingga seterusnya sampai beban maksimal yang dapat ditahan oleh pondasi *towing winch.*

METODE

Dalam penelitian ini akan dilakukan pemodelan pondasi *towing winch* sesuai *drawing* menggunakan *software solidwork.* Setelah dilakukan pemodelan akan dilakuakan input material sesuai yang yang dipasang pada kapal, input *fixed geometri*, menginput besar beban dan arah beban, kemudian dilakukan *meshing* sebelum *running*. Analisa ini bertujuan untuk mendapatkan nilai tegangan maksimal dan *safety factor* dari proses simulasi tersebut ketika *towing winch* menerima gaya tarik. Selain itu pada tahap ini menghitung kalkulasi perhitungan kekuatan konstruksi *towing winch.*

HASIL DAN PEMBAHASAN

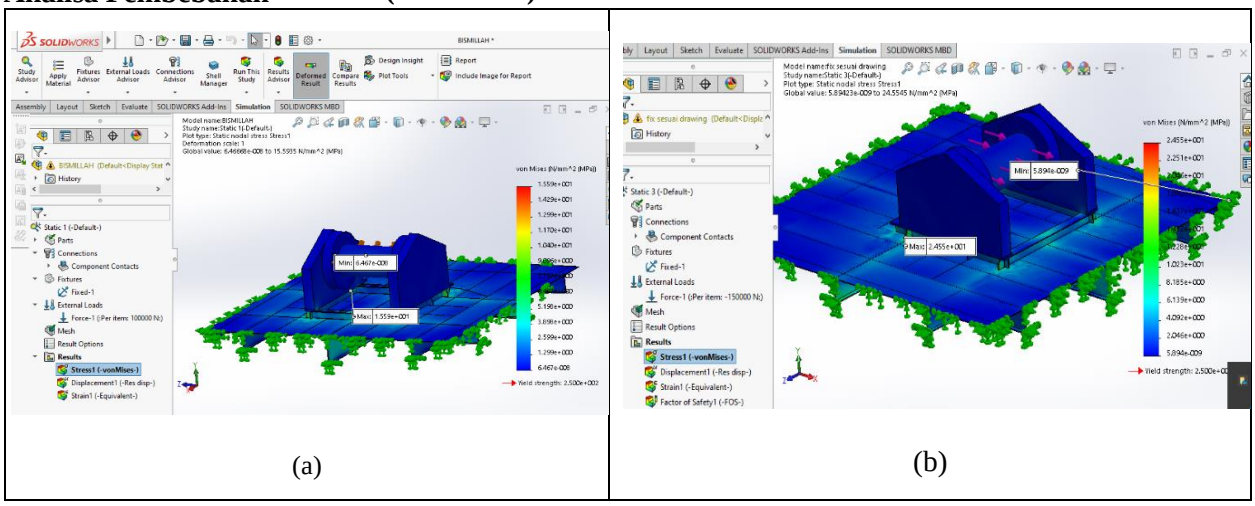
Asumsi Pembebanan

Pada tahapan pembebanan pada konstruksi pondasi *towing winch* ini penulis menggunakan acuan dari spesifikasi *towing winch* itu sendiri yaitu memiliki kapasitas menahan kuat tarik maksimal sebesar 200.000 N sehingga nantinya kekuatan pondasi *towing winch* harus memiliki kekuatan ampu diatas 200.000 N. Mengasumsikan beban dimulai dari 100.000 N kemudian variasi selanjutnya akan ditambah sebesar 50.000 N secara bertahap hingga ditemukan beban maksimal yang bisa dicapai oleh pondasi *towing winch* kapal Osv S-140.

Analisa hasil Pemodelan

Sebelum dilakukan analisa dilakukan input material sesuai yang yang dipasang pada kapal, input *fixed geometri*, menginput besar beban dan arah beban, kemudian dilakukan *meshing* agar satelah dilakukan running simulasi mendapatkan hasil area yang spesifik terdampak beban tarik yang telah dilakukan. Adapun Hasil simulasi sebagai berikut :

Analisa Pembebanan kondisi 1 (100000 Ton)



(a) (b)

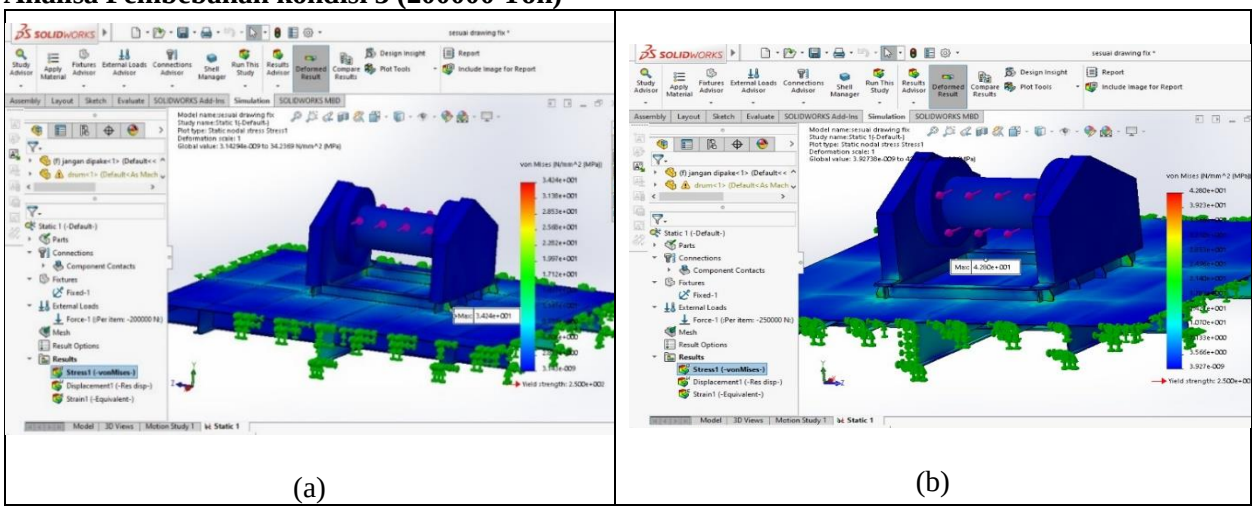
Gambar 3. a) Analisa Pembebanan Kondisi 1, b) Analisa Pembebanan Kondisi 2

Dari hasil Analisa pembebanan kondisi 1 (beban Tarik 100000 N) didapat tegangan *von misses* maksimum sebesar 1,522 x 10^8 N/m^8.

Analisa Pembebanan kondisi 2 (150000 Ton)

Dari hasil Analisa pembebanan kondisi 2 (beban Tarik 150000 N) didapat tegangan *von misses* maksimum sebesar 2,455 x 10^8 N/m2.

Analisa Pembebanan kondisi 3 (200000 Ton)



(a) (b)

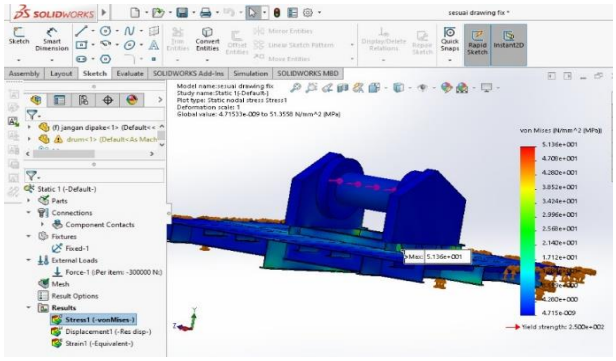
Gambar 4. a) Analisa Pembebanan Kondisi 3, b) Analisa Pembebanan Kondisi 4

Dari hasil Analisa pembebanan kondisi 3 (beban Tarik 200000 N) didapat tegangan *von misses* maksimum sebesar 3,424 x 10^8 N/m2.

Analisa Pembebanan kondisi 4 (250000 Ton)

Dari hasil Analisa pembebanan kondisi 4 (beban Tarik 250000 N) didapat tegangan *von misses* maksimum sebesar 4,280 x 10^8 N/m2.

Analisa Pembebanan kondisi 5 (300000 Ton)



Gambar 5. Analisa Pembebanan Kondisi 5

Dari hasil Analisa pembebanan kondisi 5 (beban Tarik 300000 N) didapat tegangan *von misses* maksimum sebesar 5,136 x 10^8 N/m2.

Berdasarkan hasil running pada tiap kondisi pembebanan diatas, didapatkan data yang dapat dilihat pada table di bawah ini :

Tabel 2. Keterangan Hasil Simulasi

Tarikan	Tegangan yang terjadi	Tegangan Izin	*Safety factor*	Keterangan
100000 N	1,522 x 10^8	2,5 x 10^8	1,64	Memenuhi
150000 N	2,455 x 10^8	2,5 x 10^8	1,02	Memenuhi

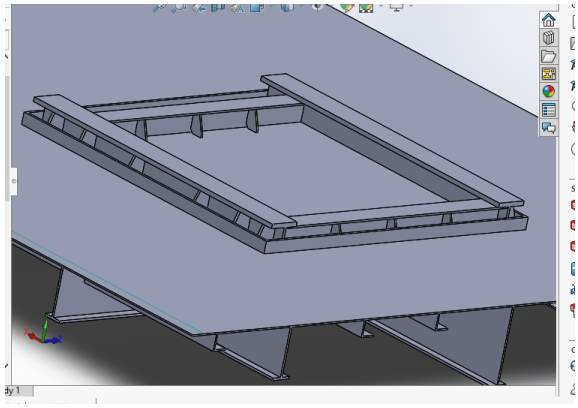
200000 N	3,424 x 10^8	2,5 x 10^8	0,73	Tidak Memenuhi
250000 N	4,280 x 10^8	2,5 x 10^8	0,58	Tidak Memenuhi
300000 N	5,136 x 10^8	2,5 x 10^8	0,47	Tidak Memenuhi

Berdasarkan tegangan maksimum yang terjadi pada tiap kondisi pembebanan diatas dapat diketahui bahwa pondasi *towing winch* kapal OSV S-140 hanya aman digunakan untuk menarik suatu objek dengan asumsi beban maksimal 15000 N (15,3 ton) yaitu dengan *safety factor* sebesar 1,02. Untuk itu maka perlu dilakukan *re-design* pondasi *winch* agar memiliki spesifikasi kekuatan menahan gaya tarik lebih besar dari *towing winch* itu sendiri.

Re-Design* Pondasi *towing winch

Pada hasil running drawing pondasi *towing winch* yang telah dilakukan sebelumnya mendapatkan hasil bahwa pondasi *towing winch* hanya dapat menahan gaya tarik kapal sebesar 150000 N (15,3 ton) dengan tegangan maksimum sebesar 1,455 x 10^8 dan seharusnya pondasi *towing winch* memiliki spesifikasi kuat tarik melebihi kuat Tarik *towing winch* sebesar 20 kn (20,4 ton). Dari hasil Analisa yang dilakukan dari hasil running sebelumnya bahwa bagian terparah akibat dari gaya tarik yang dilakukan terdapat pada bagian bracket bagian ujung pondasi dan ujung plat tegak diatas deck plate, sehingga harus dilakukan re-*design* berupa penambahan bracket pada ujung pondasi dan penambahan plat tegak bagian luar dengan tebal 16 mm untuk mengurangi tegangan yang terjadi.

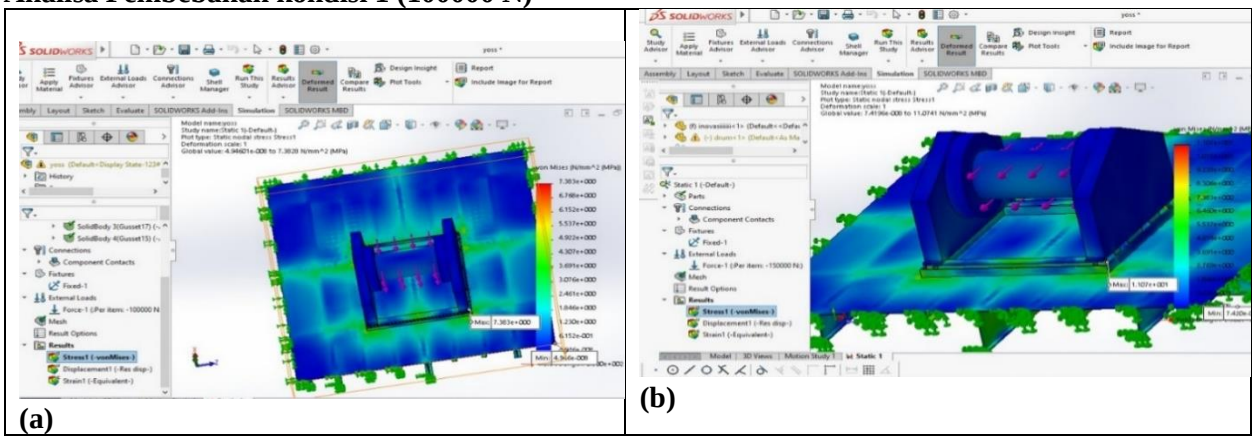
Dari perencanaan *design* yang telah dibuat maka dapat hasil pada gambar berikut :



Gambar 6. Pondasi sesuai *actual* pada kapal

Setelah design perencanaan pondasi towing winch dibuat, maka akan diuji tegangannya menggunakan software solidwork dengan hasil sebagai berikut :

Analisa Pembebanan kondisi 1 (100000 N)



(a) **(b)**

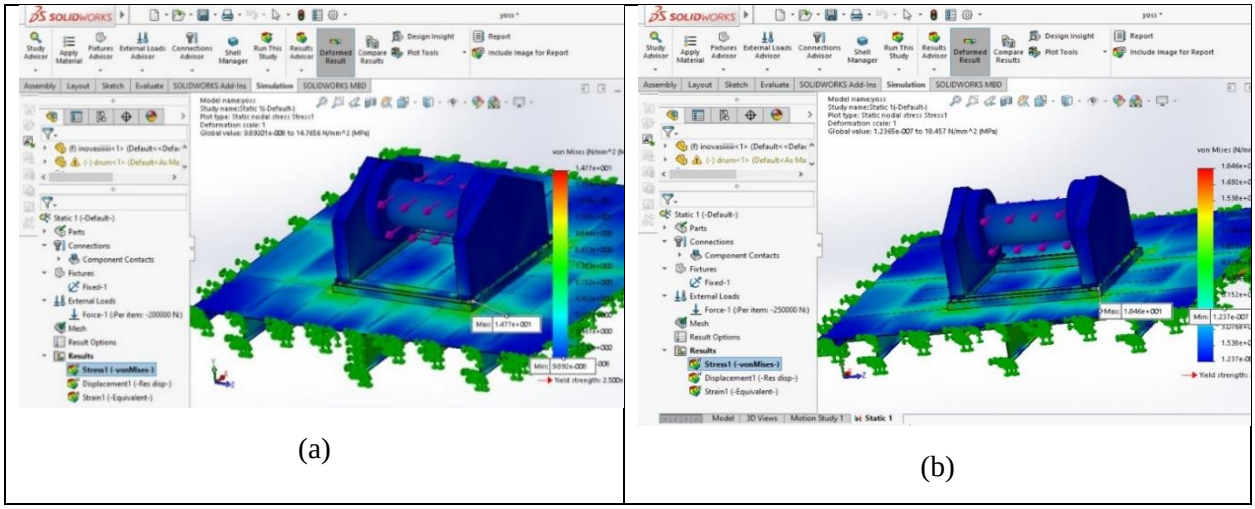
Gambar 7 a) Analisa Pembebanan Redesign Kondisi 1, b) Analisa Pembebanan Redesign Kondisi 2

Dari hasil Analisa pembebanan 1 (beban Tarik 100000 N) didapat nilai tegangan *von misses* maksimum sebesar 7,383 x 10^7 N/m2.

Analisa Pembebanan kondisi 2 (150000 Ton)

Dari hasil Analisa pembebanan 1 (beban Tarik 150000 N) didapat nlai tegangan *von misses* maksimum sebesar 1,107 x 10^7 N/m2.

Analisa Pembebanan kondisi 3 (200000 Ton)



(a) (b)

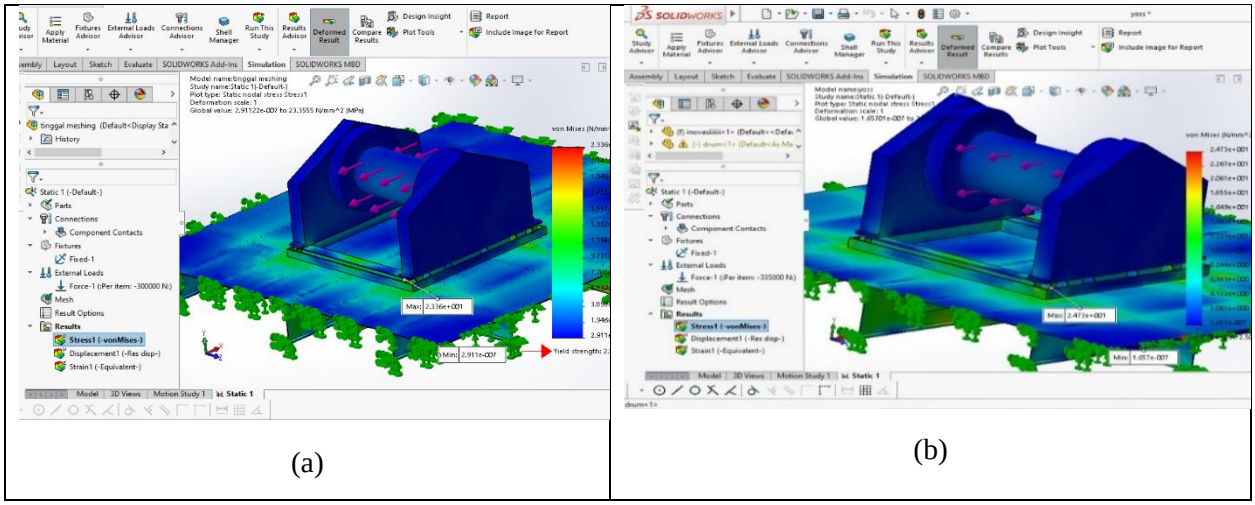
Gambar 8. a) Analisa Pembebanan *Redesign*, b) Kondisi 3 Analisa Pembebanan Redesign Kondisi 4

Dari hasil Analisa pembebanan 1 (beban Tarik 200000 N) didapat nilai tegangan *von misses* maksimum sebesar 1,477 x 10^8 N/m2.

Analisa Pembebanan kondisi 4 (250000 Ton)

Dari hasil Analisa pembebanan 1 (beban Tarik 250000 N) didapat tegangan *von misses* maksimum sebesar 1,846 x 10^8 N/m2.

Analisa Pembebanan kondisi 5 (300000 Ton)



(a) (b)

Gambar 9. a) Analisa Pembebanan *Redesign*, b) Kondisi 5 Analisa Pembebanan *Redesign* Kondisi 6

Dari hasil Analisa pembebanan 1 (beban Tarik 300000 N) didapat tegangan *von misses* maksimum sebesar 2,215 x 10^8 N/m2.

Analisa Pembebanan kondisi 6 (335000 N)

Dari hasil Analisa pembebanan 1 (beban Tarik 335000 N) didapat tegangan *von misses* maksimum sebesar 2,473 x 10^8 N/m2.

Tabel 3. Keterangan Hasil Simulasi Re-Design

Tarikan	Tegangan *Von Missed*	Tegangan Izin	*Safety factor*	Keterangan
100000 N	7,383 x 10^7	2,5 x 10^8	3,39	**Memenuhi**
150000 N	1,107 x 10^7	2,5 x 10^8	2,26	**Memenuhi**
200000 N	1,477 x 10^8	2,5 x 10^8	1,69	**Memenuhi**
250000 N	1,846 x 10^8	2,5 x 10^8	1,35	**Memenuhi**
300000 N	2,215 x 10^8	2,5 x 10^8	1,13	**Memenuhi**
335000 N	2,473 x 10^8	2,5 x 10^8	1,01	**Memenuhi**

Dari hasil analisa pembebanan yang direncanakan pada *re-design* pondasi *towing winch* baru didapat tegangan ***von misses*** maksimum sebesar 2,473 x 10^8 dengan gaya tarik sebesar 335000 N (34,16 ton) dan *safety factor* sebesar 1,01. Maka dari itu dapat disimpulkan bahwa *design* pondasi *towing winch* baru aman dan kekuatan tariknya melebihi spesifikasi *towing winch* sebesar 20 kn (20,4 ton).

KESIMPULAN

Berdasarkan analisis yang telah dilakukan dari rumusan masalah yang diangkat, dapat ditarik kesimpulan :Beban maksimum yang dapat diampu oleh pondasi *towing winch* sesuai *design drawing* kapal OSV S-140 yaitu hanya sebesar 150.000 N (15,3 ton) dengan *safety factor* sebesar 1,02 sehingga tidak aman dipasang *towing winch* dengan spesifikasi kuat tarik sebesar 200.000 N dan perlu dilakukan *redesign*.Gaya tarik maksimal yang dapat ditumpu oleh pondasi *towing winch* setelah dilakukan *re-design* yaitu maksimum 335000 N (34,16 ton) dengan *safety factor* 1,01 sehingga aman dipasang *towing winch* dengan spesifikasi yang telah disebutkan.Dari hasil analisis perbandingan antara pondasi *drawing* dan yang terpasang di kapal menyatakan bahwa pondasi yang sesuai drawing tidak aman dipasang karena memiliki kekuatan yang lebih rendah daripada spesifikasi *towing winch*, sedangkan pondasi yang telah terpasang pada kapal sangat aman dipasang karena memiliki kekuatan yang lebih tinggi dari kapasitas kekuatan tarik *towing winch*.

DAFTAR PUSTAKA

[1] Biro Klasifikasi Indonesia. (2014). Volume II Rules For Hull. www.bki.co.id.

[2] Callister, W. D. (2007). Materials Science and Engineering. John Wiley & Sons.

[3] Djaya, I. K., & Sofi'I, M. (2008). Teknik Konstruksi Kapal Baja. Jakarta: Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Kejuruan.

[4] Jannah. (2021). ANALISIS KEKUATAN STRUKTUR PONDASI WINDLASS PADA KAPAL BANTU RUMAH SAKIT (BRS) 124 M.

[5] Laksmono, A., 2015. Stabilitas Kapal untuk Perwira Pelayaran Niaga. Surabaya: Yayasan Bhakti Samudera Surabaya.

[6] Lloyd's Register. (2009). A guide to the Rules Code for Lifting Appliances in a Marine Environment.

[7] Popov. (1978). Mekanika Teknik. Jakarta: Erlangga

[8] Pranatal, E., & Santosa, P. I. (2021, August). ANALISA KEKUATAN MEMANJANG DECK CARGO BARGE TERHADAP PERUBAHAN MUATAN DARI BATUBARA MENJADI CONTAINER DENGAN METODE NUMERIK. In *Prosiding Seminar Teknologi Kebumian dan Kelautan (SEMITAN)* (Vol. 3, No. 1, pp. 51-55).

[9] Pranatal, E., & Santosa, P. I. (2021, August). ANALISA KEKUATAN MEMANJANG DECK CARGO BARGE TERHADAP PERUBAHAN MUATAN DARI BATUBARA MENJADI CONTAINER DENGAN METODE NUMERIK. In *Prosiding Seminar Teknologi Kebumian dan Kelautan (SEMITAN)* (Vol. 3, No. 1, pp. 51-55).

ISSN 2775-5630