

## **Analisa Kontruksi Gantry Crane Galangan Mini Jurusan Teknik Perkapalan Politeknik Negeri Bengkalis**

Muhammad Ikhsan<sup>1</sup>, Afriantoni<sup>2</sup>, Pardi<sup>3</sup>  
Jurusan Teknik Perkapalan Politeknik Negeri Bengkalis  
[ikhsan@polbeng.ac.id](mailto:ikhsan@polbeng.ac.id)<sup>1</sup>, [Afriantoni@polbeng.ac.id](mailto:Afriantoni@polbeng.ac.id)<sup>2</sup>, [Pardi@polbeng.ac.id](mailto:Pardi@polbeng.ac.id)<sup>3</sup>.

### **Abstract**

Penelitian ini menentukan kekuatan struktur pada crane yang ada di Jurusan Teknik Perkapalan Politeknik Negeri Bengkalis, dengan tujuan untuk mendapatkan seberapa besar beban yang bisa di angkat oleh crane ini. Analisis kekuatan struktur pada crane menggunakan software dengan metode elemen hingga, metode ini banyak digunakan dalam analisis tegangan struktur. Analisa ini dimulai dengan mendesain crane yang sudah didapatkan dalam pengukuran dilapangan, ukuran crane didapatkan panjang 6 meter, lebar 6 meter, tinggi 3 meter, hoist 1 ½ Ton dan material Steel AISI 1020. Dari desain crane dilakukan empat kali proses simulasi crane, dengan beban 0.5 Ton, didapatkan tegangan sebesar 260.93 Mpa, Deformasi 25.471mm, 0.6 Ton, didapatkan tegangan sebesar 300.03 Mpa, Deformasi 29.406mm, 0.7 Ton, didapatkan tegangan sebesar 336.26 Mpa, Deformasi 33.052mm, dan 0.8 Ton, didapatkan tegangan sebesar 372.52 Mpa, Deformasi 36,702mm. Kekuatan yang masih berada dibawah kekuatan luluh material pembebanan pada 0.5 Ton sampai 0.7 Ton. Keterangan masih kuat. Sedangkan untuk pembebanan 0.8 Ton kekuatan luluh diatas luluh material maka dinyatakan lemah.

Keywords : Crane, Material, Tegangan, Deformasi, Ton

### **1. PENDAHULUAN**

Bengkel Galangan Mini Jurusan Teknik Perkapalan merupakan sebuah bengkel pembelajaran mahasiswa Jurusan Teknik Perkapalan, Politeknik Negeri Bengkalis untuk praktikum pengelasan dengan mata kuliah praktek kapal non baja II dan praktek kapal non baja III, reparasi kapal 1 dan 2. Bengkel galangan mini Jurusan Teknik Perkapalan memiliki sarana prasarana 1 buah windlass, slipway 8 ton, gudang peralatan dan area produksi kapal yang berhadapan langsung dengan anak sungai dan anak sungai berjarak 300 meter menuju langsung ke selat Bengkalis yang berdekatan dengan pelabuhan ro-ro. Bengkel Galangan Mini setiap semesternya mampu memproduksi 1 buah kapal fiber glass, dan saat ini melakukan proses produksi kapal baja. Pada saat melakukan praktek kapal non baja dalam proses pelepasan lambung kapal dari cetakan membutuhkan banyak manusia atau tenaga manusia sehingga memakan waktu cukup lama untuk proses pelepasan lambung kapal dari cetakan tersebut dikarenakan kekurangan alat berat crane yang memadai agar menghindari dari kerusakan lambung dan mempermudah pada saat pembedahan lambung kapal dan peluncuran kapal, begitu pula dengan pengangkatan part part yang sudah di assembly untuk kapal baja. Crane adalah salah satu dari jenis pesawat angkat yang banyak dipakasebagai alat pengangkat dan pengangkut pada daerah-daerah industri, Pelabuhan pabrik maupun bengkel. Pesawat angkat ini dilengkapi roda dan lintasan rel agardapat bergerak maju dan mundur sebagai penunjang proses kerjanya. Crane digunakan dalam proses pengangkatan muatan dengan berat ringan hingga muatandengan berat medium. Crane biasa digunakan untuk

pengangkatan dan pengangkutan di dalam maupun di luar ruangan. Berbagai macam type daricrane dan struktur yang berbeda-beda. Jenis crane yang berada di dalam ruangan memiliki struktur yang biasanya berada di atas dekat dengan atap ruangan. Berbeda dengan pesawat angkat yang digunakan di daerah terbuka yang struktur rangka memiliki penompang yang berdiri tegak di tanah . (United Ropeworks1970) . Crane yang ada pada jurusan Teknik perkapalan politeknik negeri bengkalis belum diketahui kekuatannya, sehingga pada saat pengangkatan di khawatirkan akan terjadi kelebihan daya angkat crane.

Berdasarkan kajian di atas maka perlu atau sangat penting melakukan Analisa struktur crane , dengan melakukan desain ulang konturksi crane dan simulasi di harapkan dapat di ketahui seberapa besar berat yang bisa di angkutnya.

## **2. TINJAUAN PUSTAKA**

Bengkel galangan mini teknik perkapalan tempat praktikum memproduksi kapal, khususnya kapal fibber glass bagi mahasiswa Politeknik Negeri Bengkalis, sehingga bengkel galangan mini dilengkapi dengan peralatan utama dan penunjang proses pembuatan kapal seperti: Gantry Crane, slipway, windlass, dan peralatan penunjang seperti, gerinda tangan, kompresor, jigsaw dan gudang tempat penyimpanan bahan baku material pembuatan kapal fiberglass.



Gambar 1. Crane Bengkel Galangan Mini Jurusan Teknik Perkapalan

### **2.1. Klasifikasi Crane**

Menurut Rudenko (1996), klasifikasi mesin pemindah bahan jenis *crane* dipaparkan sebagai berikut:

1. *Crane* putar stasioner  
*Crane* putar stasioner terdiri dari:

*Crane* dengan lengan tetap (*Guyed boom crane*)

- a. *Crane* dinding (*walljib crane*)
- b. *Crane* dengan lengan tetap
- c. *Derrick crane*

2. Crane dengan lintasan rel

Crane dengan lintasan rel stasioner terdiri dari :

- a. Crane loteng
  - b. Crane rel mono
  - c. Crane menara
3. Crane lapangan kasar (*trackless crane*)

Crane lapangan kasar terdiri dari:

- a. Crane gerobak
  - b. Crane gerobak tangan
  - c. Crane mobil
  - d. Crane traktor
4. Crane lokomotif atau traktor rantai

Crane lokomotif atau traktor rantai terdiri dari:

- a. *Cranespotter*
  - b. Crane traktor rantai
5. Crane tipe jembatan (*bridge type crane*)

Crane tipe jembatan (*bridge type crane*) terdiri dari:

- a. Crane palang (*jig girder crane*)
- b. *Single girder overhead crane*
- c. *Double girder overhead crane*
- d. Crane dengan jembatan lintas (*gantry and semi-gantry crane*)
- e. Crane jembatan lintas dengan roda karet (*rubber-tyred gantry crane*)

## 2.2. Tegangan

Tegangan adalah suatu ukuran intensitas pembebanan yang dinyatakan oleh gaya dibagi oleh luas ditempat gaya tersebut bekerja. Komponen tegangan pada sudut yang tegak lurus pada bidang ditempat bekerjanya gaya tersebut disebut tegangan langsung, dan merupakan tegangan tarik atau tensile (positif), atau tegangan tekan atau compressive (negatif). Satuan untuk tegangan adalah N/mm<sup>2</sup> atau Megapascal (Mpa) (Iremonger, 1990).

Tegangan normal adalah tegangan yang terjadi ketika gaya yang diterapkan tegak lurus terhadap luas penampang material, sehingga *principal stress* adalah nilai ekstrim dari tegangan normal yang terjadi pada material. (Ferdinand, 2005). Karena adanya beban yang tegak lurus terhadap sumbu memanjang batang menyebabkan terjadinya momen dalam yang disebut *momen bending*. Oleh karena itu tegangan yang terjadi didalam batang disebabkan oleh *momen bending* tersebut (Ari dkk, 2018). Perhitungan untuk tegangan normal dapat dilihat pada Persamaan 2.11:

$$\sigma = \frac{P}{A} \quad (i)$$

$\sigma$  = Tegangan (N/mm<sup>2</sup>)

P = Beban (N)

A = Luas permukaan (mm<sup>2</sup>)

Sedangkan untuk perhitungan tegangan akibat momen *bending* pada *Gantry crane double girder* dapat dilihat pada Persamaan 2.12:

$$\sigma = \frac{M_x}{Z_x} \quad (ii)$$

$M_x$  = Momen *bending* pada sumbu x-axis (N.mm)

$Z_x$  = Modulus *section* pada sumbu x-axis (mm)

$\sigma$  = Tegangan (N/mm<sup>2</sup>)

## 2.3. Defleksi

Menurut Prayoga (2016), defleksi adalah perubahan bentuk pada balok dalam arah vertikal (y) akibat adanya pembebanan vertikal yang diberikan pada balok atau barang. Defleksi diukur dari permukaan netral pada awal ke posisi netral setelah terjadi deformasi. Konfigurasi yang diasumsikan dengan deformasi permukaan netral dikenal sebagai kurva elastis dari balok.

Akibat adanya beban yang tegak lurus terhadap sumbu memanjang batang menyebabkan terjadinya momen dalam yang disebut momen *bending*. Oleh karena itu tegangan yang terjadi didalam batang disebabkan oleh momen *bending* tersebut. Dalam penerapan, terkadang harus ditentukan defleksi pada setiap nilai x disepanjang balok. Hubungan ini dapat ditulis dalam bentuk persamaan yang sering disebut persamaan defleksi kurva (kurva elastis) dari balok. Struktur yang diletakkan horizontal dan yang terutama diperuntukkan memikul beban lateral, yaitu beban yang bekerja tegak lurus sumbu aksial batang. Perhitungan defleksi beban terpusat pada *overhead crane double girder* akan menggunakan Persamaan 2.13 (American Forrest & Papper Association, 2005):

$$\delta = \frac{P x a}{48 x E x I_{xx}} + (3L^3 - 4a^2) \quad (iii)$$

Sedangkan untuk pembebanan merata, perhitungan defleksi pada *overhead crane double girder* akan menggunakan Persamaan 2.14:

$$\delta = \frac{5 x g x L^4}{384 x E x I_{xx}} \quad (iv)$$

Dengan

- d = defleksi (mm)
- P = beban (N)
- a = jarak dari beban ke tumpuan (mm)
- g = beban struktur itu sendiri (N/mm)
- L = bentangan (mm)
- E = modulus elastisitas (N/mm<sup>2</sup>)
- I<sub>xx</sub> = momen inersia terhadap sumbu x (mm<sup>4</sup>)

Syarat defleksi *crane* tanpa adanya *impact* sebesar  $\frac{L}{800}$  dimana L adalah panjang bentangan dan 800 sebagai faktor pembagi (Macrimmon R.A. 2009).

### 3. METODE PENELITIAN

Metode yang dipakai dalam penulisan ini adalah metode teoritis, antara lain:

#### 3.1. Studi literatur

Data Primer dilakukan pengukuran langsung dilapangan untuk mendapatkan data utama crane, material yang digunakan.

#### 3.2. Desain Crane

Desain crane menggunakan software solidwork dan setelah didesain selanjutnya di export ke software cad dan software untuk menganalisa kekuatan strukturnya.

#### 3.3. Analisa Kekuatan Struktur

Dalam proses Analisa ini dibantu menggunakan software, sehingga mendapatkan nilai tegangan von mises dan nilai hasil deformasi pada crane.

## 4. HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

### 4.1. Existing Crane

Berdasarkan data survey dan pengukuran pada crane di lokasi bengkel galangan mini Jurusan Teknik Perkapalan diperoleh spesifikasi ukuran utama crane beserta hoist yang digunakan. Ukuran dari crane bengkel galangan mini sebagai berikut:

Panjang : 6 Meter

Lebar : 6 Meter  
Tinggi : 3 Meter  
Hoits yang digunakan : 1 ½ Ton  
Material : Steel AISI 1020

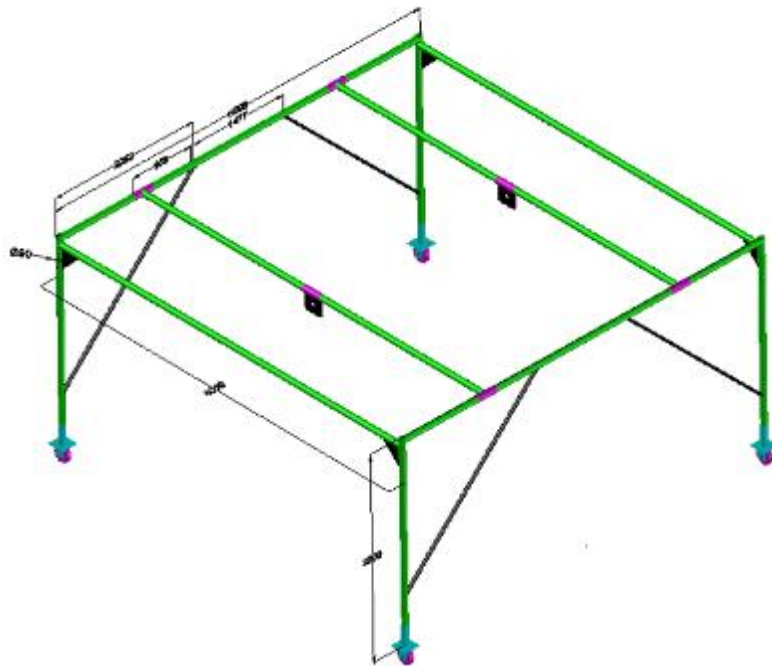


Gambar 2. Existing Crane Bengkel Galangan Mini

## 4.2. Analisa Kekuatan Struktur Crane

### 4.2.1. Desain Crane

Mendesain rangka gantry crane sesuai dengan ukuran existingnya dengan menggunakan software solidwork. Desain meliputi dimensi dan susunan dari gantry crane. Dimensi gantry crane secara detail ditunjukkan pada gambar 3.



Gambar 3. Dimensi gantry crane

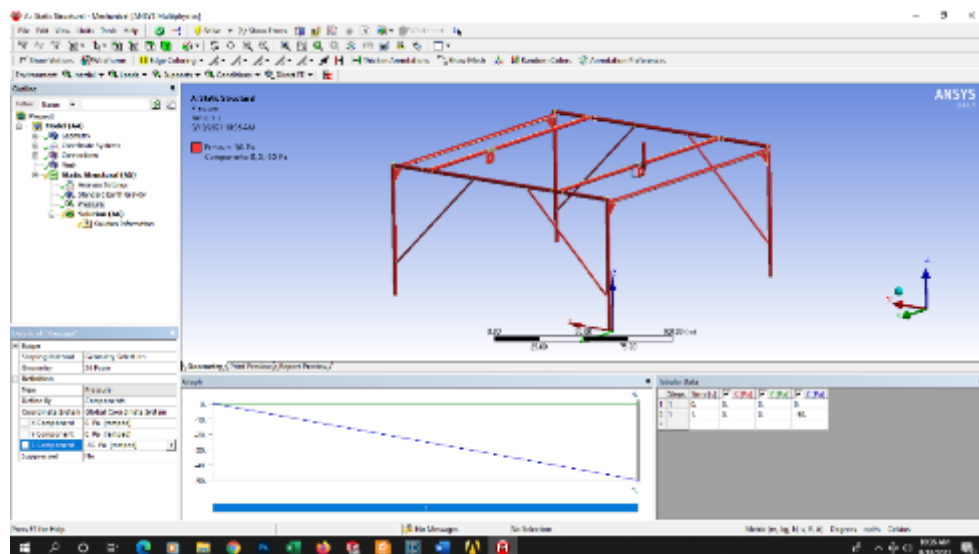
Material yang di gunakan pada crane ini yaitu Steel AISI 1020, detail dari material dapat dilihat pada tabel 1. sebagai berikut:

Tabel 1. Material Steel

Property	Value	Unit
Elastis Modulus	200000	N/mm <sup>2</sup> (Mpa)
Poisson'n Ratio	0,29	N/A
Shear Modulus	77000	N/mm <sup>2</sup> (Mpa)
Mass Density	7900	Kg/m <sup>3</sup>
Tensile Strength	420,507	N/mm <sup>2</sup> (Mpa)
Compressive Strength		N/mm <sup>2</sup> (Mpa)
Yield Strength	351.571	N/mm <sup>2</sup> (Mpa)
Thermal Expansion Coefficient	1.5e-05	/K
Thermal Conductivity	47	W/(m-K)
Specific Heat	420	J/(kg-K)
Material Damping Ratio		N/A

#### 4.2.2. Menentukan Besar Beban

Beban yang digunakan dalam simulasi ini, ada 4 kali percobaan, agar mendapatkan seberapa besar beban yang mampu di angkat oleh crane, pertama beban dengan berat 0.5 Ton karena di program ansys ini menggunakan newton maka untuk 0.5 ton di jadikan newton sama dengan 4982 N, untuk percobaan kedua, 0.6 ton sama dengan 5987 N, untuk 0.7 ton sama dengan 6974 N, dan untuk 0.8 ton sama dengan 7971 N. Titik Pembebanan dapat di lihat pada gambar 4. pembebanan dilakukan di 2 titik di tengah tengah girder crane.

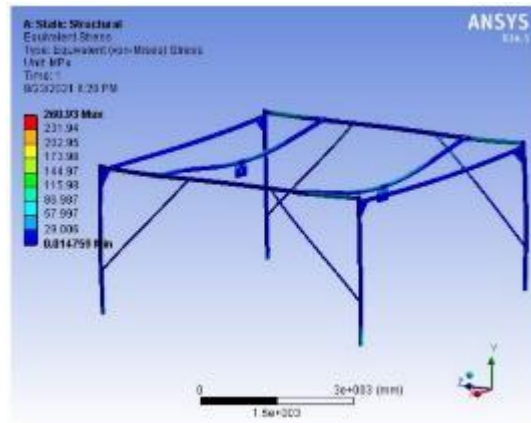


Gambar 4. Titik Pembebanan Crane

#### 4.2.3. Hasil Tegangan Von Mises

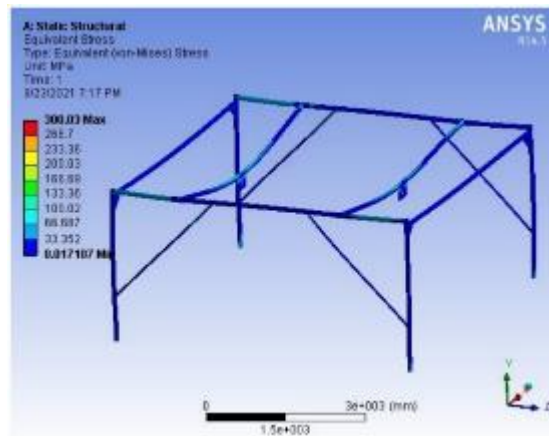
Teori tegangan maksimum menyatakan bahwa kegagalan akan terjadi saat tegangan utama maksimum suatu komponen mencapai nilai tegangan maksimum pada batas elastis. Teori ini digunakan untuk memprediksi kegagalan material getas.

Pembebanan crane 0.5 Ton (4982) tegangan maksimal yang di dapatkan sebesar 260.93 Mpa. Tegangan von mises masih berada dibawah kekuatan luluh (yield strength) material steel AISI 1020, yaitu 351 Mpa. Dapat dilihat pada gambar 5.



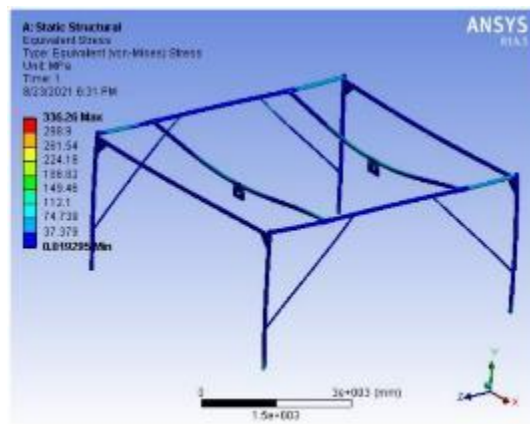
Gambar 5. Tegangan von Mises Crane dengan beban 0.5 Ton (4982 N)

Pembebanan crane 0.6 Ton (5978) N, tegangan maksimal yang di dapatkan sebesar 300.03 Mpa. Tegangan von mises masih berada dibawah kekuatan luluh (yield strength) material steel AISI 1020, yaitu 351 Mpa. Dapat dilihat pada gambar 6.



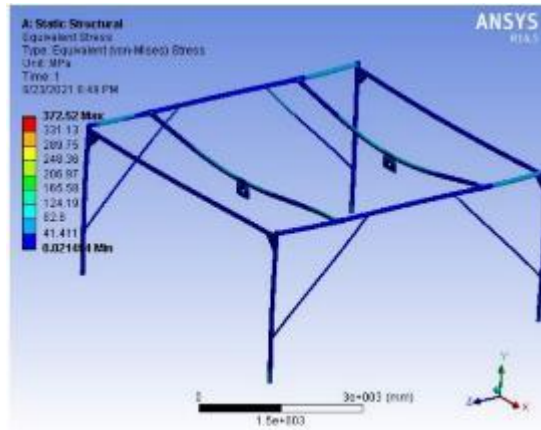
Gambar 6. Tegangan von Mises Crane dengan beban 0.6 Ton (5978 N)

Pembebanan crane 0.7 Ton (6974) N, tegangan maksimal yang di dapatkan sebesar 336.26 Mpa. Tegangan von mises masih berada dibawah kekuatan luluh (yield strength) material steel AISI 1020, yaitu 351 Mpa. Dapat dilihat pada gambar 7.



Gambar 7. Tegangan von Mises Crane dengan beban 0.7 Ton (6974 N)

Pembebanan crane 0.8 Ton (7971) N, tegangan maksimal yang di dapatkan sebesar 372.52 Mpa. Tegangan von mises masih berada diatas kekuatan luluh (yield strength) material steel AISI 1020, yaitu 351 Mpa. Dapat dilihat pada gambar 8.

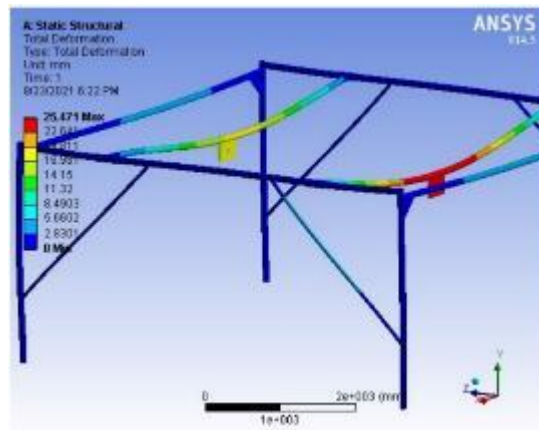


Gambar 8. Tegangan von Mises Crane dengan beban 0.8 Ton (7971 N)

#### 4.2.4. Hasil Deformasi

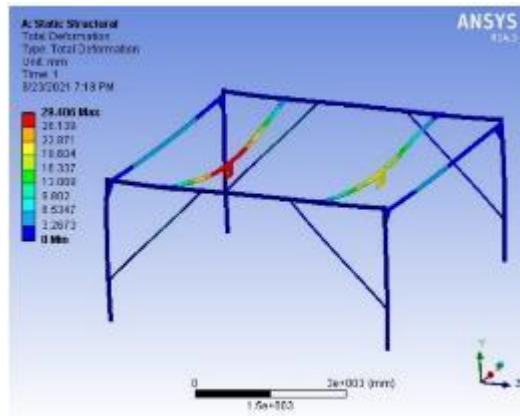
Deformasi merupakan salah satu indikator untuk mengetahui kekuatan material. Semakin kuat suatu material, maka nilai deformasi yang di hasilkan dari proses pembebanan semakin kecil. Semakin lemah suatu material, maka nilai deformasi yang di hasilkan dari proses pembebanan semakin besar.

Gambar 10 menunjukkan bahwa hasil deformasi maksimal pada crane ini yaitu 25,471 mm.



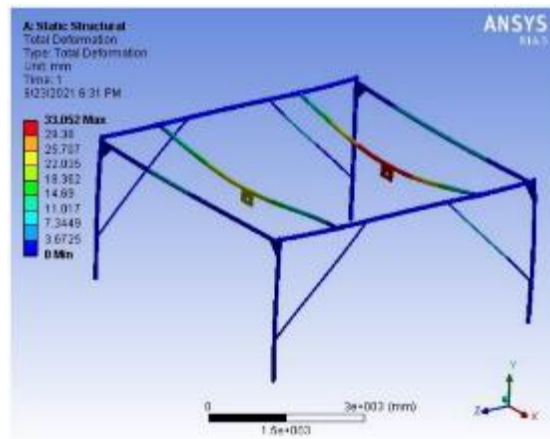
Gambar 10. Deformasi crane dengan beban 0.5 Ton (4982 N)

Gambar 11 menunjukkan bahwa hasil deformasi maksimal pada crane ini yaitu 29,406 mm.



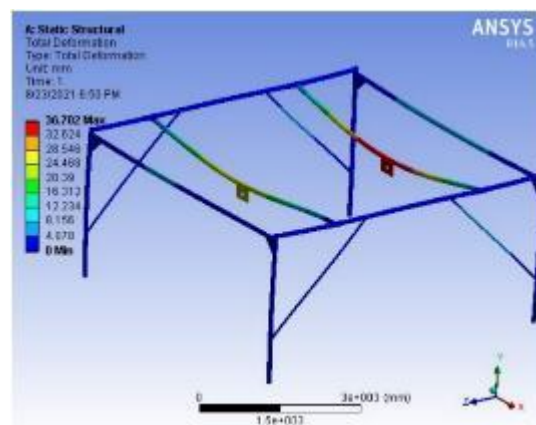
Gambar 11. Deformasi crane dengan beban 0.6 Ton (5978 N)

Gambar 12 menunjukkan bahwa hasil deformasi maksimal pada crane ini yaitu 33,052 mm.



Gambar 12. Deformasi crane dengan beban 0.7 Ton (6974 N)

Gambar 13 menunjukkan bahwa hasil deformasi maksimal pada crane ini yaitu 36,702 mm.



Gambar 13. Deformasi crane dengan beban 0.8 Ton (7971 N)

#### 4.2.5. Hasil Simulasi

Setelah dilakukan simulasi ditiap-tiap pembebanan, dapat dijelaskan bahwa besarnya beban yang mampu di angkat oleh crane yang ada di Jurusan Teknik Perkapalan adalah:

Tabel 2. Hasil Simulasi

Pembebanan	Tegangan	Deformasi	Keterangan
0.5 Ton (4982 N)	260.93 Mpa	25.471 mm	Kuat
0.6 Ton (5978 N)	300.03 Mpa	29.406 mm	Kuat
0.7 Ton (6974 N)	336.26 Mpa	33.052 mm	Kuat
0.8 Ton (7971 N)	372.52 Mpa	36.702 mm	Lemah

Dilihat dari tabel 2. bahwa pembebanan pada beban 0.5 Ton sampai dengan 0.7 Ton konstruksi crane masih mampu menahan beban yang di berikan, rata rata masih di bawah kekuatan luluh (yield strength) material steel AISI 1020, yaitu 351 Mpa . Sedang kan pada pembebanan pada beban 0.8 Ton, konstruksi crane tidak mampu untuk menahan beban tersebut, tegangan berada diatas kekuatan luluh (yield strength) material steel AISI 1020, yaitu 351 Mpa. Jadi untuk kapasitas crane dapat di ambil di pembebanan 0.7 Ton (6974 N).

## 5. KESIMPULAN DAN SARAN

Dari hasil studi lapangan dan simulasi dari crane yang digunakan di bengkel galangan mini jurusan Teknik perkapalan.

1. Berdasarkan pengukuran di lapangan di dapatkan ukuran utama crane, dengan Panjang 6 Meter, Lebar 6 Meter, Tinggi 3 Meter san menggunakan crane berkapasitas 1 ½ Ton.
2. Analisa crane menggunakan program Autocad, solidwork dan ansys workbench R14.5, untuk mendapatkan nilai tegangan dan defromasi. Dari Analisa di dapatkan nilai, pembebanan pada 0.5 Ton (4982 N) didapatkan nilai tegangan sebesar 260.93 Mpa, deformasi 25.471 mm. Pembebanan 0.6 Ton (5978 N) didapatkan nilai tegangan 300.03 Mpa, Deformasi 29.406 mm. Pembebanan 0.7 Ton (6974 N) didapatkan nilai tegangan 336.26 Mpa, Deformasi 33.052 mm. Pembebanan 0.8 Ton (7971 N) didapatkan nilai tegangan sebesar 372.52 Mpa, Deformasi 36.702 mm.
3. Kapasitas angkat yang bisa di angkat oleh crane ini berkisar 0.5 sampai 0.7 Ton.

## 6. DAFTAR PUSTAKA

- Ali, Achmad Bustomi. (2015). *Analisa Penambahan Panjang Double girder Overhead Crane Span 10.500 mm dengan SWL 3,2 Ton*. Tugas Akhir. Teknik Bangunan Kapal PPNS.
- American Forrest & Papper Association. (2005). *Beam Design Formulas With Shear And Moment Diagrams*. Washington, DC: American Forrest & Papper Association Inc.
- American institute of Steel Structures. (2016). *AISC Specification For structural Steel Buildings*. Chicago: AISC Inc.
- Amasak-Cranes Company. (1978). [http://www.amsak.co.in/double-girder eot-cranes/](http://www.amsak.co.in/double-girder-eot-cranes/). Diakses pada tanggal 10 januari 2019.
- Ariyanto, Rendy Bagus. (2013). *Analisa Perhitungan dan Simulasi Tegangan pada Overhead Crane Double girder dengan Safety Working Load 5 Ton di PT. Bromo*

*Steel Indonesia Menggunakan Simulasi Metode Elemen Hingga*. Tugas Akhir. Teknik Bangunan Kapal PPNS.

Ari, Muhamad dkk (2018). Modul Ajar Mekanika Teknik. Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya, Surabaya.

Handayani, Sri dan Ari Damari. (2009). *Fisika untuk SMA dan MA Kelas XI*. Jakarta: Pusat Pembukuan, Departemen Pendidikan Nasional.

Hartono, Priyo dan Trijeti. (2015). *Studi Analisa Penggunaan Alat Berat Crane Sebagai Alat Angkat Untuk Instalasi Equipment Deodorizer di Proyek CPO PLANT*.

Indiamart Company. (1997). <https://www.indiamart.com/>. Diakses pada tanggal 10 januari 2019.

Iremonger, MJ. (1990). *Dasar Analisa Tegangan*. Universitas Indonesia. Jakarta.

Jatira. (2011). *Analisis Main Girder pada Double Girder Overhead Crane Kapasitas 7 Ton di PT. Heavyndo Engineering*. Sekolah Tinggi Teknologi Wastukencana.