

STRESS DAN DISPLACEMENT PADA SPREADER BEAM AKIBAT VARIASI PEMBEBANAN

Mukhlis Ramadhan¹, Ihsan Saputra^{1*}, Budi Baharudin¹

¹ Program Studi Teknik Mesin, Politeknik Negeri Batam
Jalan Ahmad yani, Batam Centre, Batam 29461, Indonesia

*Corresponding author: ihsan@polibatam.ac.id

Article history

Received:

25-11-2022

Accepted:

09-12-2022

Published:

31-12-2022

Copyright © 2022
Jurnal Teknologi dan
Riset Terapan

Open Access

Abstrak

Dalam proses pengangkatan produk benda yang berukuran tinggi dan memiliki berat benda yang sangat besar, diperlukan alat bantu yang bisa mengatasi pengangkatan. *Spreader beam* adalah alat bantu yang berfungsi sebagai pembantu pengangkatan beban dan memberikan keseimbangan. Hal ini perlu diperhatikan pada *spreader beam*, agar beban yang diangkat tidak melebihi kapasitas maksimum kekuatan materialnya. Oleh karena itu diperlukan kekuatan struktur dari desain *spreader bar* yang akan dipergunakan untuk *lifting* maupun *crane*. Desain produk memberikan gambaran proses benda dan bentuk ukuran yang berfungsi sebagai informasi saat penggambaran desain. Dengan memiliki perangkat pengerjaan sudah lebih modern pada produktivitas yang menggunakan mesin hingga kegiatan yang berbasis *software*. Pembuatan desain *modelling* menggunakan *software* SolidWorks. Pemodelan SolidWorks pada pengujian serta pemberian beban dengan variasi yang berbeda mengungkapkan bahwa *spreader beam* mencapai titik maksimum pada berat beban variasi 60 ton dengan mengalami tegangan (*stress*) maksimal $1,903 + 08$ dan perpindahan (*displacement*) maksimal 0,77 mm; serta faktor keamanan (*factor of safety*) maksimal dengan nilai 1,2. Terlihat juga variasi pembebanan 60 Ton terdapat area yang mengalami *displacement* yang dapat menimbulkan kegetasan pada suatu saat pengangkatan. Hal tersebut bisa diatasi dengan menambahkan 4 *plate support* tambahan sebagai patokan untuk menahan titik tumpuan. Dengan adanya tambahan 4 *Plate support* tentu tidak mempengaruhi nilai dari kekuatan maksimum (*yield strength*) berkurang.

Kata Kunci: Perancangan, Spreader Beam, Stress, Displacement

Abstract

In the process of lifting products that are high in size and have a very large object weight, tools are needed that can overcome the lift. Spreader beam is a tool that functions as a load lifting aid and provides balance. This needs to be considered on the spreader beam, so that the load lifted does not exceed the maximum capacity of the material strength. Therefore, the structural strength of the spreader bar design that will be used for lifting and cranes is required. Product design provides an overview of the process of objects and the shape of the size that serves as information when drawing designs. By having a more modern workmanship device on productivity that uses machines to software-based activities. Making a modeling design using SolidWorks software. SolidWorks modeling on testing and loading with different variations revealed that the spreader beam reached its maximum point at a load weight of 60 tons variation by experiencing a maximum stress of $1.903 + 08$ and a maximum displacement of 0.77 mm; as well as a maximum factor of safety with a value of 1.2. It can also be seen that the 60-ton loading variation has areas that experience displacement which can cause fatigue at the time of lifting. This can be overcome by adding 4 additional support plates as a benchmark to hold the fulcrum. With the addition of 4 plate supports, it certainly does not affect the value of the maximum strength (yield strength) is reduced.

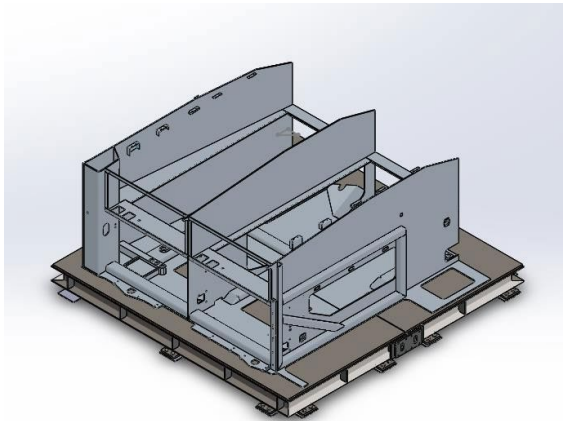
Keywords: Design, Spreader Beam, Stress, Displacement

1.0 PENDAHULUAN

Platform Frame merupakan produk benda yang

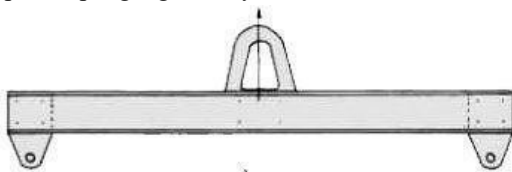
berukuran tinggi dan memiliki berat benda yang sangat besar. Pemindahan *Platform Frame* membutuhkan pengangkatan untuk memindahkan benda tersebut ke

posisi yang akan ditempatkan. Hal ini membuat dalam proses pemindahan *Platform Frame* tidak bisa dilakukan secara manual, karena dimensi dari benda itu bervariasi serta juga bentuk dari bendanya. Pada Gambar. 1 ditampilkan salah satu contoh *Platform Frame*. Untuk melakukan proses pemindahan *Platform Frame* ini dibutuhkan alat bantu seperti *Spreader Beam*. Dalam mendesain *Spreader Beam* diperlukannya perkiraan kekuatan dari sebuah benda kerja dengan desain dan jenis material yang ditentukan serta bentuk dari benda kerja yang akan di desain.

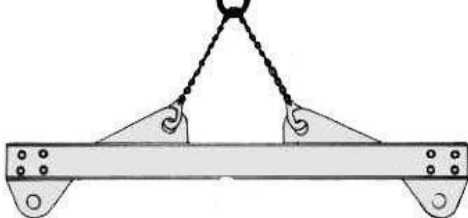


Gambar 1. *Platform Frame*

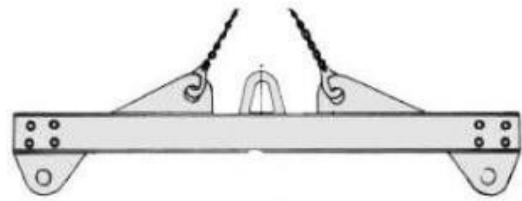
Spreader Beam merupakan alat bantu yang berfungsi sebagai pembantu pengangkatan beban dan memberikan keseimbangan [1]. Seperti halnya dalam proses pabrikan sangat dibutuhkan sebuah proses *lifting* baik itu dalam hal pemindahan material maupun sambungan blok pada bangunan kapal [2]. Dalam proses pengangkatan equipment menggunakan spreader bar biasanya digunakan bersama crane ataupun *lifting*. *Spreader Beam* juga memiliki beberapa jenis tipe yang berbeda tergantung jenis pada proses pengangkatannya.



Gambar 2. *Basic Spreader 1 Lug*



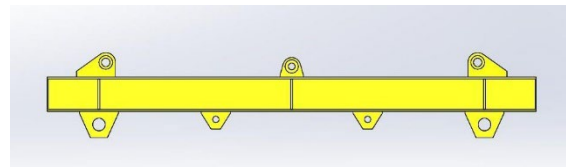
Gambar 3. *Basic Spreader beam Lug*



Gambar 4. *Combination Spreader Beam*

Pada Gambar 2 ditampilkan desain *basic spreader 1 lug*, sedangkan pada Gambar 3 ditampilkan *basic spreader beam lug*. Konsep dari gambar tipe *spreader* di atas ialah Gambar 2 menjelaskan bahwa *spreader beam* memiliki 1 lug pengangkat di tengah pada bagian atas untuk mengakomodasi kait derek crane ataupun *lifting* dan memiliki 2 lug bawah di setiap ujungnya untuk menghubungkan *sling* atau untuk mengaitkan langsung ke beban benda. Pada Gambar ke 3 menjelaskan bahwa *spreader beam* memiliki 2 *pad eye* di bagian atas. Perangkat ini berfungsi sebagai penjaga stabilitas yang lebih baik daripada menggunakan 1 lug pengangkat dan kapasitas potensial yang lebih tinggi untuk pengangkatan ukuran benda tertentu. Pada Gambar 4 adalah gabungan dari gambar *Spreader Beam 1 dan 2* yang memiliki fungsi dengan tujuan ganda pada satu *spreader beam*.

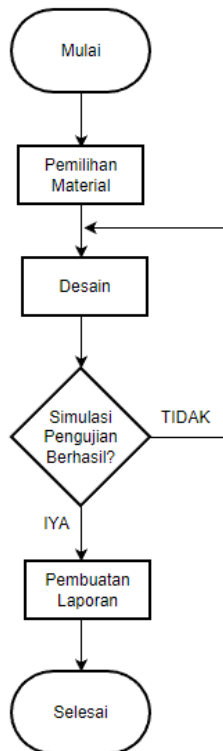
Dari uraian tersebut proses pengangkutan *Platform Frame* akan menggunakan tipe jenis *Combination Spreader beam*. Maka dari itu perlu diketahui kekuatan struktur dari desain *spreader beam* yang akan dipergunakan untuk *lifting* atau pun *Crane*. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui apakah desain yang telah di buat mampu melakukan pengangkatan pada *Platform Frame* dengan berat diperkirakan mencapai 20 ton dan melakukan pengujian beberapa kali terjadi pembebanan dan melihat hasil nilai dari *stress*, *displacement* dan *factory of safety*. Dengan melakukan pengujian perancangan ini dapat meminimalisasi terjadinya kerusakan. Biasanya faktor penyebab kerusakan terjadi ialah pada beban yang diangkat melebihi dari kapasitas daya ketahanan material. Hal ini perlu di perhatikan untuk mencegahnya faktor kerusakan terjadi pada saat membuat desain struktur.



Gambar 5. Desain *Spreader Beam* untuk *Platform Frame*

2.0 METODE

Tahapan penelitian perancangan *spreader beam* ini ditampilkan pada Gambar 6 berikut.



Gambar 6. Diagram *Flowchart*

Tahapan pertama dalam melakukan penelitian ini yaitu menggunakan data literatur yang berkaitan dengan kekuatan bahan, analisa kekuatan, dan perhitungan beban.

2.1 Pemilihan Material

Mengambil data dari referensi *project* sebelumnya yaitu tentang ukuran dimensi profil *spreader beam*.

2.2 Desain

Desain produk memberikan gambaran proses benda dan bentuk ukuran yang berfungsi sebagai informasi saat penggambaran desain. Dengan memiliki perangkat pengerjaan sudah lebih modern pada produktivitas yang menggunakan mesin hingga kegiatan yang berbasis *software*. Pada produktivitas desain *modelling* menggunakan *software* SolidWorks sebagai pengerjaan *design* produk.

Hal ini yang membuat dalam pengerjaan ini menggunakan *software* SolidWorks sebagai bantuan pengerjaan desain perancangan. Adapun keunggulan dalam *software* desain SolidWorks ini ialah memiliki fitur-fitur yang mendukung dalam pengerjaannya.

Dalam pembuatan desain diperlukan memiliki visi, gambaran, dan rancangan terkait desain yang akan dibuat.

untuk mengetahui kekuatan konstruksi *spreader bar*.

2.3 Simulasi Pengujian Beban

Penggunaan Data Literatur untuk menentukan besarnya beban dengan variasi pembebanan. Beban yang diberikan ialah: 20 Ton, 40 Ton, 60 Ton, dan 80 Ton [3]. Jika pengujian gagal, dilakukan desain ulang untuk beban melebihi 20 ton.

1. Pembuatan laporan pengujian

Setelah dilakukan pengujian untuk beban 20, 40, 60, dan 80 ton akan di dapatkan hasil *stress*, *displacement* dan *factory of safety*. Dengan menggunakan data tersebut dilakukan analisa hasil pengujian.

3.0 ANALISA DAN PEMBAHASAN

3.1 Pemilihan Material

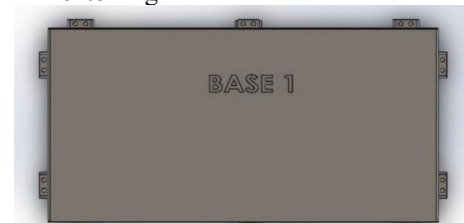
Untuk material yang digunakan dalam perancangan *spreader beam* yaitu jenis Material *ASTM- A36 Steel*.

3.2 Analisa rancangan dan pengujian beban

Melakukan Pembebanan diseluruh titik tumpu dengan perhitungan berikut:

- a. Beban Platform Base 1 (*Parts Non Assembly*)
Beban diberikan sesuai dengan keadaan platform sendiri.

Berat = 9.094 kgf



Gambar 7. Platform Base 1

- b. Beban Platform Base 2 (*Parts Non Assembly*)
Beban diberikan sesuai dengan keadaan platform sendiri.

Berat = 9.094 kgf



Gambar 8. Platform Base

- c. Data *Profile* dimensi dari perancangan *Spreader Beam Crane*.

Data yang dapat dikumpulkan sebagai berikut :

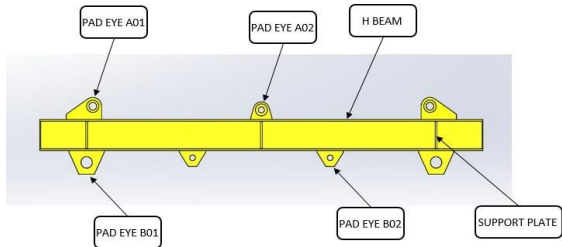
1. Tabel 1 adalah dimensi *Bill of material Spreader Beam*.
2. Tabel 2 adalah Spesifikasi dimensi dan berat *Spreader Beam*.

Tabel 1. *Bill Of Material Spreader Beam.*

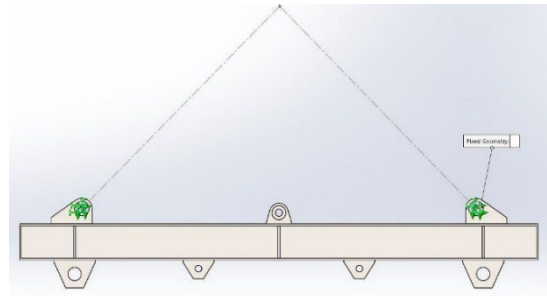
No	Profile	Dimensi (mm)	Qty	Material
1	H Beam	5020 × 400 × 400	1	ASTM - A36 Steel
2	Pad Eye A01	400 × 250 × 40	2	ASTM - A36 Steel
3	Pad Eye A02	240 × 200 × 30	1	ASTM - A36 Steel
4	Pad Eye B01	400 × 270 × 50	2	ASTM - A36 Steel
5	Pad Eye B02	300 × 180 × 40	2	ASTM - A36 Steel
6	Support Plate	312 × 169 × 20	6	ASTM - A36 Steel

Tabel 2. Spesifikasi Dimensi *Spreader Beam*

Data Utama Spreader Beam Crane	
Panjang	5020 mm
Lebar	400 mm
Tinggi	920 mm
Berat	850.659 kgf



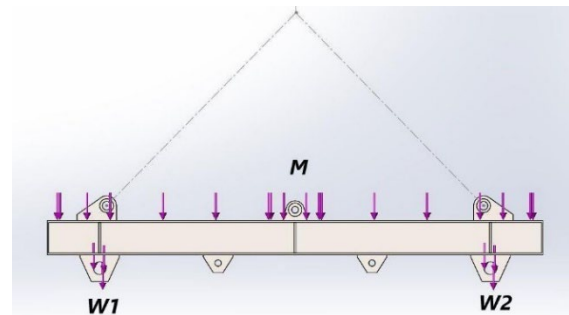
Gambar 9. Detail Profile



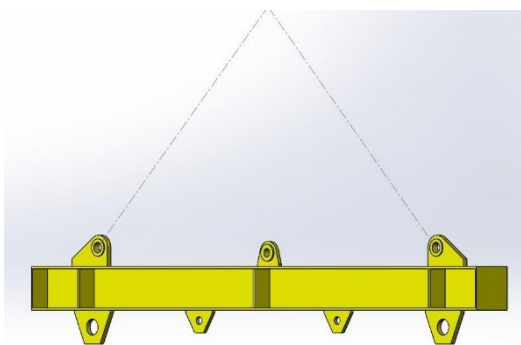
Gambar 11. Pemberian Tumpuan (*Fixed Geometry*) [5]

d. Desain Pemodelan 3D

Perancangan *spreader beam* menggunakan material ASTM- A36 Steel yang sesuai dengan spesifikasi dari data yang sudah di gunakan. Tahapan pertama dilakukan dalam pengujian dan penggambaran desain ialah pembuatan model 3D desain dan pemberian titik tumpuan (*Fixed Geometry*) dilanjutkan dengan pemberian beban (*Force*) [4] Pemodelan dan pengujian ditampilkan pada gambar berikut :



Gambar 12. Pemberian lokasi beban (*Force*)



Gambar 10. Model 3D Spreader Beam

Tabel 3 berikut menampilkan nilai satuan dan berat pada pemberian lokasi beban (*Force*).

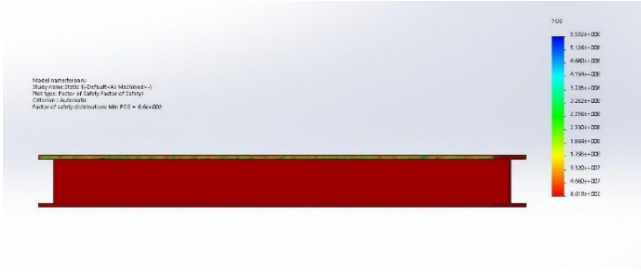
Tabel 3. Data nilai pemberian beban (*Force*)

No	Lambang	Berat	Force (Ton)			
			1	2	3	4
1	M	850.659 kg	N/A	N/A	N/A	N/A
2	W1	9.094 kgf	20	40	60	80
3	W2	9.094 kgf	20	40	60	80

3.3 Laporan Hasil Pengujian

Tahapan pemberian pengujian beban akan menghasil nilai analisis seperti *Stress*, *Displacement* dan *Factor of safety*. Pemberian pertama pengujian diberikan dengan beban 20.000 kg (20 Ton). Pengujian berlakukan dengan pengujian analisa *static* dan diberikan titik

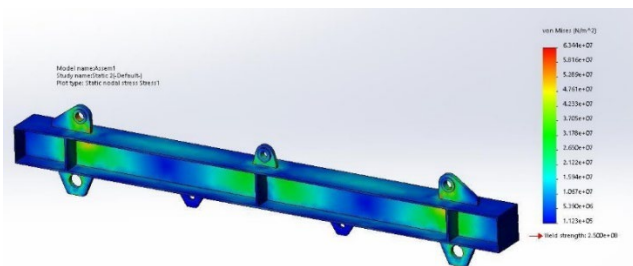
pembebanan pada bagian tumpuan bawah 2 *Pad Eye* B01. Sesuai peraturan yang berlaku untuk faktor keamanan pada *spreader beam*, harus memiliki batangbaja (*beam*) dengan nilai faktor keamanan ialah 6. Pada pengujian ini batang baja (*beam*) yang digunakan sudah melebihi dari nilai faktor keamanan ialah 6,6. Dari hasil analisa yang dapat dihasilkan pada Gambar 13 berikut :



Gambar 13. Hasil Data *Factor of safety* Beam

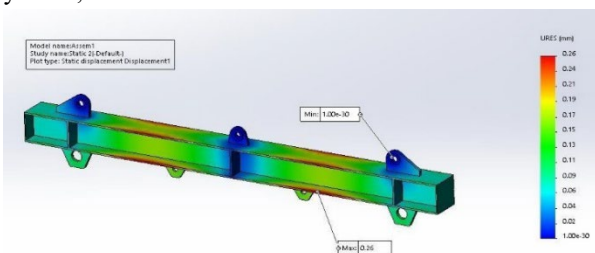
A. Beban 20 ton

Gambar 14 merupakan hasil dari analisa pengujian beban 20.000 kg (20 Ton). Untuk memahami hasil dari analisa bisa dilihat pada bagian posisi nilai paling atas yang menandakan bahwa nilai maksimum dan nilai palingbawah merupakan nilai minimum. Hasil analisa sebagai berikut :



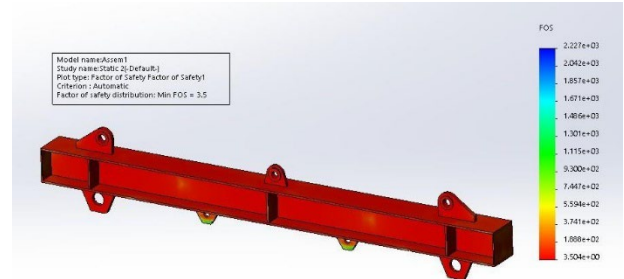
Gambar 14. Hasil Analisa *Static* pemberian beban 20.000 kg (20 Ton) *Stress*.

Gambar 14 Hasil analisa pemberian beban 20.000 kg (20 Ton) pada nilai *stress* bisa dilihat pada gambar bahwa *spreader beam* memiliki nilai tegangan maksimum total (*Yield Strength*) : $2,50e + 08 \text{ N/m}^2$. Sedangkan pada hasil analisa nilai tegangan minimum yaitu $1,123e + 05 \text{ N/m}^2$ dan nilai maksimum yaitu $6,334e + 07 \text{ N/m}^2$. Gambar yang ditampilkan *spreader beam* masih berwarna biru dan kekuningan yang masih dalam kategori aman dan menandakan *spreader beam* mengalami tegangan medium yaitu $4,23e + 07$.



Gambar 15. Hasil Analisa *Static* pemberian beban 20.000 kg (20 Ton) *Displacement*.

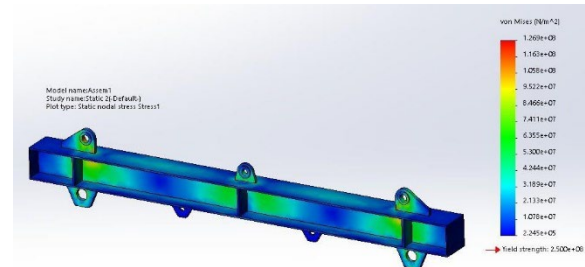
Gambar 15 Hasil analisa pemberian beban 20.000 kg (20 Ton) pada nilai perpindahan (*displacement*) bisa dilihat pada gambar bahwa *spreader beam* dengan warna biru mengalami *displacement* dengan nilai minimum $1,00e -30$. Pada posisi berwarna kuning mengalami *displacement* dengan nilai medium $0,19 \text{ mm}$ dan Pada posisi berwarna merah mengalami *displacement* dengan nilai maksimum yaitu $0,26 \text{ mm}$.



Gambar 16. Hasil Analisa *Static* pemberian beban 20.000 kg (20 Ton) *Factor of safety*

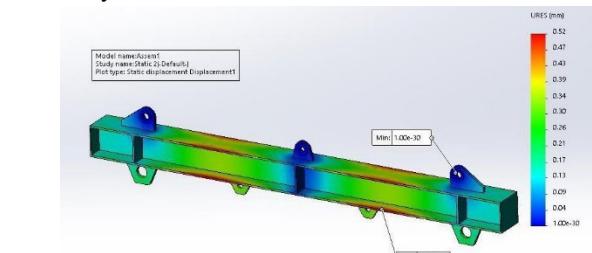
Gambar 16 Hasil analisa pemberian beban 20.000kg (20 Ton) pada nilai faktor keamanan (*Factor of safety*) bisa dilihat pada gambar bahwa *spreader beam* dengan warna merah dengan nilai minimum 3,5.

B. Beban 40 ton



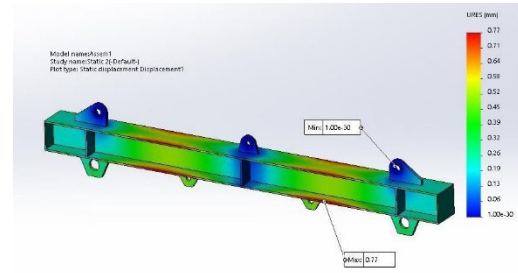
Gambar 17. Hasil Analisa *Static* pemberian beban 40.000 kg (40 Ton) *Stress*

Gambar 17 Hasil analisa pemberian beban 40.000 kg (40 Ton) pada nilai *stress* bisa dilihat pada gambar bahwa *spreader beam* memiliki nilai tegangan maksimum total (*Yield Strength*) : $2,50e + 08 \text{ N/m}^2$. Sedangkan pada hasil analisa nilai tegangan minimum yaitu $2,24e + 05 \text{ N/m}^2$ dan nilai maksimum yaitu $1,27e + 08 \text{ N/m}^2$. Gambar yang di tampilkan *spreader beam* masih berwarna biru dan kekuningan yang masih dalam kategori aman dan menandakan *spreader beam* mengalami tegangan medium yaitu $9,52e + 07$.



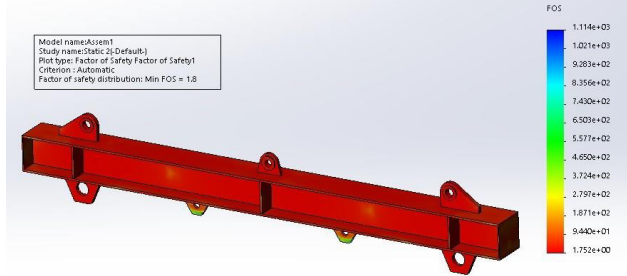
Gambar 18. Hasil Analisa *Static* pemberian beban 40.000 kg (40 Ton) *Displacement*

Gambar 18 Hasil analisa pemberian beban 40.000 kg (40 Ton) pada nilai perpindahan (*displacement*) bisa dilihat pada gambar bahwa *spreader beam* dengan warna biru mengalami *displacement* dengan nilai minimum $1,00e - 30$. Pada posisi berwarna kuning mengalami *displacement* dengan nilai medium 0,39 mm dan Pada posisiberwarna merah mengalami *displacement* dengan nilai maksimum yaitu 0,52 mm.



Gambar 21. Hasil Analisa *Static* pemberian beban 60.000 kg (60 Ton) *Displacement*

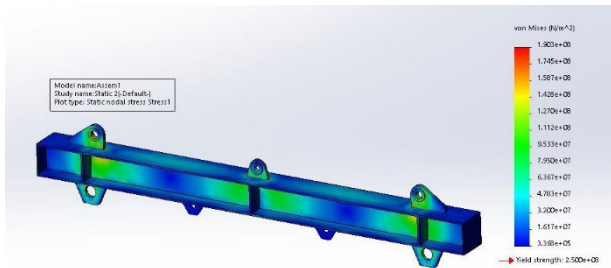
Gambar 21 Hasil analisa pemberian beban 60.000 kg (60 Ton) pada nilai perpindahan (*displacement*) bisa dilihat pada gambar bahwa *spreader beam* dengan warna biru mengalami *displacement* dengan nilai minimum $1,00e - 30$. Pada posisi berwarna kuning mengalami *displacement* dengan nilai medium 0,58 mm dan Pada posisiberwarna merah mengalami *displacement* dengan nilai maksimum yaitu 0,77 mm.



Gambar 19. Hasil Analisa *Static* pemberian beban 40.000 kg (40 Ton) *Factor Of Safety*

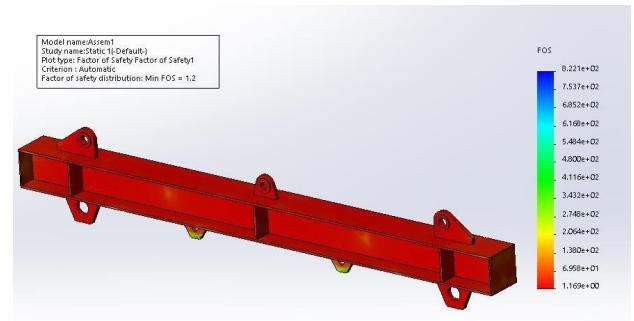
Gambar 19 Hasil analisa pemberian beban 40.000 kg (40 Ton) pada nilai faktor keamanan (*Factor of safety*) bisa dilihat pada gambar bahwa *spreader beam* dengan warna merah dengan nilai minimum 1,8.

C. Beban 60 ton



Gambar 20. Hasil Analisa *Static* pemberian beban 60.000 kg (60 Ton) *Stress*

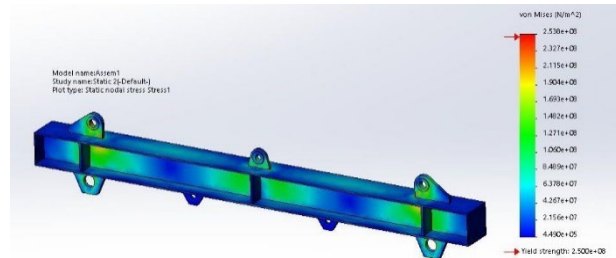
Gambar 20 Hasil analisa pemberian beban 60.000 kg (60 Ton) pada nilai *stress* bisa dilihat pada gambar bahwa *spreader beam* memiliki nilai tegangan maksimum total (*Yield Strength*) : $2,50e + 08 \text{ N/m}^2$. Sedangkan pada hasil analisa nilai tegangan minimum yaitu $3,37e + 05 \text{ N/m}^2$ dan nilai maksimum yaitu $1,903e + 08 \text{ N/m}^2$. Gambar yang di tampilkan *spreader beam* masih berwarna biru dan kekuningan dalam kategori yang kurang aman dan menandakan *spreader beam* mengalami Hampir mencapai tegangan total maksimum, tegangan minimum yaitu $1,270e + 08$ hingga $1,59e + 08$.



Gambar 22. Hasil Analisa *Static* pemberian beban 60.000 kg (60 Ton) *Factor of safety*

Gambar 22 Hasil analisa pemberian beban 60.000 kg (60 Ton) pada nilai faktor keamanan (*Factor of safety*) bisa dilihat pada gambar bahwa *spreader beam* dengan warna merah dengan nilai 1,2.

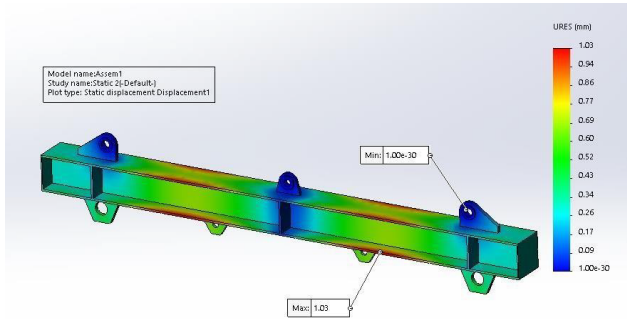
D. Beban 80 ton



Gambar 23. Hasil Analisa *Static* pemberian beban 80.000 kg (80 Ton) *Stress*

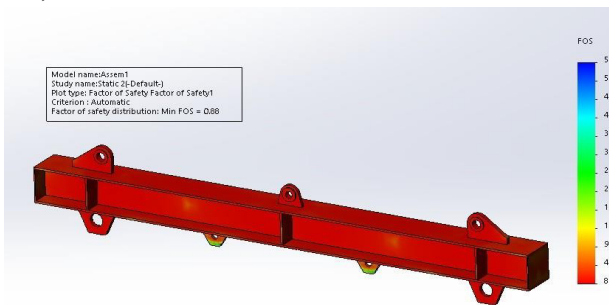
Gambar 23 Hasil analisa pemberian beban 80.000 kg (80 Ton) pada nilai *stress* bisa dilihat pada gambar bahwa *spreader beam* memiliki nilai tegangan maksimum total (*Yield Strength*) : $2,50e + 08 \text{ N/m}^2$. Sedangkan pada hasil analisa nilai tegangan minimum yaitu $4,49e + 06 \text{ N/m}^2$

dan nilai maksimum yaitu $2,54e + 08$ N/m². Gambar yang di tampilkan spreader beam masih berwarna biru dan kekuningan yang kategori kurang aman dan menandakan spreader beam mengalami tegangan minimum yaitu $1,69e +08$ hingga $1,904e +08$.



Gambar 24. Hasil Analisa Static pemberian beban 80.000 kg (80 Ton) Displacement

Gambar 24 Hasil analisa pemberian beban 80.000kg (80 Ton) pada nilai perpindahan (*displacement*) bisa dilihat pada gambar bahwa spreader beam dengan warna biru mengalami *displacement* dengan nilai minimum $1,00e - 30$. Pada posisi berwarna kuning mengalami *displacement* dengan nilai medium 0,77 mm dan pada posisi berwarna merah mengalami *displacement* dengan nilai maksimum yaitu 1,03 mm.



Gambar 25. Hasil Analisa Static pemberian beban 80.000 kg (80 Ton) Factor of safety

Gambar 25 Hasil analisa pemberian beban 80.000kg (80 Ton) pada nilai faktor keamanan (*Factor of safety*) bisa dilihat pada gambar bahwa spreader beam dengan warna merah dengan nilai minimum 0,88.

5. Laporan data hasil analisa Spreader beam pada tabel berikut ini :

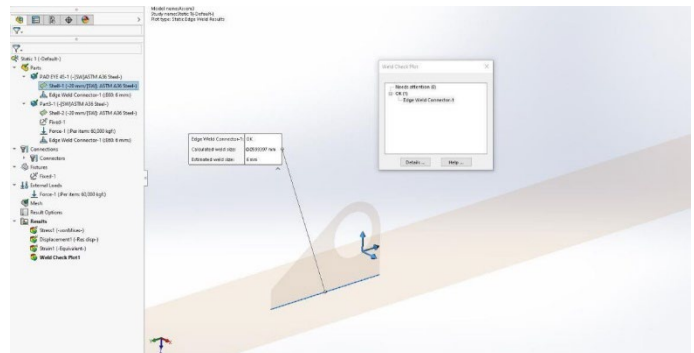
Tabel 4. Hasil data pengujian beban

Beban (Ton)	Tegangan (N/m ²)		Perpindahan (mm)		Factor Of Safety	Yield Strength (N/mm ²)
20	1,12E+08	6,33E+07	0,19	0,26	3,5	
40	2,25E+08	1,27E+08	0,39	0,52	1,8	
60	3,37E+08	1,90E+08	0,58	0,77	1,2	
80	4,49E+08	2,54E+08	0,77	1,03	0,88	2,50E+08

Tabel 4 menampilkan data hasil dari analisa pengujian spreader beam dengan beban variasi. Data yang terkumpul menunjukkan hasil minimum tegangan (*stress*) pada tabel 20 ton dan tegangan (*stress*) maksimal pada tabel 60 ton. Penetapan posisi *spreader beam* berada posisi maximal angkut beban 60 ton karena nilainya dari faktor keamanan yang sudah mengikuti dengan standar yaitu dengan nilai *factor of safety* lebih dari 1 yaitu 1,2 dan dilihat dari data angkut beban 80 ton dengan hasil data faktor keamanan yang sudah melebihi batas standar *factor of safety* dengan nilai kurang dari 1 yaitu 0,88. Hal ini ditetapkan *spreader beam* mampu mengangkat beban berada di beban 60 ton. Selanjutnya untuk hasil minimum Perpindahan (*Displacement*) Pada tabel 20 ton dengan jarak perpindahan 0,19 mm dan maximal perpindahan (*Displacement*) 0,77 mm. Pada Pengujian terakhir untuk hasil minimum faktor keamanan (*Factor Of Safety*) dengan nilai 3,5 dan maksimal dari faktor keamanan (*Factor Of Safety*) dengan nilai 1,2

6. Pada perancangan Spreader Beam diperlukannya pengelasan pada setiap sisi *Pad Eye* dan *Plate Support*.

untuk mengetahui pengelasan yang aman bisa dengan menggunakan fitur analisa *edge weld connector* untuk mengetahui *weld size* yang aman pada pengelasan *spreader beam crane*. Simulasi *edge weld connector* ditampilkan pada Gambar 26 berikut :



Gambar 26. Simulasi *edge weld connector*

Gambar 26 merupakan hasil dari analisa *edge weld connector*, bisa dilihat pada gambar hasil analisa *edge weld connector* di lakukan pada *PAD EYE* dengan menggunakan *weld type support* yaitu *Fillet double sided* yang dilakukan pengelasan pada bagian sisi depan dan sisi belakang kemudian menggunakan *weld sizing American standart* yaitu *electrode E60* dengan Nilai *Weld Strength 273,03+ 07* N/mm²(MPa) dan diberikan beban maximal 60 Ton. Hasil dari *edge weld connector* ialah OK menandakan penggunaan *type electrode* sudah aman dan hasil *calculated weld size* dengan nilai 0,05933 mm dan nilai *Estimate Weld Size* nya ialah 6mm.

4.0 KESIMPULAN

Dari hasil Analisa dengan menggunakan solidworks dan melakukan pemodelan dan pengujian serta pemberian beban dengan variasi yang berbeda dapat disimpulkan bahwa spreader beam mampu mengangkat *platform frame* dengan beban 20 ton dengan Factor of safety 3,5. Selain itu untuk pembebanan lain 40, 60, dan 80 ton, rancangan spreader beam mencapai titik maksimum pada beban variasi 60 Ton dengan mengalami Tegangan (*stress*) $1,903 +08 \text{ N/mm}^2$ dan Perpindahan (*Displacement*) 0,77 mm, serta Faktor keamanan (*Factor Of Safety*) dengan nilai 1,2. Pada pengujian beban 60 Ton Juga terlihat tegangan hampir mendekati dengan nilai tegangan luluh (*Yield Strength*) kekuatan Spread Beam dengan nilai $2,50 +08 \text{ N/mm}^2$. Terlihat juga pada variasi pembebanan 60 Ton terdapat area berwarna merah yang mengalami *displacement* dan aktualisasinya bisa terjadinya getas pada suatu saat pengangkatan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Ali, Muhsin (2019). Studi Kekuatan Struktur dan Kekuatan Puncak Struktur Spreader Bar. Politeknik Negeri Batam.
- [2] R.K. Garg. Spreader Beams and Lifting Beams- A Competitive Analysis. <https://loadmate.in/blog/spreader-beams-vs-lifting-beams-a-competitive-analysis/> di akses tanggal 21 mei 2021.
- [3] Peraturan Menteri Ketenagakerjaan Tentang Keselamatan dan Kesehatan Kerja Pesawat Angkat dan Pesawat Angkut Nomor 8 Tahun 2020. Indonesia.
- [4] Sholihah, Nur Aini (2020). Perancangan dan Analisis Kekuatan Lifting Beam Bock Erection Kapal Cepat Rudal 60 Meter. Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya.
- [5] Designing of a Spreader Beam. <https://www.uesuae.com/post/designing-of-a-spreader-beam> di akses tanggal 23 Jan 2021 jam 20.00.