

## ANALISA KEKUATAN RANGKA DUDUKAN CYLINDER HIDROLIK SCISSOR LIFT

Doni Bagus Firmansyah<sup>01</sup>, Hadi Pranoto<sup>02</sup>

Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Mercu Buana Jakarta

Email: donisamsung47@gmail.com; hadi.pranoto@mercubuana.ac.id

**Abstract** - Mekanisme scissor & elemen dasar struktur dapat digunakan untuk membuat banyak pemodelan struktur dan fungsi gerak. Mekanisme scissor lift dinilai lebih kuat dan aman dibandingkan mekanisme puli dan seling dari sisi pembebanan. Dari penelitian ini, diketahui terdapat kegagalan struktur rangka duduk cylinder sehingga menyebabkan terjadinya defleksi dan pada beam. Metode yang digunakan dalam penelitian ini menggunakan analisa statik untuk mengetahui nilai distribusi tegangan Von Mises Stress yang dialami design/pemodelan yang dilakukan sehingga didapatkan Faktor Keamanannya. Hasil dari penelitian ini didapat besaran faktor keamanan minimal sebesar 1,65 dengan besaran tegangan maksimum yang terjadi sebesar 151,8 N/mm<sup>2</sup> dan titik luluh bahan sebesar 250 N/mm<sup>2</sup>. Kesimpulan dari hasil penelitian menunjukkan bahwa material yang digunakan aman karena standart keamanan material untuk beban statis sebesar FoS > 1 dan secara desain material yang digunakan masih memenuhi faktor keamanan dan keselamatan.

**Kata kunci**: Scissor lift, analisa, statis, dukungan, cylinder hidrolik, solidworks

**Abstract** - The basic elements of the scissor mechanism & structure can be used to make a lot of modelling of structure and function of the motion. Scissor lift mechanism was considered more powerful and secure than pulley mechanisms of imposition. From this research, it is known that there is failure of the cylinder holder frame structure which causes the occurrence of deflection and on beam. The methods used in this study is static analysis to find out the distribution of Von Misses Stress on design/modelling until getting the Factor of Safety. The results of this research are obtained the quantities of the maximum factor of safety 1,65 with a maximum stress of the material 151,8 N/mm<sup>2</sup> and the yield point of the material is 250 N/mm<sup>2</sup>. The conclusions of the results show that the material used is safe because the standard factor of safety for static load above 1 and the material design used is still meet the safety factors.

**Keywords**: Scissor lift, analysis, static, support, hydraulic cylinder, solidworks

### 1. PENDAHULUAN

Mekanisme scissor & elemen dasar struktur dapat digunakan untuk membuat banyak pemodelan struktur dan fungsi gerak, dan dari beberapa penelitian pengaturan aktuator menjadi sangat penting untuk menentukan kekuatan struktur [1]. Jenis yang paling umum sering disebut Elevated Work Platform, (EWP) atau hydraulic platform (dikenal juga sebagai boom lift atau cherry picker) [2].

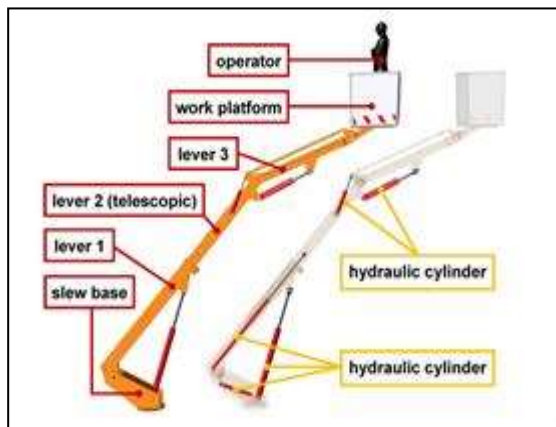


Gambar 1. Contoh hydraulic platform [2]

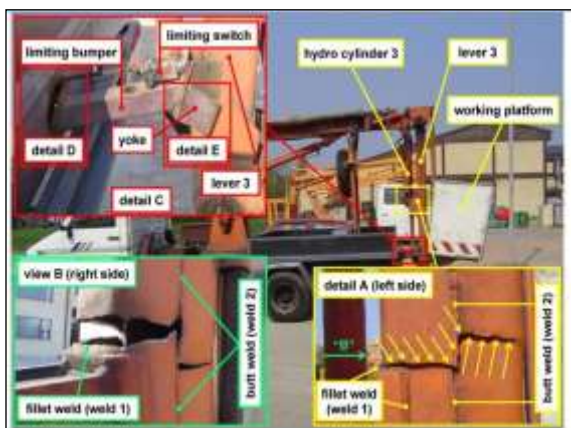
Dari penelitian sebelumnya perlu dibatasi kapasitas beban angkat yang sesuai dengan

strukturnya baik rangka maupun material, selain dari faktor beban juga menunjukkan adanya potensi kesalahan proses pengelasan saat proses manufaktur [3].

Berikut ini contoh, kegagalan pada rangka yang pernah diteliti sebelumnya [3]:



Gambar 2. Struktur MEWPs Hidrolik [3]

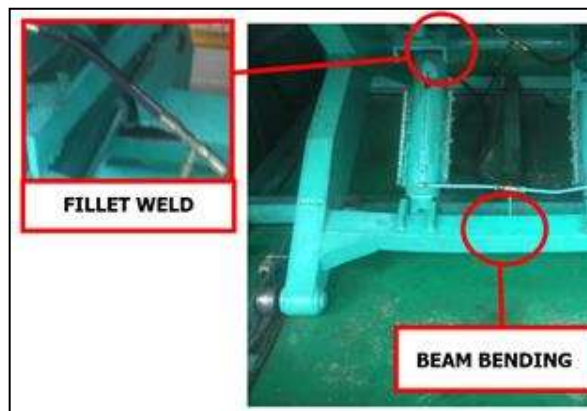


Gambar 3. Kegagalan dari Lever [3]

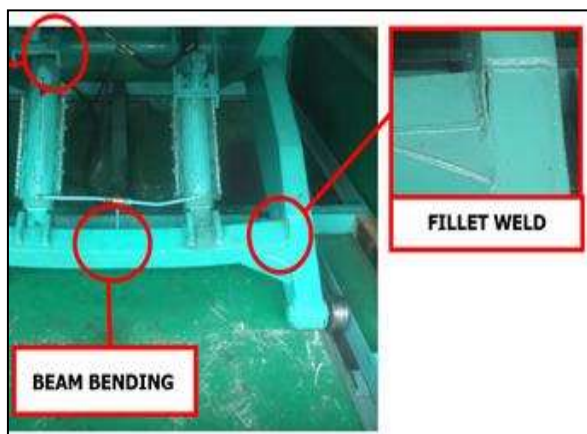
Tidak hanya pada rangka, dalam penelitian yang lain juga pernah dilakukan analisis di area pin dengan pembebanan scissor lift sebesar 2 ton dan diperoleh bahwa pemilihan jenis pin, pemilihan material, perhitungan dimensi pin sama pentingnya dengan perhitungan rangka, karena terjadi konsentrasi tegangan yang cukup besar di area pin [4]. Selain pemilihan material dari penelitian lain didapat bahwa kekuatan tarik sambungan las SMAW dipengaruhi oleh sudut saat melakukan pengelasan, jenis elektroda yang digunakan, dan penggunaan arus [5].

Ditempat penulis bekerja, pada waktu itu perusahaan membutuhkan peningkatan kapasitas angkut untuk delivery ke customer sehingga penulis mengusulkan penggunaan konsep scissor lift untuk proses tersebut, karena lebih aman daripada platform yang menggunakan seling dan puli untuk proses mengangkat barang. Proses design dan manufaktur dilakukan oleh supplier diluar.

Ketika scissor lift sudah selesai di assembling, dilakukanlah proses penjaminan bahwa lifter aman, dengan cara trial pembebanan, pada saat proses trial pembebanan terjadi kegagalan fungsi dari lifter, saat trial pembebanan dilakukan bertahap, dimulai dari beban angkat 1,4 ton sampai dengan terjadi kegagalan di beban angkat 5,4 ton, sebelum dilakukan perbaikan penulis lakukan dokumentasi untuk informasi hasil trial, seperti gambar dibawah ini :



Gambar 4. Kegagalan dukungan Cylinder Hidrolik kiri bawah pada trial pembebanan pertama



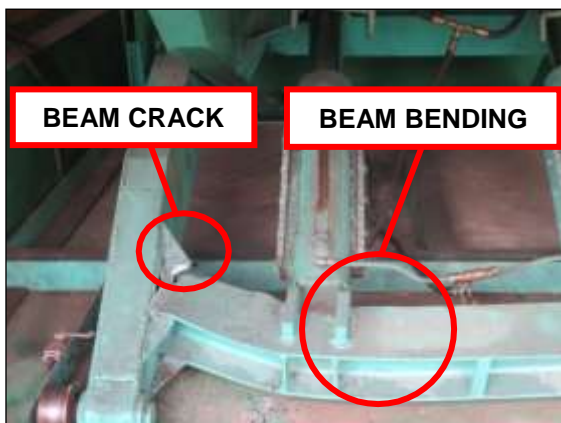
Gambar 5. Kegagalan dukungan Cylinder Hidrolik kanan bawah pada trial pembebanan pertama

Hasil penelitian yang lain juga menyatakan hidrolik scissor lift lebih simple dalam desain, sehingga dapat mengurangi kompleksitas sehingga waktu fabrikasi lebih cepat [6]. Selain itu hidrolik scissor lift mudah digunakan dan tidak memerlukan perawatan rutin dan juga bisa mengangkat beban yang lebih berat. Kendala utama perangkat ini adalah biaya awal yang tinggi, meskipun memiliki biaya operasi yang rendah. Sehingga dapat menghasilkan penghematan dari penggunaannya sehingga biaya investasi dapat kembali dalam waktu singkat [7].

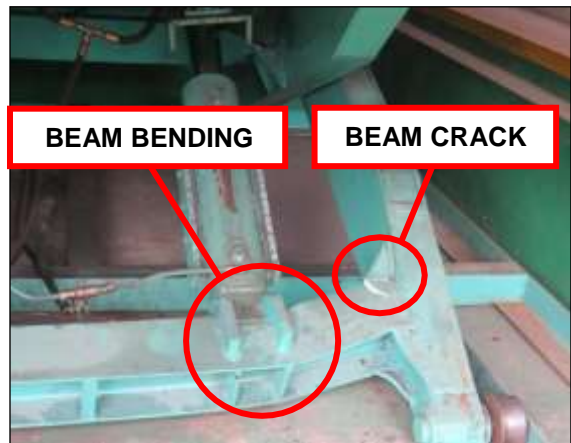
Telah digunakan perangkat lunak 3D CAD untuk pengembangannya[8] dan beberapa makalah lain menyajikan analisis kinematik dan

dinamis dari mekanisme planar bisa dianalisa menggunakan perangkat lunak SolidWorks [9]. Beberapa penelitian yang sudah pernah dilakukan dalam pembahasan terkait analisa defleksi dan tegangan dengan software mendapatkan bahwa perhitungan manual dan software memberikan hasil yang tidak jauh berbeda [10]. Penggunaan program SolidWokrs juga pernah digunakan untuk penelitian lain yang mensimulasi scissor lift dengan pembebanan sebesar 500 kg dan didapatkan safety faktor sebesar 6,2 pada pin saat proses simulasi menggunakan SolidWorks [11].

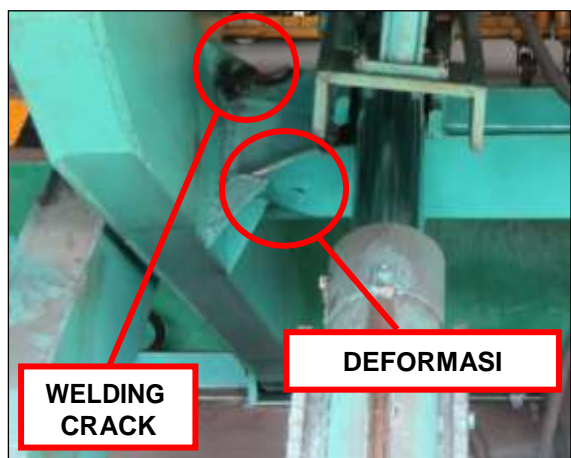
Selain adanya manfaat dan problem, dalam penelitian ini melakukan berbagai kemungkinan yang akan terjadi akibat adanya beban statis dengan pembebanan scissor sebesar 6 ton. Adapun perhitungan menggunakan software Solidworks digunakan untuk membantu penelitian ini. Penelitian ini hanya berfokus pada dudukan cylinder hidrolis yang menunjukkan masalah yang penting untuk diteliti, berdasarkan problem yang terjadi berulang dilapangan seperti dimana sebelumnya ditunjukkan pada Gambar 4, Gambar 5 lalu kejadian terjadi kembali yang ditunjukkan pada Gambar 6, Gambar 7, Gambar 8 & Gambar 9. Dari beberapa penelitian yang sebelumnya yang penulis ketahui belum / tidak pernah dilakukan penelitian detail pada terkait bagian ini.



Gambar 6. Kegagalan dudukan cylinder hidrolis kiri bawah pada trial pembebanan kedua



Gambar 7. Kegagalan dudukan cylinder hidrolis kanan bawah pada trial pembebanan kedua



Gambar 8. Kegagalan dudukan cylinder hidrolis kiri atas pada trial pembebanan kedua



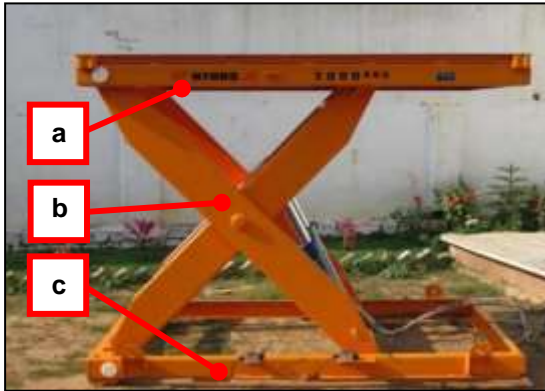
Gambar 9. Kegagalan dudukan cylinder hidrolis kanan atas pada trial pembebanan kedua

## 2. METODE

### 2.1 Konsep Desain

Model scissor lift yang kami pilih untuk pemodelan adalah model scissor lift dengan 2 aktuator cylinder hidrolis, dan dua persilangan

scissor rangka, contoh konsep desain seperti gambar dibawah ini:



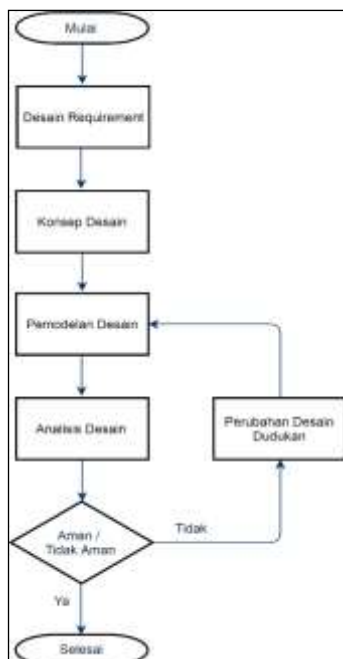
Gambar 10. Gambaran umum dari lifter [12]

Spesifikasi rangka desain yang akan dibuat, berdasarkan poin diatas sebagai berikut :

- a. Platform Atas Scissor Lift  
Dimensi : Panjang x Lebar x Tinggi  
Dimensi : 4000 x 1860 x 80 mm
- b. Lengan Scissor Lift  
Dimensi : Panjang x Lebar x Tinggi  
Dimensi : 3200 x 200 x 100 mm
- c. Platform Bawah Scissor Lift  
Dimensi : Panjang x Lebar x Tinggi  
Dimensi : 4000 x 1860 x 80 mm

Analisa pembebanan terhadap scissor lift dengan memberikan beban ke platform/meja scissor lift sebesar 6 ton. Serta jenis material yang digunakan adalah baja konstruksi ASTM A36 dengan yield strength minimum sebesar 250 N/mm<sup>2</sup>.

## 2.2 Metodologi Penelitian



Gambar 11. Metodologi Penelitian

Metode analitis untuk mengetahui kekuatan statis pada rangka scissor lift dilakukan dengan simulasi model sambungan menggunakan software Solidworks 2016, langkah-langkah simulasi yang dilakukan dapat dijelaskan sebagai berikut [13]:

1. Pembuatan model
2. Start New Static Study
3. Pemilihan Material
4. Penempatan tumpuan
5. Penempatan beban
6. Pendefinisian kontak komponen
7. Pembuatan meshing pada model
8. Menjalankan solvers
9. Interpretasi dan Analisa hasil FEM

## 2.3 Baja

Baja merupakan logam yang utama digunakan pada industri. Baja terdiri dari 2 campuran utama yakni antara besi (Fe) dan Karbon (C). Baja mempunyai sifat ulet, keras, tangguh, dan mudah untuk proses permesinan [14].

Baja sering digunakan dalam berbagai industri baik industri manufaktur, pengolahan, pertambangan, hingga industri rumah tangga. Hampir di setiap sendi-sendi kehidupan tidak terlepas dari logam baja ini. Baja merupakan paduan besi (Fe) dan Karbon (C), dengan kandungan karbon tidak lebih dari 2,1%.

Banyak manfaat dari pada logam baja ini yakni sebagai berikut <sup>1</sup>:

- a. Tangguh dan ulet
- b. Mudah diproses dan ditempa
- c. Sifatnya dapat diubah dengan perubahan kandungan karbon dan proses perlakuan panas
- d. Banyak dipakai untuk peralatan industry dan dalam kehidupan sehari-hari

## 2.4 Baja Struktural

Kandungan karbon 0,25% sampai dengan 0,30%. Termasuk disini baja konstruksi yang memiliki yield strength minimum sebesar 250 N/mm<sup>2</sup>. Sering digunakan untuk konstruksi bangunan [14].

### 2.5 Gaya Angkat

Gaya angkat tergantung pada massa dan kemiringan sudut dari massa diangkat. Persamaannya sebagai berikut [15]:

$$F_L = m \times g \times \sin \alpha \tag{1}$$

- m = massa [kg]
- $\alpha$  = kemiringan sudut
- g = gaya gravitasi [ $m/s^2$ ]

### 2.6 Tegangan dan Regangan

Gaya luar komponen akibat beban kerja akan ditahan oleh gaya dari dalam komponen dengan besarnya sama dengan besaran yang sama tetapi arahnya berlawanan. Gaya dalam pada penampang komponen setiap satuan luas disebut tegangan disimbolkan dengan huruf Yunani sigma ( $\sigma$ ) [16].

Menurut Popov (1984), pada umumnya tegangan adalah gaya dalam yang bekerja pada luasan yang kecil tak hingga pada sebuah potongan dan terdiri dari bermacam-macam besaran dan arah. Gaya-gaya dalam ini merupakan vector dalam alam dan bertahan dalam keseimbangan terhadap gaya-gaya luar terpakai. Pada umumnya intensitas gaya yang bekerja pada luas yang kecil tak berhingga suatu potongan berubah - ubah dari suatu titik ke titik lain, umumnya intensitas gaya ini berarah miring pada bidang potongan. Dalam praktek keteknikan biasanya intensitas gaya diuraikan menjadi tegak lurus dan sejajar dengan irisan yang sedang diselidiki. Intensitas gaya yang tegak lurus atau normal terhadap irisan disebut tegangan normal (normal stress) pada sebuah titik. Suatu tegangan tertentu yang dianggap benar-benar bertitik tangkap pada sebuah titik [17].  
 Persamaan dasar tegangan sebagai berikut [14]:

$$\sigma = \frac{P}{A} \tag{2}$$

- $\sigma$  = gaya per satuan luas [ $N/m^2$ ]
- P = beban [N]
- A = luas penampang [ $m^2$ ]

Regangan digunakan untuk mempelajari deformasi yang terjadi pada suatu benda. Untuk memperoleh regangan, maka dilakukan dengan membagi perpanjangan ( $\delta$ ) dengan panjang (L) yang telah diukur, dengan demikian diperoleh [14]:

$$\epsilon = \frac{\delta}{L}$$

$$\epsilon \tag{3}$$

- $\epsilon$  = regangan
- $\delta$  = perubahan bentuk aksial total [mm]
- L = panjang batang [mm]

### 2.7 Momen

Gaya yang bekerja pada benda akan menimbulkan suatu efek gerakan. Besar dan arah efek yang ditimbulkan oleh gaya pada suatu benda bergantung pada letak garis kerja gaya tersebut.

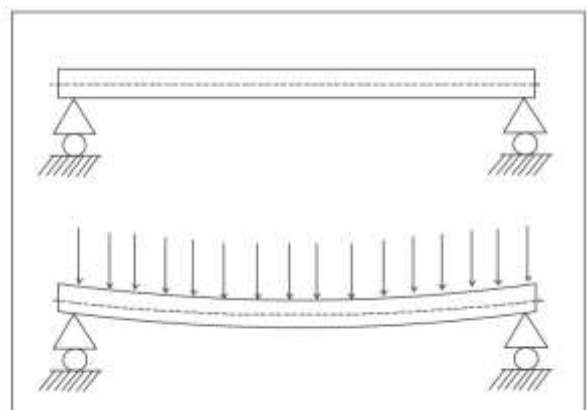
Momen gaya sering disebut dengan momen putar dengan diberi lambang M. Jika dirumuskan adalah sebagai berikut [14]:

$$M = F \cdot x \tag{4}$$

- M = Momen gaya yang bekerja [Nm]
- F = Gaya yang bekerja [N]
- X = Panjang lengan [m]

### 2.8 Defleksi/Lendutan

Defleksi adalah perubahan bentuk pada balok dalam arah y akibat adanya pembebanan vertical yang diberikan pada balok atau batang. Defleksi diukur dari permukaan netral awal ke posisi netral setelah terjadi deformasi seperti Gambar 4 sebagai berikut [14]:



Gambar 12. Deformasi pada Balok [14]

Untuk setiap batang yang ditumpu akan melendut apabila diberikan beban yang cukup besar. Lendutan batang sangat penting dalam konstruksi terutama konstruksi mesin, sehingga pada bagian-bagian tertentu seperti poros, lendutan sangat tidak diinginkan karena adanya lendutan maka kerja poros atau operasi mesin akan tidak normal sehingga dapat menimbulkan kerusakan pada bagian mesin atau pada bagian lainnya .

Dengan hukum Hooke's, tegangan adalah sebanding dengan regangan. Kesebandingan tegangan terhadap regangan dinyatakan sebagai perbandingan tegangan satuan

terhadap regangan satuan. Modulus elastitas merupakan perbandingan unsur tegangan normal dan regangan normal. Adapun persamaan dinyatakan sebagai berikut [14]:

$$E = \frac{\sigma}{\epsilon} \tag{5}$$

E = modulus elastisitas bahan [N/m<sup>2</sup>]  
 σ = tegangan normal [N/m<sup>2</sup>]  
 ε = regangan normal

**2.9 Teori Von Misses**

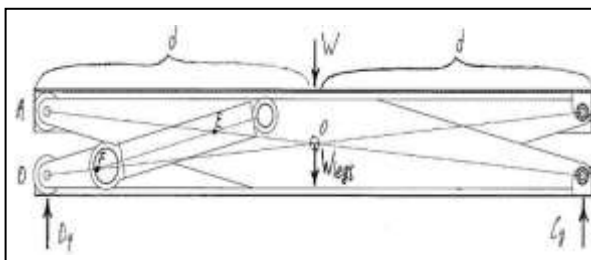
Teori kegagalan material ini dikemukakan oleh Von Misses tahun 1913 yang menyatakan bahwa akan terjadi luluh pada benda jika tegangan yang diterima benda tersebut melampaui kekuatan luluh benda tersebut. Teori Von Misses ini sering digunakan untuk memprediksi faktor keamanan dari suatu material pada benda. Adapun rumus yang digunakan untuk mengetahui faktor keamanan adalah sebagai berikut [17]:

$$\eta = \frac{\sigma_u}{\sigma_m} \tag{6}$$

η = factor keamanan  
 = Tegangan luluh material (N/m<sup>2</sup>)  
 = Tegangan von misses maksimum (N/m<sup>2</sup>)

**2.10 Gaya Pada Cylinder Hidrolik**

Penting sekali untuk memahami perilaku struktur, Dalam hal ini, menggunakan gambar yang disederhanakan untuk mengetahui gaya pada penggerak utama. Berikut adalah diagram benda bebas pada Gambar 13 [12].



Gambar 13. DBB untuk posisi awal [18]

Seperti yang dapat dilihat pada Gambar 13, A dan D adalah penopang rol dan B dan C adalah penopang pin, titik O juga merupakan pin joint antara dua kaki lift. Gaya W merupakan beban, disepanjang "d" berat seharusnya berada di tengah. Ketika gaya yang bekerja di tengah dan terbagi, di atas meja, itu distribusikan merata atau sama pada support A dan B. The "Wlegs" adalah beban yang

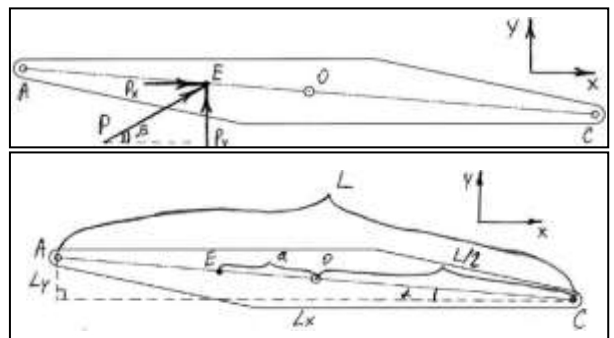
disebabkan oleh berat kaki, posisi di tengah lengan seperti ditunjukkan pada gambar 13. Dan total gaya yang bekerja aksi reaksi harus sama, yang berarti bahwa apa pun yang terjadi di dalam sistem, jumlah reaksi Dy dan Cy akan sama dengan berat. Maka reaksi vertikal D dan C adalah setengah dari berat beban utama ditambah berat kaki [12].

$$C_y = D_y = \frac{W + W_{legs}}{2} \tag{7}$$

EF dari Gambar 13. adalah silinder hidrolik dan di sini ia bertindak seperti rangka. Dimana terjadi gaya kompresi, yang berarti silinder bertindak dengan kekuatan tertentu ke titik E dan F. Pada Gambar 9.2 dapat dilihat bagaimana gaya "P" bekerja menjadi komponen Y dan X sesuai dengan sumbu. Penyelesaiannya sebagai hasil seperti berikut ini [12]:

$$\sin \beta = \frac{P_y}{P} \Rightarrow P_y = P \sin \beta$$

$$\cos \beta = \frac{P_x}{P} \Rightarrow P_x = P \cos \beta \tag{8}$$



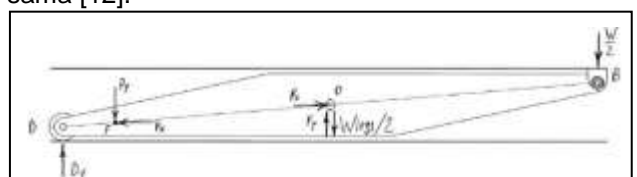
Gambar 14. DBB dan Proyeksi Rangka Kaki AC [12]

Hasil analogi dapat digunakan untuk memproyeksikan CE, yang dimensinya adalah "(L / 2 + a)" seperti yang ditunjukkan pada Gambar 14 [12].

$$\cos \alpha = \frac{Lx}{L} \Rightarrow Lx = L \cos \alpha$$

$$\sin \alpha = \frac{Ly}{L} \Rightarrow Ly = L \sin \alpha \tag{9}$$

hasil yang identik pada DB karena dimensinya sama [12].



Gambar 15. DBB Rangka Kaki DB

$$\sum F_{ox} = 0 \Rightarrow P_x - F_x = 0 \Rightarrow P_x = F_x$$

$$F_x = P \cos \beta$$

$$\sum F_{oy} = 0 \Rightarrow -\frac{w}{2} + P_y - F_y - \frac{w_{legs}}{2} + C_y = 0$$

$$\Rightarrow -\frac{w}{2} + P_y - F_y - \frac{w_{legs}}{2} + \frac{w+w_{legs}}{2} =$$

$$0 \Rightarrow P_y = F_y$$

$$F_y = P \sin \beta \tag{10}$$

Berputar di sekitar titik C, CCW adalah arah positif [12]:

$$\sum M_C = 0 \Rightarrow$$

$$\frac{w_{legs}}{2} \cdot \frac{L}{2} \cos \alpha + \frac{w}{2} L \cos \alpha - P \sin \beta \left( \frac{L}{2} + a \right)$$

$$\cos \alpha + F_y \frac{L}{2} \cos \alpha - P \cos \beta \left( \frac{L}{2} + a \right) \sin \alpha$$

$$+ F_x \frac{L}{2} \sin \alpha = 0$$

$$\frac{w_{legs}}{2} \cdot \frac{L}{2} \cos \alpha + \frac{w}{2} L \cos \alpha - P \sin \beta \left( \frac{L}{2} + a \right)$$

$$\cos \alpha + P \sin \beta \frac{L}{2} \cos \alpha - P \cos \beta \left( \frac{L}{2} + a \right) \sin \alpha$$

$$+ P \cos \beta \frac{L}{2} \sin \alpha = 0$$

$$\frac{w_{legs}}{2} \cdot \frac{L}{2} \cos \alpha + \frac{w}{2} L \cos \alpha + P \left( -\sin \beta \left( \frac{L}{2} + a \right) \right)$$

$$\cos \alpha + \sin \beta \frac{L}{2} \cos \alpha - \cos \beta \left( \frac{L}{2} + a \right) \sin \alpha$$

$$+ \cos \beta \frac{L}{2} \sin \alpha = 0$$

$$\cos \alpha + \sin \beta \frac{L}{2} \cos \alpha - \cos \beta \left( \frac{L}{2} + a \right) \sin \alpha - \left( \frac{L}{2} \right)$$

$$+ \cos \beta \frac{L}{2} \sin \alpha = 0$$

$$\frac{w_{legs}}{2} \cdot \frac{L}{2} \cos \alpha + \frac{w}{2} L \cos \alpha + P \left( -a(\sin \beta \right)$$

$$\cos \alpha + \cos \beta \sin \alpha) = 0 \tag{11}$$

Aturan dari geometri [12]:

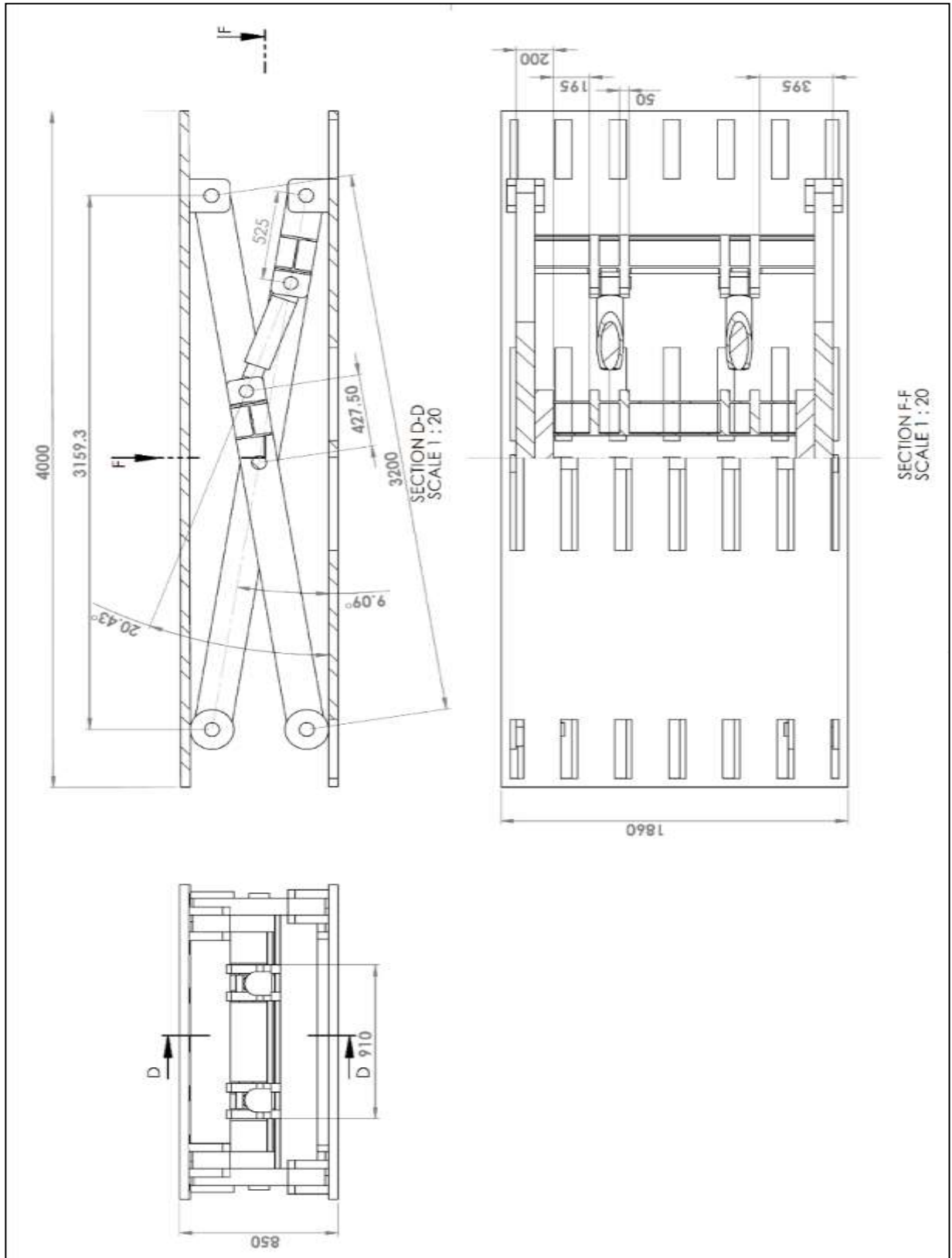
$$\sin \beta \cos \alpha + \cos \beta \sin \alpha = \sin(\alpha + \beta)$$

$$P = \frac{L \cos \alpha \left( \frac{w}{2} + \frac{w_{legs}}{4} \right)}{a \cdot \sin(\alpha + \beta)}$$

$$\tag{12}$$

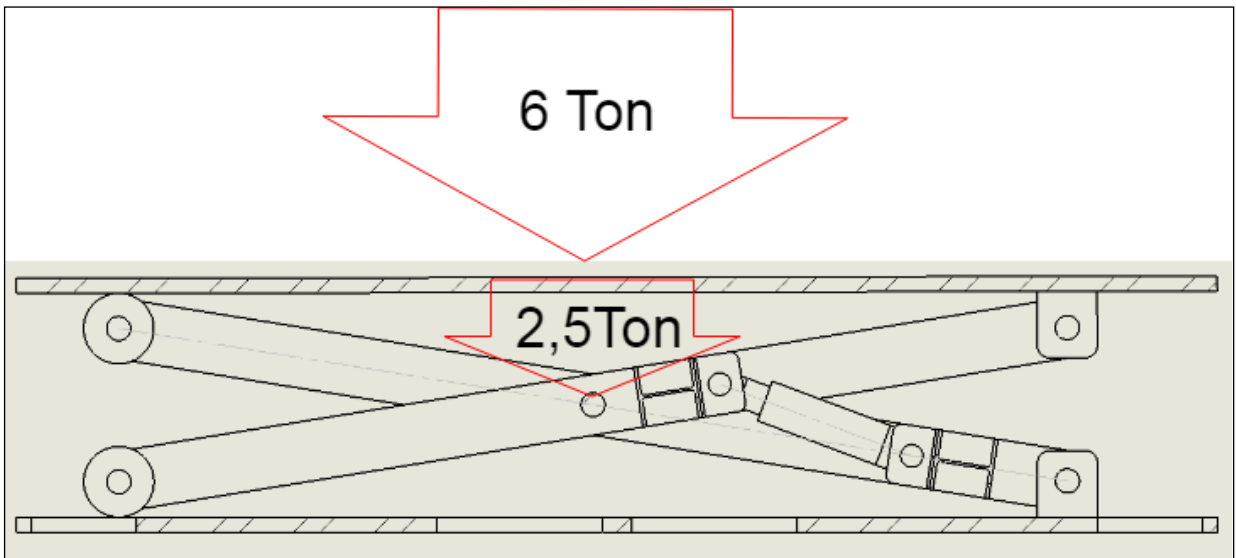
### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 3.1 Hasil Analisa Perhitungan secara Teori

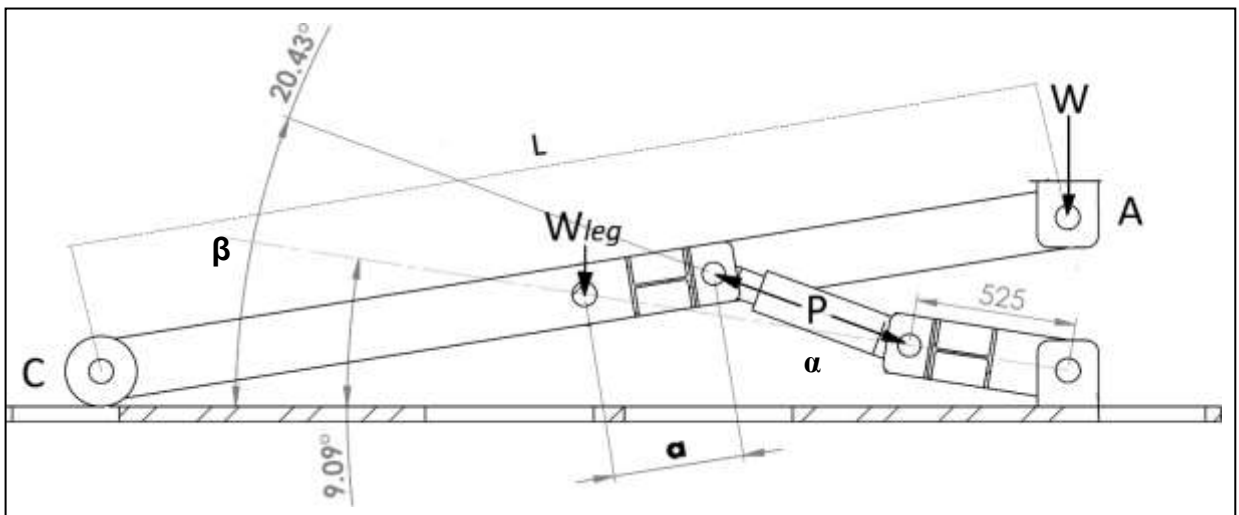


Gambar 16. Drawing Scissor Lift





Gambar 17. Simulasi Beban Scissor Lift



Gambar 18. Drawing Lengan 1

Berikut perhitungan untuk analisa kekuatan dudukan cylinder hidrolis, dari Gambar 16 & Gambar 17 serta Gambar 18. Tahap 1 dilakukan perhitungan untuk mengetahui berapa gaya yang terdistribusi dari meja ke lengan scissor.

Spesifikasi dalam perhitungan teknik sebagai berikut :

Diketahui :

- L = 3200 mm => 3.2 m
- a = 427.5 mm => 0.4275 m
- W = 6000 kg => 58,839.9 N
- W<sub>leg</sub> = 2500 kg => 24,516.6 N
- α = 20.4 °
- β = 9.09 °

Ditanya : P = ?

Jawab :

$$P = \frac{L \cos \alpha \left( \frac{W}{2} + \frac{W_{legs}}{4} \right)}{a \cdot \sin(\alpha + \beta)}$$

$$P = \text{_____}$$

$$P = \text{_____}$$

$$P = \underline{=122,304.8 \text{ N}}$$

Dari hasil perhitungan diatas untuk gaya yang terjadi dititik P untuk lengan 1 dan 2 sebesar 122,304.8 N.

Untuk tahap berikutnya penghitungan tegangan *bending* maksimum yang terjadi, gambaran seperti pada Gambar 19, pencarian tegangan *bending* yang terjadi dilakukan sebagai berikut :

Diketahui :

- M = 122,304.8 / 2 = 61,152.4 N
- y = 1105 mm
- I = 50 X 10<sup>6</sup> mm<sup>4</sup>

Ditanya :  $\sigma_{\text{terjadi}} = ?$

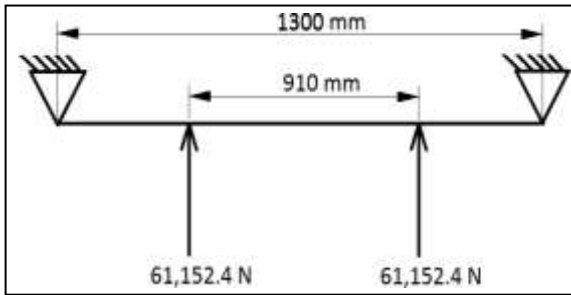
Jawab :

$\sigma_{\text{terjadi}} = \underline{\hspace{2cm}}$

$\sigma_{\text{terjadi}} = \underline{\hspace{10cm}}$

$\sigma_{\text{terjadi}} = \underline{\hspace{2cm}}$

$\sigma_{\text{terjadi}} = 135,1 \text{ N/mm}^2$



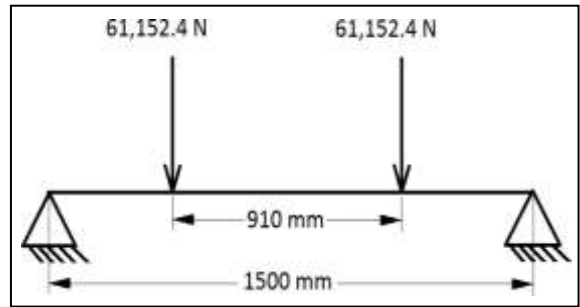
Gambar 19. Dudukan Bagian Atas Cylinder Hidrolik

Proses menghitung tegangan ijin di dapat dengan cara mengetahui tegangan luluh bahan dibandingkan dengan desain FoS. Dari data material properties software Solidworks yaitu menggunakan tegangan luluh material sebesar  $250 \text{ N/mm}^2$ , Jika desain safety faktor ( FoS = 20) maka tegangan tekan ijin menjadi :

$\sigma_{\text{Bending ijin}} = \underline{\hspace{2cm}}$

$\sigma_{\text{Bending ijin}} = 166,6 \text{ N/mm}^2$

Dari hasil perhitungan menunjukkan bahwa tegangan *bending* ijin lebih besar dibandingkan tegangan *bending* yang terjadi, sehingga bahan yang digunakan dapat dinyatakan aman.



Gambar 20. Dudukan Bagian Bawah Cylinder Hidrolik

Untuk tahap berikutnya penghitungan tegangan *bending* maksimum yang terjadi, gambaran seperti pada Gambar 20, pencarian tegangan *bending* yang terjadi dilakukan sebagai berikut :

Diketahui :

$M = 122,304.8 / 2 = 61,152.4 \text{ N}$

$y = 1205 \text{ mm}$

$I = 50 \times 10^6 \text{ mm}^4$

Ditanya :  $\sigma_{\text{terjadi}} = ?$

Jawab :

$\sigma_{\text{terjadi}} = \underline{\hspace{2cm}}$

$\sigma_{\text{terjadi}} = \underline{\hspace{10cm}}$

$\sigma_{\text{terjadi}} = \underline{\hspace{2cm}}$

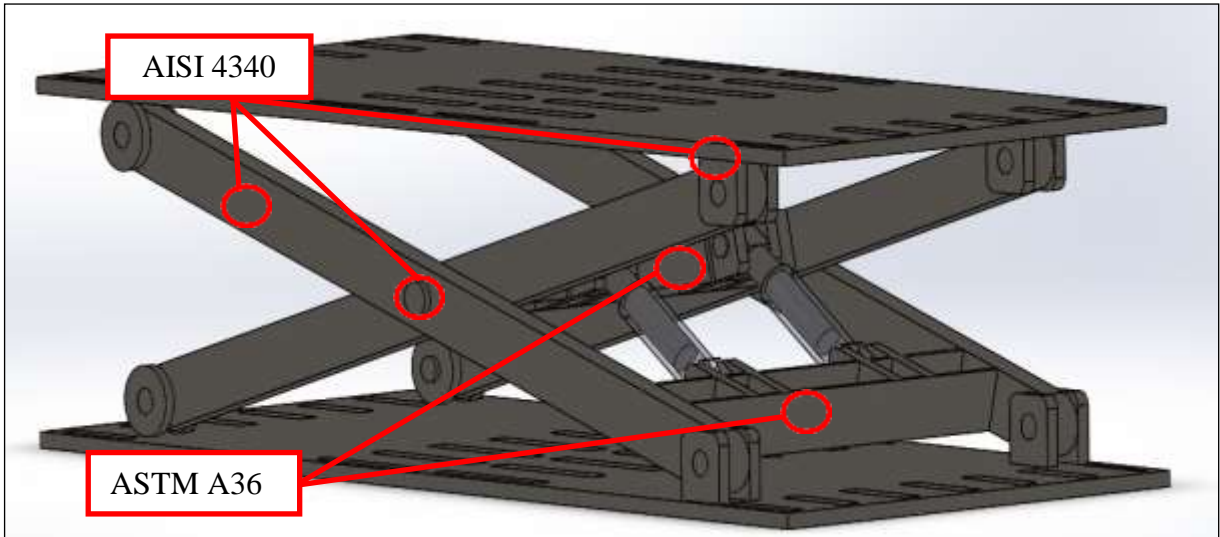
$\sigma_{\text{terjadi}} = 147.4 \text{ N/mm}^2$

Dari hasil perhitungan menunjukkan bahwa tegangan *bending* ijin lebih besar dibandingkan tegangan *bending* yang terjadi, sehingga bahan yang digunakan dapat dinyatakan aman.

### 3.2 Pembahasan Analisa Statik dengan Software

Untuk mendapatkan menentukan desain material yang sesuai, harus diketahui kekuatan material bahan yang ada dipasar, untuk baja WF mempunyai kekuatan tegangan luluh sebesar  $250 \text{ N/mm}^2$ . Sehingga untuk pembuatan simulasi tegangan dipilihlah material ASTM A36.

Dari gambaran konsep desain yang ingin dicapai, didapatlah konsep hasil perancangan scissor lift seperti pada Gambar 21 sebagai berikut :



Gambar 21. Material Scissor Lift

Untuk material selain rangka dudukan hidrolik menggunakan material baja AISI 4340, dengan Material Properties sesuai aplikasi solidworks 2016 ditunjukkan dalam tabel 1. sebagai berikut :

Tabel 1. AISI 4340 Solidworks 2016

Property	Nilai	Satuan
Elasticity Modulus	205,000	N/mm <sup>2</sup>
Poisson's Ration	0.285	N/A
Shear Modulus	80,000	N/mm <sup>2</sup>
Mass Density	7,850	kg/mm <sup>3</sup>
Tensile Strength	745	N/mm <sup>2</sup>
Compressive Strength		N/mm <sup>2</sup>
Yield Strength	470	N/mm <sup>2</sup>
Thermal Expansion Coefficient	0.0000123	/K
Thermal Conductivity	45	W/(m.K)

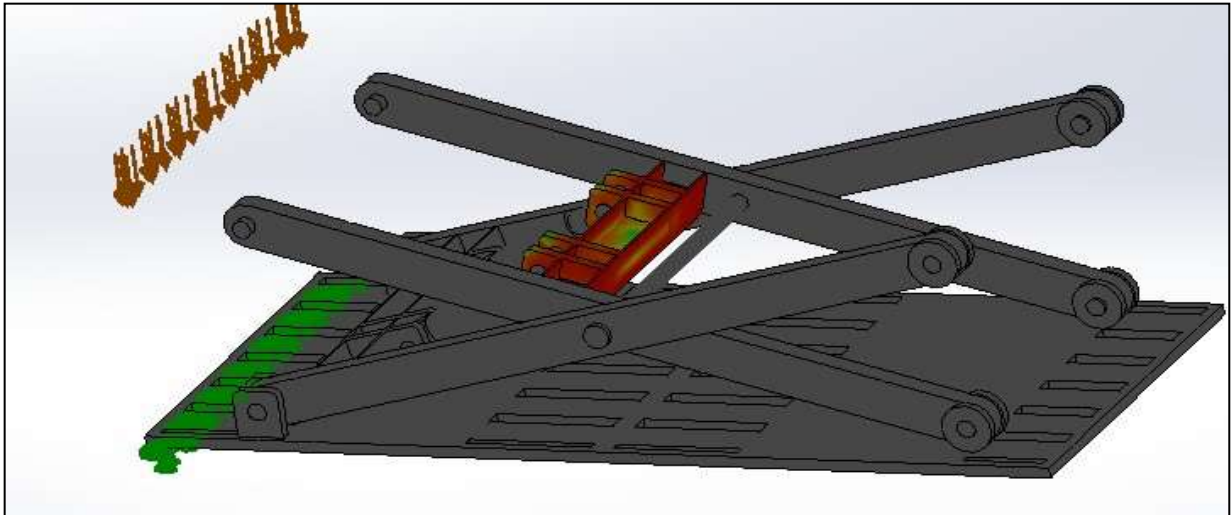
Sedangkan untuk material rangka dudukan hidrolik menggunakan material baja struktural sehingga yang mendekati material dalam solidworks ialah ASTM A36. Detail ditunjukkan pada tabel 2 :

Tabel 2. ASTM A36 Solidworks 2016

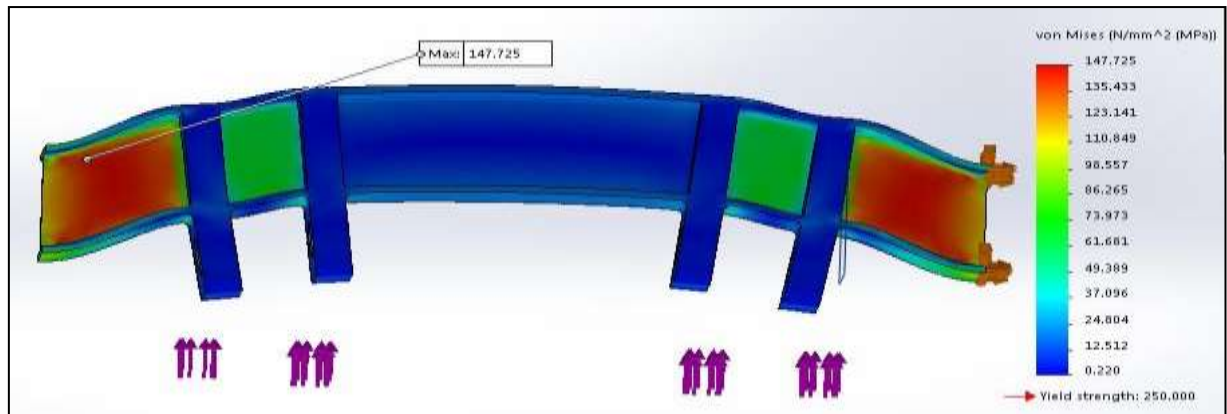
Property	Nilai	Satuan
Elasticity Modulus	200,000	N/mm <sup>2</sup>
Poisson's Ration	0.26	N/A
Shear Modulus	79,300	kg/mm <sup>3</sup>
Mass Density	7,850	kg/mm <sup>3</sup>
Tensile Strength	400	N/mm <sup>2</sup>
Compressive Strength		N/mm <sup>2</sup>
Yield Strength	250	N/mm <sup>2</sup>
Thermal Expansion Coefficient		/K
Thermal Conductivity		W/(m.K)

### 3.3 Hasil Analisa Perhitungan Analisa Statik dengan Software

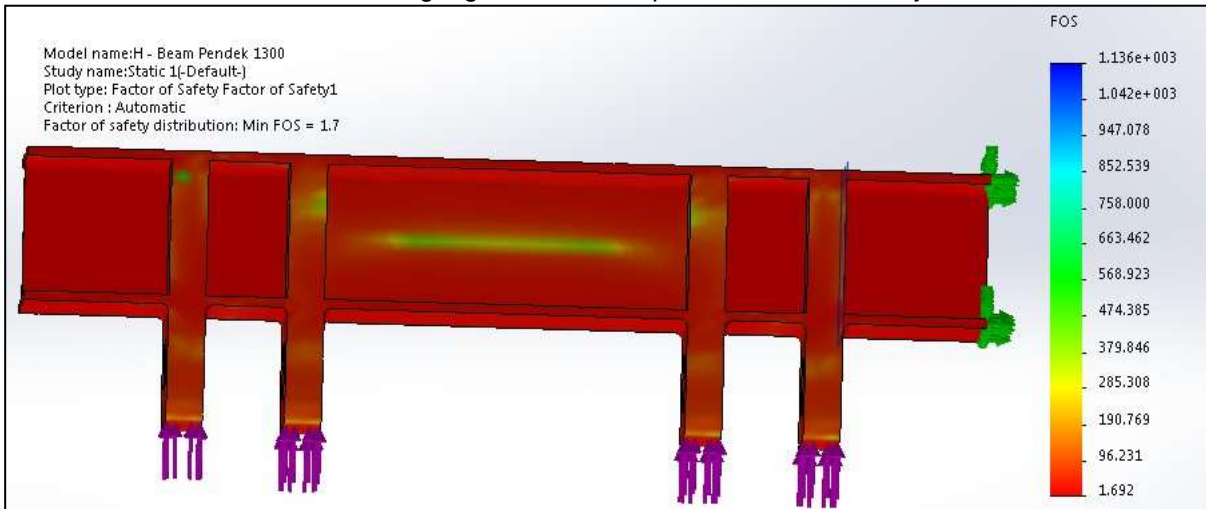
Hasil yang didapat dalam penelitian dengan menggunakan bantuan FEM dengan objek yang dianalisa dudukan cylinder hidrolik adalah sebagai berikut :



Gambar 22. Analisa FEM Dudukan Atas Cylinder



Gambar 23. Tegangan Maksimum pada Dudukan Atas Cylinder

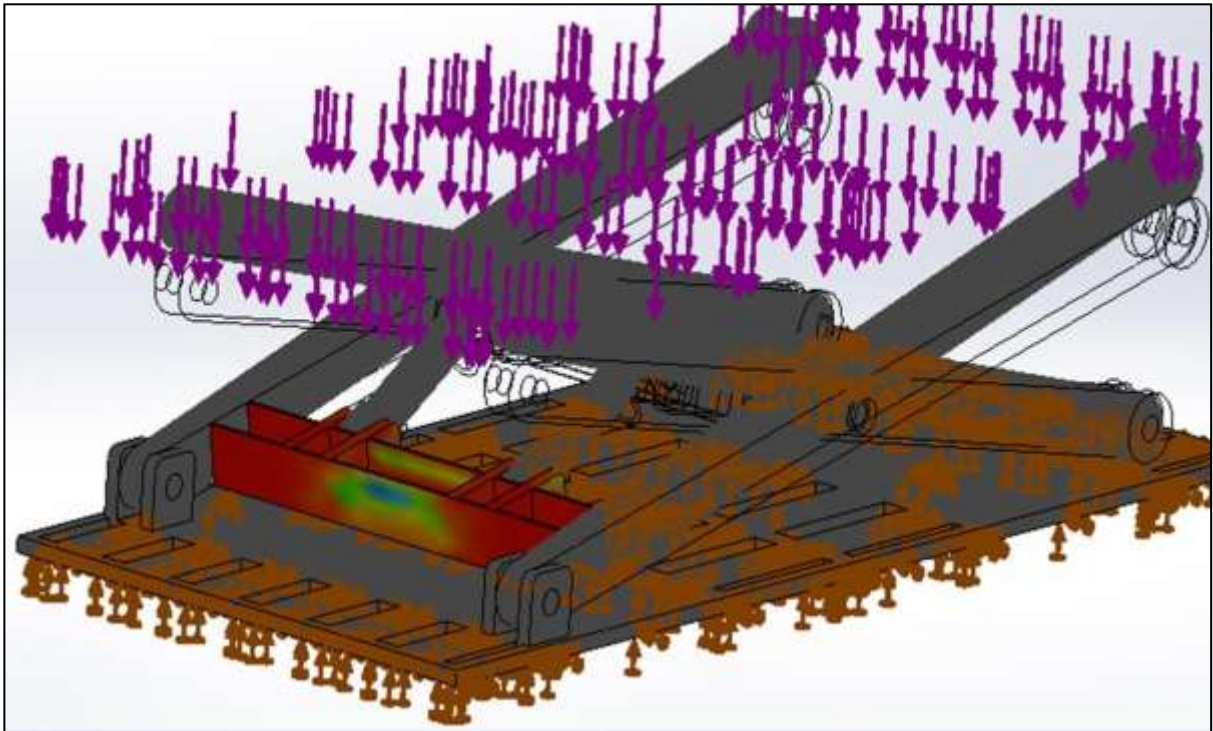


Gambar 24. Tegangan Maksimum Dudukan Rangka Atas Cylinder

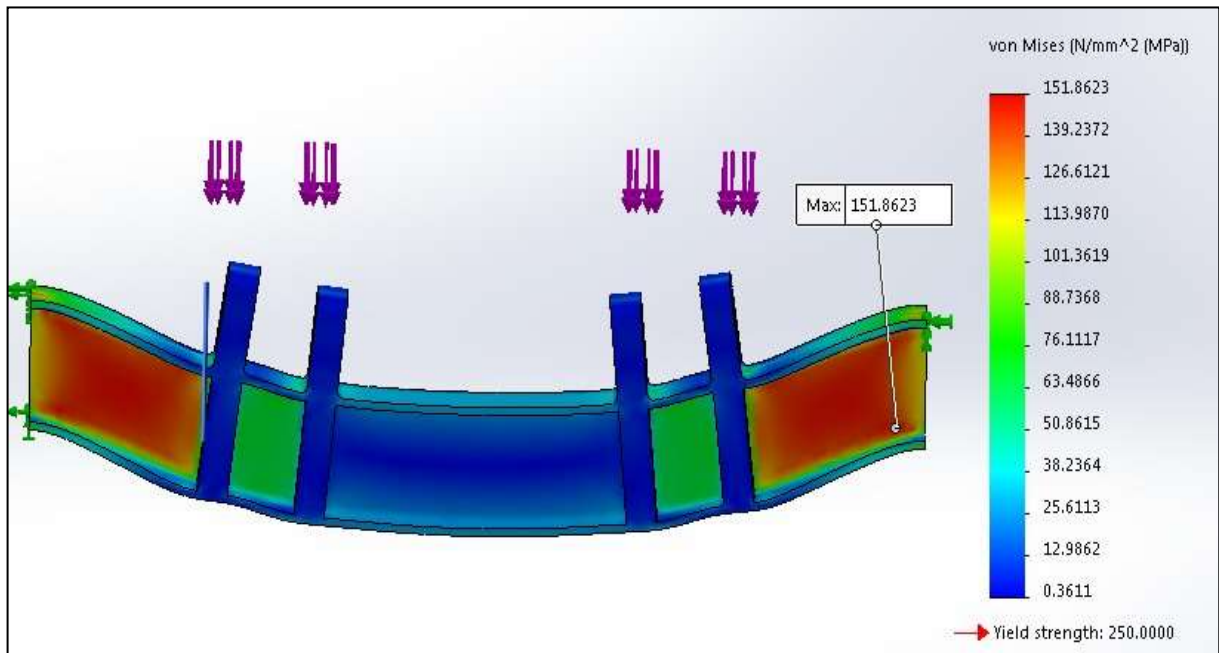
Dari hasil simulasi analisa tegangan didapatkan hasil tegangan bending yang terjadi pada titik pada Gambar 23 dan didapatkan nilai tegangan sebesar 147.7 N/mm<sup>2</sup>.

Untuk nilai factor keamanan minimum yang terjadi pada dudukan rangka posisi cylinder bawah ditunjukkan pada Gambar 24 dan didapatkan nilai yaitu sebesar FoS = 1,7.

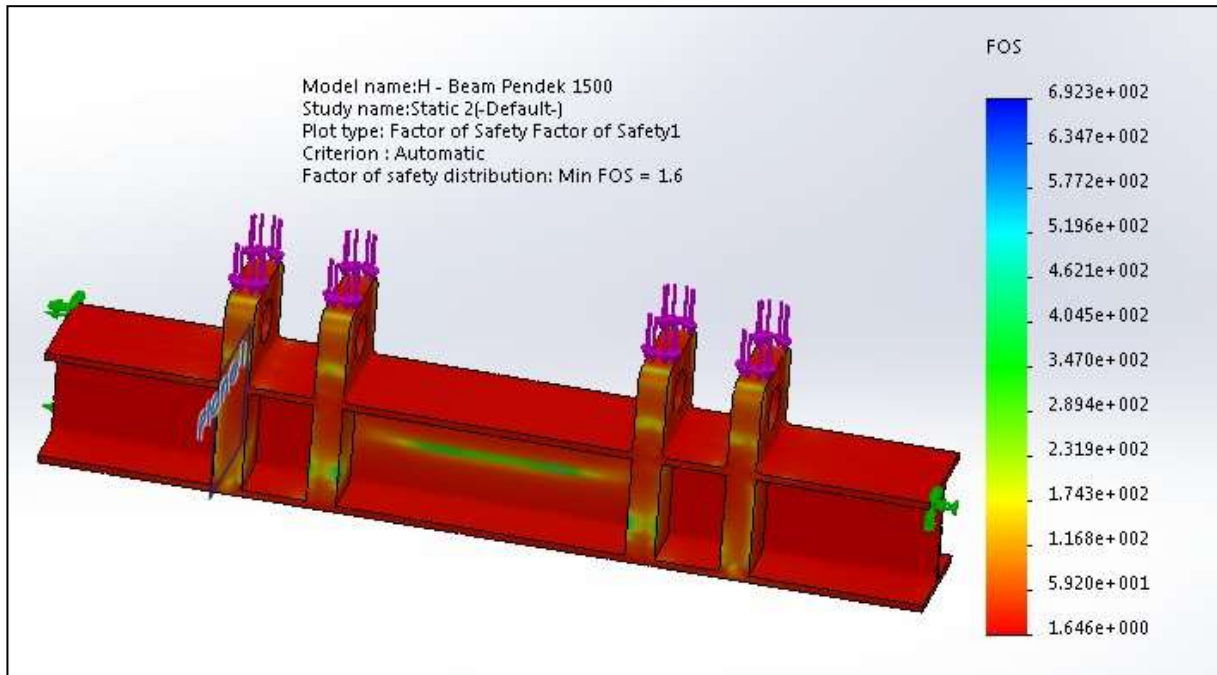
Kemudian kita lakukan analisa untuk rangka bawah dudukan cylinder hidrolik seperti ditunjukkan pada Gambar 25 :



Gambar 25. Analisa FEM Dudukan Bawah Cylinder



Gambar 26. Tegangan Maksimum pada Dudukan Bawah Cylinder



Gambar 27. Tegangan Maksimum Dudukan Rangka Bawah Cylinder

Dari hasil simulasi analisa tegangan didapatkan hasil tegangan bending yang terjadi yang ditunjukkan pada titik pada Gambar 24 dan didapatkan nilai tegangan maksimum sebesar 151,8 N/mm<sup>2</sup>.

Untuk nilai factor keamanan minimum yang terjadi pada dudukan cylinder bawah ditunjukkan pada Gambar 25 dan didapatkan nilai yaitu sebesar FoS = 1,7.

Tabel 3. Tabel Hasil Perhitungan

NO	Item	$\sigma$ bending	$\sigma$ luluh	FoS
		(N/mm <sup>2</sup> )	(N/mm <sup>2</sup> )	bending
1	Perhitungan secara Teori			
	a. Dudukan Cylinder Atas	135.1	250	1.85
	b. Dudukan Cylinder Bawah	147.4	250	1.70
2	Perhitungan dengan Software			
	a. Dudukan Cylinder Atas	147.7	250	1.70
	b. Dudukan Cylinder Bawah	151.8	250	1.65

#### 4. KESIMPULAN

Berdasarkan analisa yang telah dilakukan dengan simulasi FEM dan secara teori menghasilkan kesimpulan, bahwasannya pada penggunaan material H-Beam dengan dimensi 200 x 200 mm dan berat beban yang diangkat sebesar 6 Ton, serta dengan nilai tegangan luluh sebesar 250 N/mm<sup>2</sup> pada rangka dudukan cylinder hidrolik. Maka secara perhitungan menggunakan teori menghasilkan tegangan bending maksimum sebesar 147,4 N/mm<sup>2</sup> dan

faktor keamanan minimum sebesar 1,7 yang terjadi pada dudukan cylinder bawah.

Untuk dudukan cylinder, secara simulasi software menghasilkan tegangan bending maksimum sebesar 151,8 N/mm<sup>2</sup> dan nilai faktor keamanan sebesar 1,65.

Sehingga dapat disimpulkan bahwa, nilai tegangan dari dua macam perhitungan yang terjadi masih dibawah tegangan yang diizinkan, struktur rangka dudukan cylinder dapat

dinyatakan telah memenuhi factor keselamatan dikarenakan nilai FoS > 1.

## 5. SARAN

Diharapkan ada penelitian lebih lanjut terkait analisa scissor lift ini. Banyak sekali faktor yang mengakibatkan kegagalan rangka selain faktor material. Dan faktor diatas belum memperhatikan kekuatan sambungan las, sehingga saran dari peneliti untuk penelitian selanjutnya mungkin bisa dilakukan penelitian terkait sambungan las pada struktur rangka sehingga didapatkan nilai keamanan yang lebih baik selain dari kekuatan material.

Jika dari hasil analisa diketahui sambungan las tidak cukup baik, maka dapat dilakukan analisa lebih mendalam untuk bisa mengurangi resiko kegagalan. Misal dengan penambahan *reinforce* pada sudut-sudut struktur rangka agar kekuatan sambungan las bertambah, atau dengan alternatif lain yang lebih baik.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] W. ZHANG, X. ZHANG, C. YAN, S. XIANG, and L. WANG, "A characteristic triangle method on input vectors of scissor lift mechanism and its applications in modeling and analysis," *J. Adv. Mech. Des. Syst. Manuf.*, vol. 9, no. 3, pp. JAMDSM0042-JAMDSM0042, 2015.
- [2] D. Rani, "Design and Fabrication of Hydraulic Scissor Lift," vol. 5, no. 2, pp. 81–87, 2015.
- [3] S. M. Bošnjak, N. B. Gnjatović, D. B. Momčilović, I. L. J. Milenović, and V. M. Gašić, "Failure analysis of the mobile elevating work platform," *Case Stud. Eng. Fail. Anal.*, vol. 3, pp. 80–87, 2015.
- [4] P. Jangam, N. Jadhav, and R. R. Narkar, "Analysis of Pin in Hydraulic Scissor Lift," no. 4, pp. 989–991, 2017.
- [5] A. H. Kurniawan, S. Hastuti, A. S. Wibawa, and H. D. Putro, "Analisa Kekuatan Sambungan Las SMAW Pada Material Baja ST 37," vol. 1, no. 3, 2018.
- [6] S. B. Dhanawade, S. S. Bhujbal, R. R. Dhane, P. R. R. Narkar, and P. S. S. Bhosale, "International Journal of Advance Engineering and Research Design , Analysis and Development of Hydraulic Scissor Lift Material loading and unloading," pp. 214–221, 2017.
- [7] "Design of Hydraulic Scissor Lift," no. October, 2017.
- [8] V. Eduardo, "Optimal Synthesis and 3D Modeling of a Lifting Mechanism for a Platform with Variable Slope," vol. 107, pp. 19–29, 2015.
- [9] J. Vavro, J. Vevro, P. Kováčiková, and R. Bezededová, "Kinematic and Dynamic Analysis of Planar Mechanisms by Means of the Solid Works Software," *Procedia Eng.*, vol. 177, pp. 476–481, 2017.
- [10] "Jurnal Online Poros Teknik Mesin Volume 5 Nomor 2 1 . 1 Latar Belakang Pesawat terbang merupakan gabungan komponen dari yang berbagai bekerja macam saling pencegahan agar kegagalan pada komponen tersebut tidak terjadi lagi . Bagaimana pengaruh berat mendu," vol. 5, pp. 70–79, 2014.
- [11] C. Görkem Dengiz, M. Can Şenel, K. Yıldızlı, and E. Koç, "Design and Analysis of Scissor Lifting System by Using Finite Elements Method," *Univers. J. Mater. Sci.*, vol. 6, no. 2, pp. 58–63, 2018.
- [12] G. Olenin, "Design of hydraulic scissors lifting platform," p. 41, 2016.
- [13] A. Sasmito, "DISAIN KEKUATAN SAMBUNGAN HOOP PILLAR DAN FLOOR BEARER," vol. 9, no. 1, pp. 657–670, 2018.
- [14] "Analisis Momen Lentur Material Baja Konstruksi ...," pp. 0–1, 2014.
- [15] I. Nawi, B. A. M. Zain, O. Pauline, M. Ismon, and N. A. Zainudin, "Simulation work on auto-feeder by scissor lifter concept for door panels production," *ARPJ. Eng. Appl. Sci.*, vol. 11, no. 14, pp. 8648–8652, 2016.
- [16] Helmiyansah, "Analisa Tegangan pada Crankshaft Sepeda Motor Suzuki Smash Menggunakan Software Solidworks," *J. Tek. Mesin*, vol. 5, no. 3, pp. 105–108, 2016.
- [17] I. N. P. Agus, I Nyoman; Saputra, Adi; Dantes, Kadek Rihendra; Nugraha, "Analisis Tegangan Statik Pada Rancangan Frame Mobil Listrik Ganesha Sakti ( Gaski ) Menggunakan Software Solidworks 2014," 2017.
- [18] N. Pandit, N. Dhamnaskar, P. Kulkarni, A. Deo, and G. Kekam, "Review on Industrial Scissor Lifts #1," vol. 2, no. 8, pp. 2658–2660, 2017.