

BAB IV

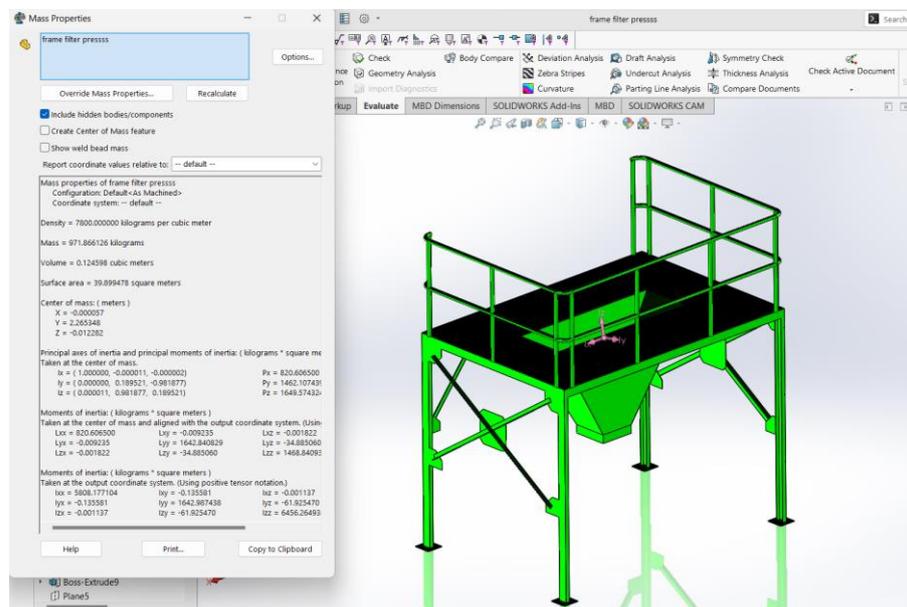
ANALISA HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Penentuan Beban pada *Platform* untuk Mesin *Filter Press*

Semua beban dipertimbangkan saat menentukan pembebanan. Adapun beban yang diterima oleh *platform* adalah sebagai berikut:

1. Beban mati (*deadload*)

Beban mati adalah beban yang berasal dari bobot struktur itu sendiri dan beban lain yang melekat padanya secara permanen. Beban mati tidak dapat berubah sepanjang waktu dan bersifat tetap. Beban mati akan tetap berfungsi selama bangunan atau struktur tersebut berdiri dalam arah yang sama dengan gravitasi Bumi. Untuk beban pembebanan mati ini, aplikasi SolidWorks menghasilkan 971,87 kg beban mati pada *platform* untuk mesin *filter press*.



Gambar 4.1 *Platform Filter Press*

2. Beban hidup (*liveload*)

Beban hidup adalah beban keseluruhan yang diletakkan di atas struktur *platform*. Beban hidup, juga dikenal sebagai *liveload*, terdiri dari beberapa bagian. Adapun pembebanan pada tabel 4.1 berdasarkan manual book dari

Pompa diafragma dan *filter press* serta berat rata – rata dari karyawan PT.XYZ yaitu sebesar 72kg.:

Tabel 4.1 Bobot Komponen

Komponen	Bobot
Pompa diafragma PX15P-FKS-XXX-AXX	29kg (63,94lbs)
<i>Filter press</i>	1500kg
Manusia	72kg

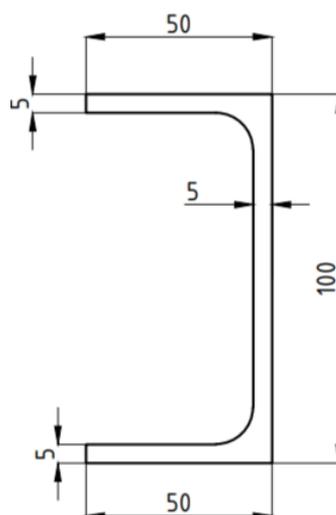
4.2 Data Spesifikasi *Platform* untuk mesin *filter press*

Suatu struktur *platform* yang memenuhi kebutuhan dan sesuai dengan kondisi aktual telah ditentukan selama proses spesifikasi, yang didasarkan pada literatur dan varian yang telah ditemukan. Berikut adalah spesifikasi yang dibuat:

Tabel 4.2 Data Spesifikasi *Platform*

Komponen	Nilai
Besi Struktur Kanal U (UNP)	100mm x 50mm x 5mm
<i>Gusset</i>	200mm x 200mm (8 buah)
Sambungan	Tetap (Pengelasan)

Adapun ukuran struktur UNP yang digunakan yaitu 100mm x 50mm x 5mm sebagai berikut:

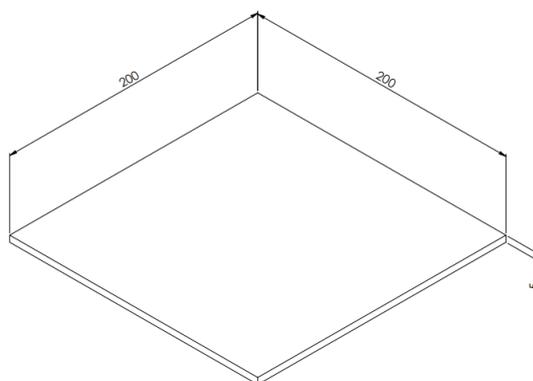


Gambar 4.2 Ukuran Struktur UNP

Tabel 4.3 Data Spesifikasi UNP

Spesifikasi Struktur UNP	
Panjang (L)	6 m
Lebar Badan (A)	100 mm
Tebal Kaki (B)	50 mm
Berat	48 kg

Ukuran spesifikasi *Gusset* dengan ukuran 200mm x 200mm x 5mm dengan material *Carbon Steel* yaitu sebagai berikut:

**Gambar 4.3** Spesifikasi *Gusset*

4.3 Pemilihan Material *Platform* untuk Mesin *Filter Press*

Profesor Michael F. Ashby, seorang ilmuwan material terkenal, menciptakan metode yang disebut "pemilihan material menurut Ashby" untuk membantu desainer dan insinyur memilih material terbaik untuk berbagai tujuan. Metode Ashby menggunakan grafik yang disebut "Ashby Charts" atau "Ashby Plots" untuk membandingkan sifat material dalam konteks pemilihan material. *Translation*, *screening*, *ranking*, dan *supporting information* adalah empat tahapan yang digunakan untuk memilih material *platform* untuk mesin *filter press*.

4.3.1 *Translation*

Pemilihan material yang tepat untuk digunakan pada struktur *platform* untuk mesin *filter press* dilakukan pada langkah pertama, yaitu proses *translation*. Struktur *platform* ini berfungsi untuk menahan beban dari

komponen *filter press* dan komponen pendukung, serta beban yang bekerja dari masing-masing komponen. Adanya gaya berat dan reaksi dari masing-masing tumpuan menyebabkan pembebanan ini terjadi. Proses pertama yang dilakukan pada *platform* adalah menganalisis dan mengidentifikasi fungsi, kemampuan, dan keterampilan material yang diperlukan. Terdapat empat tahapan awal pada translation ini:

1. *Function* (fungsi dari *platform*)

Mampu menahan beban seluruh komponen dan gaya yang dihasilkan dari *filter press* dan komponen pendukung lainnya.

2. *Constraints* (batasan pada *platform*)

a. Keras (*Hardness*)

b. Kaku (*Stiffness*)

3. *Objective* (apa yang dimaksimalkan atau diminimalkan dari rangka)

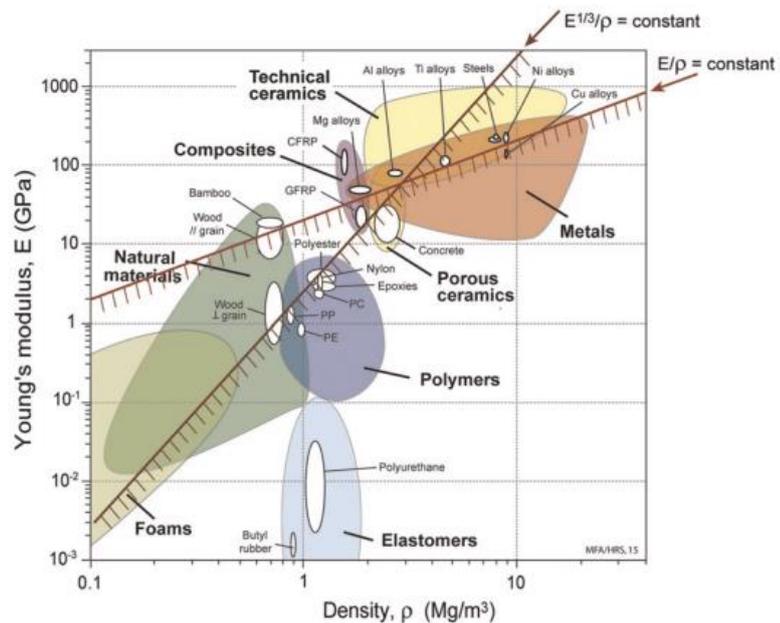
Adapun yang ingin dimaksimalkan dari *platform* yang dirancang yaitu kekuatannya (*Strength*)

4. *Free Variable* (parameter yang dapat diubah oleh perancang)

Pada parameter yang dapat diubah oleh perancang yaitu pemilihan material pada *platform*.

4.3.2 *Screening*

Selanjutnya, fase *screening*, akan memilih bahan yang tidak memenuhi persyaratan rangka. Hubungan antara variabel-variabel ini diperlukan untuk membuat bahan yang kuat dan kaku serta mampu menahan beban statis yang baik. Menurut ilmu shby, Berdasarkan grafik di bawah, ada enam jenis material yang dapat digunakan untuk melakukan fungsi *platform filter press*. Mereka adalah logam, komposit, polimer, keramik, busa, dan material alam. Logam adalah yang paling cocok karena material lain seperti polimer sangat mudah terurai oleh panas ketika *platform* berada di basement yang memiliki suhu yang lebih tinggi daripada suhu ruang. Namun, komposit dan keramik adalah material yang sulit untuk dibuat dan akan sangat mahal. Material logam seperti baja dan besi adalah kandidat terbaik.



Gambar 4.4 Pemilihan Material *Platform*

4.3.3 Ranking

Setelah melakukan tahapan *screening* selanjutnya dilakukan tahapan *ranking*, pada tahapan ranking terdapat dua kandidat material yang akan dipilih berdasarkan parameter objektif yang ingin dicapai, yaitu dapat menahan beban seluruh komponen dan beban materialnya sendiri.

Tabel 4.4 Tipe Material *Ranking*

Tipe	Material Indeks	Biaya per Batang
UNP Iron	2,69	Rp. 499,900
UNP Carbon Steel	1,7	Rp. 555,000

Menurut nilai indeks material di atas, besi karbon memiliki nilai yang lebih rendah dibandingkan besi, yang menunjukkan bahwa besi memiliki kekauan yang lebih besar dan masa jenis yang lebih kecil. Namun, berdasarkan segmen pasar, besi memiliki harga yang lebih murah. Baja karbon dipilih untuk memenuhi kebutuhan *platform* untuk menahan beban *filter press*.

4.3.4 Informasi Pendukung

Tahap selanjutnya adalah mendapatkan informasi pendukung, yang sangat penting untuk memastikan bahan yang ingin digunakan. Informasi yang mendukung tentang baja karbon termasuk kelebihanannya, seperti berikut:

Tabel 4.5 Informasi Perbandingan Material

Kelebihan	Deskripsi
Kekuatan	Baja karbon cocok untuk aplikasi yang membutuhkan kekuatan struktural yang besar, seperti dalam pembuatan bangunan, jembatan, dan kendaraan.
Kekerasan	Baja karbon dapat diproses untuk mencapai tingkat kekerasan yang tinggi, sehingga cocok untuk pembuatan alat seperti pisau dan perkakas tangan yang tahan haus.
Ketahanan Korosi	Baja karbon sangat tahan korosi dalam kondisi tertentu, terutama jika dilapisi dengan cat atau pelapisan lainnya.
Harga Terjangkau	Baja karbon biasanya lebih murah daripada logam lain, seperti baja tahan karat.

Selain informasi terkait perbandingan material terdapat informasi terkait jenis – jenis material *Carbon Steel* dan aplikasinya sebagai berikut:

Tabel 4.6 *Material and Application*

<i>Material Metals</i>	<i>Application</i>
<i>High Carbon Steels</i>	<i>Cutting tools, springs, bearing, cranks, shafts, railway track</i>
<i>Medium Carbon Steels</i>	<i>General mechanical engineering (tools, bearings, gears, shafts)</i>
<i>Low Carbon Steels</i>	<i>Steel structures – bridges, oil rigs, ships, automotive parts, car body, platform, and building.</i>

Dari hasil pertimbangan dan pengumpulan informasi pendukung maka dipilihlah material berupa struktur kanal U UNP dengan material *low Carbon Steels*. Adapun karakteristik material yang digunakan dan telah dipilih sebagai berikut:

Tabel 4.7 *Karakteristik material Low Carbon Steel*

<i>Low Carbon Steel</i>	
<i>Density</i>	7900 kg/m ³
<i>Poisson's Ratio</i>	0,29
<i>Young's Modulus</i>	220 Gpa
<i>Coeff. Of Thermal Expansion</i>	1,12e-05 C
<i>Yield Strength</i>	400 Mpa
<i>Tensile Strength</i>	580 Mpa
<i>Thermal Conductivity</i>	49 – 54 K

4.4 Perancangan *Platform* untuk Mesin *Filter Press*

Gambar berikut menunjukkan hasil perancangan *platform* untuk mesin *filter press*, bersama dengan dimensinya saat ini. Adapun kita juga akan menjelaskan komponen-komponen yang terdapat pada *platform*.



Gambar 4.5 Platform untuk mesin filter press

4.4.1 Platform Rangka

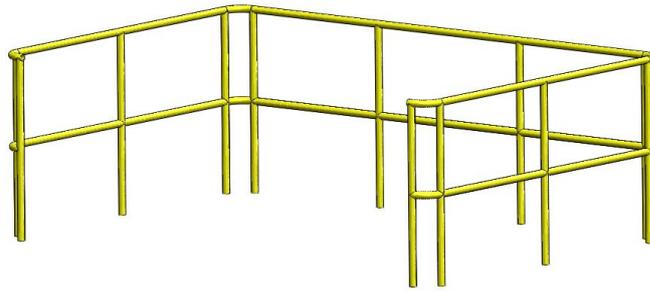
Platform rangka merupakan struktur yang berfungsi untuk menahan beban yang berada di atasnya



Gambar 4.6 Platform

4.4.2 Safety Railing

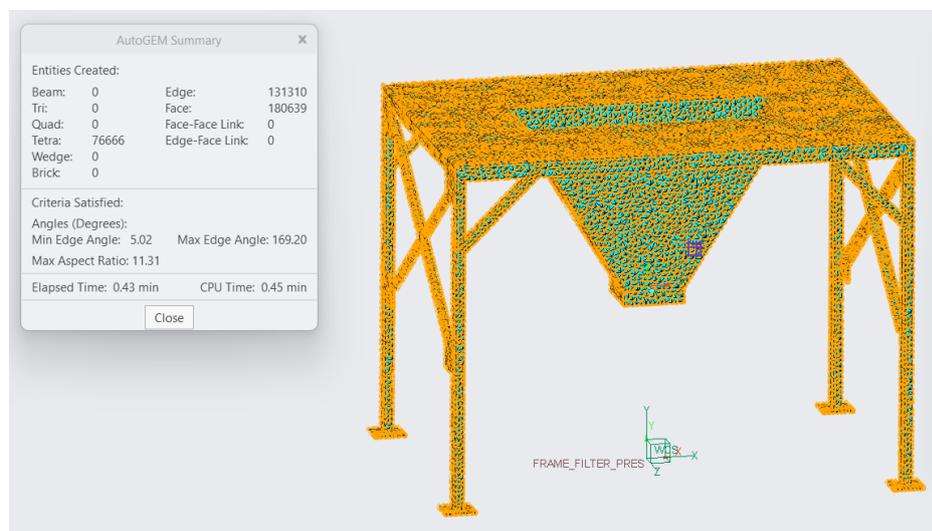
Safety railings adalah teralis pengaman yang memiliki fungsi agar pekerja tidak berada di posisi yang membahayakan



Gambar 4.7 *Safety Railing*

4.5 *Meshing pada Struktur Platform*

Mesh merupakan pembagian geometri menjadi bagian – bagian yang lebih kecil. Dimana bagian yang lebih kecil memiliki *control volume* yang nantinya akan dihitung dan di simulasi kan sesuai dengan kondisi pembebanan yang sebenarnya. Semakin kecil *meshing* yang digunakan, maka akan semakin detail perhitungan serta semakin akurat simulasi yang didapatkan. Adapun *mesh detail* yang digunakan pada simulasi struktur *platform* sebagai berikut.



Gambar 4.8 *Mesh Platform*

Tabel 4.8 *mesh pada simulasi*

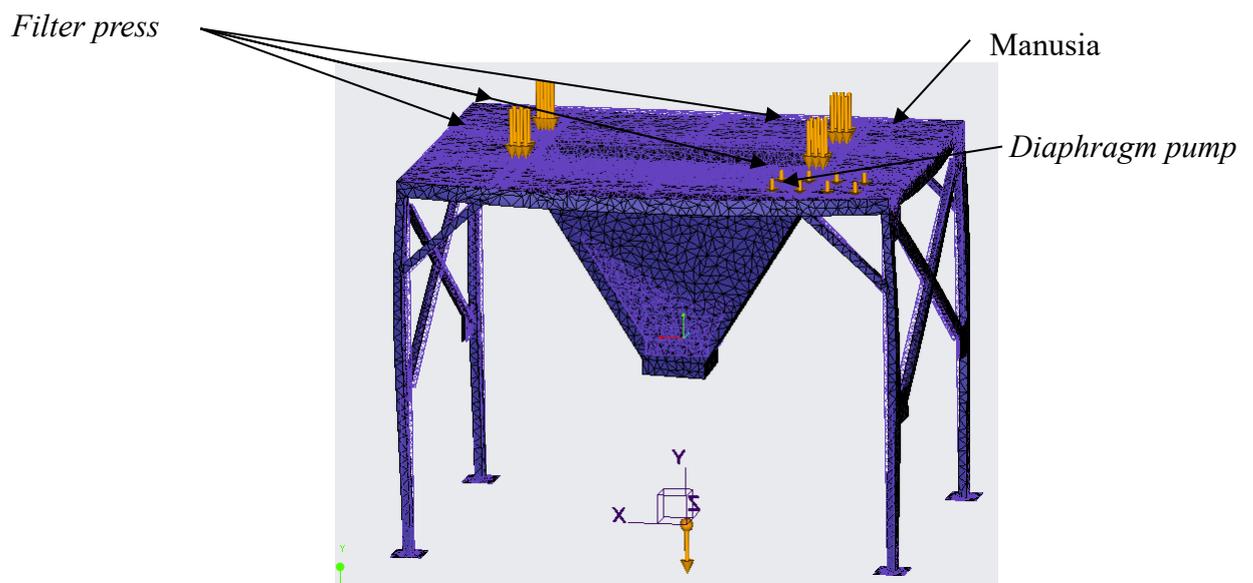
<i>Mesh Detail</i>	<i>Value</i>
<i>Mesh Type</i>	<i>Solid Mesh</i>

<i>Mesh Used</i>	<i>Tetrahedra</i>
<i>Total Element</i>	76666
<i>Total Node</i>	27311
<i>Element Size</i>	50 mm
<i>Tolerance</i>	2,5 mm
<i>Edge</i>	131310
<i>Face</i>	180639
<i>Aspect Ratio</i>	11,13

Dipilihnya *mesh tetrahedral* dikarenakan tipe *mesh tetrahedral* memiliki tingkat akurasi simulasi yang tinggi dan dapat menggunakan *element size* yang kecil hingga 0,01 mm (Alliez et al., 2005).

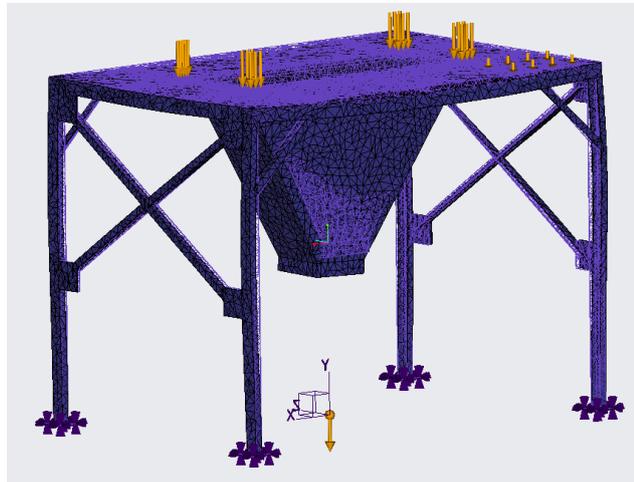
4.6 Hasil Simulasi Pembebanan dan *Factor of safety* pada *Platform* untuk Mesin *Filter press*

Setelah menentukan beban yang bekerja pada *platform untuk mesin filter press*, langkah selanjutnya yaitu melakukan simulasi dan memasukkan nilai beban kedalam *software* adapun simulasi ini menggunakan *software* PTC CREO dan dilakukan simulasi pembebanan statis. Berikut merupakan hasil dari simulasi.



Gambar 4.9 Titik Pembebanan pada Struktur

Sedangkan untuk titik penahan (*fixed support*) dari *platform* terdapat pada setiap kaki – kaki yang terdapat baut pada *platform*. Adapun berikut gambar dari titik penahan (*fixed support*).



Gambar 4.10 Titik Tumpu pada Struktur

Tabel 4.9 Tabel pembebanan komponen

Komponen	Bobot	
	Pompa diafragma PX15P-FKS-XXX-AXX	29kg
<i>Filter press</i>	1500kg	14715 N
Manusia (3x)	72kg (3x)	2118,95 N
Total	1745kg	17118,45 N

1. *Mass Properties*

Mass properties adalah data yang mencakup massa, volume, area permukaan, dan pusat massa dari hasil perancangan telah yang dibuat berdasarkan material yang dipilih. Berikut merupakan *mass properties* dari *platform*:

Jenis material	: Low Carbon Steel A516
Massa Jenis	: 9.36 kg/m
Massa Benda	: 863.92 kg/mm
Volume	:110758349.46 mm

Surface Area : 32901040.461802 mm
Center of Mass : X = -3,64
 Y = 2183559520
 Z = -2,90

2. Hasil Simulasi

Hasil dari simulasi statis beban yang terjadi pada gambar. Adapun untuk melihat titik pembebanan dan nilai pembebanan yang diperoleh dari rumus gaya berat:

$$W = m \cdot g$$

W : gaya berat (N)

m : massa (kg)

g : percepatan gravitasi (m/s^2) = 9,81 (m/s^2)

berikut ini adalah perhitungan dari setiap pembebanan statis.

Pompa diafragma

Adapun berat Pompa diafragma didapatkan dari manual book sehingga dapat kita lihat bahwa masa dari Pompa diafragma yaitu 29kg maka didapat:

$$W = 29 \times 9,81 = 284,49 \text{ N}$$

Filter press

Adapun beban *filter press* didapatkan dari manual book sebesar 1500kg maka didapatkan:

$$W = 1500\text{kg} \times 9,81 = 14715 \text{ N}$$

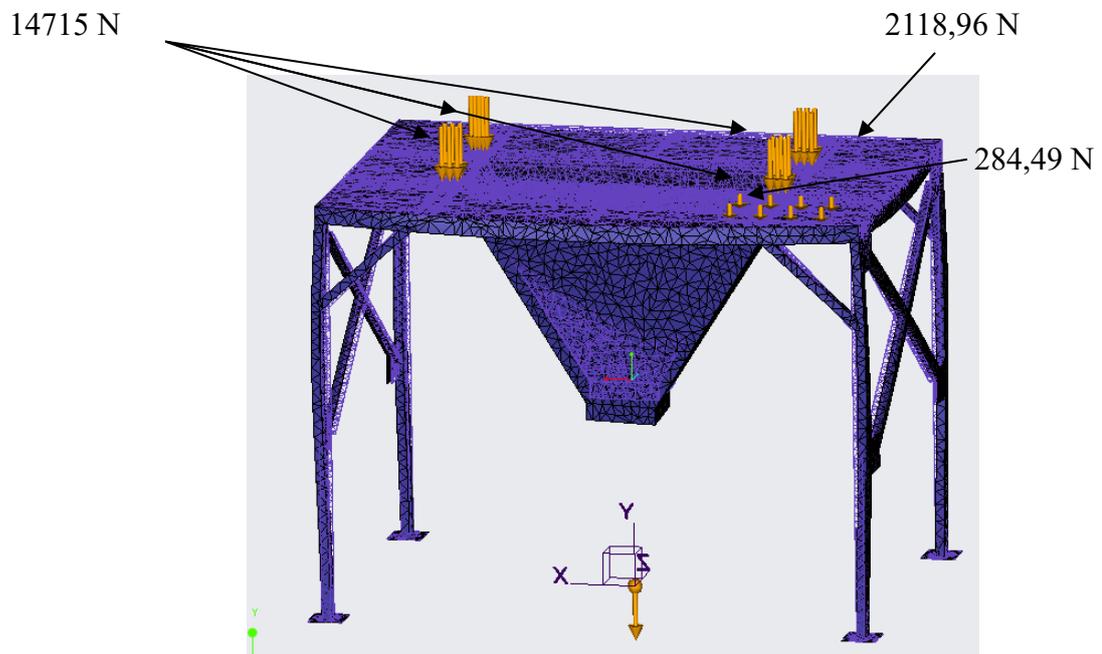
Manusia

Sedangkan untuk beban teknisi dianggap tekanan yang diberikan yaitu sebesar 3x manusia. menurut hasil survey dan data dari rata – rata berat karyawan PT. XYZ maka didapatkan:

$$W = (72\text{kg} \times 3) \times 9,81 = 2118,96 \text{ N}$$

pembebanan manusia dianggap statis dan terdistribusi. Setelah semua gaya dari masing – masing pembebanan didapatkan maka langkah selanjutnya yaitu menginput data nilai dari gaya yang telah dihitung kedalam aplikasi PTC Creo yang nantinya akan dilakukan simulasi beban statis. Adapun

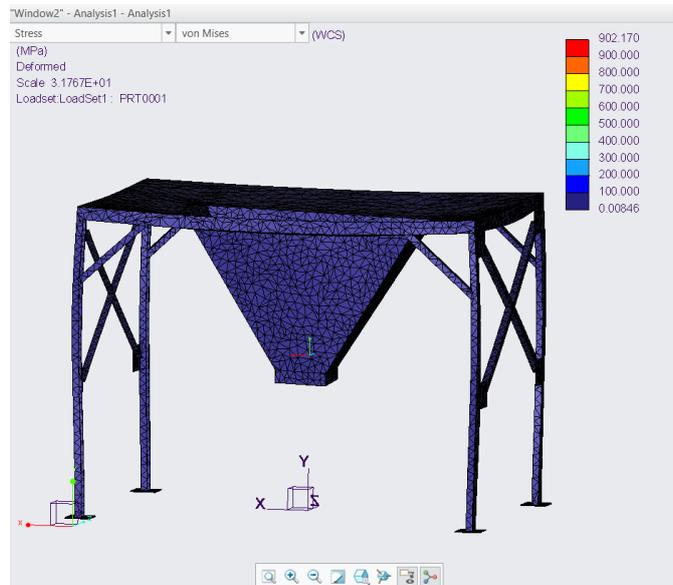
posisi penempatan dari setiap pembebanan dapat dilihat pada gambar dibawah ini:



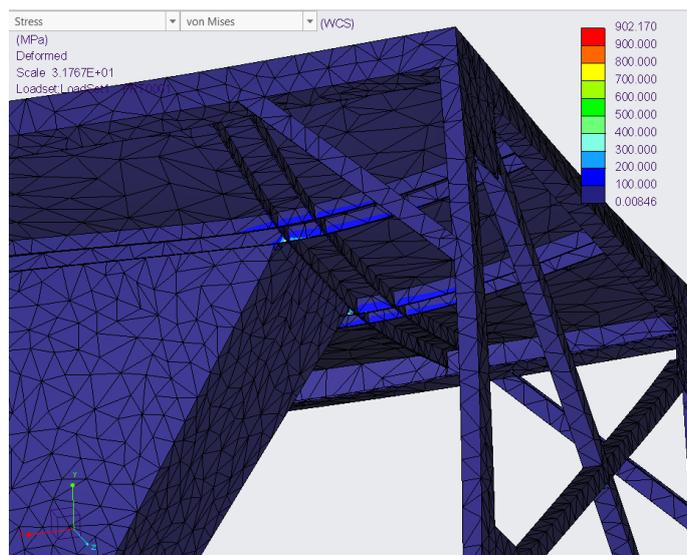
Gambar 4.11 Nominal Pembebanan Struktur

Adapun pada anak panah besar berwarna *orange* sebanyak empat buah merupakan titik pembebanan dari *filter press* yang memiliki empat kaki sebagai penopang mesin filter press dengan beban total yang dihasilkan sebesar 14715 N beban yang dihasilkan oleh *filter press* terdapat pada manual book mesin *filter press*. selain beban yang diberikan oleh filter press terdapat juga beban pada *diaphragm pump* yang ditunjukkan dengan anak panah kecil kebawah sebesar 284,49 N adapun nominal pembebanan dari *diaphragm pump* didapatkan dari *manual book* pada saat pembelian *diaphragm pump*. Dan yang terakhir yaitu pembebanan yang dihasilkan dari manusia nilai pembebanan pada manusia yaitu penulis melakukan kuesioner terhadap mekanik dan operator pada PT. XYZ yang nantinya akan mengoperasikan mesin *filter press*. Adapun proses pembebanan manusia ditunjukkan dengan serabut ungu pada gambar diatas dikarenakan beban yang diberikan dianggap secara terdistribusi.

a. Hasil simulasi tegangan (*stress*)



Gambar 4.12 Simulasi *Stress*



Gambar 4.13 Tegangan yang terjadi pada Struktur

Adapun hasil dari simulasi yang telah dilakukan diatas menunjukkan tegangan yang terjadi masih tergolong aman dengan angka berkisar 0 Mpa sampai dengan 200 Mpa dan ditandai dengan warna biru tua hingga warna biru muda, adapun tegangan ini terjadi pada empat titik dudukan dari *filter press* dan masih tergolong aman. Dari data diatas dapat dihitung nilai *factor of safety* dari tegangan yang didapat. Dikarenakan sifat material

yang ulet dan digunakan untuk struktur maka formula yang digunakan yaitu sebagai berikut:

$$k = \frac{\sigma_y}{\sigma_w}$$

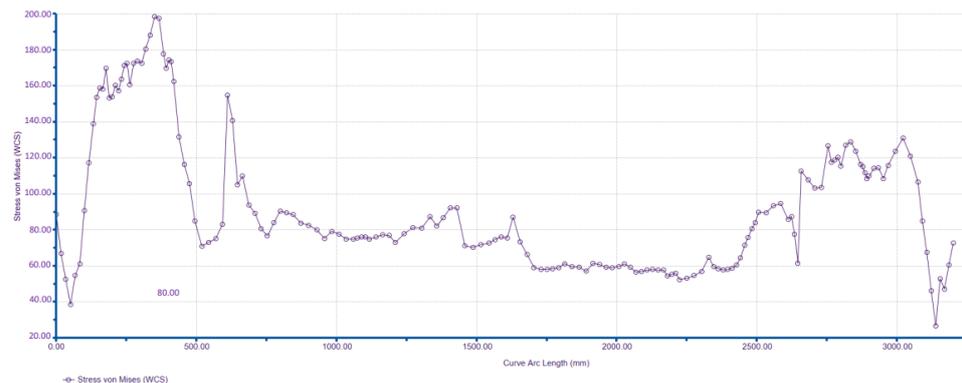
Dimana:

σ_y : Yield Strength

σ_w : Tegangan maksimum

$$k = \frac{\sigma_y}{\sigma_w} = \frac{400 \text{ Mpa}}{200 \text{ Mpa}} = 2$$

Didasarkan pada simulasi di atas, dapat disimpulkan bahwa rancangan *platform* sudah aman dan sudah sesuai dengan literatur yang ada. Selanjutnya dilakukan simulasi tegangan pada batang 1 dan 3, maka dihasilkan grafik tegangan terhadap panjang dari batang sebagai berikut:



Gambar 4.14 Grafik Tegangan pada Batang 1 & 3

Adapun hasil simulasi stress pada batang 1 dan 3 dihasilkan nilai sebesar 200 Mpa. Dengan hasil tertingginya terdapat pada panjang batang 400mm. dari data yang didapatkan maka dapat dicari nilai factor of safety dari batang 1 dan 3 dihasilkan factor of safety sebagai berikut:

$$k = \frac{\sigma_y}{\sigma_w}$$

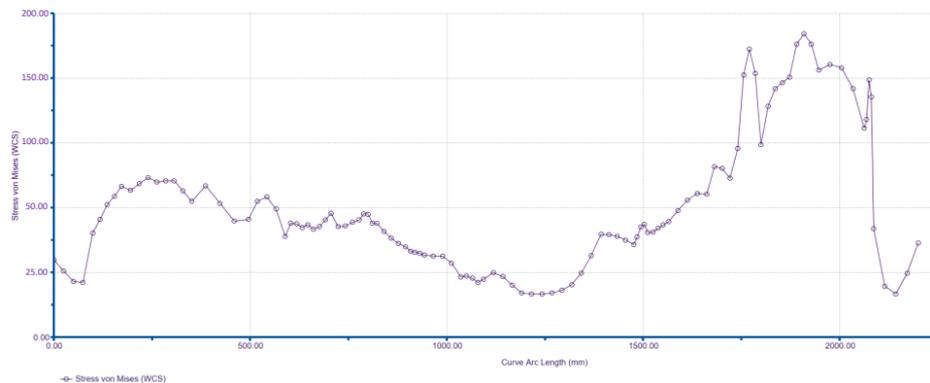
Dimana:

σ_y : Yield Strength

σ_w : Tegangan maksimum

$$k = \frac{\sigma_y}{\sigma_w} = \frac{400 \text{ Mpa}}{200 \text{ Mpa}} = 2$$

Didasarkan pada perhitungan diatas maka nilai factor of safety pada batang 1 dan 3 dinilai masih aman dan sudah sesuai dengan literatur yang ada yaitu nilai dari *safety factor* menurut ANSI/AISC 360 – 16 *Chapter F sec F13.1* yaitu sebesar 1,67. Selanjutnya dilakukan simulasi serupa namun berbeda dengan sebelumnya yang akan di simulasi kan yaitu pada batang 2 dan 4, maka didapatkan lah hasil grafik sebagai berikut:



Gambar 4.15 Grafik Tegangan pada Batang 2 & 4

Adapun hasil dari simulasi stress pada batang 2 dan 4 didapatkan nilai tegangan maksimumnya yaitu sebesar 180 Mpa, dengan asil tertingginya didapatkan pada titik panjang bata 190 mm. maka dari nilai tegangan maksimum yang diapatkan pada hasil simulasi dapat dicari factor of safety pada batang 2 dan 4, dengan rumus sebagai berikut:

$$k = \frac{\sigma_y}{\sigma_w}$$

Dimana:

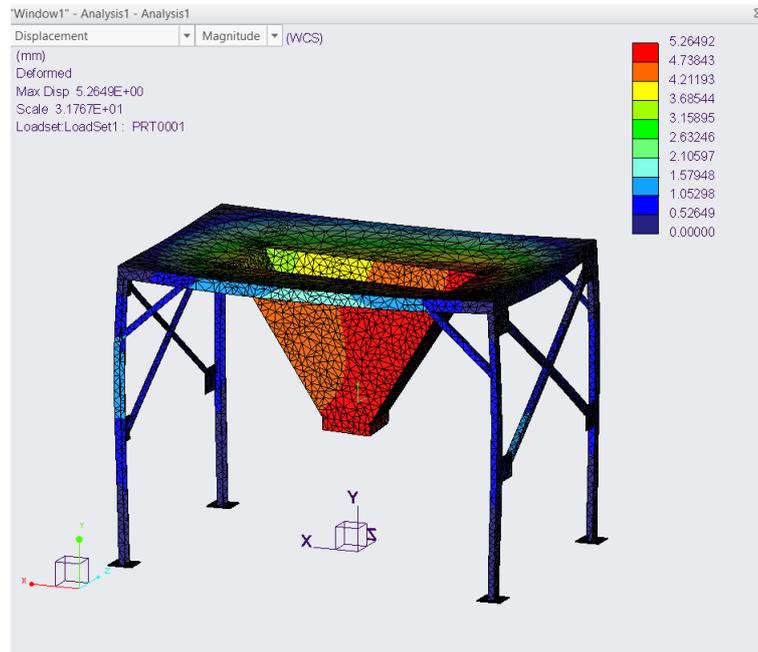
σ_y : *Yield Strength*

σ_w : Tegangan maksimum

$$k = \frac{\sigma_y}{\sigma_w} = \frac{400 \text{ Mpa}}{180 \text{ Mpa}} = 2,22$$

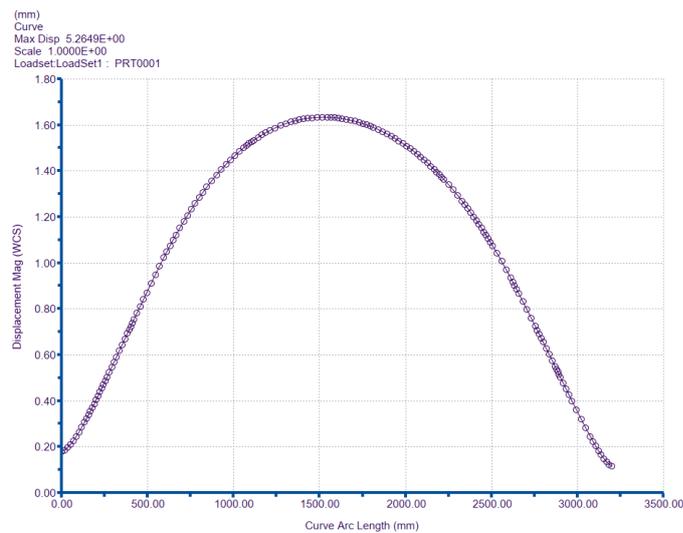
Didapatkan nilai factor of safety pada batang 2 dan 4 sebesar 2,22 hal ini dinilai cukup aman dikarenakan batas minimum dari factor of safety pada structure platform untuk mesin filter press sebesar 1,67 hal ini berdasarkan referensi yang digunakan yaitu pada ANSI/AISC 360 – 16 *Chapter F sec F13.1*.

b. *Displacement*



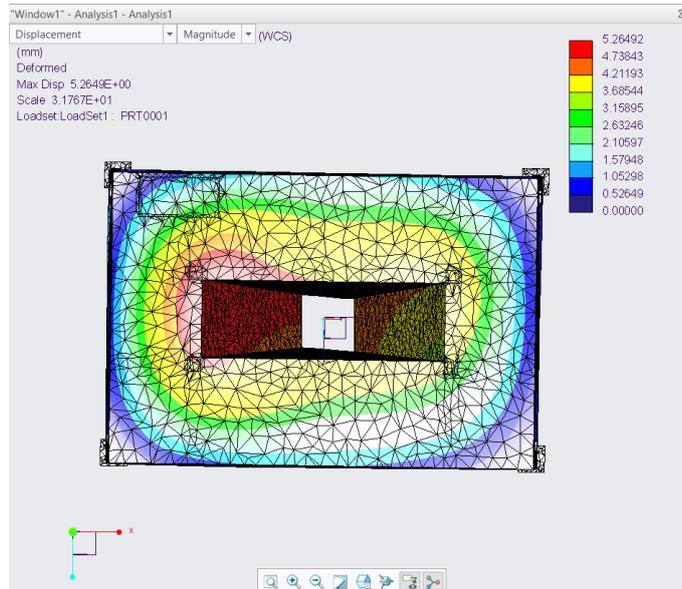
Gambar 4.16 *Displacement* pada Struktur

Adapun hasil dari simulasi *displacement* dengan maksimum hasil *displacement* yaitu 5,26 mm. hal ini dapat terjadi dikarenakan perubahan posisi material yang diakibatkan oleh pembebanan sehingga *range* yang didapatkan dari simulasi yaitu 0 – 1,67 mm yang terjadi pada struktur adapun nilainya dapat dilihat pada gambar grafik dibawah ini.



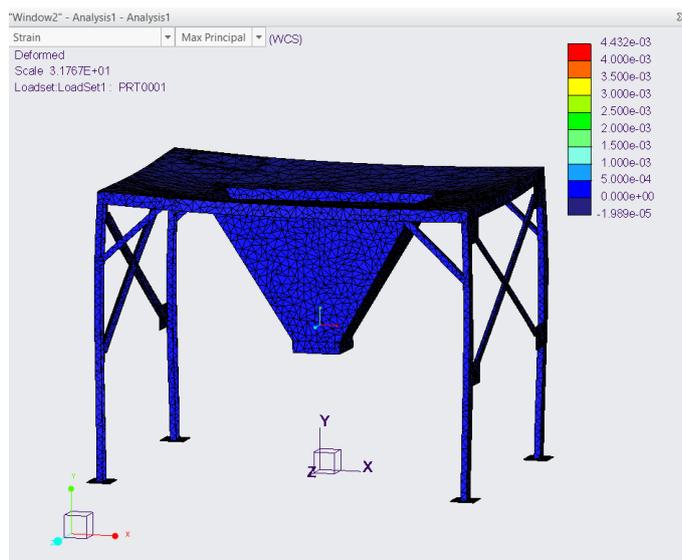
Gambar 4.17 Grafik *Displacement*

pada gambar dibawah juga dapat dilihat titik yang paling banyak terkena *displacement* dan pergeseran yaitu pada titik pembebanan *filter press* sebelah kiri hal ini berbeda dengan hasil *displacement* kaki *filter press* sebelah kanan. Adapun perbedaan yang dihasilkan diakibatkan adanya tambahan beban yang berdekatan dengan pompa diafragma.



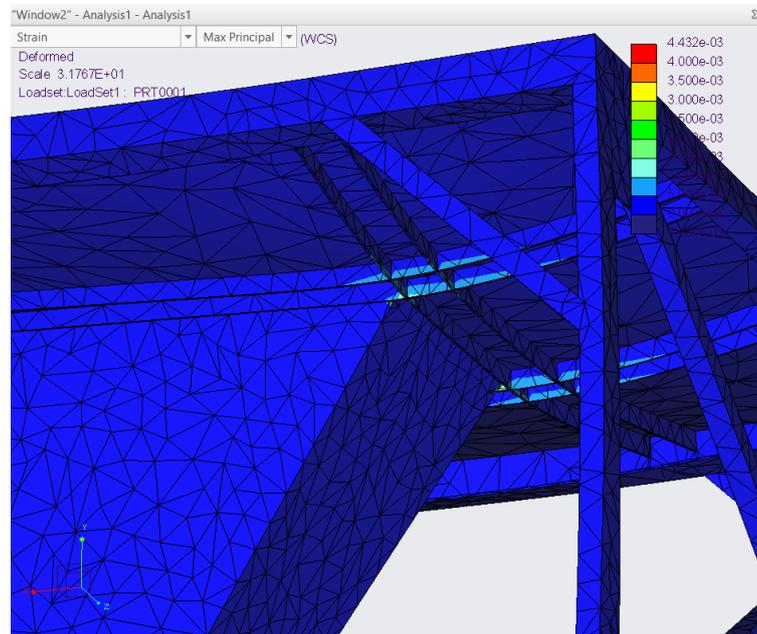
Gambar 4.18 *Displacement* pada Struktur

c. Simulasi regangan (*Strain*)



Gambar 4.19 *Strain* Pada Struktur

Adapun hasil dari simulasi regangan (*strain*) diatas yaitu dengan nilai $1,000e-03$ atau 0,01 mm. adapun hasil regangan sebesar 0,01 dapat dilihat pada gambar dibawah yang ditandai dengan warna hijau muda.



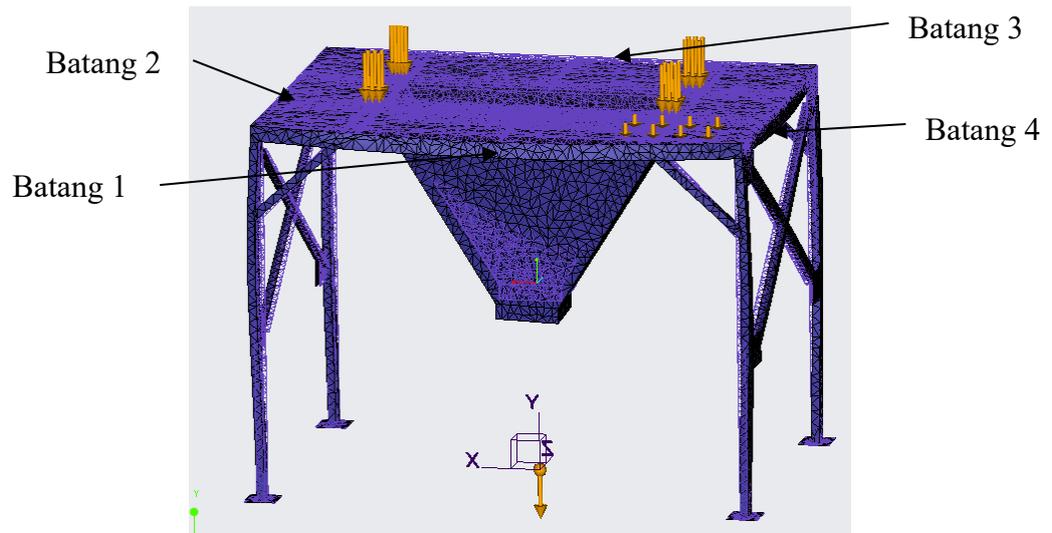
Gambar 4.20 *Strain* pada Struktur

d. *Factor of safety*

Pada simulasi yang terakhir yaitu simulasi *factor of safety* adapun hasil dari simulasi *factor of safety* dinyatakan aman dengan nilai simulasi yang didapatkan lebih besar dari 1,67 hal ini sudah sesuai dengan literatur yang ada yaitu *factor of safety* sudah sesuai dengan *safety factor* menurut ANSI/AISC 360 – 16 Chapter F sec F13.1 untuk struktur *beam* dan *girders* dengan *safety factor* yang digunakan minimal 1,67.

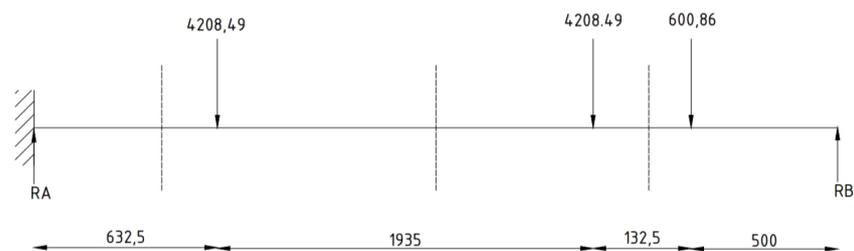
4.7 Perhitungan Struktur Platform untuk Mesin Filter Press

Adapun pada tahapan berikutnya yaitu dilakukan perhitungan pada setiap batang dari *platform* yang memiliki potensi kurang aman serta untuk memastikan bahwa hasil rancangan aman untuk dioperasikan. Pada batang *platform* untuk mesin *filter press* dibagi menjadi empat bagian batang. Adapun keempat batang tersebut menggambarkan dan memiliki banyak informasi sehingga dapat dilakukan perhitungan manual pada keempat batang tersebut. Berikut merupakan bagian - bagian pada struktur yang mendapatkan titik pembebanan kritis yang diakibatkan beban.



Gambar 4.21 Posisi Batang Kritis

1. Batang 1



Gambar 4.22 Diagram Benda Bebas Batang 1

Mencari nilai RA dan RB

$$- \Sigma M_A = 0$$

$$4208,49(632,5) + 4208,49(2567,5) + 600,86(2700) - RB(3200) = 0$$

$$3200RB = 150894900$$

$$RB = 4715,465 \text{ N}$$

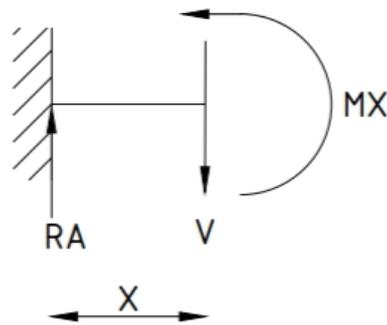
$$- \Sigma F_y = 0$$

$$RA - 2(4208,49) - 600,86 + 4715,465 = 0$$

$$RA = 4302,374 \text{ N}$$

Mencari nilai dari masing-masing potongan adapun terdapat 4 potongan pada struktur.

Potongan 1



Gambar 4.23 Potongan 1 pada Batang 1

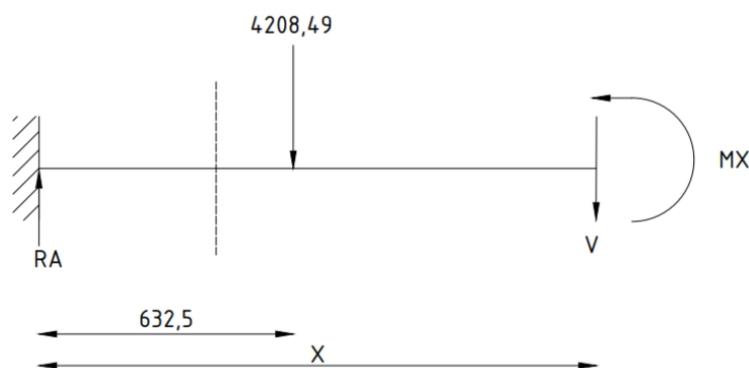
$$-M_x + RA \cdot x = 0$$

$$M_x = 4302,374 \cdot x$$

$$M_0 = 0$$

$$M_{632,5} = 4302,374 \cdot (632,5) = 2721251,792 \text{ N.mm}$$

Potongan 2



Gambar 4.24 Potongan 2 pada Batang 1

$$-M_x + RA \cdot x - 4208,49 (x - 632,5) = 0$$

$$M_x = 4302,374 x - 4208,49 (x - 632,5)$$

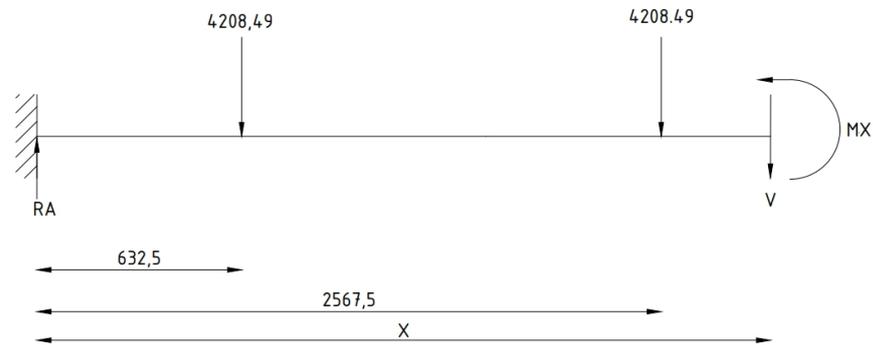
$$M_{632,5} = 4302,374 (632,5) - 4208,49 (632,5 - 632,5)$$

$$= 2721251,792 \text{ N.mm}$$

$$M_{2567,5} = 4302,374 (2567,5) - 4208,49 (2567,5 - 632,5)$$

$$= 2902918,059 \text{ N.mm}$$

Potongan 3



Gambar 4.25 Potongan 3 pada Batang 1

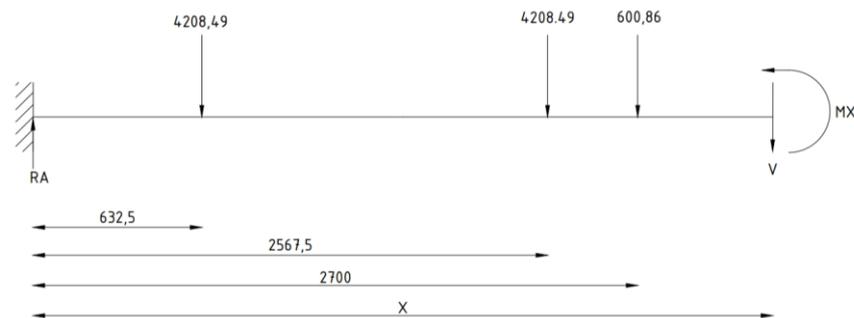
$$-M_x + RA \cdot x - 4208,49(x - 632,5) - 4208,49(x - 2567,5) = 0$$

$$M_x = 4302,374 \cdot x - 4208,49(x - 632,5) - 4208,49(x - 2567,5)$$

$$M_{2567,5} = 4302,374 \cdot 2567,5 - 4208,49(2567,5 - 632,5) - 4208,49(2567,5 - 2567,5) = 2902918,059 N \cdot mm$$

$$M_{2700} = 4302,374 \cdot 2700 - 4208,49(2700 - 632,5) - 4208,49(2700 - 2567,5) = 2357732,812 N \cdot mm$$

Potongan 4



Gambar 4.26 Potongan 4 pada Batang 1

$$-M_x + RA \cdot x - 4208,49(x - 632,5) - 4208,49(x - 2567,5) - 600,86(x - 2700) = 0$$

$$M_x = 4302,374 \cdot x - 4208,49(x - 632,5) - 4208,49(x - 2567,5) - 600,86(x - 2700)$$

$$\begin{aligned}
 M_{2700} &= 4302,374 \cdot 2700 - 4208,49 (2700 - 632,5) \\
 &\quad - 4208,49 (2700 - 2567,5) - 600,86 (2700 - 2700) \\
 &= 2357732,812 \text{ N} \cdot \text{mm}
 \end{aligned}$$

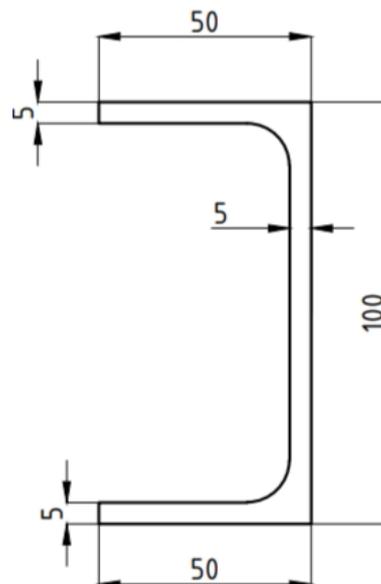
$$\begin{aligned}
 M_{3200} &= 4302,374 \cdot 3200 - 4208,49 (3200 - 632,5) \\
 &\quad - 4208,49 (3200 - 2567,5) - 600,86 (3200 - 2700) \\
 &= 0 \text{ N} \cdot \text{mm}
 \end{aligned}$$

Mencari Nilai Tegangan maksimum (σ_{max})

$$\sigma_{max} = \frac{M_{max} \cdot c}{I}$$

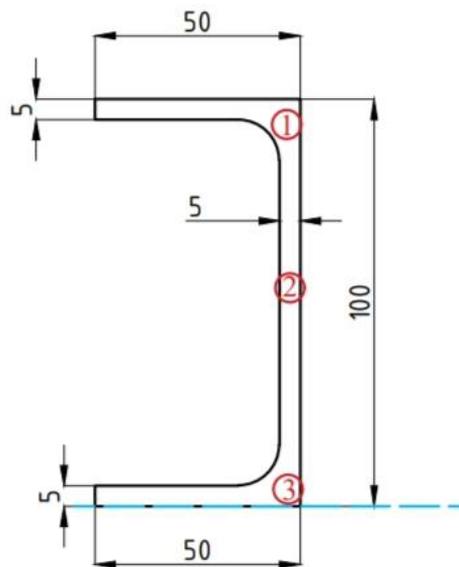
$$I = \frac{1}{12} b h^3$$

Mencari nilai inersia pada batang UNP bentuk batang U



Gambar 4.27 Dimensi Batang UNP

Untuk menghitung titik berat suatu penampang utuh, atau titik berat keseluruhan, maka hal pertama yang dilakukan yaitu harus membagi balok menjadi beberapa bagian. Pada batang penampang bentuk UNP dapat dibagi menjadi 3 bagian seperti pada gambar dibawah ini:



Gambar 4.28 Segmentasi pada Batang UNP

Adapun perhitungan titik berat memiliki tujuan untuk menentukan garis netral yang mana letak dai garis netral merupakan titik berat pada penampang. Adapun yang dicari hanya titik berat terhadap sumbu y. garis netral ini nantinya akan berfungsi untuk menghitung momen inersia pada batang penampang. Garis netral yang dihasilkan merupakan garis netral horizontal. Untuk menghitung titik berat pada sumbu y maka digunakan rumus sebagai berikut:

$$\bar{y} = \frac{\sum A_i y_i}{\sum A_i}$$

dimana:

A_i : Luas segmen

y_i : jarak antara titik berat dari segmen terhadap titik 0 dari sumbu y

1) Segmen 1

$$A_1 = 50 \times 5 = 250 \text{ mm}^2$$

$$y_1 = 5 \times 90 + \frac{5}{2} = 97,5 \text{ mm}^4$$

2) Segmen 2

$$A_2 = 5 \times 90 = 450 \text{ mm}^2$$

$$y_2 = 5 + \frac{90}{2} = 50 \text{ mm}^4$$

3) Segmen 3

$$A_3 = 50 \times 5 = 250 \text{ mm}^2$$

$$y_3 = \frac{5}{2} = 2,5 \text{ mm}^4$$

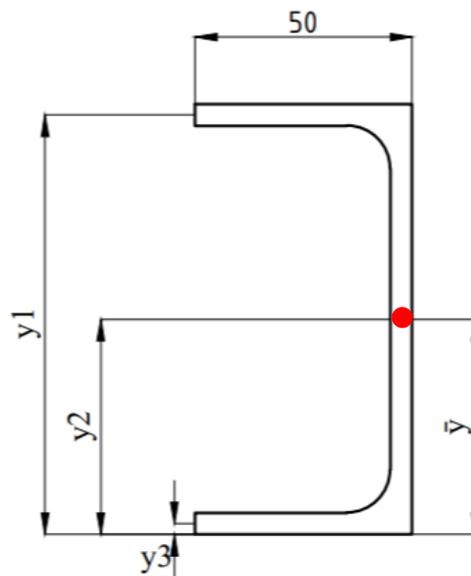
Sehingga

$$\bar{y} = \frac{\sum A_i y_i}{\sum A_i}$$

$$\bar{y} = \frac{A_1 y_1 + A_2 y_2 + A_3 y_3}{A_1 + A_2 + A_3}$$

$$\bar{y} = \frac{(250 \times 97,5) + (450 \times 50) + (250 \times 2,5)}{250 + 250 + 250} = 50 \text{ mm}^2$$

Hasil perhitungan dari garis tumpu atau nilai 0 pada sumbu y sampai ke garis netral sebesar 50mm keatas



Gambar 4.29 Titik Berat Penampang pada Batang

Pada gambar diatas sudah terdapat titik berat penampang batang yang ditandai dengan warna merah. Langkah selanjutnya setelah didapatkan titik berat penampang batang yaitu menghitung momen inersia penampang. Untuk menghitung momen inersia digunakan rumus sebagai berikut:

$$I_{tot} = \sum (I_i + A_i d_i^2)$$

Dimana:

I_i : momen inersia pada masing – masing segmen

A_i : Luas masing – masing segmen

d_i : Jarak titik segmen ke garis netral

dikarenakan sudah membagi penampang menjadi 3 segmen maka, diharuskan untuk menghitung masing – masing segmen untuk menentukan momen inersia nya. Adapun rumus momen inersia pada bidang persegi panjang yaitu sebagai berikut:

$$I_i = \frac{1}{12}bh^3$$

Dimana:

b: luas masing – masing segmen

h: jarak titik berat segmen ke garis netral

maka didapatkan sebagai berikut:

segmen 1

$$I_1 = \frac{1}{12}(50)x(5^3) = 520,833mm^4$$

$$A_1 = 50x5 = 250mm^2$$

$$d_1 = y_1 - \bar{y} = 97,5 - 50 = 47,5mm$$

Segmen 2

$$I_2 = \frac{1}{12}(5)x(90^3) = 303750mm^4$$

$$A_2 = 5x90 = 450mm^2$$

$$d_2 = y_2 - \bar{y} = 50 - 50 = 0mm$$

segmen 3

$$I_3 = \frac{1}{12}(50)x(5^3) = 520,833mm^4$$

$$A_3 = 50x5 = 250mm^2$$

$$d_3 = \bar{y} - y_3 = 50 - 2,5 = 47,5mm$$

$$I_{tot} = \sum(I_i + A_id_i^2)$$

$$I_{tot} = (I_1 + A_1d_1^2) + (I_2 + A_2d_2^2) + (I_3 + A_3d_3^2)$$

$$I_{tot} = (520,833 + 250 \times 47,5^2) + (303750 + 450 \times 0^2) + (520,8333 + 250 \times 47,5^2)$$

$$I_{tot} = 1432916,6663 \approx 1,4329166663 \times 10^6$$

$$\sigma_{max} = \frac{M_{max} \cdot c}{I}$$

$$\sigma_{max} = \frac{2902918,058 \text{ N.mm} \cdot 100 \text{ mm}}{1432916,6663} = 202,589 \text{ Mpa}$$

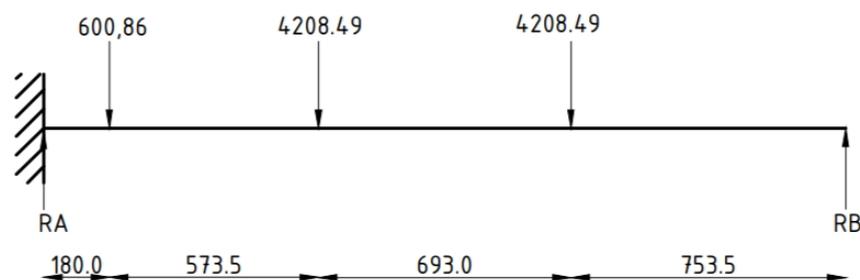
Dikarenakan sifat material yang *ductile* atau ulet maka untuk mencari factor of safety digunakan yield strength. Adapun hasil dari nilai factor of safety sebagai berikut:

$$k = \frac{\sigma_y}{\sigma_{max}}$$

$$k = \frac{400}{202,588806} = 1,974$$

Maka safety factor pada batang 1 masih tergolong aman dikarenakan untuk material struktur baja safety factor yang aman sesuai standar yaitu 2 – 6.

2. Batang 2



Gambar 4.30 Diagram Benda Bebas Batang 2

Mencari nilai RA dan RB

$$- \quad \Sigma M_A = 0$$

$$600,86(180) + 4208,49(753,5) + 4208,49(1446,5) - RB(2200) = 0$$

$$2200RB = 9366832,8$$

$$RB = 4257,651 \text{ N}$$

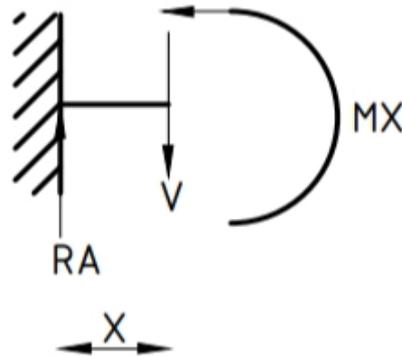
$$- \quad \Sigma F_y = 0$$

$$RA - 2(4208,49) - 600,86 + 4257,651N = 0$$

$$RA = 4760,189 \text{ N}$$

Mencari nilai dari masing-masing potongan adapun terdapat 4 potongan pada struktur.

Potongan 1



Gambar 4.31 Potongan 1 pada Batang 2

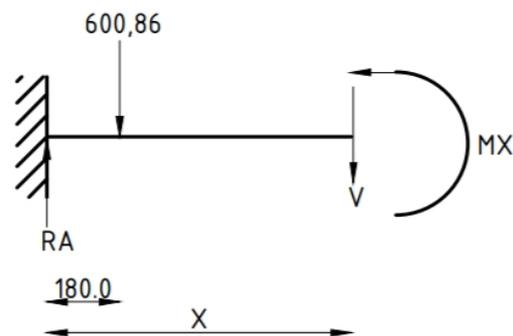
$$-M_x + RA \cdot x = 0$$

$$M_x = 4760,189 \cdot x$$

$$M_0 = 0$$

$$M_{180} = 4760,189 \cdot (180) = 856833,9714 \text{ N} \cdot \text{mm}$$

Potongan 2



Gambar 4.32 Potongan 2 pada Batang 2

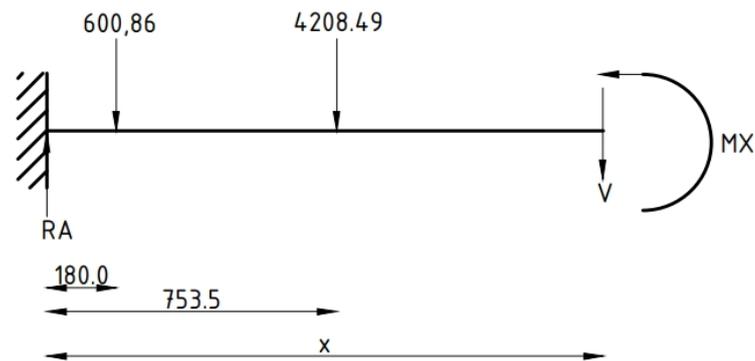
$$-M_x + RA \cdot x - 600,86 (x - 180) = 0$$

$$M_x = 4760,189 x - 600,86(x - 180)$$

$$\begin{aligned} M_{180} &= 4760,189 (180) - 600,86 (180 - 180) \\ &= 856833,9714 \text{ N. mm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} M_{753,5} &= 4760,189 (753,5) - 4208,49 (753,5 - 180) \\ &= 3242208,998055 \text{ N. mm} \end{aligned}$$

Potongan 3



Gambar 4.33 Potongan 3 pada Batang 2

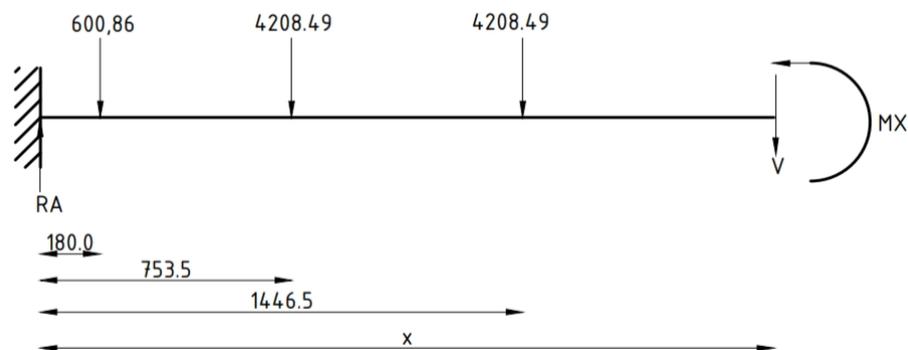
$$-M_x + RA \cdot x - 600,86 (x - 180) - 4208,49 (x - 753,5) = 0$$

$$M_x = 4760,189 \cdot x - 600,86 (x - 180) - 4208,49 (x - 753,5)$$

$$\begin{aligned} M_{753,5} &= 4760,189 \cdot 753,5 - 600,86 (753,5 - 180) \\ &\quad - 4208,49 (753,5 - 753,5) = 3242208,998 \text{ N. mm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} M_{1446,5} &= 4760,189 \cdot 1446,5 - 600,86 (1446,5 - 180) \\ &\quad - 4208,49 (1446,5 - 753,5) = 3208140,237 \text{ N. mm} \end{aligned}$$

Potongan 4



Gambar 4.34 Potongan 4 pada Batang 2

$$-M_x + RA \cdot x - 600,86 (x - 180) - 4208,49 (x - 753,5) - 4208,49 (x - 1446,5) = 0$$

$$M_x = 4760,189 \cdot x - 600,86 (x - 180) - 4208,49 (x - 753,5) - 4208,49 (x - 1446,5)$$

$$M_{1446,5} = 4760,189 \cdot 1446,5 - 600,86 (1446,5 - 180) - 4208,49 (1446,5 - 753,5) - 4208,49 (1446,5 - 1446,5) = 3208140,238 N \cdot mm$$

$$M_{2200} = 4760,189 \cdot 2200 - 600,86 (2200 - 180) - 4208,49 (2200 - 753,5) - 4208,49 (2200 - 1446,5) = 0 N \cdot mm$$

Mencari Nilai Tegangan maksimum (σ_{max})

$$\sigma_{max} = \frac{M_{max} \cdot c}{I}$$

$$\sigma_{max} = \frac{3242208,998 N \cdot mm \cdot 100mm}{1432916,666} = 187,095 Mpa$$

Dikarenakan sifat material yang *ductile* atau ulet maka untuk mencari factor of safety digunakan yield strength. Adapun hasil dari nilai factor of safety sebagai berikut:

$$k = \frac{\sigma_y}{\sigma_{max}}$$

$$k = \frac{400}{187,095} = 2,137$$

3. Batang 3

Nilai *Factor of Safety* yang terdapat pada batang 3

$$k_{batang\ 3} = k_{batang\ 1} = 1,974$$

4. Batang 4

Nilai *Factor of Safety* yang terdapat pada batang 4

$$k_{batang\ 4} = k_{batang\ 2} = 2,138$$

Adapun untuk factor of safety sudah sesuai dengan standar untuk baja/besi yang bekerja pada bangunan dengan sambungan pengelasan yaitu diharuskan diatas 1,5 (ANSI/AISC 360-16, 2009).

Tabel 4.10 Hasil Perhitungan Teoritis

Batang 1		Batang 2		Batang 3		Batang 4	
Beban	Value	Beban	Value	beban	Value	Beban	Value
MA	0	MA	0	MA	0	MA	0
M632,5	272125 1,79	M180	856833, 97	M632,5	272125 1,79	M180	85683 3,97
M2567,5	290291 8,06	M753,5	324220 8,10	M2567,5	290291 8,06	M753,5	32422 08,10
M2700	235773 2,81	M1446,5	320814 0,24	M2700	235773 2,81	M1446,5	32081 40,24
M3200	0	M2200	0	M3200	0	M2200	0

Tabel 4.11 Tegangan pada Perhitungan Teoritis dan Simulasi

Tegangan Pada	Simulasi	Perhitungan Teoritis
Batang 1	200 Mpa	202,589 Mpa
Batang 2	180 Mpa	187,095 Mpa
Batang 3	200 Mpa	202,589 Mpa
Batang 4	180 Mpa	187,095 Mpa

4.8 Analisa Hasil Simulasi

Hasil simulasi dan perhitungan yang sudah dilakukan menunjukkan bahwa struktur *platform* yang dibuat sudah sangat aman dikarenakan dapat menampung beban yang diberikan oleh mesin *filter press*, pompa diafragma, dan 3 orang mekanik. Adapun hasil simulasi yang didapatkan pada saat simulasi stress atau tegangan yaitu terdapat angka dan warna yang memiliki range sebesar 0 Mpa sampai dengan 100 Mpa, dengan warna yang ditampilkan yaitu warna biru tua hingga biru muda. Selanjutnya yaitu simulasi strain atau regangan adapun regangan yang terjadi dengan range 0

sampai dengan 0,01 mm yang ditandai dengan warna biru tua hingga biru muda. Simulasi selanjutnya yang telah dilakukan yaitu simulasi displacement atau deformasi adapun deformasi yang terjadi pada struktur yaitu 0 – 1,67 mm dan ditandai dengan warna biru tua hingga warna merah. Simulasi terakhir yaitu simulasi *factor of safety* adapun *factor of safety* tergolong sangat aman dengan menghasilkan nilai range 4 – 6, yang ditandai dengan warna hijau dan biru tua. Selain itu nilai *factor of safety* dari hasil perhitungan yang dilakukan secara manual dengan metode hibbler didapatkan nilai sebesar 2,14 hal ini dinilai aman dikarenakan range dari *safety factor* menurut ANSI/AISC 360 – 16 *Chapter F sec F13.1* untuk struktur *beam* dan *girders* dengan *safety factor* yang digunakan minimal 1,67 (ANSI/AISC 360-16, 2009).

Tabel 4.12 Perbandingan Hasil FOS

Perbandingan <i>Factor of Safety</i>			
Batang	Perhitungan Teoritis	Simulasi	<i>Standard</i> ANSI/AISC 360-16 Chapter G sec F13.1
Batang 1	1,974	2	≥ 1,67
Batang 2	2,138	2,22	
Batang 3	1,974	2	
Batang 4	2,138	2,22	