

BAB III

METODE PERANCANGAN

3.1 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan penelitian ini yaitu:

- Mengefisiensikan waktu pengerjaan yang dilakukan oleh pekerja dalam memindahkan *crossmember*.
- Mengurangi tingkat kecelakaan kerja (*zero accident*) pada setiap pekerja pada saat melakukan pemindahan *crossmember*.
- Meningkatkan tingkat kenyamanan pada setiap pekerja saat melakukan pemindahan *crossmember*.
- Menghasilkan disain *Lifter Conveyor* yang baik dari segi pembuatan tanpa harus menghilangkan kekuatan dari material yang digunakan.
- Agar diperoleh hasil disain *Lifter Conveyor* yang sudah teruji kualitasnya sehingga dapat diproduksi dalam skala besar, sehingga dapat membantu pekerja dalam proses pemindahan *crossmember*.

3.2 Tempat dan Waktu Analisis

Pengambilan data dilakukan di :

Tempat : PT. Toyota Motor Manufacturing Indonesia

Kawasan Industri KIIC Lot DD 1, Jl. Permata Raya, Karawang Barat,

Kabupaten Karawang, Jawa Barat.

Waktu : Maret 2016

Penelitian dilakukan di :

Tempat : Lab. Perancangan dan Lab. Produksi Jurusan Teknik Mesin

Fakultas Teknik Universitas Negeri Jakarta

Jl. Rawamangun Muka, Jakarta Timur

Waktu : April 2016 sampai selesai

3.3 Metode Penelitian

Perancangan ini menggunakan metode deskriptif dan uji coba (*eksperimen*) dengan rangkaian pneumatik. Rangkaian pneumatik dilakukan untuk membuat rancangan *Lifter Conveyor* menjadi gerak otomatis. Perancangan ini akan membahas mengenai teori, cara kerja, dan mekanisme sistem otomasi dengan menggunakan pneumatik sebagai sistem otomasi *Lifter Conveyor*.

3.4 Instrumen Penelitian

Instrumen yang digunakan dalam perancangan dan penelitian ini adalah sebagai berikut:

a. Perangkat Lunak

Perangkat lunak yang digunakan dalam perancangan dan penelitian ini ialah :

- *Software Autodesk Inventor*
- *Microsoft Word 2010*
- *Auto CAD 2007*
- *Microsoft Excel 2010*

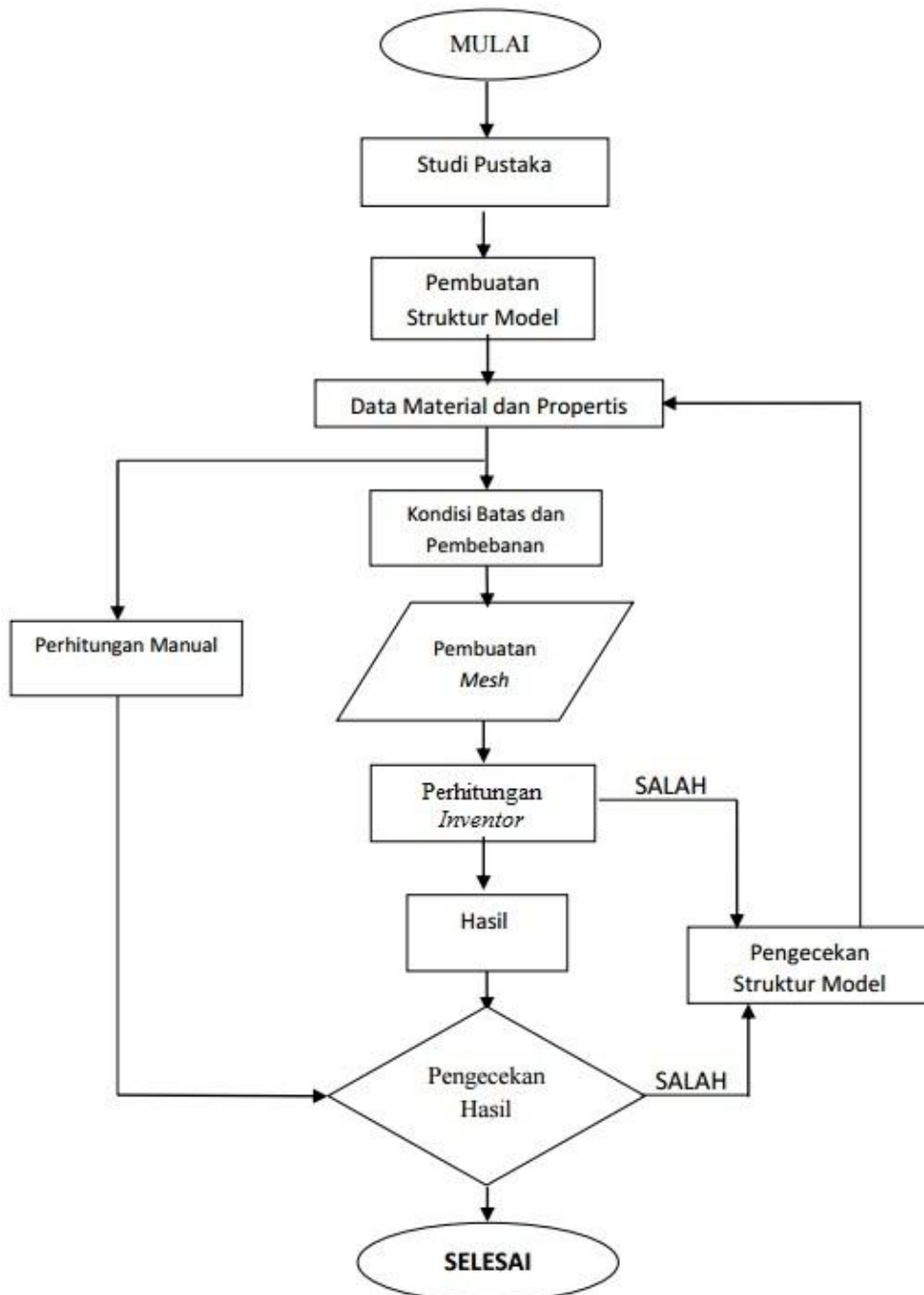
b. Alat Penelitian

Peralatan yang digunakan adalah sebagai berikut :

- Buku yang digunakan sebagai referensi
- Komputer/laptop
- Sumber lain sebagai referensi

- Jurnal terkait fabrikasi dan manufaktur
- Alat ukur
- Alat tulis

3.5 Metode Perancangan

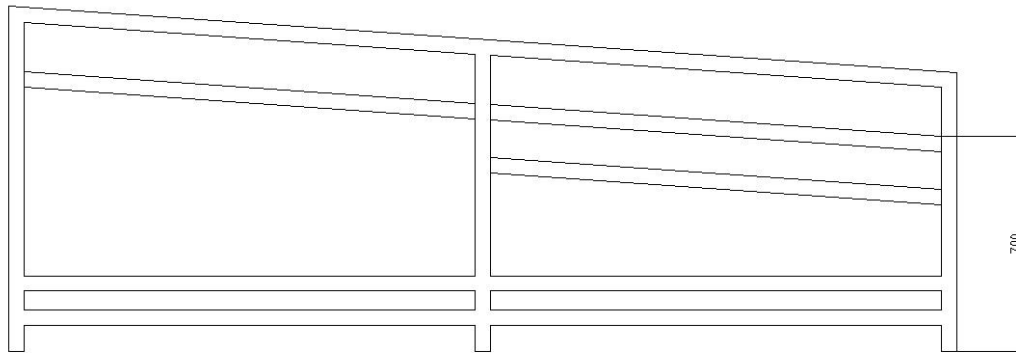


Gambar 3.1. Diagram Alir Proses Analisa *Software Inventor*

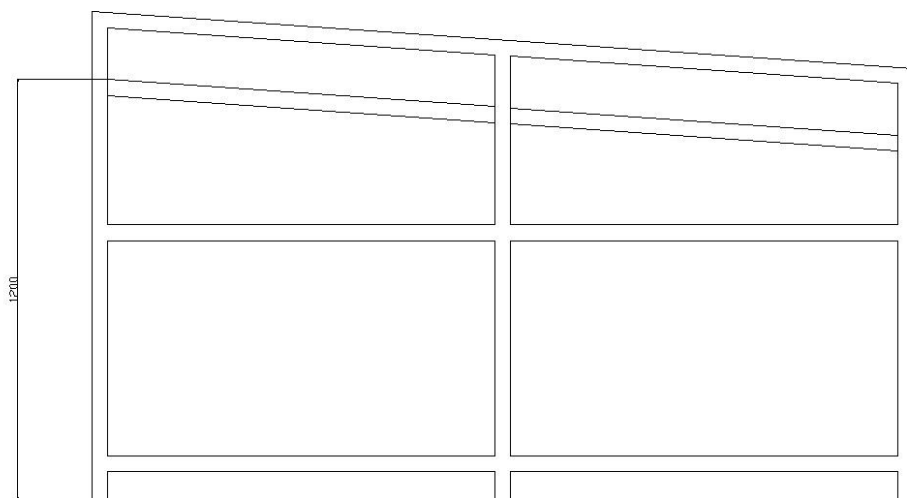
3.5.1 Uraian Prosedur Penelitian

1 Pengumpulan data yang diperlukan dalam perancangan Lifter Conveyor.

Dalam mengumpulkan data yang dibutuhkan dan mekanisme Lifter Conveyor, penulis mencari diberbagai sumber mengenai dimensi ketinggian proses sebelumnya dan proses sesudahnya. Penentuan ukuran Lifter Conveyor ditentukan menggunakan ukuran Shooter in untuk ketinggian awal dan shooter out untuk ketinggian akhir.



Gambar 3.2 Ketinggian Shooter In.



Gambar 3.3 Ketinggian Shooter Out.

Dimensi ketinggian:

Shooter In : 700 mm

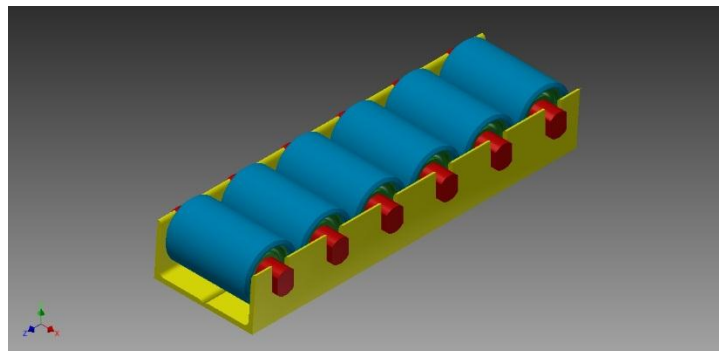
Shooter Out : 1200 mm

2 Pembuatan Struktur Model

Desain *Lifter Conveyor* ini dibagi menjadi 5 bagian yaitu :

a. *Roller Conveyor*

Roller conveyor adalah bagian atas *Lifter Conveyor* yang berfungsi tempat tumpuan benda yang akan diangkat sekaligus untuk mendistribusikan ke proses selanjutnya.



Gambar 3.4 *Roller Conveyor*

Komponen-komponen pada plat siku adalah :

- Plat Siku

Plat siku sebagai pondasi untuk menempatkan *Roller Conveyor* yang tersambung ke poros.

Tabel 3.1 Dimensi Plat Siku

Material	SS 400 JIS.G 3101
Dimensi	45x45 mm
Panjang	301 mm
Lebar	45 mm
Tebal	4 mm

- *Bearing*

Menggunakan *Bearing* NSK dengan kode 6004ZZ.

- Pipa Besi

Pipa besi digunakan untuk melapisi *Bearing* agar tidak langsung bersentuhan dengan benda kerja.

Tabel 3.2 Dimensi Pipa Besi

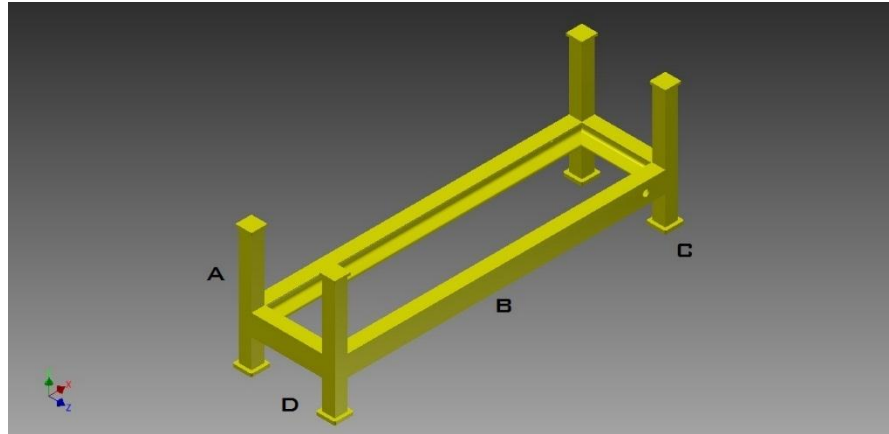
Tipe Pipa	SCH 40
Diameter Luar	48,6 mm
Diameter Dalam	40 mm
Panjang	82 mm

- Poros

Poros berfungsi menghubungkan komponen *Roller Conveyor* dengan besi siku. Juga untuk menahan putaran *Roller Conveyor*. Menggunakan Besi *stainless steel* berdiameter 20 mm dan panjang 100 mm.

b. *Base Frame*

Base frame adalah komponen bagian bawah dari *Lifter Conveyor*. Berfungsi untuk menahan *arm* dan silinder.



Gambar 3.5 *Base Frame*

Komponen-komponen yang ada dalam *Base Frame* adalah :

- Pilar A

Pilar A adalah bagian yang berfungsi sebagai penahan saat *Lifter Conveyor* dalam keadaan turun meskipun bisa saja *Platform* tidak sampai menyentuh pilar A. Pilar A menggunakan besi *hollow* dengan dimensi 40x40x2 mm dengan material SS 400 JIS.G 3101. Terdapat 4 buah pilar A dengan dimensi yang sama. Panjang masing-masing pilar A adalah 212 mm.

- Pilar B

Pilar B adalah komponen yang menahan kaki-kaki agar tetap stabil sekaligus sebagai penahan arm serta rel untuk *roller* yang ada di *Arm*. Terbuat dari besi UNP dengan dimensi 65x42x5,5 mm dengan material

berupa SS 400 JIS.G 3101. Keempat pilar memiliki dimensi yang sama serta panjang yang sama yaitu 1070 mm.

- Pilar C

Pilar C adalah penahan *Base Frame* ke lantai untuk mengantisipasi apabila terjadi banjir dan lain sebagainya. Pilar C terbuat dari besi *hollow* berdimensi sama seperti pilar A hanya memiliki panjang yang berbeda yaitu 90 mm.

- Pilar D

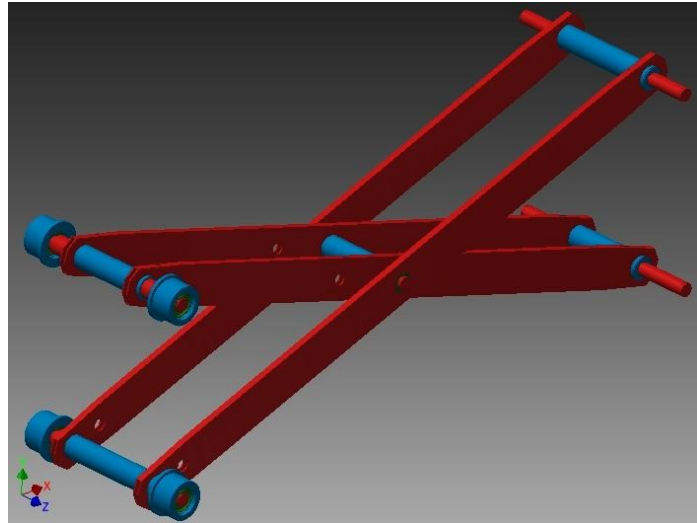
Pilar D berfungsi menyambungkan kedua Pilar B, bermaterialkan sama dengan pilar B yaitu besi UNP 65x42x5,5 mm dan memiliki panjang 300 mm.

- Plat Baja

Plat baja dibagian bawah *Base Frame* berfungsi untuk menyambungkan *Lifter Conveyor* dengan lantai yaitu dengan cara dibaut. Bermaterialkan SS 400 JIS.G 3101 dan memiliki dimensi 60x60x10mm.

c. *Arm*

Arm adalah lengan ayun yang menghubungkan *Base Frame* dengan *Platform*. *Arm* ditopang oleh silinder pneumatik sehingga dapat naik dan turun.



Gambar 3.4 Arm

Bagian-bagian yang ada pada *Roller Arm* adalah :

- *Arm* luar

Arm luar adalah batang lengan yang berada paling luar, terdiri dari 2 buah besi *hollow square* 60x10x2 mm dengan panjang 1000 mm.

Memiliki 4 buah lubang dengan dimensi sebagai berikut :

Tabel 3.3 Lubang Arm luar

Lubang Roll Arm	Ø 34 mm
Lubang Engsel Arm	Ø 28 mm
Lubang Silinder	Ø 18 mm
Lubang Fixed Arm	Ø 34 mm

- *Arm* Dalam

Arm dalam sama halnya dengan *Arm* luar terbuat dari besi *hollow square* dengan dimensi 60x10x2 mm dengan panjang 100 mm, yang Berbeda hanya diameter lubangnya dan peletakan lubang untuk penahan silinder pneumatic saja yang berbeda.

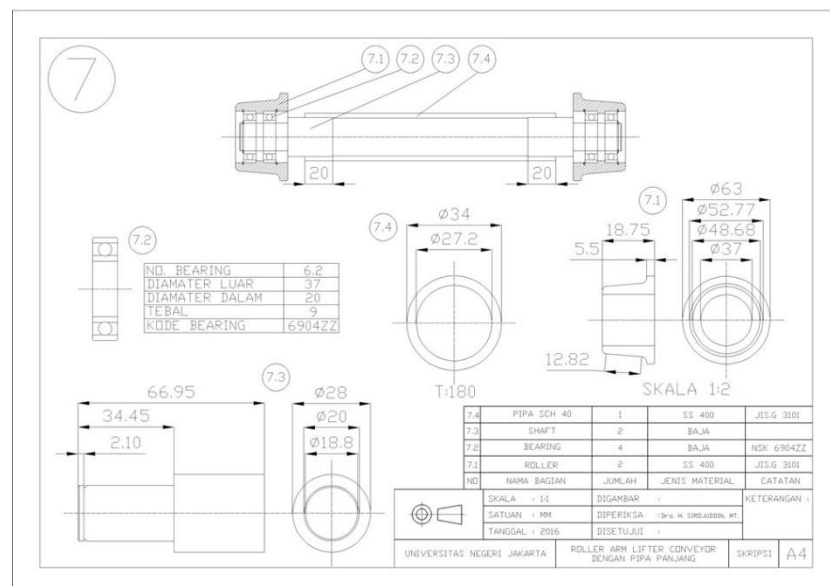
Tabel 3.4 Lubang Arm Dalam

Lubang <i>Roll Arm</i>	Ø 34 mm
Lubang Engsel <i>Arm</i>	Ø 34 mm
Lubang Silinder	Ø 18 mm
Lubang <i>Fixed Arm</i>	Ø 34 mm

- *Roller Arm* Luar

Roller ini berfungsi agar arm dapat maju dan mundur sehingga memungkinkan *Arm* dapat naik saat terdorong silinder pneumatik.

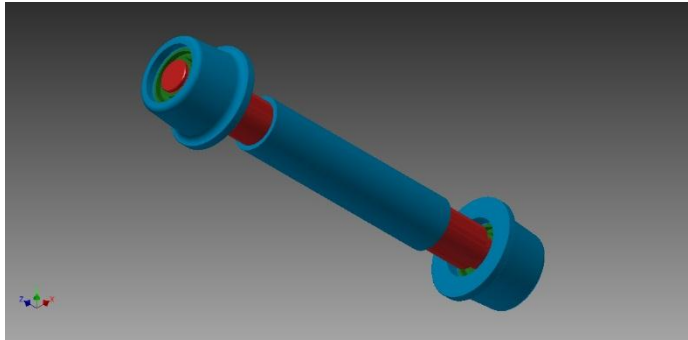
Bagian-Bagian dari *Roller Arm* ini adalah :



Gambar 3.7 Komponen *Roller arm* luar

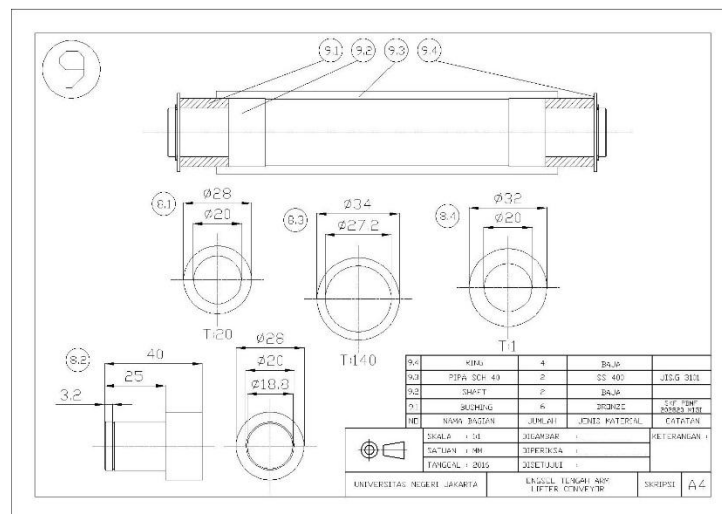
- *Roller Arm* Dalam

Roller ini sama saja dengan *Roller Arm* luar hanya saja panjang shaft 90 mm dan panjang pipanya 140 mm.

Gambar 3.8 *Roller Arm* Dalam

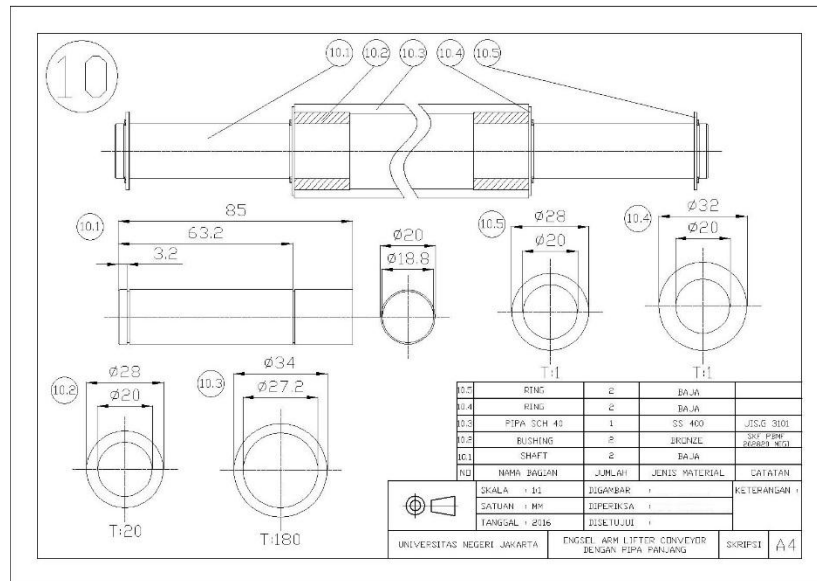
- Engsel *Arm*

Engsel *Arm* adalah poros yang menghubungkan keempat buah *Arm* sehingga memungkinkan keempat *Arm* tersebut dapat berfungsi naik dan turun. Berikut adalah komponen-komponen Engsel *Arm* :

Gambar 3.9 Komponen Engsel *Arm*

- Engsel *Fixed Arm* Luar

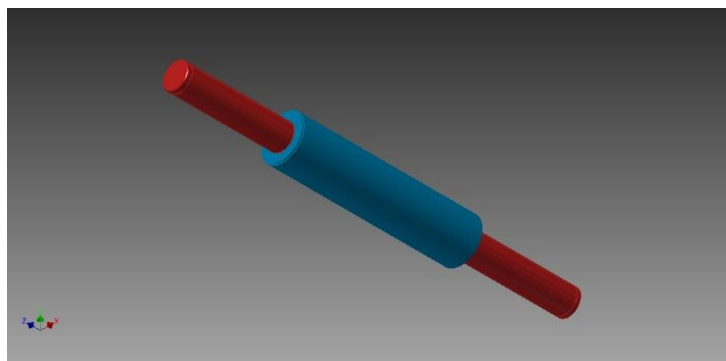
Engsel *Fixed* ini untuk menahan sisi lain arm agar tidak bergerak sehingga *Roller Arm* dapat bergerak maju dan mundur. Komponen-komponen Engsel *Fixed Arm* Luar ini adalah :



Gambar 3.10 Komponen Engsel *Fixed Arm* Luar

- Engsel *Fixed Arm* Dalam

Engsel *Fixed* ini komponennya hampir sama dengan Engsel *Fixed Arm* luar hanya saja pipa dan porosnya yang berbeda panjangnya. Panjang pipa 140 mm dan panjang poros 105 mm.

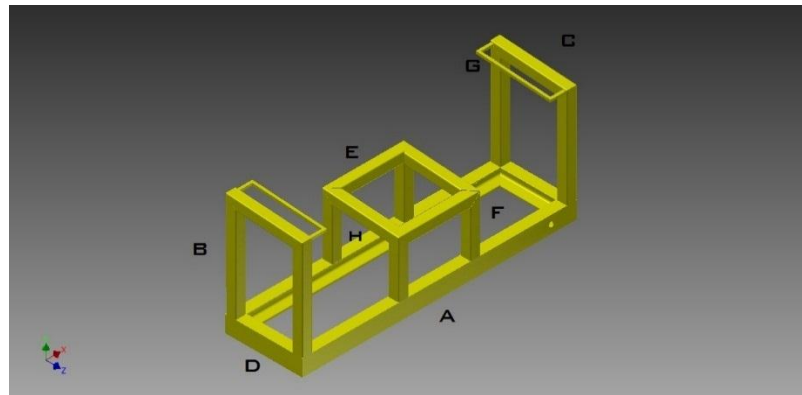


Gambar 3.11 Engsel *Fixed Arm* Dalam

d. Platform Frame

Platform Frame adalah bagian dari *Lifter Conveyor* dibagian atas, menghubungkan *Roller Arm* dengan *Roller Conveyor* sekaligus sebagai dudukan

dari *Roller Conveyor* itu sendiri. Material dari *Platform Frame* ini adalah SS 400 JIS.G 3101.



Gambar 3.12 *Platform frame*

Platform Frame memiliki beberapa bagian, yaitu :

- Pilar A

Pilar A terbuat dari besi UNP berdimensi 65x42x5,5 mm. Berfungsi sebagai penopang utama beserta dengan pilar D. Panjang dari kedua sisi Pilar A adalah 970 mm.

- Pilar B

Pilar B terbuat dari besi *hollow square* berdimensi 40x40x2 mm. Panjang dari keempat sisi Pilar B adalah 410 mm.

- Pilar C

Pilar C terbuat dari besi *hollow square* berdimensi 40x40x2 mm. Menghubungkan kedua Pilar B di kedua sisi *Platform Frame*. Panjang Pilar C di kedua sisi adalah 389 mm.

- Pilar D

Pilar D merupakan penghubung kedua Pilar A, juga sebagai tumpuan dari Pilar B. Terbuat dari besi UNP berdimensi 65x42x5,5 mm dan panjang 300 mm.

- Pilar E

Pilar E merupakan tempat tumpuan untuk meletakkan *Roll Conveyor*. Terbuat dari besi *hollow square* 40x40x2. Memiliki 4 buah sisi dengan panjang masing-masing sisi 300 mm. Disisi samping Pilar E memiliki kemiringan 4°.

- Pilar F

Pilar F merupakan kaki-kaki dari Pilar E. Terbuat dari besi *hollow square* berdimensi 40x40x2 mm dengan panjang 219 mm.

- Pilar G

Pilar G berfungsi untuk menahan benda kerja agar tidak terjatuh ke kanan atau ke kiri. Terbuat dari besi *hollow* 10x10x1 mm dengan panjang 300 mm untuk sisi depan dan 60 untuk kedua sisi samping.

- Pilar H

Pilar H sama halnya dengan Pilar F yaitu kaki-kaki untuk Pilar E. Terbuat dari besi *hollow square* berdimensi 40x40x2 mm dengan panjang 240 mm.

3.6 Teknik dan Prosedur Pengumpulan Data

3.6.1. Persyaratan Perancangan (spesifikasi)

Spesifikasi yaitu persyaratan kemampuan dan sifat-sifat yang harus dimiliki oleh bahan pada suatu alat yang ingin dirancang. Persyaratan dalam spesifikasi dibagi dalam dua kategori. Yaitu:

Tabel 3.5 Daftar spesifikasi perencanaan

DAFTAR SPESIFIKASI PERENCANAAN <i>LIFTER CONVEYOR</i>	
<i>Demands or Wishes</i>	<i>Persyaratan</i>
	Geometri
	Dimensi <i>Lifter Conveyor</i> Posisi Awal
D	Tinggi 860 mm
D	Lebar 300 mm
D	Panjang 1070 mm
W	Berat ± 125 kg
	Dimensi <i>Lifter Conveyor</i> Posisi Akhir
D	Tinggi 1360 mm
D	Lebar 300 mm
D	Panjang 1070 mm
W	Berat ± 125 kg
	Gaya
D	Beban maksimal yang diterima <i>Lifter Conveyor</i> seberat 16 kg, sedangkan gravitasinya $9,8 \text{ m/s}^2$ Gaya yang terjadi adalah $F = m \times g = 16 \text{ kg} \times 9,8 \text{ m/s}^2 = 156,8 \text{ N} \approx 160$

	Komponen
D	Mampu menahan berat <i>crossmember</i>
D	Mampu menahan gaya yang terjadi
D	Tahan Terhadap Korosi

3.7 Teknik Analisis Data

Teknik analisis data yang digunakan pada penelitian ini adalah membuat desain *Lifter Conveyor* yang sesuai dengan ukuran yang sesuai dengan ketinggian *Shooter In* dan *Shooter Out* menggunakan *software Autodesk Inventor*. Yang selanjutnya pada proses stress analisis penulis melakukan pada tiap tiap komponen yang nantinya akan mendapatkan plot *Von Mises Stress*, *Displacement* dan *Factor of Safety* di *Autodesk Inventor* yang akan menentukan komponen dapat di pabrikan atau tidaknya.

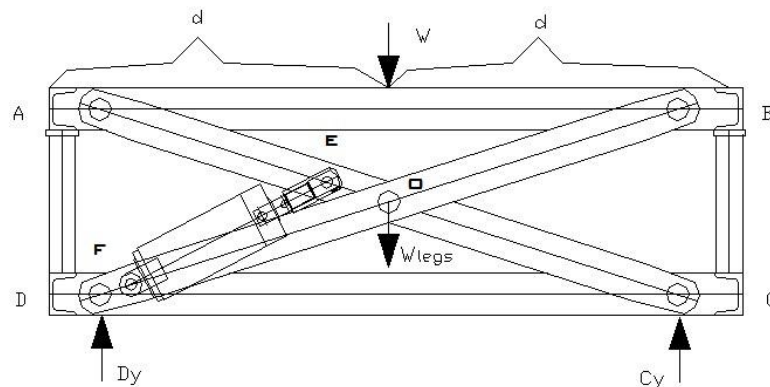
3.8 Perhitungan Teori

3.8.1 Gaya yang terjadi pada batang *Lifter Conveyor*

Perhitungan teori pembebanan yang diterima *Lifter Conveyor* dibagi kedalam 2 bagian yaitu :

1. Posisi awal

Untuk perhitungan teori pada pembebanan *Lifter Conveyor* pada posisi awal adalah sebagai berikut:



Gambar 3.13 Diagram benda bebas *Lifter Conveyor* Posisi Awal

A dan D adalah *roller* sedangkan B dan C adalah Engsel *Fixed*. Poin O adalah Engsel *Arm* yang menghubungkan keempat *Arm*. Gaya W adalah beban *crossmember* yang harus diangkat yang letaknya tepat di tengah-tengah *Lifter Conveyor*. *Wlegs* adalah beban *Arm*. Total gaya yang masuk harus seimbang dengan total gaya yang keluar, yang berarti bahwa apapun yang terjadi di dalam sistem jumlah reaksi D_y dan C_y akan sama berat. Kemudian Gaya vertikal di titik D dan C adalah setengah dari beban utama ditambah berat *Arm*.

$$\text{Diketahui : } w = 672 \text{ N}$$

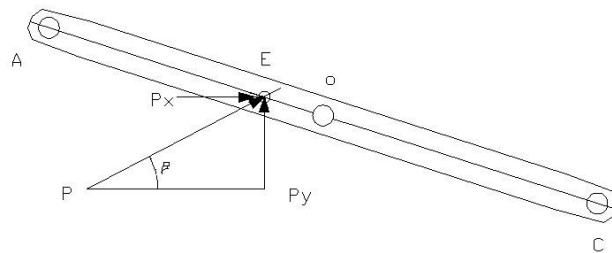
$$W_{legs} = 65 \text{ N}$$

$$C_y = D_y = \frac{W + W_{legs}}{2} = \frac{672 + 65}{2} = 368,5 \text{ N}$$

E dan F pada gambar 4. Adalah silinder pneumatik yang berfungsi layaknya tiang penyangga. Karena terdapat gaya kompresi pada titik E dan F, maka harus dicari dekomposisi gaya P terhadap Y dan X. Untuk melihat gaya yang terjadi pada E dan F, maka:

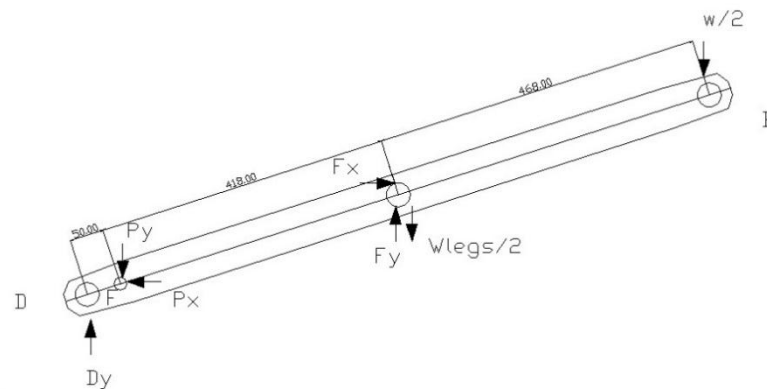
$$\sin \beta = \frac{P_y}{P} \Rightarrow P_y = P \sin \beta = 4409,05 \times 0,4619 = 2036,555 \text{ N}$$

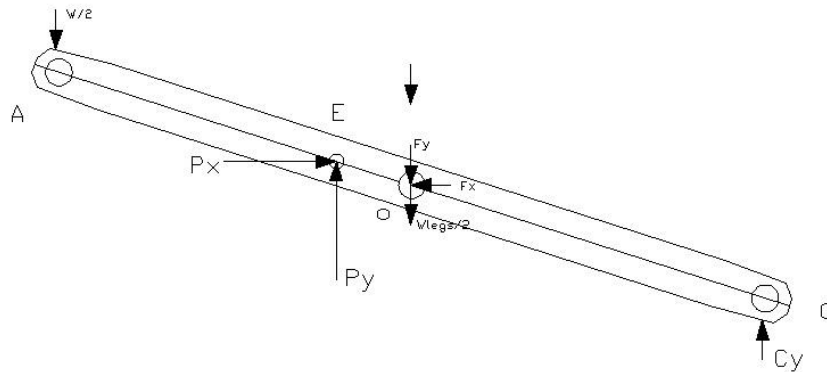
$$\cos \beta = \frac{P_x}{P} \Rightarrow P_x = p \cos \beta = 4409,05 \times 0,8869 = 3910,519 \text{ N}$$



Gambar 3.14 Gaya pada titik E

Diagram benda bebas yang ada pada setiap Arm yang ada terdapat pada gambar 4. F_y dan F_x adalah bagian dari gaya F yang bekerja pada engsel, dan harus diuraikan karena nilai dan arahnya belum diketahui.





Gambar 3.15 Diagram Benda Bebas Masing masing titik

Melihat diagram pada gambar 4. harus dipertimbangkan keseimbangan arah gaya pada Y dan X dan juga menyeimbangkan terbentuknya momen dari reaksi gaya.

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

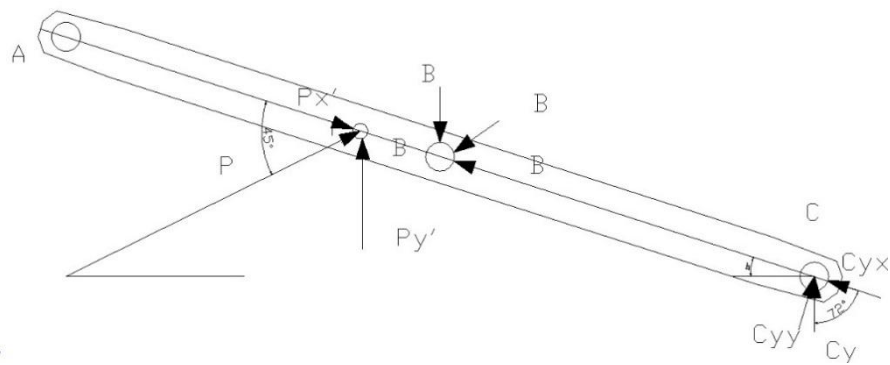
$$F_x = P \cos \beta = 4409,05 \times \cos 27,51 = 3910,519 \text{ N}$$

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

$$\frac{W_{legs}}{2} + \frac{W+W_{legs}}{2} = 0 \Rightarrow P_y = F_y$$

$$F_y = P \sin \beta = 4409,05 \times \sin 27,51 = 2036,555 \text{ N}$$

Semua gaya sudah diketahui. Jika $P_x=F_x$ dan $P_y=F_y$, lalu gaya P sama dengan gaya F di engsel O dan itu bekerja pada gaya sebaliknya karena nilainya sama. Nilai gaya normal dan gaya geser yang terjadi pada arm untuk mendapatkan tegangan. Untuk itu semua gaya harus diproyeksikan sejajar dengan sumbu *Arm*.



Gambar 3.16 Komponen gaya pada Arm.

$$\sin 72^\circ = \frac{C_{yy}}{C_y} \Rightarrow C_{yy} = C_y \sin 72^\circ = 350,46 \text{ N} \approx 351 \text{ N}$$

$$\cos 72^\circ = \frac{C_{yx}}{C_y} \Rightarrow C_{yx} = C_y \cos 72^\circ = 113,87 \text{ N} \approx 114 \text{ N}$$

$$\sin 45^\circ = \frac{P_{y'}}{P} \Rightarrow P_{y'} = P \sin 45^\circ = 4687,67 \text{ N} = F_{y'} \approx 4688 \text{ N}$$

$$\cos 45^\circ = \frac{P_{x'}}{P} \Rightarrow P_{x'} = P \cos 45^\circ = 2894,02 \text{ N} = F_{x'} \approx 2895 \text{ N}$$

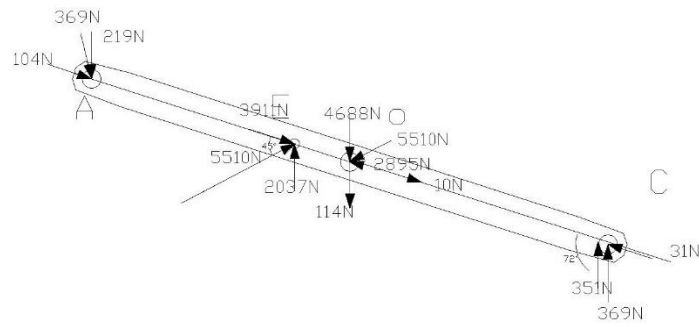
$$\sin 72^\circ = \frac{\frac{W}{2}y}{\frac{W}{2}} \Rightarrow \frac{W}{2}y = \frac{W}{2} \sin 72^\circ = 218,75 \text{ N} \approx 219 \text{ N}$$

$$\cos 72^\circ = \frac{\frac{W}{2}x}{\frac{W}{2}} \Rightarrow \frac{W}{2}x = \frac{W}{2} \cos 72^\circ = 103,83 \text{ N} \approx 104 \text{ N}$$

$$\sin 72^\circ = \frac{\frac{W_{legs}}{2}y}{\frac{W_{legs}}{2}} \Rightarrow \frac{W_{legs}}{2}y = \frac{W_{legs}}{2} \sin 72^\circ = 30,6 \text{ N} \approx 31 \text{ N}$$

$$\cos 72^\circ = \frac{\frac{W_{legs}}{2}x}{\frac{W_{legs}}{2}} \Rightarrow \frac{W_{legs}}{2}x = \frac{W_{legs}}{2} \cos 72^\circ = 9,94 \text{ N} \approx 10 \text{ N}$$

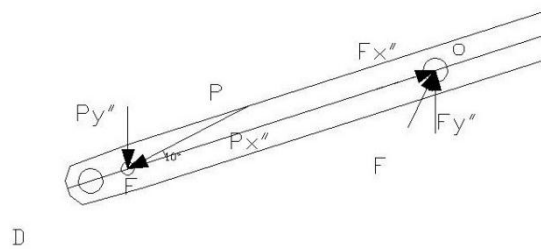
Sekarang Diagram benda bebas untuk arm luar dapat dilihat pada gambar dibawah ini.



Gambar 3.17 Diagram benda bebas arm dalam

Beberapa gaya juga sama dengan arm dalam tetapi arahnya berbeda.

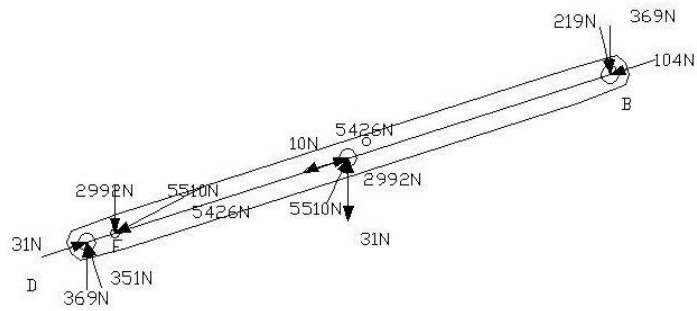
Gaya yang terjadi pada D dan B sama.



Gambar 3.18 Komponen gaya pada arm luar

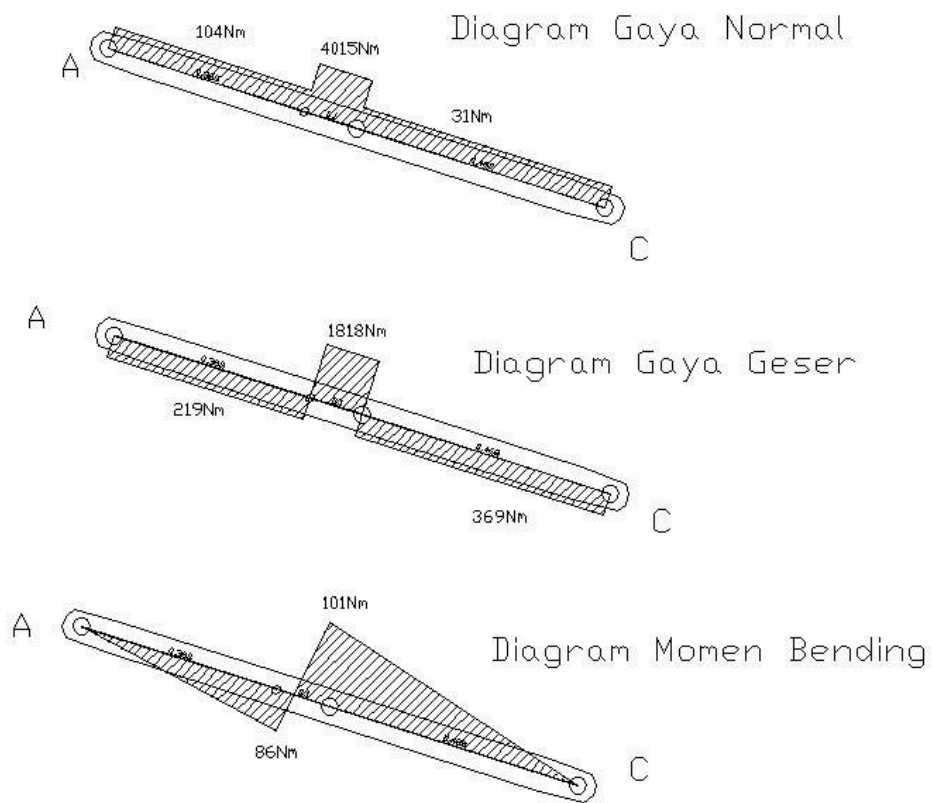
$$\sin 10^\circ = \frac{Py''}{P} \Rightarrow P \sin 10^\circ = 2992\text{N} = Fy''$$

$$\cos 10^\circ \Rightarrow \frac{Px''}{P} = P \cos 10^\circ = 5426\text{N} = Fx$$

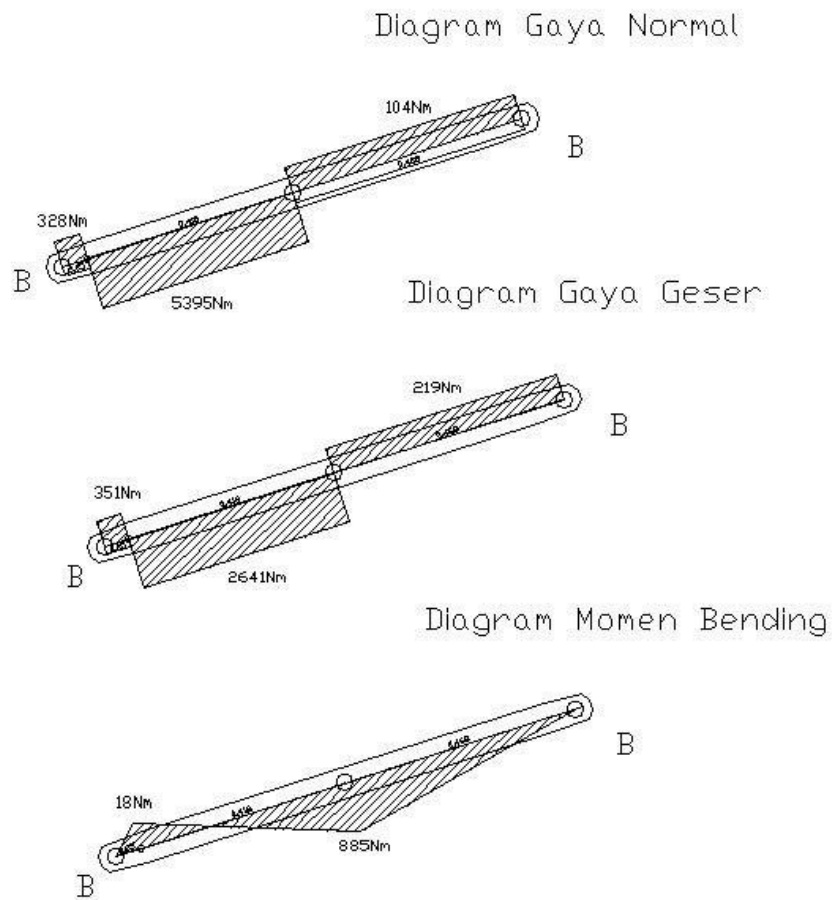


Gambar 3.19 Diagram gaya bebas arm dalam

Setelah gaya-gaya yang terdapat pada arm sudah diketahui, lalu dapat diketahui gaya normal, gaya geser dan momen bendungnya.



Gambar 3.20 Diagram Arm Luar



Gambar 4. Diagram Arm Dalam

Mengikuti kekuatan normal steel carbon SS 400 JIS. Safety Factor minimal adalah 3 menurut standar ANSI MH29.1

$$\sigma_{all} = \frac{Re}{n} = \frac{420}{3} = 140 \text{ N/mm}^2$$

Tegangan Gaya Geser :

$$\tau_{all} = 0,85 \times \sigma_{all} = 81,2 \text{ N/mm}^2$$

Tegangan yang terjadi :

Tegangan normal tertinggi ada antara EO dan FO, sedangkan area E dan F paling kecil.

Tinggi Arm adalah 60 mm

Point E

$$\sigma_n = \frac{F}{A} = \frac{4015}{60 \times 10 \times 2} = 3,35 \text{ N/mm}^2$$

$$\tau = \frac{F}{A} = \frac{1818}{60 \times 10 \times 2} = 1,51 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_{eq} = \sqrt{\sigma_n^2 + 3\tau^2}$$

$$\sigma_{eq} = \sqrt{3,35^2 + 3 \times 1,51^2}$$

$$\sigma_{eq} = 6,63 \text{ N/mm}^2$$

Point F

$$\sigma_n = \frac{F}{A} = \frac{5395}{1200} = 4,595 \text{ N/mm}^2$$

$$\tau = \frac{F}{A} = \frac{2641}{1200} = 2,2 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_{eq} = \sqrt{\sigma_n^2 + 3\tau^2}$$

$$\sigma_{eq} = \sqrt{4,595^2 + 3 \times 2,2^2}$$

$$\sigma_{eq} = 5 \text{ N/mm}^2$$

Tegangan Bending $\sigma_M = \frac{My}{I}$ dimana $I = \frac{1}{12}BH^3$

M = Momen Maksimum

y = Dimensi dari tangan ke atas

B = Lebar

H = Tinggi

Diameter di lubang engsel arm O = 34 mm.

$\sigma_M = \frac{My}{I}$ dimana $I = \frac{1}{12}BH^3$

Poin O

$$\sigma_M = \frac{101 \times 320 \times 30}{\frac{1}{12}(10 \times 60^3 - 10 \times 34^3)2} = 3,35 \text{ N/mm}^2$$

Poin E

$$\sigma_M = \frac{81 \times 320 \times 30}{\frac{1}{12}(10 \times 60^3 \times 2)} = 2,16 \text{ N/mm}^2$$

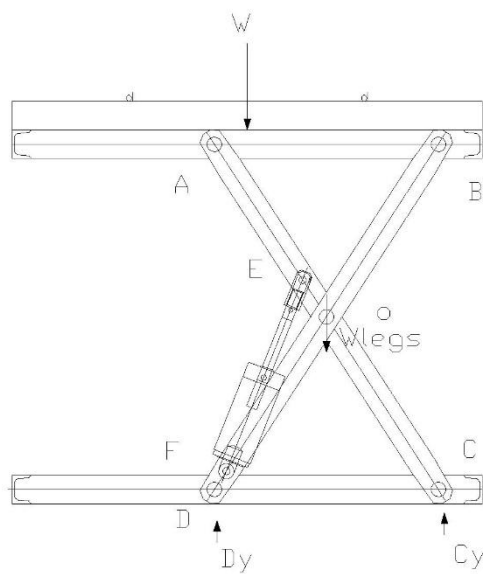
Poin F

$$\sigma_M = \frac{18 \times 320 \times 30}{\frac{1}{12}(10 \times 30 \times 2)} = 3,74 \text{ N/mm}$$

Semua tekanan yang terjadi kurang dari tekanan yang diijinkan yang membuat desain ini aman apabila digunakan.

2. Posisi Naik

Untuk perhitungan teori pada pembebanan *Lifter Conveyor* pada posisi awal adalah sebagai berikut:



Gambar 3.22 Diagram Benda Bebas Posisi Naik

$$D = 535\text{mm}$$

$$AB = 600\text{ M}$$

$$\sum M_c = 0 \Rightarrow W \cdot d + W_{legs} \left(\frac{AB}{2} \right) - D_y \cdot AB = 0 \Rightarrow D_y =$$

$$\frac{W \cdot d + W_{legs} \left(\frac{AB}{2} \right)}{AB} \Rightarrow$$

$$D_y = 1,23W + 0,5W_{legs}.$$

$$D_y = 858N$$

$$\sum f_{oy} = 0 \Rightarrow D_y - C_y - W_{legs} - W = 0 \Rightarrow C_y = 1,23 \cdot w +$$

$$0,5W_{legs} - W \Rightarrow$$

$$C_y = 0,23W - 0,5W_{legs}$$

$$C_y = 187N$$

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

$$F_x = P \cos \beta$$

$$F_x = 2198 N \times \cos 68,26^\circ = 814 N$$

$$\sum f_{oy} = 0 \Rightarrow -D_y + P_y - F_y - \frac{W_{legs}}{2} - C_y = 0 \Rightarrow F_y = P_y - D_y -$$

$$\frac{W_{legs}}{2} - C_y =$$

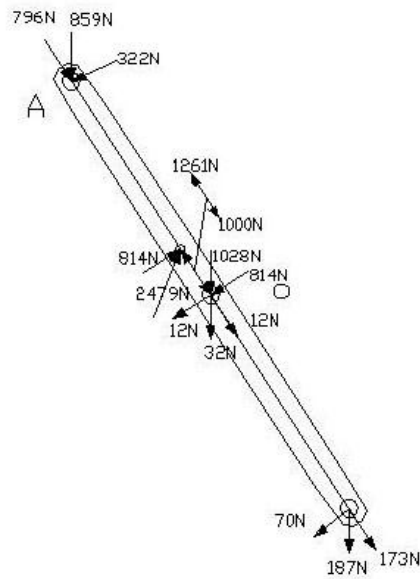
$$P_y - 1,46w - 0,5W_{legs}$$

$$P_y = 1028 + 1419 + 32 = 2479N$$

$$F_y = P \sin \beta - 1,46W - 0,5W_{legs}$$

$$F_y = 2042 - 981 - 32 = 1028N$$

Lifter Conveyor saat posisi naik mendapat gaya yang berbeda di silindernya, serta reaksi gaya dan gaya yang didapatkan akan berbeda. Karena dalam posisi naik maka gaya yang di dapat juga selain naik ada gaya turun juga.



Gambar 3.23 Diagram gaya bebas arm luar posisi naik

$$C_{yx} = \cos 22^\circ \times 187 = 173 \text{ N}$$

$$C_{yy} = 187 \times \sin 22^\circ = 69 \text{ N}$$

$$A_{yx} = D_{yx} = \cos 22^\circ \times 859 = 796 \text{ N}$$

$$A_{yy} = D_{yy} = 859 \times \sin 22^\circ = 322 \text{ N}$$

$$\sin 55^\circ = \frac{Py'}{P} \Rightarrow Py' = P \sin 55^\circ = 1801\text{N}$$

$$\cos 55^\circ = \frac{Px'}{P} \Rightarrow Px' = P \cos 55^\circ = 1261\text{N}$$

$$\sin 22^\circ = \frac{\frac{Wlegs_y}{2}}{\frac{Wlegs}{2}} \Rightarrow \frac{Wlegs}{2} y = \frac{Wlegs}{2} \sin 22^\circ = 12\text{N}$$

$$\cos 22^\circ = \frac{\frac{Wlegs_x}{2}}{\frac{Wlegs}{2}} \Rightarrow \frac{Wlegs}{2} x = \frac{Wlegs}{2} \cos 22^\circ = 30\text{N}$$

Gaya pada engsel arah dan gayanya berbanding terbalik dengan saat posisi awal.

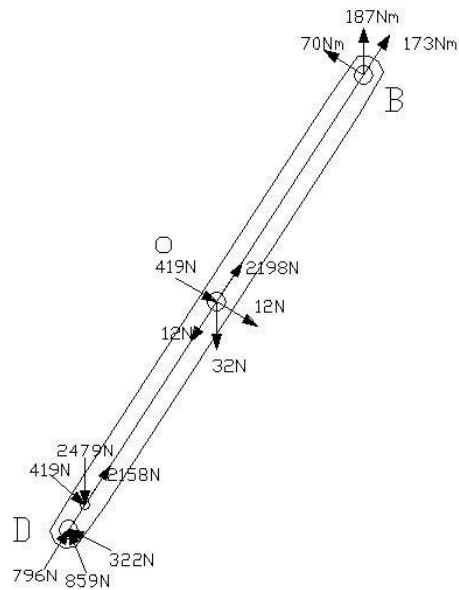
$$Fy' = -322 + 1801 - 12 - 69 = 1406\text{N}$$

$$Fx' = -796 + 1261 - 30 - 173 = 1000\text{N}$$

$$F' = \sqrt{Fy'^2 + Fyx'^2}$$

$$F' = \sqrt{1406^2 + 1000^2}$$

$$= 1725\text{N}$$



Gambar 3.24 Diagram benda bebas arm dalam posisi naik

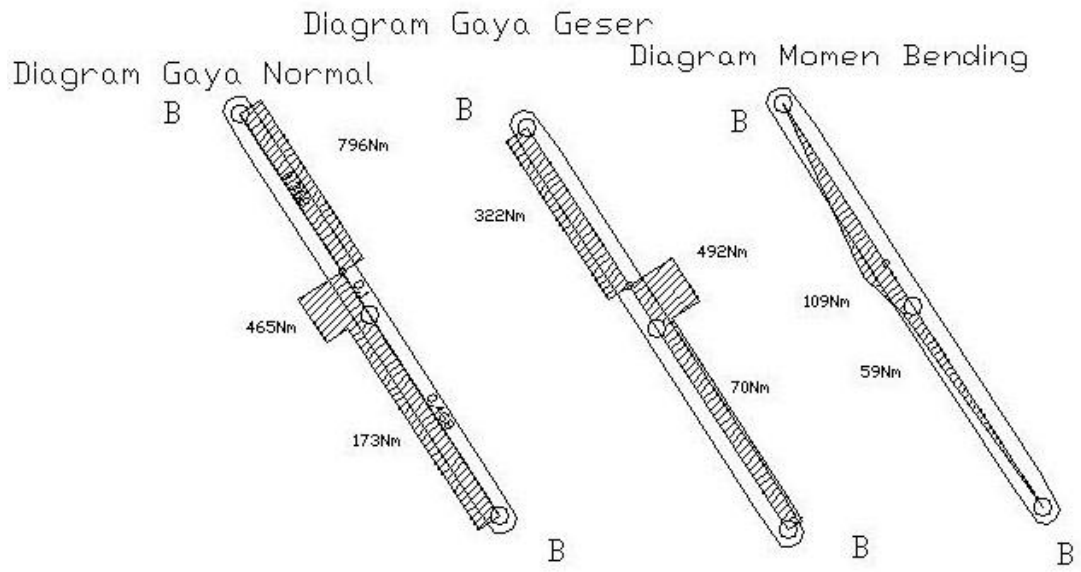
$$B_{yx} \ C_{yx} = \cos 22^\circ \times 187 = 173 \text{ N}; \ B_{yy} = C_{yy} = 187 \times \sin 22^\circ = 509$$

$$\sin 11^\circ = \frac{P_y''}{P} \Rightarrow P \sin 11^\circ = 419 \text{ N}; \ \cos 11^\circ \Rightarrow \frac{P_x''}{P} \Rightarrow P_x'' = P \cos 11^\circ = 70 \text{ N}$$

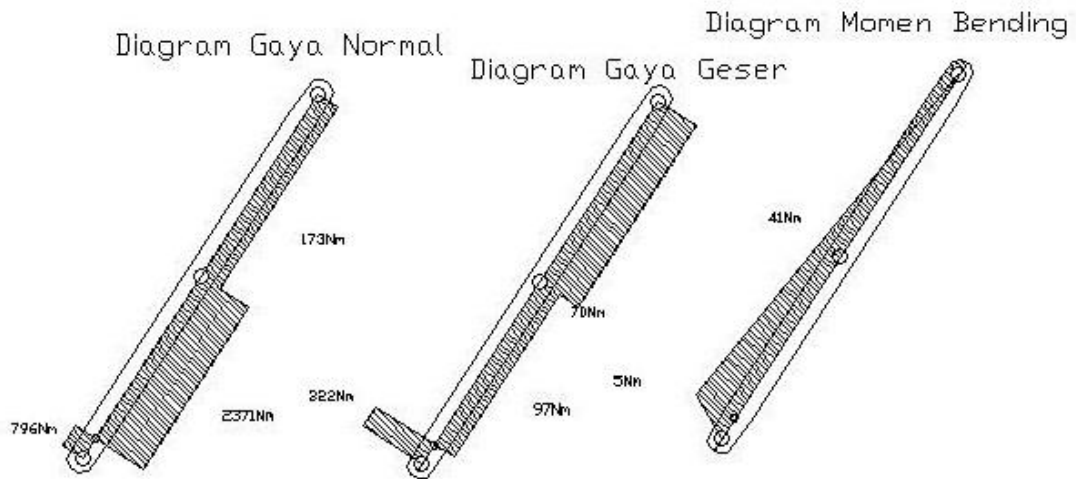
$F_y'' = 419 \text{ N}$ sama arahnya dengan P_y'' ; $F_x'' = 2158 \text{ N}$ berlawanan arah dengan P_x''

$$F'' = \sqrt{F_y''^2 + F_x''^2}$$

$$F'' = \sqrt{419^2 + 2158^2} = 2198 \text{ N.}$$



Gambar 3.25 Diagram Gaya Arm Luar Posisi Naik



Gambar 3.26 Diagram Gaya Arm dalam posisi naik

Mengikuti kekuatan normal steel carbon SS 400 JIS. Safety Factor minimal adalah 3 menurut standar ANSI MH29.1

$$\sigma_{\text{all}} = \frac{Re}{n} = \frac{420}{3} = 140 \text{ N/mm}^2$$

$$\tau_{\text{all}} = 0,85 \times \sigma_{\text{all}} = 81,2 \text{ N/mm}^2$$

Actual stresses

Poin E

$$\sigma_n = \frac{F}{A} = \frac{2371}{60 \times 10 \times 2} = 1,975 \text{ N/mm}^2$$

$$\tau = \frac{F}{A} = \frac{323}{60 \times 10 \times 2} = 0,268 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_{\text{eq}} = \sqrt{\sigma_n^2 + 3\tau^2}$$

$$\sigma_{\text{eq}} = \sqrt{1,975^2 + 3 \times 0,268^2}$$

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

$$\sigma_M = \frac{My}{I} \text{ dimana } I = \frac{1}{12} BH^3$$

Poin E

$$\sigma_M = \frac{109 \times 320 \times 30}{\frac{1}{12} \times 10 \times 60^3 \times 2} = 2,9 \text{ N/mm}^2$$

Tekanan yang ada lebih rendah dari tekanan yang diijinkan sehingga disain struktur ini bagus dan aman untuk digunakan. Momen bending di titik F dan lainnya yang terlalu kecil tidak perlu diperhitungkan.