



## Disain dan Analisa Rangka Belt Conveyor Pemilah Manual Kapasitas 8 Ton m<sup>3</sup>/jam

Irwan Aranda

Program Studi Teknik Mesin, Universitas Pamulang, Jl. Surya Kencana No.1, Tangerang Selatan, Indonesia

E-mail : dosen01281@unpam.ac.id

Masuk : 5 April 2024

Direvisi: 22 April 2024

Disetujui: 27 April 2024

**Abstract:** A manual sorting conveyor belt is a machine that functions to move raw materials from one place to another and sort the raw materials conventionally. To make a manual sorting belt conveyor machine, a construction is needed, namely a frame that functions as a support to support all components such as the belt, roller, hopper, output and gravity roller conveyor. The frame material to be used must have mechanical properties that are sturdy, strong and resistant to vibrations in the machine when operated. To obtain maximum value in designing a conveyor belt machine, a planning concept is needed according to the needs and materials to be used. In this research, design and analysis were carried out using Solidworks 2020 software with ASTM A36 Steel material with an accepted static load of 81340 N from the component weight. The results obtained in the design include the design of the conveyor belt frame. The simulation results with a load of 81340 N were obtained from the Von misses simulation on the conveyor frame resulting in a max value of 5.27 N/mm<sup>2</sup> and a min of -36.72 N/mm<sup>2</sup> with a deformation scale of 10, Analysis of the displacement simulation on the conveyor frame with a load of 81340 N produces a max value of 10.25 mm and a min of 0.00 mm with a deformation scale of 10. Analysis of the safety factor simulation on the conveyor frame with a load of 81340 N produces a max value of 8.65 x 10<sup>6</sup> and min 1.5 so that the manual sorting belt conveyor machine design is declared safe to use. The comparison between the simulation results and the calculation results has an error percentage including von Mises stress of 2%, Displacement of 7%, and Safety Factor of 6% so that the simulation and calculation results are declared accurate.

**Keywords:** Design; Conveyor Belt; Frame; Safety Factors.

**Abstrak:** Belt conveyor pemilah manual merupakan mesin yang berfungsi untuk memindahkan bahan baku dari satu tempat ke tempat lainnya dan memilah bahan baku tersebut secara konvensional. Untuk membuat mesin belt conveyor pemilah manual tersebut dibutuhkan sebuah konstruksi yaitu rangka yang berfungsi sebagai penyangga untuk menopang semua komponen-komponen seperti sabuk (*belt*), *roller*, *hopper*, *output*, dan *gravity roller conveyor*. Material rangka yang akan dipakai harus memiliki sifat mekanik yang kokoh, kuat dan tahan terhadap getaran pada mesin saat di operasikan. Untuk memperoleh nilai yang maksimal dalam mendisain mesin conveyor belt, maka dibutuhkan konsep perencanaan sesuai keperluan dan material yang akan digunakan. Dalam penelitian ini desain dan analisis dilakukan menggunakan bantuan *software solidworks 2020* dengan material ASTM A36 Steel dengan beban statis yang diterima sebesar 81340 N dari bobot komponen. Hasil yang diperoleh dalam perancangan antara lain desain rangka *conveyor belt*, Hasil simulasi dengan beban 81340 N didapatkan dari simulasi Von misses pada rangka conveyor menghasilkan nilai max yaitu 5,27 N/mm<sup>2</sup> dan min -36,72 N/mm<sup>2</sup> dengan deformasi scale 10, Analisa dari simulasi Displacement pada rangka conveyor dengan beban 81340 N menghasilkan nilai max yaitu 10,25 mm dan min 0,00 mm dengan deformation scale 10, Analisa dari simulasi Safety factor pada rangka conveyor dengan beban 81340 N menghasilkan nilai max yaitu 8,65 x 10<sup>6</sup> dan min 1,5 sehingga rancangan mesin belt conveyor pemilah manual dinyatakan aman digunakan. Perbandingan antara hasil simulasi dan hasil perhitungan memiliki presentase galat antara lain *von mises stress* 2 %, *Displacement* 7%, dan *Safety Factor* 6 % sehingga simulasi dan hasil perhitungan dinyatakan akurat.

**Kata kunci:** Desain; Belt Conveyor; Rangka; Faktor Keamanan.

## PENDAHULUAN

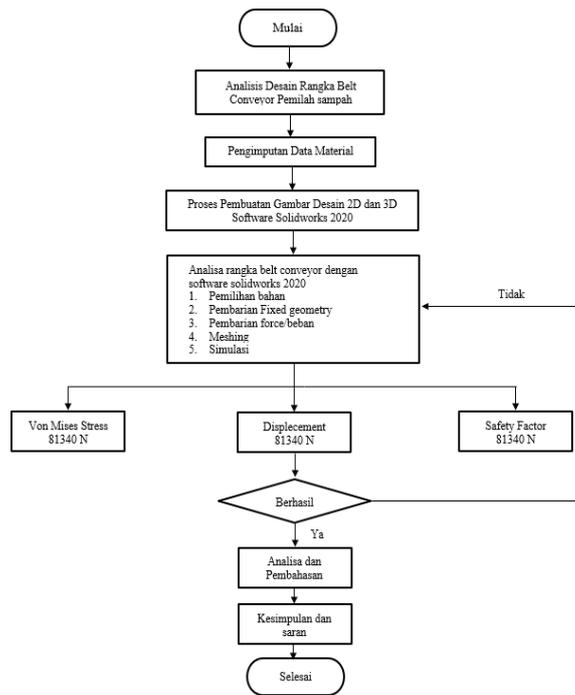
Belt conveyor adalah merupakan mesin pemindah material/bahan baku yang digunakan pada industri. Misalnya di pada industri makanan, minuman dan industri lainnya. Belt conveyor dalam proses pengangkutan bahan baku yang di pisah secara manual maupun otomatis. Dan mesin ini secara umum berfungsi memindahkan material/bahan baku dari satu titik ke titik yang lainnya dari skala kapasitas kecil sampai kapasitas besar. Di dalam dunia industri pemilihan mesin belt conveyor bertujuan untuk mempersingkat waktu proses produksi sehingga dapat lebih efisien dalam biaya produksi. Belt conveyor ini didesign dengan bentuk unit yang aslinya dengan kapasitas 8 ton m<sup>3</sup>/jam.

Baidillah (2021) melakukan perancangan tentang mesin penggiling sekam padi. Pada penelitian ini hasil yang didapat berupa desain mesin penggiling sekam padi. Kekurangan dari penelitian ini adalah belum diketahui kapasitas beban pengguna, displacement, von mises, dan factor safety [1]. Nugroho (2015) melakukan penelitian yang bertujuan untuk mengetahui berapa besar beban dari kekuatan rangka traktor tembesi [2]. Hendrawan (2018) melakukan penelitian dengan hasil Von Mises Stress yang terjadi pada struktur chassis sebesar 2,15x10<sup>7</sup> N/m<sup>2</sup>, defleksi angka keamanan (safety factor) adalah sebesar 2,6, serta simulasi rollbar diketahui kekuatan rollbar kuat untuk menahan beban sebesar 700 N [3]. Roswandi (2020) melakukan penelitian dengan judul “Analisis Beban Pada Hook Pembalik AEET Dengan Software SolidWorks 2018” Perbedaan yang dilakukan pada peneliti adalah jenis material yang diuji, pada jurnal tersebut menggunakan material AISI SS 304, sedangkan peneliti menggunakan material AISI 1010, ASTM A36, dan AISI 1045 [4]. Sungkono (2019) melakukan penelitian dengan judul “Analisis Desain Rangka Alat Pembulat Adonan Kosmetik Sistem Putaran Eksentrik Menggunakan SolidWorks”. Pada jurnal tersebut diuji coba pada mesin penggerak alat pembulat adonan kosmetik, sedangkan peneliti melakukan uji coba pada rangka mesin penggiling sekam padi [5]. Nugroho (2016) melakukan penelitian dengan judul “Analisis SolidWorks pada Rangka Mesin Press Bottle Jack 20 Ton dengan Perbedaan Material Type AISI”. Sehingga secara keseluruhan konfigurasi kerangka dan material AISI tersebut masih aman digunakan pada beban 20 ton, walaupun ketebalannya tidak 4 mm [6]. Menurut Mubarak (2019) analisa desain menggunakan Metode Elemen Hingga (MEH) dengan software juga dapat mengetahui titik-titik pembebanan [7].

Dalam penelitian sebelumnya oleh Siregar (2018), analisis numerik kekuatan rangka pada prototype belt conveyor dilakukan dengan hanya menggunakan material baja struktural. Namun, penelitian ini mengembangkan penggunaan Analisis Numerik dan simulasi pembebanan dengan perangkat lunak Ansys workbench 14.0 [8]. Selanjutnya, Roswandi (2020) melakukan analisis beban pada Hook Pembalik AEET menggunakan perangkat lunak SolidWorks 2018. Hasil penelitiannya menunjukkan bahwa hook star wheel AISI SS 304 aman digunakan sebagai pembawa dan pembalik produk AEET PRFN-BATAN[9]. Terakhir, Wijayanto (2023) melakukan penelitian kekuatan rangka Dynotest dengan berbagai ketebalan besi siku 50 x 50. Hasil simulasi menunjukkan bahwa besi siku 50 x 50 mm dengan ketebalan 6 mm adalah pilihan terbaik berdasarkan nilai Von Mises Stress, Displacement, dan Safety Factor yang diamati[10].

## METODOLOGI

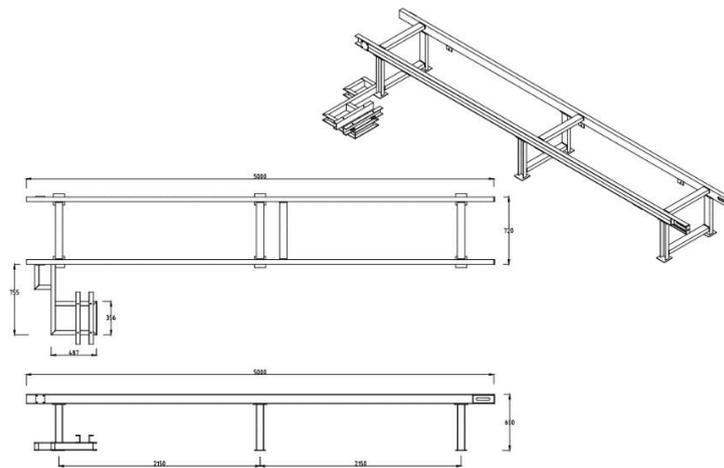
Penelitian ini bertujuan untuk mendisain standar kekuatan disain rangka pada mesin conveyor belt pemilah manual dengan menggunakan software SolidWorks 2020 dan perhitungan secara aktual menggunakan teori berlaku dalam menghitung kekuatan rangka seperti tegangan (*stress*), lendutan (*displacement*), dan faktor keamanan (*safety factor*). Dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Diagram alir

**Disain Rangka Belt Conveyor Pemilah Manual**

Dimensi rangka mesin belt conveyor pemilah manual dengan Panjang x Lebar x Tinggi (P x L x T) = 5000 x 720 x 600 mm. Disain rangka ini mempunyai volume 2,16 m<sup>3</sup> dengan bobot rangka 112 N. Dapat dilihat pada gambar 2 di bawah ini.



Gambar 2. Rangka Mesin Belt Conveyor Pemilah Manual

**Pemilihan Bahan Material**

Pada rangka (Frame) mesin belt conveyor pemilah manual menggunakan material ASTM A36 Steel dengan bahan kerangka (Frame) UNP ukuran 80 x 45 x 5 mm. Baja ini merupakan baja yang banyak digunakan untuk aplikasi konstruksi dan memiliki kandungan karbon (C) kurang dari 0,3 %.

Tabel 1. Properties ASTM A36 Steel

Peralatan mekanis	Metrik	Imperial
Kekuatan Tarik, Ultimate	400 - 550 MPa	58000 - 79800 psi
Kekuatan Tarik, Hasil	250 MPa	36300 psi
Perpanjangan saat Putus (dalam 200 mm)	20.0 persen	20.0 persen
Perpanjangan saat Putus (dalam 50 mm)	23.0 persen	23.0 persen
Modulus Elastisitas	200 GPa	29000 ksi
Modulus Curah (tipikal untuk baja)	140 GPa	20300 ksi
Rasio Poison	0.260	0.260
Modulus geser	79,3 GPa	11500 ksi

**Kapasitas dan Berat**

Dalam perencanaan berat keseluruhan komponen, Perancangan yang telah dilakukan dengan bobot dan seluruh komponen yang di gunakan sebagai berikut:

**Tabel 2.** Komponen dan Bobot Komponen

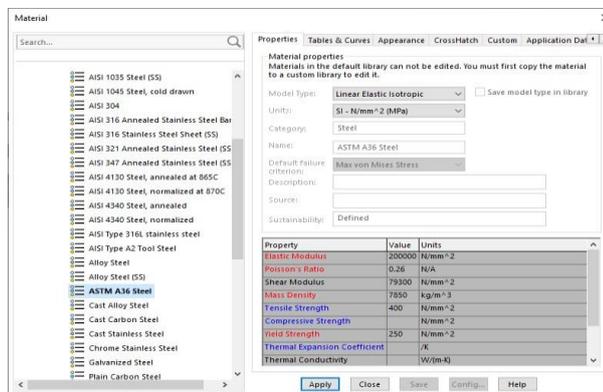
Nama Komponen	Volume	Berat Komponen (Kg)
Hopper	1 buah	27 kg
Belt/Sabuk	1 buah	220 kg
Gravity Roller Conveyor 50 mm x 600 mm x 650 mm	12 buah	23 kg
Roller Conveyor	2 buah	20 kg
Outlet	1 buah	10 kg
Bahan Baku	1 set	8000 kg
	Jumlah	8300 kg
		8300 kg x 9,8 m/s =
		81340 N

**Proses Simulasi dengan software Solidworks 2020**

Pada proses pertama dilakukan simulasi analisis kekuatan disain menggunakan software solidworks 2020 berbasis rangka 3D, menentukan material yang digunakan, memberikan titik tumpuan (fixed), memberikan gaya (force), pemberian meshing, dan analisa.

a. Pemilihan Material

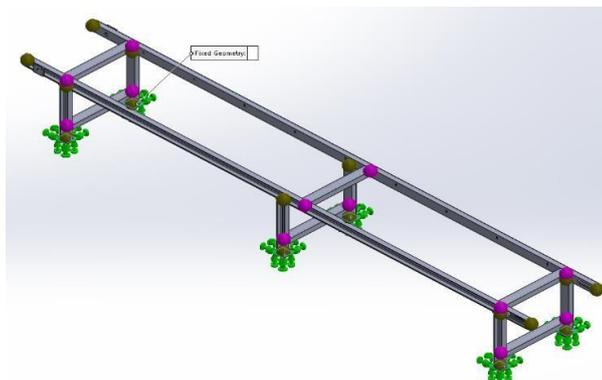
Material yang digunakan Dalam proses simulasi tahap pertama menentukan material yang di gunakan yaitu ASTM A36 Steel yang memiliki Yield Strength 250 N/mm<sup>2</sup>, Tensile Strength 400 N/mm<sup>2</sup>. Dapat di lihat pada gambar 3.



**Gambar 3.** Pemilihan material ASTM A36 Steel

b. Menentukan Fixed Geometry / titik tumpuan

Langkah berikutnya adalah menentukan fixed geometry atau titik tumpuan yang digunakan untuk acuan posisi rangka conveyor. Titik tumpuan diberikan pada bagian bawah rangka sebanyak 6 titik. Dapat di lihat paada gambar 4.

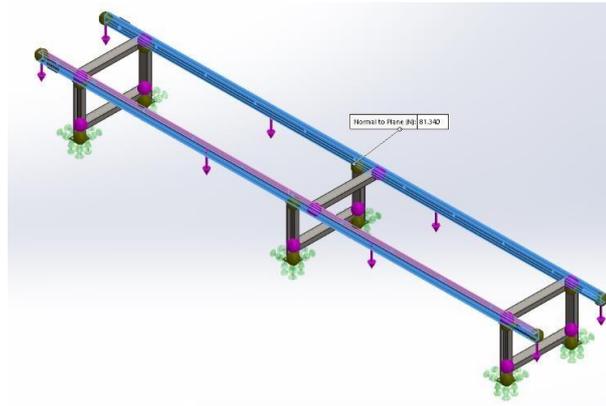


**Gambar 4.** Menentukan Fixed Geometry/ titik tumpuan

c. Menentukan pembebanan

Memberikan pembebanan bertujuan melihat kekuatan rangka dukungan terhadap beban yang

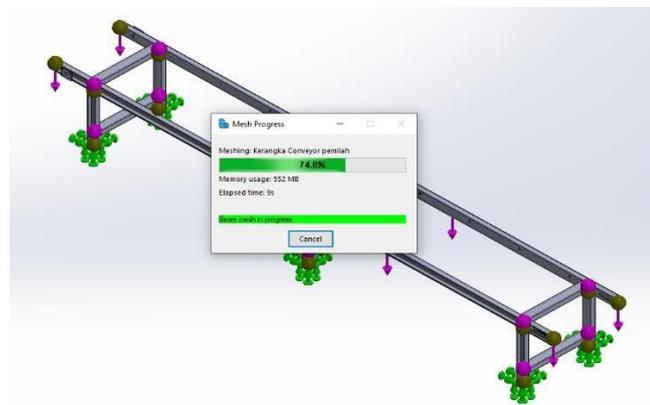
diterima, kita mengasumsikan rangka conveyor terkena beban tersebut sesuai dengan beban komponen-komponen yang terassembly. Analisa beban terhadap rangka dudukan sebagai berikut dapat di lihat pada gambar 3.16 Pembebanan komponen 81340 N.



Gambar 5. Menentukan pembebanan

d. Meshing

Dalam melakukan simulasi pada rangka belt conveyor proses pertama membarikan meshing, dalam proses meshing bertujuan untuk membagi geometri menjadi bagian kecil dalam bentuk material. Semakin skala ukuran meshing kecil maka mendekati nilai kenyataan benda tersebut, dapat dilihat pada gambar 6.



Gambar 6. Proses Meshing

e. Simulasi (Proses Penyelesaian)

Setelah meshing usai langkah berikutnya melakukan simulasi *von misses strees*, *displacement* dan *safety factor*. Software solidworks 2020 menggunakan perintah run. Dalam melakukan simulasi struktur dilakukan dengan metode Elemen Hingga (MEH) di antaranya adalah:

1) Von Misses Stress

Merupakan tegangan *Von Misses Stress* yang digunakan untuk tegangan tarik uniaksial yang menghasilkan energi distorsi seperti sama dengan dihasilkan kombinasi tegangan bekerja. *Von Misses Stress* mempunyai persamaan berikut ini:

$$(\sigma \max) = \frac{\sigma x + \sigma y}{2} + \sqrt{\left(\frac{\sigma x - \sigma y}{2}\right)^2 + (T_{xy})^2}$$

2) Displacement

*Displacement* atau defleksi merupakan perubahan bentuk pada benda yang diakibatkan oleh pembebanan vertikal yang diberikan pada material tersebut. *Displacement* mempunyai persamaan berikut ini:

$$\delta = \frac{P \times \frac{1}{2} L^3}{48 \times E \times I}$$

3) Safety Factor

*Safety factor* merupakan untuk mengetahui tentang faktor keamanan atau kelayakan alat yang

digunakan. Menurut Saiful (2019) faktor keamanan adalah nilai perbandingan antara kekuatan sebenarnya terhadap kekuatan yang dibutuhkan [2]. *Safety Factor* mempunyai persamaan berikut ini:

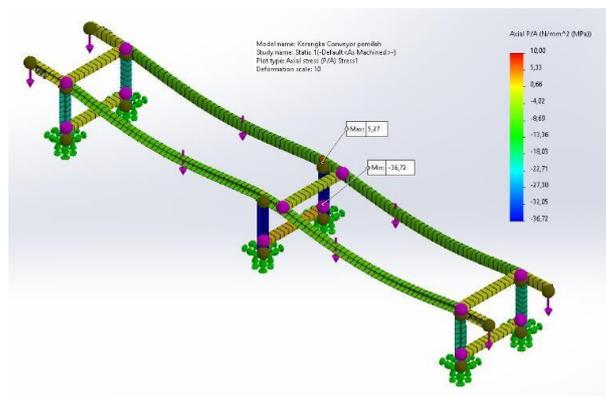
$$SF = \frac{yield\ strength}{max\ von\ mises\ stress}$$

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil akhir penelitian ini akan memampikan perbandingan analisis simulasi pada software solidworks 2020 dengan perhitungan aktual yang meliputi antara lain perhitungan *von mises stress* (tegangan), displacement (lendutan), dan *safety factor* (faktor keamanan) pada disain rangka mesin belt conveyor pemilah manual. Perbandinganya sebagai berikut:

### Simulasi *Von Misses Stress* Dengan Material ASTM A36 Steel

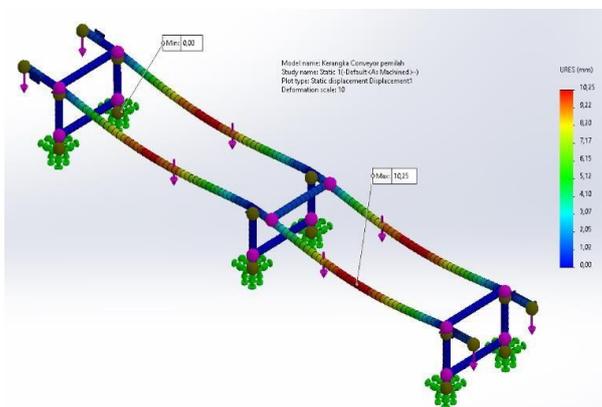
Saat simulasi tegangan, mendapatkan analisis von mises tersebut dapat diketahui dengan mengamati perubahan warna, untuk warna merah merupakan tegangan yang di terima besar dan untuk warna biru tidak menerima tegangan. Dapat dilihat pada gambar dibawah ini pada proses simulasi pada rangka conveyor dengan gaya 81340 N menghasilkan nilai maxsimal yaitu 5,27 N/mm<sup>2</sup> pada warna merah dan minimal -36,72 N/mm<sup>2</sup> pada warna biru dengan deformasi scale 10 dapat dilihat pada gambar 7.



Gambar 7. Simulasi *Von Misses Stress* Pembebanan 81340 N

### Simulasi *Displacement* Dengan Material ASTM A36 Steel

Simulasi *Displacement* merupakan simulasi untuk melihat perubahan bentuk dalam suatu material dari desain yang di berikan gaya. Dalam proses simulasi displacement dapat diketahui dengan mengamati perubahan warna, untuk warna merah merupakan titik terjauh yang di terima dan untuk warna biru titik terendah. dapat dilihat pada gambar 8 dibawah ini dengan memberikan gaya 81340 N menghasilkan nilai maxsimal yaitu 10,25 mm ditunjukkan pada warna merah dan minimal 0,00 mm ditunjukkan pada warna biru dengan deformation scale 10.

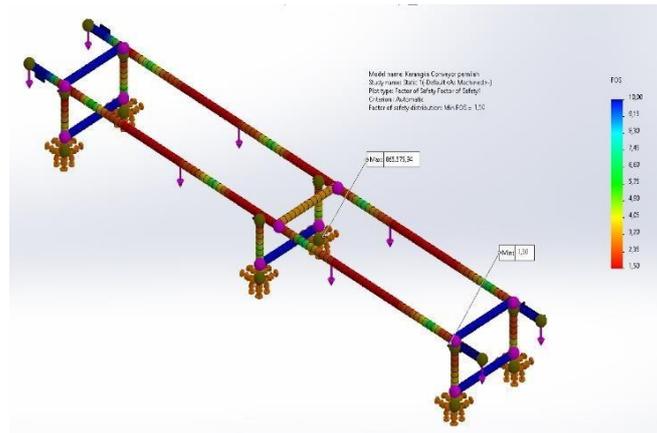


Gambar 8. Simulasi Displacement Pembebanan 81340 N

### Simulasi *Safety factor* Dengan Material ASTM A36 Steel

Faktor keamanan material merupakan pengujian simulasi untuk melihat mutu suatu material yang di gunakan dengan melihat tingkat kemampuan material dalam menerima gaya dari luar pada rangka conveyor. Faktor keamanan ini merupakan perbandingan skala antara tegangan kerja yang di terima dengan tegangan maksimal yang

di terima. Nilai tersebut dihasilkan dari perhitungan otomatis dengan menggunakan software solidworks 2020. Dapat dilihat nilai *Safety of Factor* pada rangka conveyor dengan beban 81340 N menghasilkan nilai max yaitu  $8,65 \times 10^6$  ditunjukkan pada warna biru dan min 1,50 ditunjukkan pada warna merah dapat di lihat pada gambar 9.



Gambar 9. Simulasi Safety factor Pembebanan 81340 N

**Analisis Perhitungan Aktual Rangka Mesin Conveyor Pemilah Manual Gaya Pembebanan**

Perhitungan gaya pembebanan dengan massa atau beban total 8300 kg pada mesin conveyor pemilah adalah:

$$F = m \times g$$

$$F = 8300 \text{ kg} \times 9,81 \text{ m/s}$$

$$= 81.340 \text{ N}$$

**Pembebanan luas Permukaan**

$$A = P \times L$$

$$= 5000 \text{ mm} \times 45 \text{ mm}$$

$$= 225.000 \text{ mm}^2$$

**Tegangan Geser**

$$m = F \times \frac{1}{2} \cdot \text{Panjang rangka mesin}$$

$$= 81340 \times \frac{1}{2} \cdot 5000$$

$$= 203.350.000 \text{ N} \cdot \text{mm}^2$$

$$T_{xy} = \frac{m}{2 \times A \times b}$$

$$= \frac{203.350.000 \text{ N} \cdot \text{mm}^2}{2 \times 255.000 \times 5}$$

$$= 90,37 \text{ N} \cdot \text{mm}^2$$

**Titik Berat Besi UNP 80**

Panjang dari Besi UNP (h) = 40 mm, sehingga untuk mencari nilai titik berat (c) adalah sebagai berikut:

$$C = \frac{h}{2}$$

$$C = \frac{40}{2}$$

$$C = 20 \text{ mm}$$

**Momen Inersia (I)**

$$I = \frac{bh^3}{12}$$

$$I = \frac{80 \times 45^3}{12}$$

$$I = 607.500 \text{ mm}^2$$

**Tegangan Normal ( $\sigma_t, \sigma_x$ )**

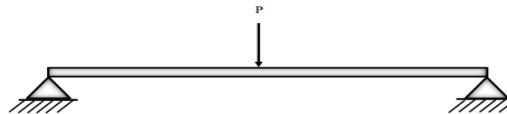
$$\begin{aligned} \sigma_t &= \frac{m \times C}{I} \\ &= \frac{203.350.000 \times 20}{607.500} \\ &= 6,694 \text{ N/mm}^2 \end{aligned}$$

**1. Tegangan Maksimum Von Mises ( $\sigma_{max}$ )**

$$\begin{aligned} (\sigma_{max}) &= \frac{\sigma_x + \sigma_y}{2} + \sqrt{\left(\frac{\sigma_x - \sigma_y}{2}\right)^2 + (T_{xy})^2} \\ &= \frac{6,694 + 0}{2} + \sqrt{\left(\frac{6,694 - 0}{2}\right)^2 + (90,37)^2} \\ &= 3,347 + \sqrt{11.204.551.18 + 8.166,74} \\ &= 3,347 + 3,348 \\ &= 6,69 \text{ Mpa} \end{aligned}$$

Karena gaya pembebanan yang diterima sebesar 81.340 N, sehingga untuk nilai von mises stress dari material ASTM A36 Steel, yaitu menghasilkan 6,69 Mpa.

**2. Displacement**



**Gambar 10.** Diagram benda bebas (DBB) pembebanan pada rangka

$$\begin{aligned} \delta &= \frac{P \times \frac{1}{2} L^3}{48 \times E \times I} \\ &= \frac{81340 \times \left(\frac{1}{2} \times 5000\right)^3}{48 \times 200000 \times 5} \\ &= 9,49 \text{ mm} \end{aligned}$$

**3. Safety Factor**

Material ASTM A36 Steel

$$\begin{aligned} SF &= \frac{\delta}{\sigma_{max}} \\ &= \frac{9,49}{6,69 \text{ Mpa}} \\ &= 1,41 \end{aligned}$$

**Hasil Analisis Pehitungan Teoritis dan Simulasi**

Perhitungan secara teori dan simulasi menggunakan *software* bertujuan untuk memastikan selisih galat eror kesalahan dari kedua perhitungan dan simulasi tersebut. Tabel di bawah ini merupakan hasil dari simulasi dan perhitungan teori pada Tabel di bawah ini:

**Tabel 1.** Hasil perhitungan dan simulasi rangka

No	Analisa yang dilakukan	Hasil Perhitungan teori	Hasil Simulasi <i>Software solidworks 2022</i>	Galat
1.	Tegangan <i>Von Mises</i>	6,69 Mpa	5,27 Mpa	2 %
2.	<i>Displacement</i>	9,49 mm	10,25 mm	7 %
3.	<i>Safety Factor</i>	1,41	1,5	6 %

## KESIMPULAN

Berdasarkan pembahasan diatas dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Mendesain rangka pada mesin belt conveyor pemilah manual dengan ukuran 5500 x 1780 x 930 mm, dengan dimensi rangka 5000 x 530 x 600 mm membutuhkan besi UNP 80 x 45 x 6 mm sebanyak 13720 mm dengan beban keseluruhan rangka sebesar 112 N dan beban keseluruhan komponen sebesar 16300 N dengan kapasitas volume 2,16 m<sup>3</sup>.
2. Material atau bahan yang dipergunakan pada rangka mesin belt conveyor pemilah sampah manual yaitu ASTM A36 Steel mempunyai nilai yield strength 250 N/mm<sup>2</sup>. Lalu menganalisis pada rangka mesin belt conveyor pemilah manual dengan menggunakan software solidworks 2020.
3. Analisa dari simulasi Von mises pada rangka conveyor dengan beban 16300 N menghasilkan nilai max yaitu 1,06 N/mm<sup>2</sup> dan min -7,36 N/mm<sup>2</sup> dengan deformasi scale 20 dapat di nyatakan baik.
4. Analisa dari simulasi Displacement pada rangka conveyor dengan beban 16300 N menghasilkan nilai max yaitu 2,05 mm dan min 0,00 mm dengan deformation scale 20 sehingga rancangan mesin belt conveyor pemilah manual aman tidak terjadi perubahan bentuk dengan beban yang di terima.
5. Analisa dari simulasi Safety factor pada rangka conveyor dengan beban 16300 N menghasilkan nilai max yaitu 4,31 x 10<sup>6</sup> dan min 1,23 sehingga rancangan mesin belt conveyor pemilah manual dinyatakan aman digunakan.
6. Dari perbandingan antara simulasi dan hasil perhitungan memiliki presentase galat antara lain *von mises stress* 2 %, *Displacement* 7%, dan *Safety Factor* 6 % sehingga simulasi dan hasil perhitungan dinyatakan akurat.

## SARAN

1. Peneliti selanjutnya dapat menggunakan software engineering lainnya , sehingga sebagai penbanding hasil penelitian ini.
2. Peneliti juga menyarankan dalam pengambilan data material harus cermat dalam pengambilan data yang bertujuan agar tidak terjadi kesalahan dalam melakukan simulasi.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] S. Hamidah, E. Yulyana, and E. Priyanti, "Distribution of Subsidized Fertilizer in Karawang Regency," *J. Ilm. Wahana Pendidik.*, vol. 8, no. 10, pp. 156–166, Jul. 2022, doi: 10.5281/zenodo.6791738.
- [2] Nugroho, C. B., 2015, Analisa Kekuatan Rangka Pada Traktor (Force Analysis Frame On Tractor), *Jurnal Integrasi*, Vol. 7 (2) pp. 104-107.
- [3] Hendrawan M. A., Purboputro, P. I., Saputro M. A., and Setiyadi W., 2016, Perancanganchassis Mobil listrik Prototype "Ababil" dan Simulasi Pembebanan Statik dengan Menggunakan Solidwork Premium 2016, *URECOL*, pp. 96-105.
- [4] Iwan Roswandi, R., 2020, Analisis Beban Pada Hook Pembalik Produk Aet Dengan Software Solidwork 2018, *Prima*, Vol. 17 (1) pp. 10-18.
- [5] Sungkono, I., Irawan, H., and Patriawan, D. A., 2019, Analisis Desain Rangka Dan Penggerak Alat Pembulat Adonan Kosmetik Sistem Putaran Eksentrik Menggunakan Solidwork, *ejurnal ITATS*, pp. 576-580.
- [6] Nugroho, C. B., 2016, Analisis Solidwork pada Rangka Mesin Press Bottle Jack 20 Ton dengan Perbedaan Material Type AISI, *Jurnal Integrasi*, Vol. 8 (1) pp. 12-15
- [7] Mubarak, S., 2019, Pengaruh Variasi Material dan Beban Terhadap Tegangan dan Faktor Keamanan Pada Desain Pencakar Inner Puller Bearing Berbasis Simulasi Menggunakan SolidWorks, *UNNES repository*, Semarang.
- [8] Siregar, A. H. (2018). *Konstruksi Dan Manufaktur Analisa Numerik Kekuatan Rangka Pada Prototype Belt Conveyor* (Doctoral dissertation).
- [9] Roswandi, Iwan, and Rahmat Rahmat. "Analisis Beban pada Hook Pembalik Produk AEET dengan Software Solidwork 2018." *PRIMA-Aplikasi dan Rekayasa dalam Bidang Iptek Nuklir 17.1* (2020): 10-18.
- [10] Wijayanto, A., Akbar, A., & Nadliroh, K. (2023, July). Analisa Kekuatan Rangka Dynotest Menggunakan Autodesk Inventor. In *Prosiding SEMNAS INOTEK (Seminar Nasional Inovasi Teknologi)* (Vol. 7, No. 3, pp. 1301-1308).