



Analisa Variasi Panjang *Pitch* pada Design Screw Conveyor Mesin CNC Milling Dengan *Finite Element Methode* Menggunakan Solidworks

Lugi Wisnu Pratama , Edwin Ramadhani Sampurna

Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya

Jalan Semolowaru No. 45 Surabaya 60118, Tel. 031-5931800, Indonesia

email: lugipratama17@gmail.com

ABSTRAK

Proses permesinan CNC milling terdapat sisa permesinan yaitu scrap, scrap didorong menggunakan *screw conveyor* ke bak pembuangan. Dipilihnya *screw conveyor* ini karena lebih mudah dibuat. Besi ASTM A36 adalah baja karbon rendah yang memiliki kekuatan yang baik. Besi Galvanis adalah besi yang dilapisi finishing seng dengan konsentrasi kemurnian tinggi yaitu 99,7%. Dengan perkembangan teknologi kini banyak software CAD (*Computer Aided Design*) salah satunya adalah software solidworks. Dalam penelitian ini akan dilakukan pengujian simulasi pembebanan dengan variasi material (ASTM A36 dan Baja Galvanis) dan variasi panjang *pitch* (100 mm, 125 mm, 150 mm). Metode yang digunakan yaitu *Finite Eelement Methode*, yakni melakukan beban statis dapat mengetahui nilai dari *stress*, *strain*, *displacement* dan *factor of safety* (FOS) menggunakan software solidworks. Hasil penelitian ini adalah *screw conveyor* dengan panjang *pitch* 100 mm dan material ASTM A36 yang diberi beban 27.5 N.

Kata kunci : CNC Milling, Solidworks, FEM, ASTM A36, Besi Galvanis, Screw Conveyor

ABSTRACT

The CNC milling process involves machining residue known as scrap, which is pushed using a screw conveyor to a disposal bin. The selection of a screw conveyor is based on its ease of fabrication. ASTM A36 steel is a low-carbon steel with good strength. Galvanized iron is iron coated with a high-purity zinc finish of 99.7%. With technological advancements, there are now many CAD (*Computer Aided Design*) software available, one of which is SolidWorks. In this research, simulation testing will be conducted with variations in materials (ASTM A36 and Galvanized Steel) and pitch length (100 mm, 125 mm, 150 mm). The method used is the Finite Element Method, which involves applying static loads to determine values such as stress, strain, displacement, and factor of safety (FOS) using SolidWorks software. The result of this research is a screw conveyor with a pitch length of 100 mm and made of ASTM A36 material, subjected to a load of 27.5 N.

Keywords: CNC milling, SolidWorks, FEM, ASTM A36, Galvanized Iron, Screw Conveyor.

PENDAHULUAN

PT. Surya Sejahtera Bersama menambah unit mesin CNC Milling, namun mesin yang dibeli sparepartnya tidak lengkap, yaitu tidak adanya *screw conveyor* untuk memindahkan *scrap*, sehingga penulis diberi intruksi atasan

untuk merancang *screw conveyor* yang akan digunakan untuk mendorong *scrap*.

Pemilihan bahan yang akan digunakan sebagai daun *screw conveyor* sangat berpengaruh terhadap keberhasilan pembuatan. Besi ASTM A36 dan Besi

Galvanis dipilih sebagai opsi untuk pembuatan screw conveyor. Besi ATM A36 adalah baja karbon rendah yang memiliki kekuatan yang baik. Besi Galvanis adalah besi yang telah dilapisi dengan finishing seng dengan konsentrasi kemurnian tinggi yaitu 99,7%, proses ini dilakukan untuk melindungi permukaan besi dari korosi.

Besarnya gaya dorong pada screw conveyor akan mengakibatkan deformasi pada daun screw, deformasi ini terjadi karena adanya tegangan yang melebihi ultimate tensile strength pada daun screw.

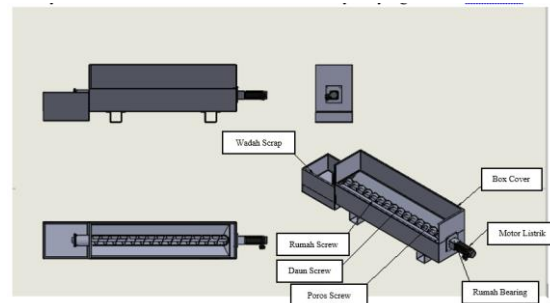
Pemilihan bahan daun screw harus tepat untuk menerima gaya dorong yang dihasilkan oleh motor. Dengan perkembangan teknologi yang sudah canggih sekarang ini terdapat *software* CAD yakni salah satunya *Solidworks*. Pada penelitian ini dilakukan pembuatan *design prototype screw conveyor*, *screw conveyor* yang dibuat yaitu model *flight* standar dengan variasi panjang *pitch* 100 mm, 125 mm, dan 150 mm dari bahan ASTM A36 dan Besi Galvanis yang nantinya akan dianalisa menggunakan metode *finite element analysis* (FEA) menggunakan *software solidworks*.

Penelitian ini bertujuan menguji simulasi pembebanan dari variasi prototype screw conveyor dengan variasi material (Baja ASTM A36 dan Baja Galvanis) dan variasi panjang *pitch* (100 mm, 125 mm, 150 mm) untuk mendapatkan nilai yang paling baik untuk dibuat menjadi benda jadi. Penelitian ini juga bertujuan untuk menekan pengeluaran dalam membuat alat screw conveyor karena kegagalan dalam percobaan langsung.

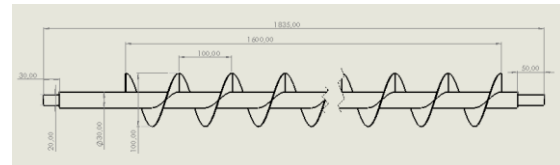
PROSEDUR EKSPERIMEN

Design screw dan Dimensi Screw

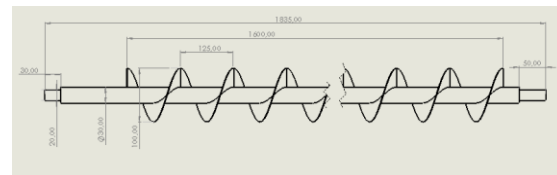
Screw conveyor model standar flight digunakan untuk mendorong scrap.



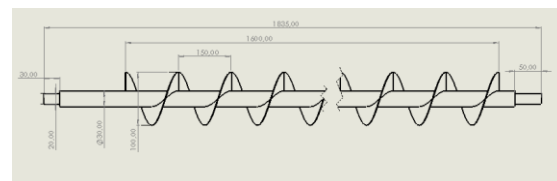
Gambar 1. Screw Conveyor



Gambar 2. Dimensi screw pitch 100 mm



Gambar 3. Dimensi screw pitch 125 mm



Gambar 4. Dimensi screw pitch 150 mm

Pada penelitian ini digunakan simulasi dengan variasi panjang *pitch* screw 100 mm, 125 mm, 150 mm. Dan variasi material adalah ASTM A36 dan Baja Galvanis.

Pembuatan Daun Screw

Menentukan potongan/ bentangan plat screw maka digunakan rumus :

1. Mencari lilitan

$$l = \sqrt{(d \cdot \mu)^2 + (p)^2}$$

2. Mencari lilitan L

$$L = \sqrt{(D \cdot \mu)^2 + (p)^2}$$

3. Mencari lebar daun screw

$$b = \frac{D-d}{2}$$

4. Mencari bentangan d0

$$r0 = \frac{b \cdot l}{L-l}$$

$$d0 = r0 \times 2$$

$$D0 = d0 + b + b$$

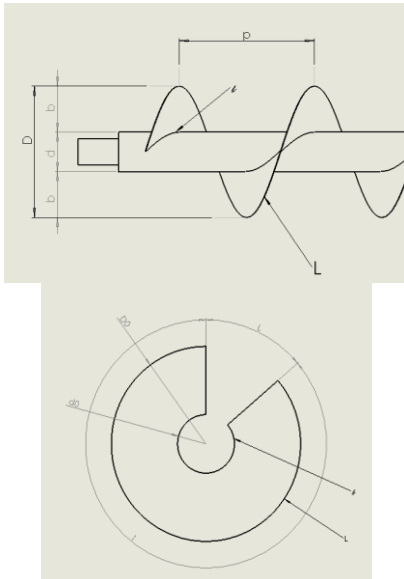
5. Mencari bentangan sudut

$$\beta = \frac{360^\circ \times l}{d0 \times \mu}$$

$$L = 360^\circ - \beta$$

Dimana :

- L = Panjang lilitan luar daun (mm)
- l = Panjang lilitan dalam daun (mm)
- b = Jarak dari diameter dalam ke diameter luar daun screw (mm)
- d = Diameter dalam/poros screw (mm)
- D = Diameter luar daun screw (mm)
- d0 = Diameter dalam bentangan daun screw (mm)
- D0 = Diameter luar bentangan daun screw (mm)
- L = Sudut bentangan daun screw
- P = Panjang pitch (mm)



Gambar 5. Bentangan Screw

Tabel 1. Material Properties ASTM A36

Plat Baja Canal Panas ASTM A36		
Peralatan mekanis	Metrik	Imperial
Kekuatan Tarik, Ultimate	400 - 550 MPa	58000 - 79600 psi
Kekuatan Tarik, Yield	250 MPa	36300 psi
Perpanjangan putus (dalam 200 mm)	20.0 %	20.0 %
Perpanjangan putus (dalam 50 mm)	23.0 %	23.0 %
Modulus Elastisitas	200 GPa	29000 ksi
Modulus Massal (tipikal untuk baja)	140 GPa	20300 ksi
Rasio Poissons	0.260	0.260
Modulus geser	79.3 GPa	11500 ksi

Tabel 2. Material Properties Baja Galvanis

Property	Value	Units
Elastic Modulus	2039420	kgf/cm ²
Poisson's Ratio	0.29	N/A
Shear Modulus		kgf/cm ²
Mass Density	0.00787	kg/cm ³
Tensile Strength	3639.351868	kgf/cm ²
Compressive Strength		kgf/cm ²
Yield Strength	2079.629639	kgf/cm ²
Thermal Expansion Coefficient		/°C

Simulasi Pembebanan

Jenis bahan yang akan didorong akan berpengaruh karena perbedaan massa jenis. Dengan mengetahui bahan yang akan dibawa yaitu baja dengan massa jenis 7.850 kg/m^3 maka akan lebih mudah menentukan besar pembebanan sesuai perhitungan dengan rumus :

$$M = V \times \rho$$

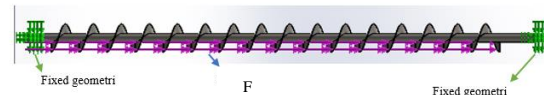
Dimana :

$$V = \text{Volume (mm}^3\text{)}$$

$$\rho = \text{Massa Jenis (kg/m}^3\text{)}$$

$$m = \text{Massa benda (kg)}$$

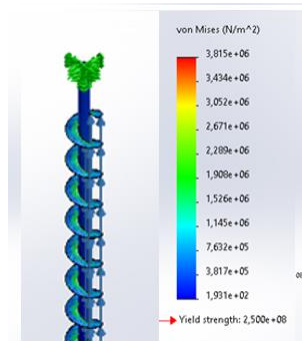
Dari perhitungan rumus diatas maka didapat nilai beban untuk pitch 100 mm = 27.5 N, 125 mm = 34 N, dan 150 mm = 39 N. Untuk metode yang digunakan yaitu metode elemen hingga dengan bantuan Solidworks.



Gambar 6. Arah Gaya dan Fixed Geometry

1. Simulasi statis pitch screw 100 mm dengan beban 27.5 N pada Baja ASTM A36

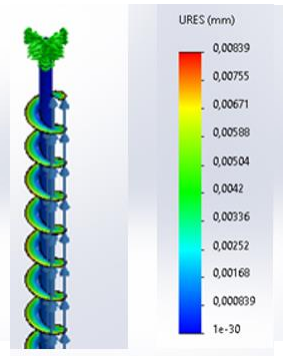
a. Von Mises Stress



Gambar 7. Von Mises Stress pitch 100 mm ASTM A36

Tegangan von mises pada simulasi mendapatkan nilai maximal $3,815 \times 10^6 \text{ N/m}^2$ dan nilai minimal $1,931 \times 10^2 \text{ N/m}^2$. Seperti terlihat pada gambar nilai maximum terdapat pada bagian antara poros dan daun screw.

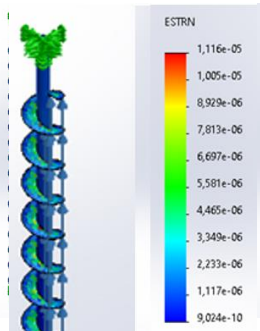
b. Displacement



Gambar 8. Displacement pitch 100 mm ASTM A36

Daun screw conveyor mengalami displacement mulai dari 0 mm sampai dengan 0,00809 mm. Nilai displacement maximum terjadi pada bagian terluar daun screw.

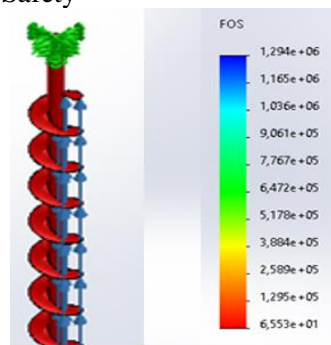
c. Strain



Gambar 9. Strain pitch 100 mm ASTM A36

Nilai minimal strain yang didapat yaitu 9,0204e-10 dan nilai maximal yang didapat yaitu 1,116e-05. Nilai displacement yang paling besar terjadi pada bagian titik pengelasan antara poros dan daun screw.

d. Factor Of Safety

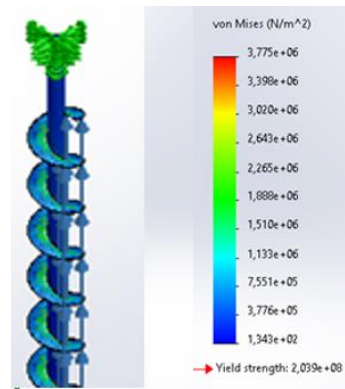


Gambar 10. FOS pitch 100 mm ASTM A36

Nilai Factor Of Safety setelah diberi tegangan 27.5 N mendapatkan nilai yaitu 66.

2. Simulasi statis pitch screw 100 mm dengan beban 27.5 N pada Baja Galvanis

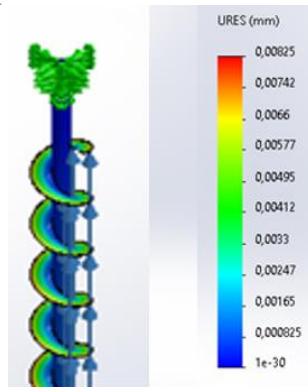
a. Von Misses Stress



Gambar 11. Von Misses Stress pitch 100 mm Galvanis

Tegangan von misses pada simulasi mendapatkan nilai maximal 3.775e+06 N/m² dan nilai minimal 1,343e+02 N/m². Seperti terlihat pada gambar nilai maximum terdapat pada bagian antara poros dan daun screw.

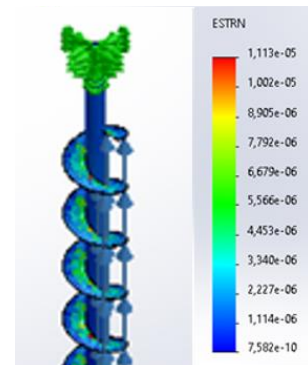
b. Displacement



Gambar 12. Displacement pitch 100 mm Galvanis

Daun screw conveyor mengalami displacement mulai dari 0 mm sampai dengan 0,00825 mm. Nilai displacement maximum terjadi pada bagian terluar daun screw.

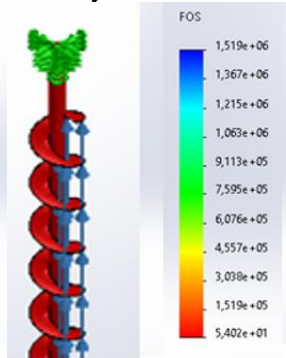
c. Strain



Gambar 13. Strain pitch 100 mm Galvanis

Nilai minimal strain yang didapat yaitu $7,582e-10$ dan nilai maximal yang didapat yaitu $1,113e-05$. Nilai displacement yang paling besar terjadi pada bagian titik pengelasan antara poros dan daun screw.

d. Factor Of Safety

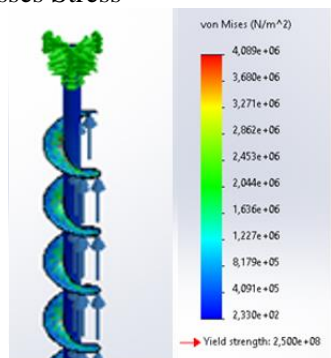


Gambar 14. FOS pitch 100 mm Galvanis

Nilai Factor Of Safety setelah diberi tegangan 27.5 N mendapatkan nilai yaitu 54.

3. Simulasi statis pitch screw 125 mm dengan beban 34 N pada ASTM A36.

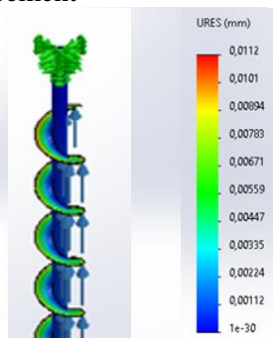
a. Von Misses Stress



Gambar 15. Von Misses Stress pitch 125 mm ASTM A36

Tegangan von misses pada simulasi mendapatkan nilai maximal $4,089e+06 \text{ N/m}^2$ dan nilai minimal $2,330e+02 \text{ N/m}^2$. Seperti terlihat pada gambar nilai maximum terdapat pada bagian antara poros dan daun screw.

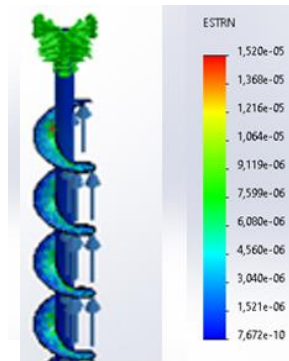
b. Displacement



Gambar 16. Displacement pitch 125 mm ASTM A36

Daun screw conveyor mengalami displacement mulai dari 0 mm sampai dengan 0,0112 mm. Nilai displacement maximum terjadi pada bagian terluar daun screw.

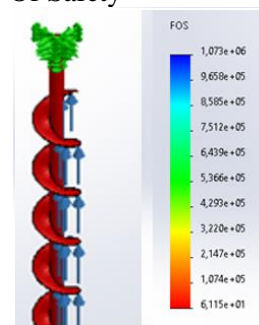
c. Strain



Gambar 17. Hasil simulasi Strain pitch 125 mm ASTM A36

Nilai minimal strain yang didapat yaitu $7,672e-10$ dan nilai maximal yang didapat yaitu $1,520e-05$. Nilai displacement yang paling besar terjadi pada bagian titik pengelasan antara poros dan daun screw.

d. Factor Of Safety

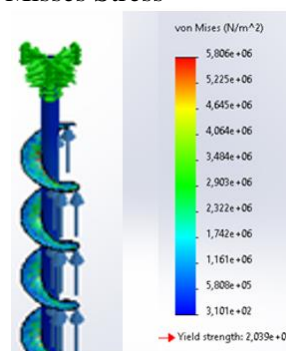


Gambar 18. FOS pitch 125 mm ASTM A36

Nilai Factor Of Safety setelah diberi tegangan 34 N mendapatkan nilai yaitu 61.

4. Simulasi statis pitch 125 mm dengan beban 34 N pada Baja Galvanis

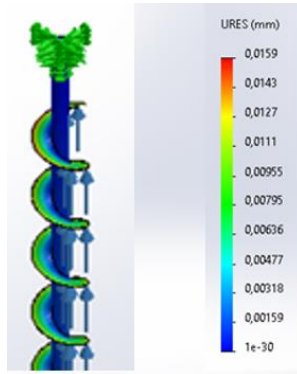
a. Von Misses Stress



Gambar 19. Von Misses Stress pitch 125 mm Galvanis

Tegangan von misses pada simulasi mendapatkan nilai maximal $5,806e+06 \text{ N/m}^2$ dan nilai minimal $3,101+02 \text{ N/m}^2$. Seperti terlihat pada gambar nilai maximum terdapat pada bagian antara poros dan daun screw.

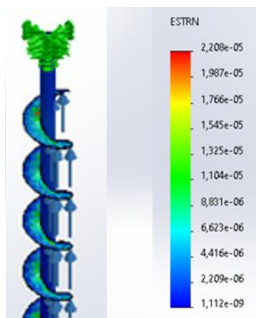
b. Displacement



Gambar 20. Displacement pitch 125 mm Galvanis

Daun screw conveyor mengalami displacement mulai dari 0 mm sampai dengan 0,0159 mm. Nilai displacement maximum terjadi pada bagian terluar daun screw.

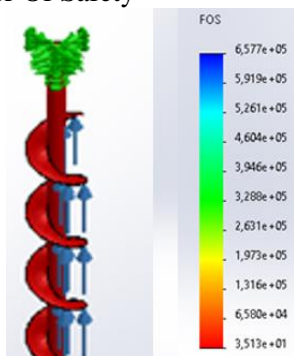
c. Strain



Gambar 21. Strain pitch 125 mm Galvanis

Nilai minimal strain yang didapat yaitu $1,112e-09$ dan nilai maximal yang didapat yaitu $2,208e-05$. Nilai displacement yang paling besar terjadi pada bagian titik pengelasan antara poros dan daun screw.

d. Factor Of Safety

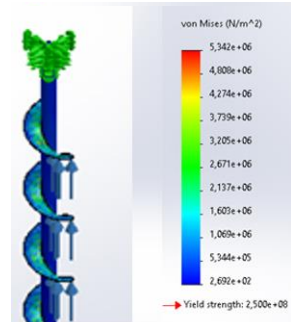


Gambar 22. FOS pitch 125 mm Galvanis

Nilai Factor Of Safety setelah diberi tegangan 34 N mendapatkan nilai yaitu 35.

5. Simulasi statis pitch 150 mm dengan beban 39 N pada ASTM A36

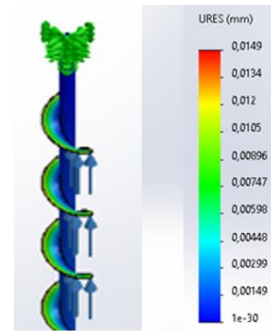
a. Von Misses Stress



Gambar 23. Von Misses Stress pitch 150 mm ASTM A36

Tegangan von misses pada simulasi mendapatkan nilai maximal $5,342e+06 \text{ N/m}^2$ dan nilai minimal $2,692e+02 \text{ N/m}^2$. Seperti terlihat pada gambar nilai maximum terdapat pada bagian antara poros dan daun screw.

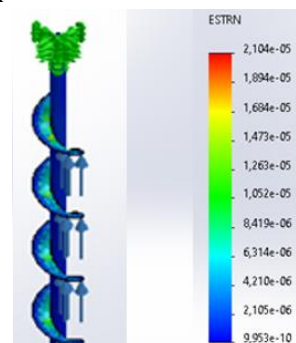
b. Displacement



Gambar 24. Displacement pitch 150 mm ASTM A36

Daun screw conveyor mengalami displacement mulai dari 0 mm sampai dengan 0,0149 mm. Nilai displacement maximum terjadi pada bagian terluar daun screw.

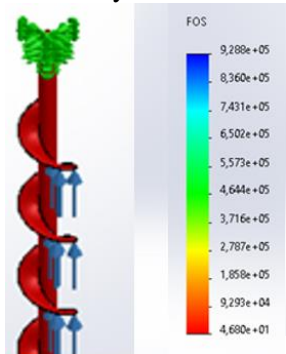
c. Strain



Gambar 25. Strain pitch 150 mm ASTM A36

Nilai minimal strain yang didapat yaitu $9,953e-10$ dan nilai maximal yang didapat yaitu $2,104e-05$. Nilai displacement yang paling besar terjadi pada bagian titik pengelasan antara poros dan daun screw.

d. Factor Of Safety

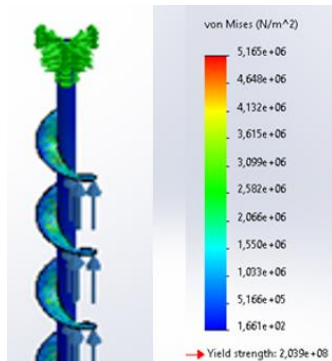


Gambar 26. FOS pitch 150 mm ASTM A36

Nilai Factor Of Safety setelah diberi tegangan 39 N mendapatkan nilai yaitu 47.

6. Simulasi statis pitch 150 mm dengan beban 39 N pada Baja Galvanis

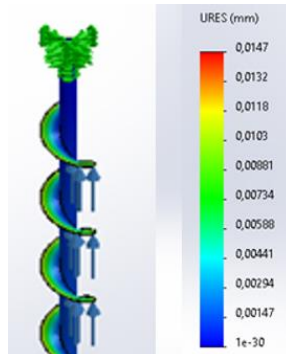
a. Von Misses Stress



Gambar 27. Von Misses Stress pitch 150 mm Galvanis

Tegangan von misses pada simulasi mendapatkan nilai maximal $5,165e+06 \text{ N/m}^2$ dan nilai minimal $1,661e+02 \text{ N/m}^2$. Seperti terlihat pada gambar nilai maximum terdapat pada bagian antara poros dan daun screw.

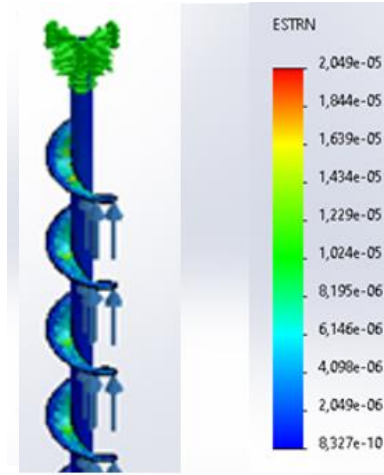
b. Displacement



Gambar 28. Displacement pitch 150 mm Galvanis

Daun screw conveyor mengalami displacement mulai dari 0 mm sampai dengan 0,0147 mm. Nilai displacement maximum terjadi pada bagian terluar daun screw.

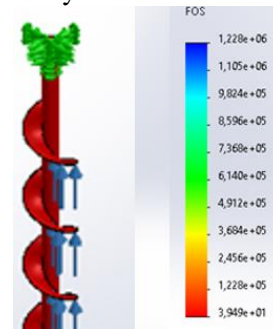
c. Strain



Gambar 29. Strain pitch 150 mm Galvanis

Nilai minimal strain yang didapat yaitu $8,327e-10$ dan nilai maximal yang didapat yaitu $2,049e-05$. Nilai displacement yang paling besar terjadi pada bagian titik pengelasan antara poros dan daun screw.

d. Factor Of Safety



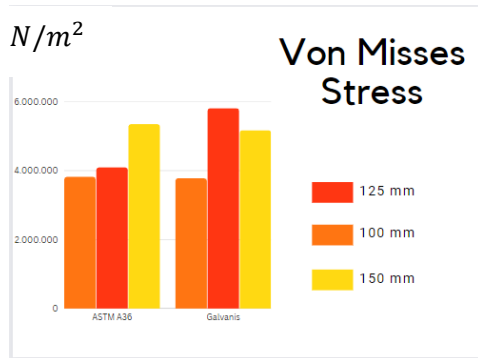
Gambar 30. FOS pitch 150 mm Galvanis

Nilai Factor Of Safety setelah diberi tegangan 39 N mendapatkan nilai yaitu 39.

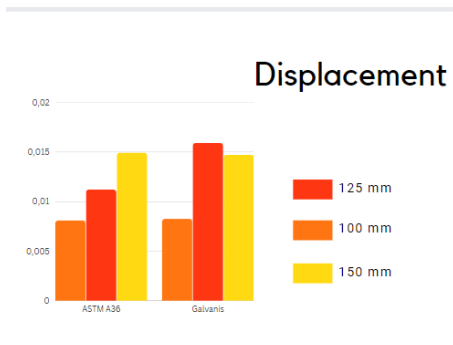
HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Simulasi Pengujian

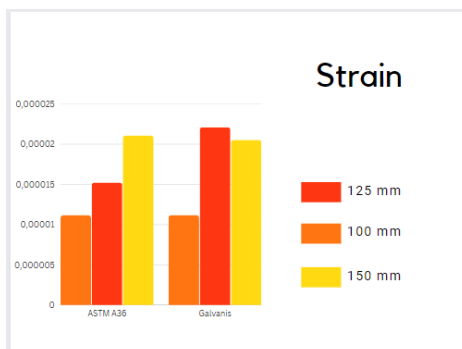
Analisa simulasi screw conveyor ini dibantu software Solidworks dengan metode element analysis. Dari hasil simulasi ini akan didapatkan nilai stress, strain, displacement, dan FOS dari screw sebagai berikut :



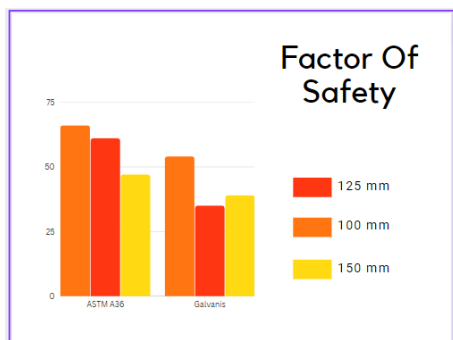
Gambar 31. Grafik Von Misses Stress



Gambar 32. Grafik Displacement



Gambar 33. Grafik Strain



Gambar 34. Grafik Factor Of Safety

Setelah dilakukan saran dari dosen pembimbing dan dengan persetujuan kepala bengkel maka dipilih salah satu dari variasi

material dan panjang pitch yaitu dengan material ASTM A36 dan panjang pitch 100. Variasi ini dipilih karena mendapatkan nilai yang paling baik dari semua variasi. Nilai Von Misses Stress, Displacement, Strain lebih rendah dari variasi yang lain dan juga nilai Factor Of Safety yang lebih tinggi dari variasi lain.

Berikut nilai dari hasil simulasi pembebanan pada variasi ASTM A36 dengan panjang pitch 100 mm dan Pembebanan 27.5 N :

- Von Misses Stress = 3,815e+06 N/m^2
- Displacement = 0,00839 mm
- Strain = 1,116e-05
- Factor Of Safety. = 66

Pembuatan Alat

Pembuatan alat dikerjakan dibengkel milik PT. Surya Sejahtera Bersama dan juga pengujian pada mesin.



Gambar 35. Hasil Uji Kinerja Seperti terlihat didalam Gambar 35 scrap sisa permesinan dapat keluar dengan baik.

KESIMPULAN DAN SARAN

Dari hasil keseluruhan proses perancangan screw conveyor maka dapat disimpulkan beberapa diantaranya :

- a. Panjang pitch akan mempengaruhi kapasitas dan beban yang dibawa screw conveyor.
- b. Dari penelitian ini menghasilkan gaya dorong dari beban ke screw akibat

berputarnya poros yang digerakan oleh motor.

- c. Dari hasil simulasi hasil yang paling baik yakni dengan variasi panjang pitch 100, pembebanan 27.5 N dan material ASTM A36 dengan nilai :
- Von Misses Stress = $3,815e+06 N/m^2$
 - Displacement = 0,00839 mm
 - Strain = $1,116e-05$
 - Factor Of Safety = 66
- d. Variasi screw dengan panjang pitch 100 mm dan material ASTM A36 dapat membawa beban maximal yaitu 27.5 N.

Saran untuk digunakan pada penelitian selanjutnya antara yaitu perhitungan dapat direalisasikan pada pembuatan screw conveyor selanjutnya dan Jika ingin menambah kapasitas perlu mempertimbangkan panjang pitch dan ketebalan plat yang akan digunakan.

REFERENSI

- Amanto, H., dan Daryanto. 1999. Ilmu Bahan, Cetakan Pertama, Bumi Aksara.
- Ardianus., Septia, H. S., dan Dony, S. 2017. Analisis Kekuatan Konstruksi Sekat Melintang Kapal Tanker dengan Metode Elemen Hingga. Surabaya : Institut Teknologi Sepuluh November Surabaya.
- Arifin, J., Helmy, P., dan Imam, S. 2017. Pengaruh Jenis Elektroda Terhadap Sifat Mekanik Hasil Pengelasan Smaw Baja Astm A36. Jawa Tengah : Universitas Wahid Hasyim Semarang.
- Juvrizaldy., Muhammad., Ilyas., Marzuki. 2020. Rancang Bangun Mesin CNC Milling Menggunakan System Control GRLB Untuk Pembuatan Layout PCB. Jurnal Mesin Sains Terapan Vol 4 (No-1).
- Kharisma., Dimas, I. 2022. Desain Prototype Turbin Kaplan Pembangkit Listrik Dengan Aplikasi Software Solidworks. Sumatera Utara : Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
- Meuraxa, T.U. 2022. Desain Turbin Angin Horizontal 30 Watt Untuk Membantu Keperluan Listrik Rumah Tangga Menggunakan Solidworks. Sumatera Utara : Universitas Muhammadiyah Medan.
- Meuraxa, T.U. 2022. Design Turbin Angin Horizontal 30 Watt Untuk Membantu Keperluan Listrik Rumah Tangga Menggunakan Solidworks. Sumatera Utara: Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara
- Mudjijanto., Eko, S., Sarip. 2019. Analisis Karakteristik Geram Dan Kekasaran Permukaan Pada Proses Bubut Kecepatan Rendah Terhadap Baja Karbon. Jawa Tengah : STTR Cepu.
- Pribadi, Y., Siswanto, E., dan Soenoko, Y. 2014. Pengaruh Posisi Pengelasan Dan Jenis Elektroda Temper Bead Welding Terhadap Ketangguhan Hasil Las SMAW Pada Baja SS 41. Malang : Universitas Brawijaya.
- Rahman., Abdul. 2017. Prototype Screw Conveyor Mesin Pendaaur Ulang Pasir Cetak 10 Ton/Jam. Aceh Utara : Universitas Malikussaleh Lhokseumawe.
- Rahmawati., Devi., Desi, W. 2021. Pembelajaran Dengan Media Berbasis Problem Based Learning Pada Materi Tekanan Dalam Mengembangkan Sikap Peserta Didik. Jurnal Pendidikan IPA Volume 2 (No-1).

- Sujanayogi. 2010. Mesin CNC. Bandung :
Fakultas Teknologi Industri.
- Suhari., Muhammad. 2019. Analisa Variasi
Pembebanan dan Sudut Kemiringan
Pada Mesin Screw Conveyor.
Sumatera Utara: Universitas
Muhammadiyah Sumatera Utara
- Yandra, G. 2008 . Terminologi Baja
Galvanis.