

## PERANCANGAN MESIN EXTRUDER FILAMEN 3D PRINTING BERBAHAN SAMPAH PLASTIK KAPASITAS 40 KG/JAM

Deri Teguh Santoso <sup>1</sup>, Fadillah Anugrah Saputra <sup>2</sup>, Rianita Puspa Sari <sup>3</sup>

<sup>1,2</sup> Program Studi S1 Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Singaperbangsa Karawang

<sup>3</sup> Program Studi S1 Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Singaperbangsa Karawang

Jl. H.S. Ronggowaluyo, Telukjambe Timur, Karawang 41361

deri.teguh@ft.unsika.ac.id <sup>1</sup>

### Abstrak

Plastik telah mengalami peningkatan produksi yang pesat selama 70 tahun terakhir. Awalnya pada tahun 1950 dunia hanya memproduksi 2 juta ton dan sekarang produksinya lebih dari 450 juta ton. Kurang lebih sekitar seperempat sampah plastik dibuang begitu saja dan tidak dikelola dengan baik yaitu Sekitar 82 juta ton. Dengan kata lain sampah tersebut tidak dibuang ditempat pembuangan yang baik, tidak di daur ulang ataupun dibakar. Penelitian ini melalui beberapa tahapan yaitu studi literatur, pengumpulan data, desain extruder, perhitungan elemen mesin, analisis dan pembahasan. Terdapat enam jenis material yang akan dijadikan objek pemilihan bahan extruder diantaranya SS 410, SS 422, AISI 4140, AISI 4340, AISI 1144, dan AISI 1045. Dilakukan perencanaan pada elemen mesin sehingga didapatkan nilai von mises stress dan deflection untuk menentukan nilai yang sesuai dengan perencanaan desain extruder. Diperoleh kesimpulan bahwa Nilai Von Misses Stress tertinggi diperoleh pada material seluruh material dengan variasi panjang dan lebar material yaitu 700 dan 45 mm. Semakin tinggi dimensi panjang dan diameter, memberikan nilai von mises stress yang tinggi pula. Serta nilai deflection tertinggi diperoleh pada material Stainless Steel 410 dengan variasi panjang dan lebar material yaitu 700 dan 45 mm. Semakin tinggi Dimensi panjang suatu material, dapat memberikan nilai defleksi yang tinggi pula.

**Kata kunci :** extruder, sampah, von mises, deflection.

### Abstract

*Plastics have experienced a rapid increase in production over the last 70 years. Initially, in 1950, the world only produced 2 million tons, and now production is more than 450 million tons. Around a quarter of plastic waste is thrown away and needs to be appropriately managed, namely around 82 million tons. In other words, the waste is not disposed of in a proper disposal site, not recycled or burned. This research underwent several stages: literature study, data collection, extruder design, machine element calculations, analysis and discussion. Six types of materials will be used as objects for selecting extruder materials, including SS 410, SS 422, AISI 4140, AISI 4340, AISI 1144, and AISI 1045. Planning is carried out on the machine elements so that von Misses stress and deflection values are obtained to determine the appropriate values. Extruder design planning. It was concluded that the highest Von Misses Stress value was obtained for all materials with variations in material length and width, namely 700 and 45 mm. The higher the length and diameter dimensions, the higher the von Misses stress value. The highest deflection value was obtained on Stainless Steel 410 material with variations in length and width of the material, namely 700 and 45 mm. The higher the length dimension of a material, the higher the deflection value.*

**Key words :** extruder, waste, von mises, deflection.

### PENDAHULUAN

Sampah plastik menjadi salah satu permasalahan yang dialami oleh negara di seluruh

dunia, dikarenakan sulit terurai dan masih kurangnya penanganan lebih lanjut. Sampah plastik dapat mengubah habitat dan proses alami, mengurangi kemampuan ekosistem untuk beradaptasi terhadap perubahan iklim, dan secara langsung berdampak

pada penghidupan jutaan orang, kemampuan produksi pangan, dan kesejahteraan sosial. Plastik telah mengalami peningkatan produksi yang pesat selama 70 tahun terakhir. Awalnya pada tahun 1950 dunia hanya memproduksi 2 juta ton dan sekarang produksinya lebih dari 450 juta ton [1].

Kurang lebih sekitar seperempat sampah plastik dibuang begitu saja dan tidak dikelola dengan baik yaitu sekitar 82 juta ton. Sampah tersebut tidak dibuang pada tempat pembuangan sampah yang sesuai, maupun tidak dilakukan daur ulang seperti *recycle, reuse, reduce*. Sekitar 19 juta ton sampah telah mencemari lingkungan, 13 juta ton diantaranya mencemari lingkungan darat, dan 6 juta ton sisanya mencemari sungai atau garis pantai. Sisa sampah plastik yang bocor ke lingkungan perairan terakumulasi di sungai dan danau. [2]. United Nations pun menuliskan bahwa rata-rata, 430 juta ton plastik diproduksi di dunia, dengan dua pertiga plastik tersebut hanya digunakan dalam jangka waktu yang sangat singkat. Seperti pembungkus untuk coklat batangan, bungkus keripik dan peralatan plastik untuk makan siang kami. Setiap hari lebih dari 2.000 truk sampah berisi plastik dibuang ke laut, sungai, dan danau. Akibatnya, polusi plastik akan meningkat tiga kali lipat pada tahun 2060 jika tidak ada tindakan yang diambil.

Untuk menangani sampah plastik perlu dilakukan dengan konsep 3R (*Reuse, Reduce, Recycle*) [3,4,5]. *Reuse* adalah menggunakan kembali barang-barang yang terbuat dari plastik, *Reduce* adalah mengurangi pembelian atau penggunaan barang-barang dari plastik, terutama barang-barang yang sekali pakai dan *Recycle* adalah mendaur ulang barang-barang yang terbuat dari plastik. Dari konsep 3R tersebut maka beberapa penelitian telah dilakukan untuk memanfaatkan kembali plastik yang telah dibuang ke lingkungan, dalam hal ini menggunakan konsep *Recycle* [6]. Untuk dapat mengatasi meningkatnya jumlah sampah plastik, berbagai upaya dilakukan untuk mendaur ulangnya. Penggunaan plastik daur ulang diharapkan dapat mengurangi jumlah sampah plastik di dunia. Salah satu teknologi yang berkembang dan penerapan plastik sebagai bahan utama adalah *Fused Deposition Modeling (FDM)* [7]. Pada FDM, material berupa filamen plastik dipanaskan hingga mendekati titik leleh kemudian diekstrusi sesuai desain yang ada [8]. Hal tersebut bisa menanggulangi sampah plastik yang menjadi permasalahan saat ini.

Namun, permasalahan yang terjadi dalam proses pembuatan filamen ada banyak faktor yang dapat mempengaruhi kualitas dari filamen yang dihasilkan mesin *filament extruder*. Variasi kecepatan pencetakan mempunyai pengaruh yang signifikan terhadap stabilitas dimensi 3D hasil pencetakan menggunakan filamen yang terbuat dari

limbah botol PET. Hal Ini bisa berupa pertimbangan dalam memilih parameter pencetakan pada *printer 3D* menggunakan filamen dari botol bekas [9].

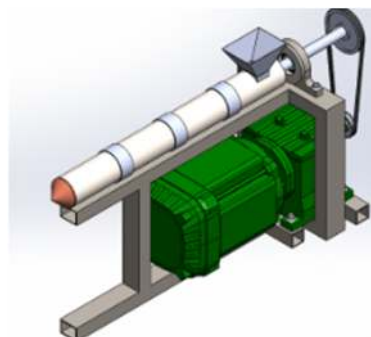
Selain itu, kekuatan *design screw* pada *filament extruder* juga perlu diteliti agar performa *screw* bisa tahan dalam kondisi operasi [10,11]. Agar tidak mudah mengalami *crack* dan memiliki umur yang panjang dalam penggunaannya. Inklusi pengotor berperan sebagai pusat tegangan tinggi (*severe stress concentration*) yang akan mempengaruhi ketahanan *fatigue* dari *screw* dan memfasilitasi inisiasi dari perambatan retak fatik. Adanya pembebanan dinamis berupa tarik-tekan menyebabkan material *screw* mengalami kelebihan tegangan pada daerah tertentu dan akhirnya menghasilkan retak dan patahan [12].

## METODE PENELITIAN

### 1. Prosedur Penelitian

Penelitian ini dilakukan beberapa langkah untuk menyelesaikan permasalahan, yaitu sebagai berikut:

- a. Studi Literatur  
Langkah pertama dalam perancangan ini adalah studi literatur yang mana mencari informasi juga teori yang bersangkutan dengan target perancangan Dan juga referensi sebagai acuan awal dalam mendesain filamen extruder.
- b. Pengumpulan Data  
Pengumpulan data mengenai berat jenis material plastik. Serta Material yang akan digunakan *Screw Extruder*.
- c. Desain Extrude  
Pemodelan dan desain *extruder* menggunakan *solidworks*, seperti yang dilihat pada gambar 1.



Gambar 1 Desain Extruder

- d. Perhitungan Elemen Mesin

Perhitungan elemen mesin untuk mengetahui torsi, momen dan gaya gaya yang bekerja pada *screw extruder*. Perhitungan torsi pada *shaft screw* pada saat *screw* berputar dengan input dari *pulley*.

- e. Analisis  
Melakukan analisis hasil perhitungan dan desain untuk menentukan desain yang paling optimal.
- f. Kesimpulan  
Setelah semua hal tersebut dilakukan selanjutnya adalah tahap kesimpulan berdasarkan hasil analisis yang telah dilakukan.

## 2. Waktu dan Tempat Pelaksanaan

Penelitian ini dilakukan pada bulan Januari 2023 s.d. Desember 2023. Tempat yang dipilih untuk melaksanakan penelitian ini, yaitu Lab Produksi Teknik Universitas Singaperbangsa Karawang.

## 3. Spesifikasi Material Extruder

Dalam melakukan penelitian pada *screw*, penelitian ini menggunakan variabel material. Tabel 1 dibawah merupakan material yang akan digunakan yaitu:

**Tabel 1. Spesifikasi Material**

Material	Yield Strength (MPa)	Tensile Strength (MPa)	Modulus of Elasticity (GPa)
Stainless Steel 410	1225	1525	200
Stainless Steel 422	1000	1580	190
AISI 4140	415	655	210
AISI 4340	470	745	205

**Tabel 2. Design of Experiment**

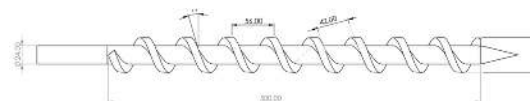
No	Material	Panjang
1	410 Stainless Steel	700 mm
2		600 mm
3		500 mm
4	Stainless Steel - Grade 422	700 mm
5		600 mm
6		500 mm
7	AISI 4140	700 mm
8		600 mm
9		500 mm
10	AISI 4340	700 mm

11	600 mm
12	500 mm

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### 1. Desain Screw Extruder

Desain *Screw Extruder* dibuat berdasarkan rasio panjang (L) dan diameter sekrup atau barrel (D) terhadap ukuran barrel (rasio L/D). Secara umum rasio L/D menggunakan rasio 18:1, 20:1, 24:1, 30:1, 36:1, dan 40:1, yang biasanya digunakan skala industri untuk *mass production*. Sehingga semakin besar rasio yang digunakan, semakin tinggi kemampuan menghasilkan produk, namun sumber energi yang digunakan menjadi semakin tinggi untuk menggerakkan dan memanaskan material plastik pada *screw extruder* tersebut. Penelitian ini menggunakan dibawah rasio umum, dengan alasan mesin extruder dapat lebih kecil dan dipakai dalam skala laboratorium. Rasio L/D yang digunakan pada penelitian ini dengan 3 level yaitu 12,5:1, 14:1, dan 15,5:1, yaitu *gap rasio* masing-masing 1,5 dibawah rasio umum (rasio 18:1).



**Gambar 2. Desain Screw Extruder (variasi panjang 700, diameter 45)**

$$\frac{L}{D} = \frac{L_{Flight}}{D}$$

$$12.5 = \frac{L_{Flight}}{40}$$

$$L_{Flight} = 500 \text{ mm}$$

$L_{Flight}$  merupakan panjang dimensi kerja proses ekstrusi dari *screw* dengan geometri berbentuk ulir. Panjang  $L_{flight}$  pada perhitungan kali ini nilainya sama dengan panjang *screw extruder*.

### Desain Output Extruder

Dalam perhitungan output extruder dapat di definisikan oleh persamaan dibawah ini

$$Q = \text{Drag flow } (Q_D) - \text{Pressure Flow } (Q_P)$$

Maka dari itu perlu mendefinisikan  $Q_D$  dan  $Q_P$  agar bisa mendapatkan output dari persamaan diatas. Dimensi dan Rpm dari sebuah extruder mempengaruhi hasil *output extruder*. Sebelum mendapatkan hasil output perlu menentukan dimensi dan Rpm dari extruder. Rpm mempengaruhi kecepatan aliran pada proses ekstrusi yang dimana kecepatan aliran pada *channel screw* ( $V_z$ ) mempengaruhi *drag flow* ( $Q_D$ ) dari *extruder*. Pada

penelitian ini Rpm 50 yang digunakan, sudut  $\cos \phi$  merupakan *helix angle* pada *screw* pada Gambar 2, maka:

$$V_z = \pi \times D \times N \times \cos \phi$$

$$V_z = 3.14 \times 40 \text{ mm} \times 50 \times \cos 17.77^\circ$$

$$V_z = 2962,4 \text{ mm}/\text{min}$$

Hasil dari kecepatan aliran pada channel screw ( $V_z$ ) tersebut input pada persamaan drag flow  $Q_D$  di bawah ini:

$$Q_D = \frac{W \times H \times V_z}{2}$$

$$Q_D = \frac{42 \text{ mm} \times 7.5 \text{ mm} \times 2962,4 \text{ mm}/\text{min}}{2}$$

$$Q_D = 466578,2 \text{ mm}^3/\text{min}$$

Setelah mendapatkan nilai drag flow  $Q_D$  tahap selanjutnya mendefinisikan Pressure flow  $Q_P$ , Namun sebelum itu diperlukan nilai *pressure* ( $\Delta P$ ) pada *channel screw dies* atau *nozzle* dengan memeperhitungkan variabel viskositas plastik saat diberikan *shear rate* ( $\eta$ ). Sebagai sampel menggunakan material *polyethylene terephthalate* (PET) dengan nilai  $\eta = 0.7$

$$\Delta P = \frac{Q_D \times \eta}{\pi \times R^4}$$

$$\Delta P = \frac{466578,2 \text{ mm}^3/\text{min} \times 0.7}{3.14 \times (1.75 \text{ mm})^4}$$

$$\Delta P = 0,65 \text{ N}/\text{mm}^2$$

Setelah mendapatkan nilai Pressure pada channel screw, persamaan pressure flow ( $Q_P$ ) dapat didefinisikan hasilnya.

$$Q_P = \frac{W \times H^3 \times \sin \phi}{12 \times \eta} \times \frac{\Delta P}{L}$$

$$Q_P = \frac{42 \text{ mm} \times (7.5 \text{ mm})^3 \times \sin 17.77^\circ}{12 \times 0.7}$$

$$\times \frac{0,65 \text{ N}/\text{mm}^2}{540 \text{ mm}}$$

$$Q_P = 2,239 \text{ mm}^3/\text{min}$$

Setelah mendapatkan hasil dari persamaan *drag flow* ( $Q_D$ ) dan *pressure flow* ( $Q_P$ ) maka kita bisa mengetahui besaran dari output extruder dengan mengurangi hasil *drag flow* dengan *pressure flow*. Jika mengasumsikan jenis material plastik yang

digunakan yaitu PET dengan massa jenis sebesar  $1,38 \times 10^{-6} \text{ kg}/\text{mm}^3$ .

$$Q = \text{Drag flow } (Q_D) - \text{Pressure Flow } (Q_P)$$

$$Q = 466578,2 \text{ mm}^3/\text{min} - 2,239 \text{ mm}^3/\text{min}$$

$$Q = 466576,0 \text{ mm}^3/\text{min}$$

$$Q_{(\text{Kapasitas})} = Q \times \text{berat jenis plastik}$$

$$Q_{(\text{Kapasitas})} = 466576 \text{ mm}^3/\text{min} \times 1,38 \times 10^{-6} \text{ kg}/\text{mm}^3$$

$$Q_{(\text{Kapasitas})} = 0,664 \text{ kg}/\text{min}$$

### Torsi pada Screw Extruder

Nilai Torsi pada *screw extruder* akan digunakan untuk untuk *input external loads* pada analisis *static* dengan menggunakan *finite element method*. Untuk mengetahui stress yang terjadi pada screw.

Untuk mengetahui torsi yang bekerja kita perlu menentukan spesifikasi motor listrik yang digunakan. Motor listrik yang akan digunakan diasumsikan memiliki spesifikasi 250 watt dengan 2700 Rpm agar bisa mentransmisikan putaran sebesar 50 Rpm maka perlu ada sistem penggerak dengan menggunakan *reducer*, *pulley* dan *belt*.

Perhitungan rasio *reducer* digunakan untuk mereduksi ukuran Rpm agar ukuran Rpm lebih lamban terlebih dahulu sebelum di transmisikan melalui mekanisme *pulley belt*. Rpm yang diinginkan yaitu sebesar 100 rpm.

$$\text{Reducer ratio} = \frac{N_{\text{Motor listrik}}}{N_{\text{pulley driven}}}$$

$$\text{Reducer ratio} = \frac{2700}{100}$$

$$\text{Reducer ratio} = 1:27$$

Setelah mengetahui besaran putaran yang diinginkan pada *pulley driven* ( $N_1$ ) yaitu sebesar 100 rpm, maka bisa ditentukan diameter *pulley driven* ( $D_2$ ) agar mentransmisikan putaran sebesar 50 rpm pada *screw extruder*. Maka Jika  $N_1$  merupakan putaran setelah melalui *reducer* (100 rpm) dengan diameter *pulley driven* ( $D_1$ ) 100 mm. Jika rpm yang diinginkan untuk menggerakkan *pulley driver* ( $D_2$ ) pada *extruder screw* yaitu:

$$\frac{N_{\text{pulley driven}}}{N_{\text{pulley driver}}} = \frac{D_{\text{pulley driven}}}{D_{\text{pulley driver}}}$$

$$\frac{100 \text{ Rpm}}{50 \text{ Rpm}} = \frac{100 \text{ mm}}{D_2}$$

$$D2 = \frac{100 \text{ mm} \times 50 \text{ Rpm}}{100 \text{ Rpm}}$$

$$D2 = 50 \text{ mm}$$

Maka untuk mendapatkan nilai putaran sebesar 50 rpm maka diperlukan *pulley driven* dan *pulley driver* dengan masing masing berdiameter 50 mm dan 100 mm.

Setelah mendapatkan rpm yang ditransmisikan melalui *belt dan pulley* terhadap *screw extruder*. Torsi (T) yang bekerja terhadap *screw* bisa didefinisikan sebagai berikut.

$$T = \frac{P \times 60}{2 \pi N}$$

$$T = \frac{250 \text{ watt} \times 60}{2 \pi 50 \text{ Rpm}}$$

$$T = 47,77 \text{ N.m}$$

### Torsioal Shear Stress

*Extruder screw* yang diberikan torsi akan mengalami *torsional shear stress*. Untuk mendapatkan nilai besaran *torsional shear stress* yang terjadi pada *screw extruder* maka perlu mengetahui terlebih dahulu momen inersia pada *screw extruder*. Pada perhitungan ini nilai *polar momen of inertia* (J) didapatkan dengan adanya hubungan pada diameter dalam atau *core* (D) dari *extruder screw* sebesar 24 mm (dapat dilihat pada Gambar 2), dikarenakan diameter dalam berbentuk *solid*.

$$J = \frac{\pi}{32} D_{core}^4$$

$$J = \frac{3,14}{32} (24)^4$$

$$J = 32555,5200 \text{ mm}^4$$

Maka didapatkan momen inersia sebesar 32555,52 mm. Lalu besaran momen inersia dan besaran torsi yang telah dihitung sebelumnya diinput pada persamaan untuk mencari *torsional shear stress*. Dimana nilai *jari-jari* ( $r_{core}$ ), diperoleh dari setengah nilai dari diameter *core* ( $D_{core}$ ).

$$\tau = \frac{T \times r_{core}}{J}$$

$$\tau = \frac{47770,7 \text{ N.mm} \times 12 \text{ mm}}{32555,52 \text{ mm}}$$

$$\tau = 17,6083 \text{ N/mm}^2$$

Didapatkan besaran *torsional shear stress* yang terjadi pada *screw extruder* adalah sebesar 17,6083 N/mm<sup>2</sup>.

### Bending Momen

*Bending moment* yang terjadi pada *screw* adalah pada saat ketika proses ekstrusi *screw extruder* mendapatkan beban dari plastik. Maka dari itu perlu mengetahui beban yang bekerja pada *screw extruder*. Beban pada *screw extruder* didapat dari  $Q_{kapasitas}$  sebesar 0,644 kg dengan dikalikan dengan percepatan gravitasi 9,8 m/s<sup>2</sup> maka didapatkan gaya pada *screw extruder* sebesar 6,3112 N.



Gambar 3 Diagram Benda Bebas pada Screw

Pada gambar Diagram benda bebas *screw extruder* beban yang diterapkan adalah gaya beban sebesar 6,3 N yang didapatkan dari  $Q_{kapasitas}$  untuk mendapatkan *bending moment* yang terjadi pada *screw* dengan panjang *screw* sebesar 500 mm.

$$\sum F_y = 0$$

$$V - Ra = 0$$

$$6,3 \text{ N} - Ra = 0$$

$$Ra = 6,3 \text{ N}$$

$$V = -6,3 \text{ N}$$

$$\sum M = Ra(x) - V(L)$$

$$\sum M = 6,3112 \text{ N} \times (0) - 6,3112 \text{ N} \times (500 \text{ mm})$$

$$\sum M = -3155,5 \text{ N.mm}$$

Maka dengan beban sebesar 6,3 N dan panjang *screw extruder* sebesar 500 mm maka didapatkan dari perhitungan hasil momen lentur sebesar -3155,6 N.mm. Setelah mendapatkan nilai momen lentur yang terjadi pada *screw extruder* selanjutnya menghitung *bending moment* yang terjadi pada *screw extruder*. Dengan spesifikasi *screw extruder* yang digunakan sebesar diameter 24 mm.

$$\sigma = \frac{32M}{\pi D_{core}^3}$$

$$\sigma = \frac{32 \times 3155,6 \text{ N.mm}}{3,14 \times 24^3}$$

$$\sigma = 2,3263 \text{ N/mm}^2$$

Dari hasil perhitungan dengan momen lentur sebesar 3155,6 N.mm dan diameter *core screw extruder* sebesar 24 mm maka didapatkan hasil *bending moment* sebesar 2,3263 N/mm<sup>2</sup>.

### Von-Misses Stress

Nilai *von-misses stress* pada *screw extruder* mendapatkan *combine load* antara bending momen

dan *torsional shear stress* maka untuk mendapatkan hasil tegangan maksimum. Dengan diketahuinya beban yang ada dan hasil dari *bending moment* dan *torsional shear stress* dengan masing-masing nilai sebesar 3,096 N/mm<sup>2</sup> dan 17,6083 N/mm<sup>2</sup>. Maka untuk mencari *von-misses stress* perhitungan dilakukan dengan menggunakan persamaan dibawah:

$$\sigma_{max} = \sqrt{\sigma_b^2 + 3(\tau^2)}$$

$$\sigma_{max} = \sqrt{(2,3263 \text{ N/mm}^2)^2 + 3(17,6083 \text{ N/mm}^2)^2}$$

$$\sigma_{max} = 52,8762 \text{ N/mm}^2$$

Maka nilai untuk *von-misses stress* pada panjang *screw extruder* 500 mm adalah sebesar 52,876 N/mm<sup>2</sup>. Selanjutnya dapat diulangi untuk perhitungan panjang *screw extruder* 600 mm dan 700 mm. Adapun untuk variasi diameter luar *screw* tidak berpengaruh dikarenakan *torsional shear stress* pada diameter *core*.

### Deflection

Untuk mencari *deflection* yang terjadi pada *screw extruder*, menggunakan nilai dari *modulus of elasticity* (E), sebagai contoh perhitungan menggunakan material *Stainless Steel 410* memiliki nilai modulus of elasticity (E) sebesar 200 GPa. Sebelum itu perlu menghitung *section moment of inertia* (I) yaitu:

$$I = \frac{\pi \times r^4}{4}$$

$$I = \frac{3,14 \times 24^4}{4}$$

$$I = 16277,76 \text{ mm}^4$$

Maka, hasil *section moment of inertia* (I) diinputkan pada rumus defleksi berikut:

$$\delta = \frac{P \times L^3}{3EI}$$

$$\delta = \frac{6,3112 \text{ N} \times 500 \text{ mm}^3}{3 \times 200000 \text{ MPa} \times 16277,76 \text{ mm}^4}$$

$$\delta = 0,08076 \text{ mm}$$

Maka nilai defleksi dari material, Panjang 500 mm serta material *Stainless Steel 410* dengan panjang 500 mm sebesar 0,08077 mm. Selanjutnya dapat diulangi untuk perhitungan panjang *screw extruder* 600 mm dan 700 mm.

### Rekapitulasi Hasil Perhitungan

Perhitungan dilakukan secara lengkap sesuai dengan Design of Experiment (Tabel 2) yang dilakukan, yaitu dengan variasi material yang memiliki modulus of elasticity (E) dan variasi

panjang *screw extruder*. Untuk hasil lengkapnya dapat dilihat pada tabel 3 berikut:

**Tabel 3. Rekapitulasi Hasil Perhitungan**

Material	Von Misses Stress (MPa)	Deflection (mm)
<i>Stainless Steel 410</i> (Panjang 500 mm)	52,8762	0,08076
<i>Stainless Steel 410</i> (Panjang 600 mm)	52,8987	0,13955
<i>Stainless Steel 410</i> (Panjang 700 mm)	52,9253	0,22160
<i>Stainless Steel 422</i> (Panjang 500 mm)	52,8762	0,08501
<i>Stainless Steel 422</i> (Panjang 600 mm)	52,8987	0,14689
<i>Stainless Steel 422</i> (Panjang 700 mm)	52,9253	0,23327
AISI 4140 (Panjang 500 mm)	52,8762	0,07691
AISI 4140 (Panjang 600 mm)	52,8987	0,13291
AISI 4140 (Panjang 700 mm)	52,9253	0,21105
AISI 4340 (Panjang 500 mm)	52,8762	0,07879
AISI 4340 (Panjang 600 mm)	52,8987	0,13615
AISI 4340 (Panjang 700 mm)	52,9253	0,21619

### KESIMPULAN

Berdasarkan perhitungan dan analisis yang yang dilakukan maka diperoleh:

1. Nilai *Von-Misses Stress* tertinggi diperoleh pada material seluruh material dengan variasi panjang 700 mm. Semakin tinggi dimensi panjang dan diameter, memberikan nilai *von-misses stress* yang tinggi pula. Hal ini memberikan pengaruh terhadap performa mesin *extruder* yaitu semakin tinggi nilai *von-misses stress* maka semakin rentan terhadap faktor kegagalan yang dialami oleh *screw extruder* seperti patah dan deformasi plastik.
2. Nilai Deflection tertinggi diperoleh pada material *Stainless Steel 422* dengan variasi panjang 700 mm. Semakin tinggi Dimensi panjang suatu material, dapat memberikan nilai defleksi yang tinggi pula. Hal ini memberikan pengaruh terhadap performa mesin *extruder* yaitu semakin tinggi nilai defleksi maka semakin besar perubahan *screw extruder* yang dihasilkan karena deformasi plastik akibat dari beban berlebih. Jika semakin besar defleksi

yang terjadi, semakin sulit *screw extruder* berputar terhadap *barrel extruder*.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] H. Ritchie, V. Samborska and M. Roser, "Our World In Data," 2023. [Online]. Available: <https://ourworldindata.org/plastic-pollution#research-writing>. [Accessed 16 Desember 2023].
- [2] H. Ritchie, "Our world In Data," 5 October 202. [Online]. Available: <https://ourworldindata.org/how-much-plastic-waste-ends-up-in-the-ocean>. [Accessed 16 Desember 2023].
- [3] Scells, H., Zhuang, S. and Zuccon, G., 2022, July. Reduce, reuse, recycle: Green information retrieval research. In Proceedings of the 45th International ACM SIGIR Conference on Research and Development in Information Retrieval (pp. 2825-2837).
- [4] Safitri, H.F.D. and Sari, Y.P., 2021, May. Studi Komparasi Metode 3R (Reduce, Reuse, Recycle) Pada Pengolahan Sampah Di Indonesia. In Prosiding University Research Colloquium (pp. 552-558).
- [5] Ediana, D. and Fatma, F., 2018. Analisis Pengolahan Sampah Reduce, Reuse, Dan Recycle (3R) Pada Masyarakat Di Kota Payakumbuh. *Jurnal Endurance*, 3(2), pp.238-246.
- [6] P. Purwaningrum, "Upaya Mengurangi Timbulan Sampah Plastik Di Lingkungan," *Indonesian Journal Of Urban And Environmental Technology*, vol. 8 No. 2, pp. 141-147, 2016.
- [7] Saputra, T.H., Hutama, A.S., Ningsih, A. and Pamasaria, H.A., 2023, May. Parameter optimization of FDM type 3D printing against dimensional accuracy with recycled filament plastic LDPE (low density polyethylene). In AIP Conference Proceedings (Vol. 2674, No. 1). AIP Publishing.
- [8] H. S. I. Atsani and H. Mastriswadi, "Recycled Polypropylene Filament for 3D Printer: Extrusion Process Parameter Optimization," *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, vol. 722, 2020.
- [9] H. S. Budiono, F. Hilmy and I. Taufik, "The Effect of Printing Speed Variations on Dimensional Stability of 3D Printing," *Jurnal E-Komtek*, Vols. 7, No.2, pp. 187-194, 2023.
- [10] Atsani, S.I., 2019. Desain Dan Pengujian Extruder Untuk Pembuatan Filamen 3d Printer Berbahan Recycled Polypropilene (Doctoral dissertation, Universitas Gadjah Mada).
- [11] Nugroho, F.E., 2021. Analisa Pengaruh Kemiringan Sudut Screw Extruder Terhadap Keakuratan Diameter Filament 3D Printer Berbahan Recycled Abs, Recycle Hdpe, Dan Polypropylene (Doctoral dissertation, Politeknik Negeri Sriwijaya).
- [12] E. Febriyanti, A. Febrianto and Sutarjo, "Analisis Kegagalan Screw Penyebab Kerusakan Decanter Shaft Pada Unit Pengolahan Minyak," *Majalah Ilmiah Pengkajian Industri*, vol. 11 No. 3, pp. 185-192, 2018.