

## Perancangan transmisi roda gigi screw extruder

### *Design of screw extruder gear transmission*

Hilman Sholih<sup>1\*</sup>, Beni Mei Kristanto<sup>1</sup>, Aswin Domodite<sup>1</sup>

<sup>1\*</sup> Program Studi Teknik Mesin, Sekolah Tinggi Teknologi Muhammadiyah Cileungsi, Bogor, Jawa Barat 16820, Indonesia

\*E-mail: hilmansholih@gmail.com

Article Submit: 16/04/2023

Article Revision: 20/04/2023

Article Accepted: 21/04/2023

**Abstrak:** Untuk menanggulangi masalah sampah plastik yang terjadi ditengah masyarakat sebenarnya sudah banyak dijual berbagai macam jenis produk mesin pengolah sampah plastik diantaranya mesin *extruder*. Namun kebanyakan mesin yang beredar di masyarakat dalam pengoperasiannya masih mengandalkan *insting* operator dalam menentukan putaran motor untuk menggerakkan *screw* atau porosnya. Tujuan untuk menentukan putaran motor dalam menggerakkan *screw* atau porosnya dilakukan desain perancangan transmisi roda gigi. Desain perancangan ini untuk menentukan putaran motor pada beban plastik 10 kg dan 30 kg. Metode rancang bangun desain transmisi roda gigi ini untuk mengetahui putaran motor saat mesin bekerja sesuai dengan beban. Dalam menentukan putaran *screw* 10 kg/jam didapat nilai 70 rpm, adapun daya motor yang digunakan motor jenis AC satu phase dengan daya 1HP dengan putaran motor 1000 Rpm. Perancangan untuk kapasitas beban kerja 10 kg/jam, Rasio gigi 1:14,28, Rpm = 70, Za = 18, Zb = 75, Zc = 14, Zd = 50, Modul = 2. Perancangan untuk kapasitas beban kerja 30 kg/jam, Rasio gigi 1:4,76, Rpm = 210, Za = 18, Zb = 75, Zc = 14, Zd = 16. Modul = 2.

**Kata Kunci:** Mesin extruder; motor listrik; roda gigi.

**Abstract:** Many different kinds of plastic waste processing machine goods, including extruder machines, have been sold to address the community's plastic waste problem. The majority of the machines in use in the community still rely on the operator's intuition to choose the direction in which the motor should rotate in order to move the screw or shaft. To construct the gear transmission, it is necessary to know the motor's rotational speed when moving a screw or shaft. The purpose of this design is to ascertain the motor's rotation under plastic loads of 10 kg and 30 kg. The rotation of the motor when the engine operates in accordance with the load is determined as part of the engineering design process for gear transmissions. Using a single-phase AC type motor with a power of 1 HP and a motor rotation of 1000 RPM, the screw rotation of 10 kg/hour was calculated, yielding a value of 70 rpm. Design for a working load capacity of 10 kilograms per hour, gear ratio 1:14,28, Rpm = 70, Za = 18, Zb = 75, Zc = 14, Zd = 50, 2. Module. Gear ratio 1:4.76, Rpm = 210, Za = 18, Zb = 75, Zc = 14, and Zd = 16 are specified in the design for a working load capacity of 30 kg/hour clock. 2 modules

**Keywords:** extruder machine; electric motor; gears

## 1. PENDAHULUAN

Sampah plastik di Indonesia menjadi masalah yang belum dapat ditangani dengan baik sampai saat ini. Menurut data kementerian lingkungan hidup tahun 2021 sampah plastik mencapai 11,6 juta ton per hari [1]. Daerah Kabupaten Bogor menyumbang sampah sebanyak 2900 ton per hari dan lima persennya sampah plastik [2]. Sampah-sampah ini kalau tidak dikelola akan menimbulkan dampak yang kurang baik untuk masyarakat seperti pencemaran air, pencemaran udara yang dapat menimbulkan bau yang tidak sedap dan lingkungan menjadi kumuh. Sampah plastik tersebut terbagi menjadi dua [3], 1) sampah plastik yang tidak mudah didaur ulang dan 2) yang mudah didaur ulang [4]. Sampah plastik yang tidak mudah didaur ulang diantaranya PVC (*polyvinyl chloride*) PP (*polypropylene*) LDPE (*low density polyethylene*) dan lain lain [5]. Plastik yang mudah didaur ulang diantaranya plastik jenis PET (*Polyethylene terephthalate*) HDPE (*High density polyethylene*) [6]

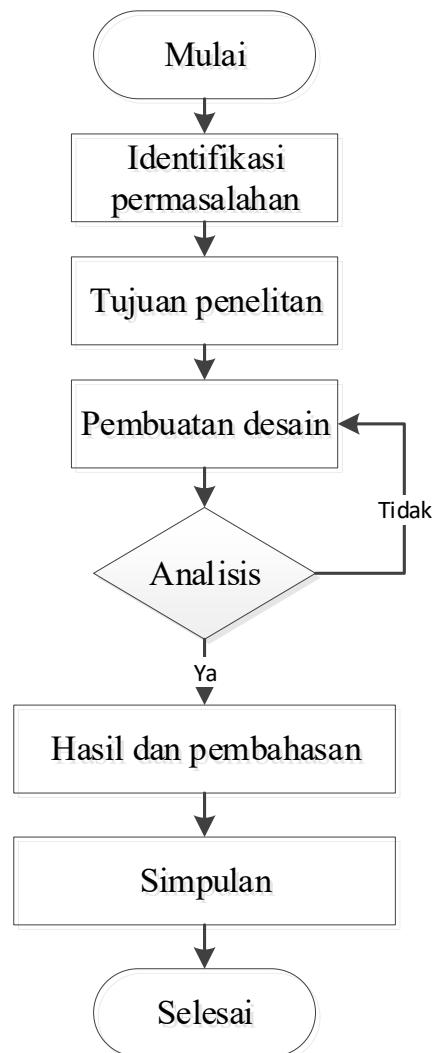


Untuk mengurangi jumlah sampah plastik, diperlukan alat daur ulang [7]. Salah satu alat daur ulang yang saat ini dipakai mesin extruder. Mesin extruder mengolah sampah plastik menjadi *filament* sebagai bahan dasar pembuatan produk 3D *Printing*. Dalam pengoperasiannya mesin extruder menggunakan inverter untuk menentukan putaran *screw*nya [8]. Penentuan putaran dilakukan secara manual oleh operator. Akibatnya, konsumsi daya listrik tidak bisa dikontrol dengan baik karena arus dan voltase listrik yang tidak stabil. Untuk mengatasi hal tersebut diperlukan sebuah rancangan sistem yang akurat dalam menentukan putaran motor *screw extruder*. Rancangan tersebut berupa elemen transmisi roda gigi [9].

Tujuan yang dicapai dari desain perancangan ini, untuk mendapatkan putaran *screw* yang sesuai dengan beban plastik 10 kg/jam dan 30 kg/jam. Putaran *screw* disesuaikan dengan beban mesin yang berbeda-beda sehingga mendapatkan arus dan voltase yang stabil.

## 2. METODE

Dalam membuat desain perancangan, dibuat diagram seperti yang dapat dilihat pada **Gambar 1**, yang menceritakan tentang alur dan tahapan tahapan yang akan dilakukan dalam pembuatan desain perencanaan transmisi roda gigi.



**Gambar 1.** Alir penelitian



### 2.1 Observasi

Sebelum melakukan proses desain perancangan dilakukan terlebih dahulu pengamatan dan observasi guna mencari dan mendapatkan informasi yang dapat membantu mempermudah proses desain perancangan transmisi roda gigi [10]. Observasi yang dilakukan dengan melihat ukuran bahan, kecepatan putar dan beban yang akan dipakai dan akan disesuaikan dengan desain perancangan.

### 2.2 Konsep desain perancangan

Setelah melakukan observasi maka selanjutnya dilakukan pembuatan konsep desain perancangan melalui data data yang sudah didapatkan. Hal ini dilakukan untuk menentukan kriteria desain yang akan dibuat.

### 2.3 Produktif

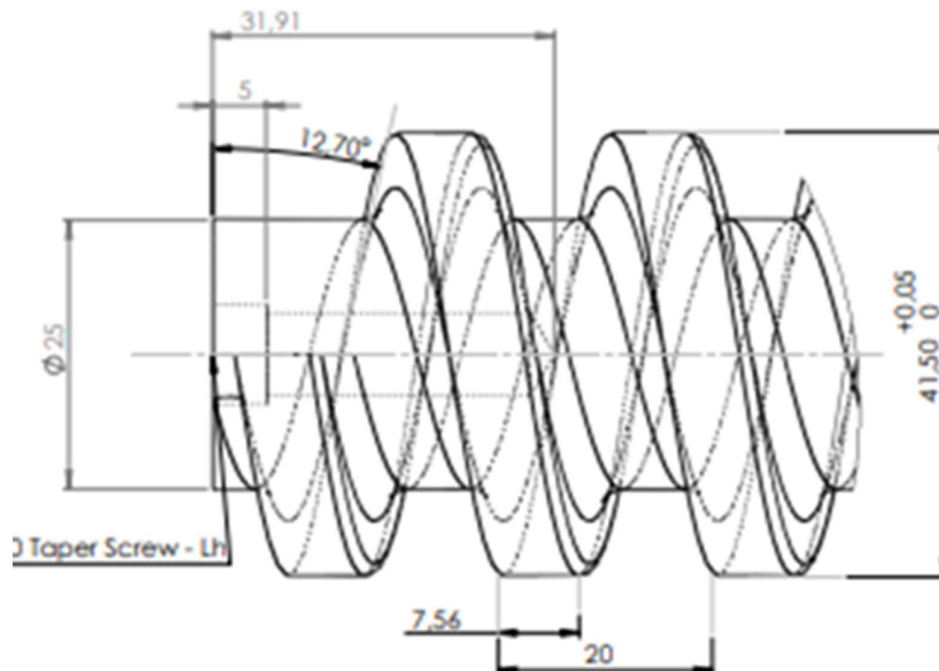
Setiap desain harus mempunyai target yang harus dicapai meskipun nanti akan ada banyak faktor yang dapat mempengaruhi hasil akhir untuk pertimbangan. Target dari desain perancangan transmisi roda gigi ini mesin mampu bekerja pada beban 10 kg, 20 kg, 30 kg dengan lancar dan pemakaian listrik yang stabil terutama pada voltase dan amperenya sehingga biaya produksi dapat diketahui dengan pasti [11]. Desain perancangan harus dibuat semurah mungkin agar harga mesin juga menjadi lebih murah sehingga terjangkau untuk masyarakat luas, tentu dengan tidak mengurangi kualitas bahan bahan materialnya.

### 2.4 Perawatannya mudah

Banyak kita temukan di tengah masyarakat bahwa mesin extruder dalam pengaturan kecepatannya menggunakan alat kontrol kecepatan (*Speed Controller*) [12]. Bila terjadi kerusakan akan kesulitan dalam proses perbaikannya dikarenakan posisi yang sulit dan sistemnya yang rumit sehingga mau tidak mau harus ganti baru. Membuat desain rancangan transmisi roda gigi untuk mempermudah dalam perawatan dan perbaikannya terutama mudah dalam bongkar pasang dan mudah pula dalam membersihkannya

## 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Untuk menghitung daya motor harus dilakukan perhitungan terhadap kebutuhan setiap komponen, diantaranya pada **Gambar 2** screw extruder yang akan dipergunakan untuk alat pengolahan sampah plastik.



**Gambar 2.** Screw extruder

### 3.1 Kapasitas screw 10 kg/jam dan 30 kg/jam

Mencari putaran screw untuk kapasitas 10 kg/jam dan 30 kg/jam kita menggunakan rumus [13] [14];

$$D_s = \frac{\pi}{4} (D^2 - d^2) \times S \times \frac{n}{60} \times E_v \times 3600 \times \rho \times L$$

$$10 = \frac{\pi}{4} (0,0415^2 - 0,025^2) \times 0,020 \times \frac{n}{60} \times 0,3 \times 3600 \times 910 \times 0,51$$

$$10 = 1,7 \times 10^{-5} \times \frac{n}{60} \times 501228$$

$$n = \frac{10}{8,52} \times 60$$

$$n = 70,42 \text{ Rpm} = 70 \text{ Rpm}$$

Sehingga untuk putaran screw kapasitas 30 kg/jam,  $70 \times 3 = 210 \text{ Rpm}$

Diketahui:

- $D_s$  = Kapasitas screw extruder (kg/jam)
- $D$  = Diameter luar screw 42,5 mm
- $d$  = Diameter dalam screw 25 mm
- $S$  = Pitch screw 20 mm
- $E_v$  = Efisiensi 30%
- $\rho$  = plastik PP 910 kg/m<sup>3</sup>
- $L$  = panjang screw 510 mm

Gaya injeksi ( $F_{injeksi}$ )

$$F_{inj} = P \times A$$

$$F_{inj} = P \times \left[ \frac{\pi \cdot D^2}{4} - \frac{\pi \cdot d^2}{4} \right]$$

$$F_{inj} = 1,3 \times \left[ \frac{3,14 \times 41,5^2}{4} - \frac{3,14 \times 25^2}{4} \right]$$

$$F_{inj} = 1119,76 \text{ N}$$

Diketahui:

- Tekanan force ( $P$ ) = 1,3 Mpa [15]
- Diameter luar screw = 41,5 mm
- Diameter dalam screw = 25 mm

Torsi yang diperlukan;

$$T = F \cdot r$$

$$T = 1119,76 \times 0,020$$

$$T = 23,24 \text{ Nm}$$

Diketahui:  $r$  screw = 20,75 mm = 0,020 m

Daya motor yang dibutuhkan;

$$P = T \cdot \omega \text{ [16]}$$

$$P = T \cdot \frac{2 \cdot \pi \cdot n}{60}$$

$$P = 23,24 \times \frac{2 \times 3,14 \times 210}{60}$$

$$P = 510,82 \text{ watt}$$

$$P = 0,68 \text{ HP}$$

Faktor keamanan 50%

$$P = 0,68 \times 1,5$$



$$= 1.02 \text{ Hp}$$

$$= 1 \text{ Hp}$$

Volume plastik yang masuk ke dalam *barrel tube* kosong;

$$\begin{aligned} \text{Volume plastik} &= \pi \times r^2 \times t \\ &= 3.14 \times (20)^2 \times 505 \\ &= 686037.25 \text{ mm}^3 \end{aligned}$$

Diketahui:

- $r$  = jari-jari *barrel tube* = 20,8 mm
- $t$  = panjang *barrel tube* = 550-45=505 mm

$$\begin{aligned} \text{Volume poros} &= \pi \times r^2 \times L \\ &= 3.14 \times (12.5)^2 \times 500 \\ &= 245312.5 \text{ mm}^3 \end{aligned}$$

Diketahui:

- $r$  = jari-jari poros = 12,5 mm
- $L$  = panjang poros = 7,56 mm

$$\begin{aligned} \text{Volume ring plate} &= (\pi \times r_{\text{luar}}^2 - \pi \times r_{\text{dalam}}^2) \times L \\ \text{Volume ring plate} &= (3.14 \times 20.8^2) - (3.14 \times 12.5^2) \times 7.56 \\ &= 6561.02 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

Diketahui:

- $od$  = 41,5mm
- $r$  = 20,8 mm
- $Id$  = 25mm
- $r$  = 12,5 mm

$$\begin{aligned} \text{Volume aktual} &= V_{\text{Barrel}} - (V_{\text{poros}} + V_{\text{ring}}) \\ \text{Volume Aktual} &= 686037.25 - (245312.5 + 6561.02) \\ \text{Volume Aktual} &= 434.164 \text{ mm}^3 \end{aligned}$$

Laju aliran (*proportional rate*) material untuk kapasitas 10 kg/jam [17];

$$\begin{aligned} V &= \frac{S \cdot n}{60} \\ V &= \frac{2 \times 70}{60} \\ V &= 2.33 \text{ cm/detik} \\ V &= 0.023 \text{ m/detik} \end{aligned}$$

Laju aliran (*proportional rate*) material untuk kapasitas 30 kg/jam;

$$\begin{aligned} V &= \frac{S \cdot n}{60} \\ V &= \frac{2 \times 210}{60} \\ V &= 7 \text{ cm/detik} \\ &= 0,07 \text{ m/detik} \end{aligned}$$

Diketahui:

- $S$  = *Screw pitch*
- $N$  = Rpm

### 3.2 Menghitung kecepatan putaran motor listrik

Diketahui frekuensi motor ( $F$ ) = 50Hz, dan  $P$  = 6 untuk menghitung kecepatan putaran motor dipakai rumus;

Dimana:

- $F$  = Frekuensi (Hz)

- P = Jumlah katup gulungan (pole)

$$N = \left( \frac{F \times 120}{P} \right)$$

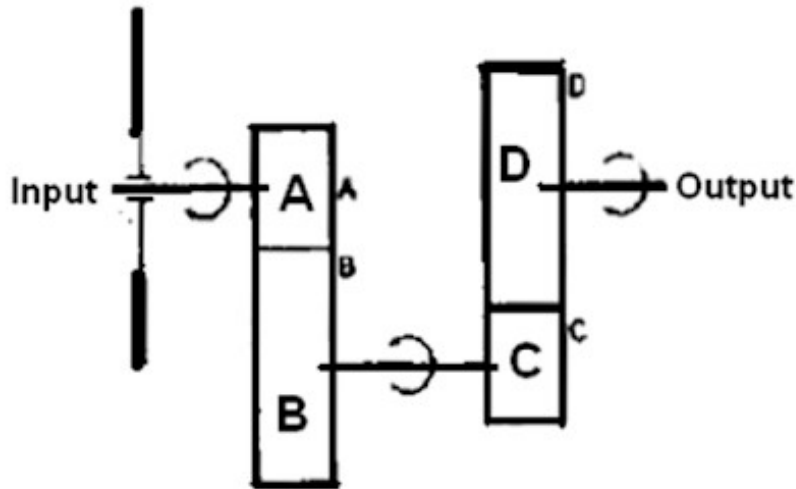
$$N = \left( \frac{50 \times 120}{6} \right)$$

$$N = \frac{6000}{6}$$

$$N = 1000 \text{ Rpm}$$

Jadi kecepatan putaran motor listriknya  $N = 1000 \text{ Rpm}$ , Dilihat dari perhitungan didapatkan bahwa mesin memakai motor dengan kapasitas satu phase, daya 1 HP dengan kecepatan putaran motor 1000 Rpm.

### 3.3 Perhitungan transmisi roda gigi untuk beban kerja 10 kg



**Gambar 3.** Gambar skema roda gigi.

**Gambar 3** bagian-bagian dari roda gigi, sesuai dengan keterangan gambar;

A = Gigi input

B = Gigi *Counter Gear input*

C = Gigi *Counter Gear Percepatan*

D = Gear Percepatan/Perlambatan

Rumus gear rasio untuk 4 roda gigi;

$$GR = \frac{\text{Diputar}}{\text{Memutar}} \times \frac{\text{Diputar}}{\text{Memutar}} = \frac{B}{A} \times \frac{D}{C} \quad [18]$$

Data awal untuk perhitungan roda gigi;

$$n_i = 1000 \text{ Rpm}$$

$$n_o = 70 \text{ Rpm}$$

$$\text{Rasio gear} = 1:14,28$$

Untuk mencapai rasio tersebut, ditentukan jumlah gigi-giginya;

$$Z_a = 18$$

$$Z_b = 75$$

$$Z_c = 14$$

$$Z_d = 48$$

### 3.4 Kecepatan *gear counter* (B)

Kecepatan *gear counter* dapat dicari dengan rumus;



$$\begin{aligned}
 &= \frac{\text{Jumlah gigi A} \times \text{RPM}}{\text{Jumlah roda gigi B}} \quad [19] \\
 &= \frac{18 \times 1000}{75} \\
 &= 240 \text{ Rpm}
 \end{aligned}$$

Kecepatan Gear *output*

Kecepatan poros *output* dapat dicari menggunakan rumus;

$$\begin{aligned}
 &\frac{\text{Jumlah Roda gigi C} \times \text{RPM Counter gear}}{\text{Jumlah roda gigi D}} \quad [19] \\
 &= \frac{14 \times 240}{48} \\
 &= 70 \text{ Rpm}
 \end{aligned}$$

### 3.5 Perhitungan roda gigi A

Dari data sebelumnya diketahui untuk jumlah roda gigi A ( $Z_a$ ) 18 dan harga modulnya 2 sehingga perhitungan roda giginya.

$$\begin{aligned}
 Z_A &= \frac{d_A}{m} \quad [20] \\
 18 &= \frac{d_A}{2} \\
 d_A &= 36 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

**Tabel 1.** Tabel tegangan lentur

Kelompok bahan	Lambang	Kekuatan tarik $\sigma_b$ (kg/mm <sup>2</sup> )	Kekerasan <i>brinell</i> (HB)	Tegangan lentur yang diijinkan $\sigma_a$
Besi Cor	FC 15	15	140-160	7
	FC 20	20	160-180	8
	FC 25	25	180-240	11
	FC 30	30	190-240	13
Baja Cor	SC 42	42	140	12
	SC 46	46	160	19
	SC 49	49	190	20
Baja Carbon untuk konstruksi mesin	S 25 C	45	123-183	21
	S 35 C	52	149-207	26
	S 45 C	58	167-229	30
Baja Paduan dengan pengerasan kulit	S 15 CK	50	400 (Celup dingin dalam minyak)	30
	SNC 21	80	600 (Celup dingin dalam air)	35-40
	SNC 22	100		40-55

Untuk menentukan besar beban tegangan lentur yang diizinkan dan besar permukaan yang diizinkan per satuan lebar, harus menentukan terlebih dahulu bahan dari roda gigi yang akan dipakai. Kekuatan tarik ( $\sigma_b$ ), kekerasan permukaan gigi (HB), tegangan lentur yang diizinkan ( $\sigma_a$ ). Terlampir **Tabel 1.** Tabel tegangan lentur yang diizinkan ( $\sigma_a$ ). Dari data tersebut kita pilih bahan S 45 C.

- Kekuatan tarik ( $\sigma_{BA}$ ) = 58 kg/mm<sup>2</sup>
- Kekerasan permukaan sisi gigi ( $H_{BA}$ ) = 200
- Tegangan lentur yang diizinkan ( $\sigma_{aA}$ ) = 30 kg/mm<sup>2</sup>

### 3.6 Pemeriksaan roda gigi A

Pemeriksaan roda gigi A terhadap tegangan lentur dengan syarat aman:

$$\sigma_{BA} \geq \sigma_{aA}$$

$$30 \text{ Kg/mm}^2 \geq \text{mm}^2 \geq \frac{Ft}{b.m.y}$$

$$30 \text{ Kg/mm}^2 \geq \text{mm}^2 \geq \frac{81.38}{12 \times 2 \times 0,308}$$

$30 \text{ kg/mm}^2 \geq 11 \text{ kg/mm}^2$ , dengan demikian roda gigi A aman erhadap tegangan lentur.

### 3.7 Perhitungan roda gigi B

Dari data diketahui jumlah roda gigi B ( $Z_b$ ) 75 dan harga modulnya 2 sehingga perhitungan roda giginya.

$$z_b = \frac{dB}{m}$$

$$75 = \frac{dB}{2}$$

$$dB = 150 \text{ mm}$$

Pemeriksaan roda gigi B terhadap tegangan lentur dengan syarat aman:

$$\sigma_{BA} \geq \sigma_{aB}$$

$$30 \text{ kg/mm}^2 \geq \frac{Ft}{b.m.Y}$$

$$30 \text{ kg/mm}^2 \geq \frac{19,49}{12 \times 2 \times 0,434}$$

$30 \text{ kg/mm}^2 \geq 1,87 \text{ kg/mm}^2$ , dengan demikian roda gigi B aman terhadap tegangan lentur

### 3.8 Perhitungan roda gigi C

Seperti yang diketahui untuk jumlah roda gigi C ( $Z_c$ ) 12 dan modulnya 2, sehingga perhitungan untuk roda gigi C. Diameter roda gigi C;

$$Z_c = \frac{dC}{m}$$

$$14 = \frac{dC}{2}$$

$$D_c = 28 \text{ mm}$$

Pemeriksaan roda gigi C terhadap tegangan lentur dengan syarat aman;

$$\sigma_{aC} \geq \sigma_{bC}$$

$$30 \text{ kg/mm}^2 \geq \frac{Ft}{b.m.Y}$$

$$30 \text{ kg/mm}^2 \geq \frac{60,96}{12 \times 2 \times 0,276}$$

$$30 \text{ kg/mm}^2 \geq 9,20 \text{ kg/mm}^2$$

Dengan demikian roda gigi C aman terhadap tegangan lentur.

### 3.9 Perhitungan Roda gigi D

Seperti yang diketahui untuk jumlah roda gigi D 50 dan nilai modulnya 2, sehingga untuk perhitungan roda gigi D, sesuai dengan perhitungan diameter roda gigi D

$$Z_D = \frac{dD}{m}$$

$$48 = \frac{dD}{2}$$





$$dD = 96 \text{ mm}$$

Bahan yang digunakan S 45 C yang mempunyai:

- kekuatan tarik ( $\sigma_{bd}$ ) = 58 kg/mm<sup>2</sup>
- kekerasan permukaan sisi gigi ( $H_{bh}$ ) = 200
- tegangan lentur yang diizinkan ( $\sigma_{ad}$ ) = 30 kg/mm<sup>2</sup>

Besar gaya tangensial

$$F_t = \frac{102 \cdot pd}{V}$$

$$F_t = \frac{102 \times 1,5}{7,54}$$

$$F_t = 20,29 \text{ kg}$$

Pemeriksaan roda gigi D terhadap tegangan lentur dengan syarat aman.

$$\sigma_{ad} \geq \sigma_{bd}$$

$$30 \text{ kg/mm}^2 \geq \frac{F_t}{b \cdot m \cdot Y}$$

$$30 \text{ kg/mm}^2 \geq \frac{20,29}{12 \times 2 \times 0,408}$$

$$30 \text{ kg/mm}^2 \geq 2,07 \text{ kg/mm}^2$$

Dengan demikian roda gigi D aman terhadap tegangan lentur.

3.10 Perhitungan transmisi roda gigi untuk beban kerja 30 kg/jam.

Diketahui data data awal untuk perhitungan roda gigi.

$$N_i = 1000 \text{ Rpm}$$

$$N_o = 210 \text{ Rpm}$$

$$\text{Gear rasio} = 1:4,76$$

Untuk mencapai rasio tersebut, ditentukan untuk jumlah giginya.

$$Z_a = 18$$

$$Z_b = 75$$

$$Z_c = 14$$

$$Z_d = 16$$

3.11 Perhitungan roda gigi D.

Perhitungan diameter roda gigi D, Seperti yang diketahui untuk jumlah (Z) gigi D24. Untuk nilai modulnya 2.

$$Z_d = \frac{D_d}{m}$$

$$16 = \frac{D_d}{2}$$

$$D_d = 32 \text{ mm}$$

3.12 Pemeriksaan roda gigi D.

Bahan yang digunakan S45C.

- Kekuatan tarik ( $\sigma_{bd}$ ) = 58 kg/mm<sup>2</sup>
- Kekerasan permukaan sisi gigi ( $H_{bd}$ ) = 200
- Tegangan lentur yang diijinkan ( $\sigma_{ad}$ ) = 30 kg/mm<sup>2</sup>:

$$\sigma_{ad} \geq \sigma_{bd}$$

$$30 \text{ kg/mm}^2 \geq \frac{F_t}{b \cdot m \cdot Y}$$

$$30 \text{ kg/mm}^2 \geq \frac{29,48}{12 \times 2 \times 0,295}$$

$30 \text{ kg/mm}^2 \geq 4,16 \text{ kg/mm}^2$  Dengan demikian roda gigi D aman terhadap tegangan geser

#### 4. SIMPULAN

Dalam menentukan putaran screw 10 kg/jam didapat nilai 70 rpm, adapun daya motor yang digunakan motor jenis AC satu phase dengan daya 1HP dengan putaran motor 1000 Rpm. Dari perhitungan Laju aliran (*proportional rate*) material untuk kapasitas 10 kg/jam  $V = 0.023 \text{ m/detik}$  dan Laju aliran (*proportional rate*) material untuk kapasitas 30 kg/jam  $V = 0,07 \text{ m/detik}$ . Perancangan untuk kapasitas beban kerja 10 kg/jam, Rasio gigi 1:14,28, Rpm = 70, Za = 18, Zb = 75, Zc = 14, Zd = 50, Modul = 2. Perancangan untuk kapasitas beban kerja 30 kg/jam, Rasio gigi 1:4,76, Rpm = 210, Za = 18, Zb = 75, Zc = 14, Zd = 16. Modul = 2.

#### REFERENSI

- [1] CNN indonesia, "sampah plastik 2021." 2022.
- [2] kompas, "sampah di kab.bogor," *kompas*. 2020.
- [3] G. Jackson, *Consumer Electronic Waste: Multiple-Case Study of Environmental and Social Attitudes towards Recycling & Refurbishment*, vol. 1, no. pt 4. 2018.
- [4] Y. A. Hidayat, S. Kiranamahsa, and M. A. Zamal, "A study of plastic waste management effectiveness in Indonesia industries," *AIMS Energy*, vol. 7, no. 3, pp. 350–370, 2019, doi: 10.3934/ENERGY.2019.3.350.
- [5] K. Winangun, W. T. Putra, N. S. Akhmad, and T. Prasetyo, "Pengaruh bahan bakar campuran minyak plastik LDPE dengan biosolar terhadap kinerja dan emisi mesin diesel," *JTTM J. Terap. Tek. Mesin*, vol. 3, no. 2, 2022, doi: 10.37373/jttm.v3i2.300.
- [6] Faisal Maliki Baskoro, "Kenali Jenis-jenis Plastik karena Tidak Semuanya Bisa Didaur Ulang." 2021.
- [7] Anonymous, "This Taiwanese company has developed a 'biobased' plastic that decomposes 10 times faster without a change in cost or quality. It is expected to replace petrochemical plastic," *Ensia*, 2017.
- [8] K. Sreeram, "Design of Fuzzy Logic Controller for Speed Control of Sensorless BLDC Motor Drive," 2018, doi: 10.1109/ICCPCT.2018.8574280.
- [9] J. Jamari, M. I. Ammarullah, I. Y. Afif, R. Ismail, M. Tauviquirrahman, and A. P. Bayuseno, "Running-in analysis of transmission gear," *Tribol. Ind.*, vol. 43, no. 3, 2021, doi: 10.24874/ti.1092.04.21.08.
- [10] S. J. Tsai, G. L. Huang, and S. Y. Ye, "Gear meshing analysis of planetary gear sets with a floating sun gear," *Mech. Mach. Theory*, vol. 84, 2015, doi: 10.1016/j.mechmachtheory.2014.03.001.
- [11] F. R. Wilarso, Aswin Domodite, Hilman Sholih, Rudi Indrawan, "Desain Alat Pencacah Sampah Organik Berkapasitas 40 Kg/Jam," *Rekayasa Mater. Manufaktur dan Energi*, vol. 5, no. 2, pp. 108–114, 2022, doi: DOI: <http://dx.doi.org/10.30596%2Frmme.v5i2.10380>.
- [12] A. N. Zaman, D. Fatma, A. Nuning, and F. Afiatna, "Desain Eksperimen Kekuatan Tarik Benang Plastik Menggunakan Metode Taguchi Di Perusahaan Woven," *Semin. Nas. Sains dan Teknol. Fak. Tek. Univ. Muhammadiyah Jakarta*, no. November, 2017.
- [13] nur rusdi, "rancang bangun mesin ekstrusi pembuat filamen dengan sistem screw conveyor," *poltek negeri ujung pandang*, 2022.
- [14] A. Suudi, N. Tanti, J. Akmal, Z. Hasymi, and P. Budiyanto, "Perancangan mesin penghancur sekam padi dengan poros penggerak horisontal," *J. Tek. Mesin Indones.*, vol. 14, no. 2, 2019, doi: 10.36289/jtmi.v14i2.115.
- [15] colin hindle, "polypropylene." .
- [16] N. Noor1 and Budi Triyono, "Perancangan Mesin Injeksi Plastik Portabel," *polban*, 2020.
- [17] MUHAMMAD PIKY ALLAN, "No Title Perancangan unit Extruder Pada Mesin Extrusion Laminasi Fleksible Packaging," *Tek. mesin ITI*.



- [18] adrenal ken Gunadarma, “menghitung perbandingan gigi pada transmisi.” 2019.
- [19] Lksotomotif, “cara menghitung perbandingan putaran Rpm,” *lks otomotif*. 2018.
- [20] SWARDI LEONARDO SIBARANI, “RANCANGAN ELEMEN MESIN II DESIGN RODA GIGI,” 2016.