

BESAR TEGANGAN GESER YANG TERJADI PADA SHAFT (POROS) AKIBAT PUTARAN MATA PISAU UNTUK MENCACAH BERONDOLAN PADA UNIT DIGESTER PT Z

Herry Darmadi¹, Agustin Nurya Savitri², Darmo Halawa³

^{1,2,3} Politeknik Teknologi Kimia Industri

Email: herry.darmadi@gmail.com

ABSTRACT

This study aims to determine the magnitude of the shear stress that occurs in the digester machine at PT Z. The digester is a tool in the form of a vessel that functions to stir and shred. The purpose of stirring and shredding is to prevent excessive loss of palm oil. To carry out stirring and shredding the digester is equipped with supporting tools such as a vertical rotating shaft equipped with mixing knives for stirring and slicing the palm fruit. In the working process of the shaft, it is necessary to calculate the shear stress, the rotation that occurs on the shaft, and the power to find out the efficiency of stirring in this analysis, the shear stress is kg/cm² and the allowable shear stress is 750 kg/cm² and the rotational generate by the shaft is 25.37 rpm.

Keyword: *digester, shear stress, shaft.*

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui besarnya tegangan geser yang terjadi pada mesin *digester* di PT Z. *Digester* adalah alat yang berupa bejana yang berfungsi mengaduk dan menyayat, Tujuan dari pengadukan dan penyayatan adalah untuk mencegah kehilangan minyak sawit yang berlebihan. Untuk melakukan pengadukan dan penyayatan *digester* dilengkapi dengan alat - alat pendukung seperti poros (*shaft*) pemutar tegak yang dilengkapi dengan pisau - pisau pengaduk untuk mengaduk dan menyayat buah sawit. Dalam proses kerjanya poros (*shaft*) perlu dihitung tegangan geser, putaran yang terjadi pada poros, dan daya untuk mengetahui efisiensi pengadukan pada analisa ini di dapatkan tegangan geser adalah sebesar 545,07 kg/cm² dan tegangan geser yang izinkan sebesar 750 kg/cm² dan putaran yang di dihasilkan oleh poros adalah 25,37 rpm.

Kata Kunci: *digester, tegangan geser, shaft.*

1. PENDAHULUAN

Digester adalah suatu peralatan yang terdiri dari tabung silinder yang di dalam pisau-pisau *digester* yaitu pisau panjang (*long arm*) sebanyak empat pasang dan pisau pendek (*short arm*) sebanyak satu pasang yang kegunaannya adalah membantu proses pengolahan dengan cara menyayat dan mengaduk sehingga buah menjadi lunak yang selanjutnya buah sawit yang sudah lunak akan di bawah ke stasiun pengepresan, alat ini berupa tangki vertical yang dilengkapi dengan pisau - pisau adukan yang melekat pada poros. Pisau-pisau ini akan di putar oleh elektromotor yang dipasang di bagian atas mesin

digester, dimana putaran dari poros atau pisau-pisau adukan berkisar 25-26 rpm[1]. Dengan adanya electromotor sebagai penggerak yang dihubungkan ke roda gigi reduser melalui kopling Flens dan selanjutnya daya putaran tadi diteruskan ke poros utama, sehingga poros utama hanya berputar, putaran poros utama adalah 1000 rpm, kemudian di rubah menjadi 25 rpm. Hal ini dikarenakan adanya roda gigi reducer yang dapat memperkecil putaran dengan perbandingan 1:40. Di dalam mesin tersebut buah atau berondolan kelapa sawit yang sudah terisi $\pm 90\%$ dari kapasitas penuh diputar dengan menggunakan pisau yang di pasang pada poros utama, pisau pengaduk ini terdiri dari Long stirring arms, Short stirring arms, Bottom stirring arms.

Pada saat poros bekerja akan terjadi tegangan yang memengaruhi kinerja suatu poros salah satunya tegangan. Tegangan adalah tahanan yang diberikan oleh unit luas bahan dari mana sebuah batang menerima beban yang diaplikasikan secara eksternal. Tegangan merupakan setiap gaya tiap satuan luas penampang[2], Tegangan dianggap terbagi merata pada luas penampang melintang bagian konstruksi. Poros bekerja dengan menerima beban berupa lentur, tarikan, tekan dan puntiran. Berdasarkan pembebanannya poros dibedakan dalam beberapa macam, diantaranya poros transmisi, gandar, poros spindle[3]. Pada poros transmisi biasa dikenal dengan sebutan shaft. *Shaft* akan mengalami beban puntir berulang, beban lentur ataupun keduanya. Pada *shaft* daya ditransmisikan melalui pulley. didapatkan beberapa nilai diantaranya ialah, *safety factor*, tegangan geser maksimum Pada *shaft* daya ditransmisikan melalui *pulley*.

Pulley dapat digunakan untuk mentransmisikan daya dari poros satu ke poros yang lain, dalam suatu perencanaan ada beberapa hal yang harus diperhatikan, yaitu kekuatan poros, kekakuan poros, putaran poros, putaran kritis, korosi, material poros[4]. Pada Kekuatan poros akan terjadi pada jenis Poros transmisi dimana akan menerima beban puntir (*twisting moment*), beban lentur (*bending moment*) ataupun gabungan antara beban puntir dan lentur.

Tegangan geser adalah gaya yang bekerja sejajar dengan bidang dari luar permukaan benda. Gaya geser yang bekerja sejajar bidang penampang benda dapat menimbulkan tegangan geser langsung atau tegangan geser punter[5]. Tegangan geser merupakan tegangan yang bekerja dalam arah tangensial terhadap penampang. Sedangkan tegangan yang bekerja dalam arah tegak lurus penampang adalah tegangan normal. Tegangan geser yang terjadi pada batang akibat adanya perpindahan momen puntir dikarenakan beban berputar, dan jika pada batang poros dikenai torsi atau putaran maka tegangan geser dihasilkan di poros[6].

2. METODE PENELITIAN

Adapun metode yang dilakukan pada penelitian ini yaitu mengumpulkan data – data terkait pada PT. Z dengan cara melakukan metode wawancara kepada karyawan atau operator pada unit Screw Press dan juga melaksanakan pengamatan langsung dilapangan untuk objek yang diteliti.

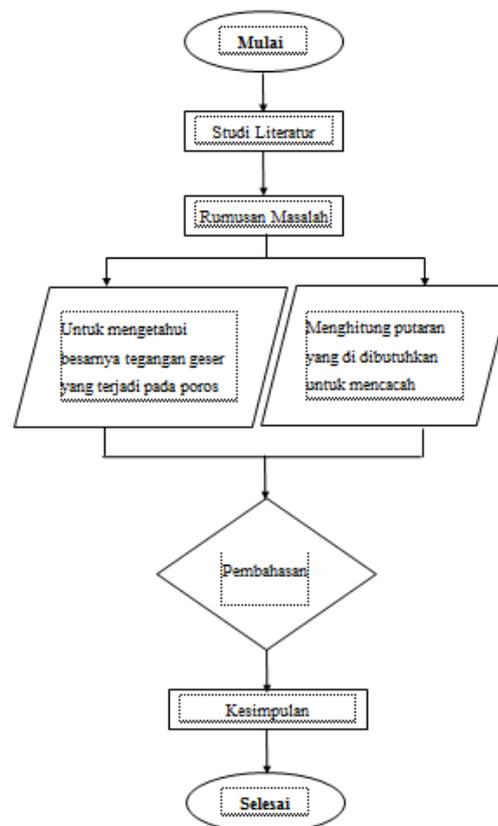
2.1. Analisa Data

Dalam pengumpulan dan penyusunan data untuk pemecahan permasalahan ,diperlukan suatu cara yang dapat memenuhi hasil yang di capai,pengambilan data yang dilakukan secara langsung dengan mempelajari dan melakukan pengamatan. Adapun langkah-langkah yang diterapkan dalam mendapatkan data sebagai berikut:

1. Melakukan peninjauan langsung (*survey*).kelapangan untuk dapat mengenali lingkungan tempat kerja praktek sekaligus untuk pemilihan judul.

2. Menerima bimbingan dan pengarahan dari pimpinan dari staff PT.Citra Sawit Indah Lestari.
3. Melakukan pengenalan terhadap bagian-bagian peralatan *screw press* baik letak,sifat dan fungsinya
4. Mengambil data-data dan analisa terhadap stasiun kempa di PT.Citra Sawit Indah Lestari.
5. Melakukan konsultasi pada operator mesin,pembimbing lapangan dan mekanik dalam pengambilan data.

2.2. Kerangka Konseptual



Gambar 1. Kerangka Konseptual

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Data Spesifikasi Alat

A. Spesifikasi Digester

- | | |
|----------------------------|-------------|
| 1. Merk | : LD |
| 2. Tipe | : 3400 –164 |
| 3. Nomor | : FL.982350 |
| 4. Diameter Drum | : 1200 mm |
| 5. Tinggi Drum | : 3000 mm |
| 6. Jumlah Tingkat Pengaduk | : 5 tingkat |
| 7. Jumlah Pisau Pengaduk | : 10 buah |
| 8. Pisau Panjang | : 8 buah |
| 9. Pisau Pendek | : 2 buah |

- | | |
|----------------------|----------------------|
| 10. Putaran Pengaduk | : 25-26 rpm |
| 11. Kapasitas | : 15 ton |
| 12. Diameter poros | : 11 cm |
| 13. Luas Penampang | : 22 cm ² |

B. Spesifikasi Elektromotor

- | | |
|--------------------------------|-------------|
| 1. Merk | : ISO |
| 2. Tipe | : Y2 2255-4 |
| 3. Nomor | : 9001 IEC |
| 4. Tegangan | : 380 Volt |
| 5. Daya | : 37 kw |
| 6. Cos | : 0,87 |
| 7. Frekuensi | : 50 hz |
| 8. Arus | : 67,9 A |
| 9. Putaran | : 1480 rpm |
| 10. Ukuran pulley electromotor | : 30 cm |
| 11. Ukuran pulley digester | : 35 cm |
| 12. Rasio panjang v-belt | : 50 |

3.2 Menghitung Tegangan Geser yang terjadi pada poros

A. Menghitung tegangan geser yang terjadi pada poros

$$N = \text{Daya elektromotor} = 37 \text{ kw}$$

$$1 \text{ kw} = 1,341 \text{ hp}$$

$$= 37 \text{ kw} \cdot 1,341 \text{ hp}$$

$$= 49.61 \text{ hp}$$

$$n = \text{Putaran pengaduk} = 25 \text{ rpm}$$

$$d = \text{Diameter poros} = 11 \text{ cm}$$

maka:

$$MT = \frac{\pi}{16} \sigma \tau \times d^3$$

Dimana:

$$\sigma \tau = \frac{Mt}{\frac{\pi}{16} \times d^3}$$

Sehingga,

$$MT = \frac{4500 \cdot N}{2 \pi n}$$

$$MT = \frac{4500 \cdot 49,61}{2 \cdot 3,14 \cdot 25}$$

$$MT = \frac{223,245}{157}$$

$$MT = 1421,942 \text{ kg. m}$$

$$MT = 142194,2 \text{ kg. cm}$$

Maka, tegangan geser ($\sigma \tau$) adalah:

$$\sigma \tau = \frac{Mt}{\frac{\pi}{16} \times d^3}$$

$$\sigma\tau = \frac{142194,2 \text{ kg. cm}}{\frac{3,14}{16} \times 11^3}$$

$$\sigma\tau = \frac{142194,2 \text{ kg. cm}}{0,916 \times 1331 \text{ cm}^3}$$

$$\sigma\tau = \frac{142194,2 \text{ kg. cm}}{260,87 \text{ cm}^3}$$

Dimana tegangan geser yang terjadi pada poros adalah $545,07 \text{ kg/cm}^2$, sedangkan untuk mengetahui tegangan geser yang di izinkan yaitu dengan:

$$\frac{\sigma_B}{v} = \frac{p}{A}$$

Dimana :

σ_B =Tegangan patah (kg/cm^2)

V= Faktor keamanan

P = besar gaya (kg)

A= luas penampang (cm^2)

Maka:

$$\frac{\sigma_B}{v} = \frac{p}{A}$$

$$\frac{4500 \text{ kg/cm}^2}{6} = \frac{p}{22 \text{ cm}^2}$$

$$P = 4500 \text{ kg/cm}^2 \cdot 22 \text{ cm}^2$$

$$P = \frac{99000 \text{ kg}}{6}$$

$$P = 16500 \text{ kg}$$

Maka, tegangan geser yang di izinkan adalah :

$$\sigma\tau = \frac{p}{A}$$

$$\sigma\tau = \frac{16500 \text{ kg}}{22 \text{ cm}^2}$$

$$\sigma\tau = 750 \text{ kg/cm}^2$$

Dengan setelah mendapat besarnya tegangan geser yang terjadi pada poros $572,10 \text{ kg/cm}^2$ dan besar tegangan geser yang telah di izinkan yaitu 750 kg/cm^2
 $\sigma\tau = 545,07 \text{ kg/cm}^2$

- B. Menghitung putaran untuk mencacah berondolan
Untuk menghitung putaran pada digester adalah

$$\frac{n_1}{n_2} = \frac{d_2}{d_1} \cdot R$$

$$n_1 = 1480 \text{ (rpm)}$$

$$d_1 = 30 \text{ (cm)}$$

$$d_2 = 35 \text{ (cm)}$$

$$R = 50$$

Maka:

$$\frac{1480}{n_2} = \frac{35}{30} \cdot 50$$

$$n_2 \times 35 \text{ cm} = \frac{1480 \text{ rpm} \cdot 30 \text{ cm}}{50}$$

$$n_2 = \frac{1.257,142 \text{ rpm}}{50}$$

$$n_2 = 25,37 \text{ rpm}$$

Maka putaran untuk mencacah brondolan adalah sebesar 25,37 rpm.

4. KESIMPULAN

Dari pembahasan yang telah dilakukan, maka penulis mendapatkan kesimpulan :

1. Dari hasil perhitungan mesin *digester* masih dalam efektif untuk digunakan, walaupun kapasitas olahan yang direncanakan masih sesuai dengan kapasitas olahan yang sebenarnya. Poros (shaft) mesin *digester* yang merupakan komponen utama dalam proses pengadukan masih efisien untuk digunakan dimana tegangan geser sebesar $572,10 \text{ kg/cm}^2$, dimana sebelumnya tegangan geser yang diizinkan adalah 750 kg/cm^2 .
2. Dari hasil perhitungan putaran pisau *digester* untuk mencacah brondolan pada pembahasan penulis adalah sebesar 25,37 rpm.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] D. Mulyono Putro, Q. Sholihah, J. Akhmad Yani Km, and K. selatan, "ANALISIS KEANDALAN (RELIABILITY) PADA MESIN DIGESTER (STUDI KASUS : PT. SMART TBK BATU AMPAR MILL KOTABARU)," 2019.
- [2] F. Mananoma *et al.*, "PERANCANGAN POROS TRANSMISI DENGAN DAYA 100 HP," 2017.
- [3] J. Awali and T. Asroni, "ANALISA KEGAGALAN POROS DENGAN PENDEKATAN METODE ELEMEN HINGGA," 2018.
- [4] A. Sheva Putra, "PERHITUNGAN PULLEY DAN V-BELT PADA PERANCANGAN SISTEM TRANSMISI MESIN PENCACAH ECENG GONDOK UNTUK ALTERNATIF PAKAN TERNAK," *Gorontalo Journal of Infrastructure & Science Engineering*, vol. 5, no. 1, pp. 14–20, 2022.

- [5] C. Ikhsan, A. Pamudji Raharjo, D. Legono, B. Agus Kironoto, and J. Teoretis dan Terapan Bidang Rekayasa Sipil Jurnal Teoretis dan Terapan Bidang Rekayasa Sipil, “Efek Tegangan Geser Dasar yang Terjadi pada Lapisan Pelindung Terhadap Karakteristik Kemiringan Dasar Saluran,” *Desember*, vol. 23, no. 3, 2016.
- [6] H. Chandra *et al.*, “INVESTIGASI TEGANGAN PADA POROS BERTINGKAT MENGGUNAKAN METODE ELEMEN HINGGA BERBASIS COMPUTER AIDED ENGINEERING,” vol. 13, no. 1, 2021, doi: 10.5281/zenodo.47.