

Besarnya Gaya Radial Yang Terjadi Pada Sepasang Roda Gigi Lurus Akibat Adanya Sudut Tekan Dari Roda Gigi Penggerak Di Alat *Double Deck Bunch Crusher*

Hariski Panggabean^{*1}, Herry Darmadi²

^{1,2} Program Studi Teknik Mekanika, Politeknik Teknologi Kimia Industri, Medan, Indonesia

INFORMASI ARTIKEL

Diterima Redaksi: March 2023
Revisi Akhir: 30 April 2023
Diterbitkan Online: 01 July 2023

KATA KUNCI

Roda Gigi Lurus, Gaya Tangensial, Gaya Radial

Keywords:

Straight Gears, Tangential Force, Radial Force.

KORESPONDENSI

E-mail: riskigabe01@gmail.com

ABSTRAK

Roda gigi merupakan elemen mesin yang berfungsi untuk mentransmisikan daya dan putaran poros sehingga sistem mekanisme mesin dapat bekerja dengan fungsinya. Roda gigi lurus digunakan untuk poros yang sejajar atau paralel. Roda gigi lurus digunakan sebagai penggerak roller pada alat Double Deck Bunch Crusher. Ketika dua buah roda gigi lurus saling terhubung berputar, maka timbul sebuah gaya yang terjadi dari kedua roda gigi yang berkontak, pada roda gigi lurus A (penggerak) akan menekan kedalam arah menuju titik pusat roda gigi lurus B (yang digerakkan). Gaya yang bekerja pada roda gigi lurus tersebut adalah Gaya Radial (Fr). Gaya Radial adalah gaya yang bekerja secara tegak lurus dengan sumbu poros yang menyebabkan kedua roda gigi saling mendorong. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui besarnya gaya tangensial dan gaya radial pada sepasang roda gigi lurus pada saat alat Double Deck Bunch Crusher beroperasi. Dari hasil perhitungan didapatkan gaya tangensial di sepasang roda gigi lurus pada bagian atas sebesar 263747,629 kg dan gaya tangensial di sepasang roda gigi lurus pada bagian bawah sebesar 282444,157 kg sedangkan gaya radial di sepasang roda gigi lurus pada bagian atas sebesar 95996,286 kg dan gaya radial di sepasang roda gigi lurus pada bagian bawah sebesar 102801,265 kg.

ABSTRACT

Gears are machine elements whose function is to transmit power and rotate the shaft so that the machine mechanism system can work with its function. Straight gears are used for parallel or parallel shafts. Straight gears are used to drive the rollers in the Double Deck Bunch Crusher. When two straight gears connected to each other rotate, a force arises from the two contacting gears, the straight gear A (the driving one) will press inwards towards the center point of the straight gear B (the driven one). The force acting on the straight gear is the Radial Force (Fr). Radial force is a force that acts perpendicular to the shaft axis which causes the two gears to push each other. The aim of this research is to determine the magnitude of the tangential force and radial force on a pair of straight gears when the Double Deck Bunch Crusher is operating. From the test results, it was found that the tangential force in the pair of straight gears at the top was 263747.629 kg and the tangential force in the pair of straight gears at the bottom was 282444.157 kg while the radial force in the pair of straight gears at the top was 95996.286 kg and the radial force in the pair of straight gears at the bottom is 102801.265 kg.

PENDAHULUAN

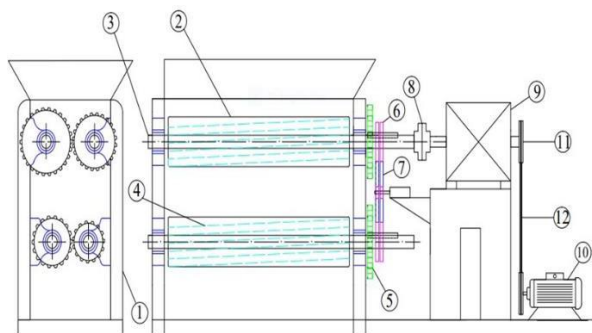
Roda gigi adalah bagian dari mesin yang berputar yang berguna untuk mentransmisikan daya. Roda gigi memiliki gigi – gigi yang saling bersinggungan dengan gigi dari roda gigi yang lain. Dua atau lebih roda gigi yang bersinggungan dan bekerja bersama-sama disebut sebagai transmisi roda gigi, dan bisa menghasilkan keuntungan mekanis melalui rasio jumlah gigi. Roda gigi mampu mengubah kecepatan putaran, torsi dan arah daya terhadap sumber daya. Tidak semua roda gigi berhubungan dengan roda gigi yang lain, salah satu kasusnya adalah pasangan roda gigi dan pinion yang sebagai sumber untuk menghasilkan gaya translasi, bukan gaya rotasi [1].

Pada proses kerja Double Deck Bunch Crusher adalah berputar. Penggilingan Tandan Buah Rebus (TBR) yang tidak terpipil sempurna di lakukan oleh sepasang roller yang saling berhadapan serta memiliki putaran berlawanan arah. Pada ujung roller berbentuk poros dan terpasang dua roda gigi lurus yang saling terhubung, dan ketika dua buah roda gigi lurus saling terhubung berputar, maka timbul sebuah gaya yang terjadi dari kedua roda gigi yang berkontak, pada roda gigi lurus A (penggerak) akan menekan kedalam arah menuju titik pusat roda gigi lurus B (yang digerakkan). Gaya yang bekerja pada roda gigi lurus tersebut adalah Gaya Radial (Fr). Gaya Radial adalah gaya yang bekerja secara tegak lurus dengan sumbu poros yang menyebabkan kedua roda gigi saling mendorong[2].

Double Deck Bunch Crusher yang berkapasitas 12 – 15 ton/jam. *Double Deck Bunch Crusher* tidak hanya berjalan dengan sendirinya, akan tetapi *Double Deck Bunch Crusher* didukung oleh alat lain yang membantu kelancaran dari proses yang terjadi[3]. Alat yang digunakan yaitu rethresher, rethresher merupakan alat yang berfungsi untuk memipil berondolan yang masih melekat pada janjangannya, rethresher ini sendiri merupakan alat yang sama dengan drum thresher namun yang membedakannya ialah umpan yang dimasukkan kedalamnya. Pada drum thresher, umpan yang di masukkan adalah Tandan Buah Rebus (TBR) yang diangkat oleh hoist crane, sedangkan pada rethresher mempunyai umpan janjangan yang belum terpipil sempurna dari hasil penggilingan di alat *Double Deck Bunch Crusher*[4].

Pada umunya *Double Deck Bunch Crusher* ini ditempatkan diatas rethresher, sehingga berondolan yang terpisah dari janjangan pada saat proses penggilingan di *Double Deck Bunch Crusher* akan jatuh dan masuk kedalam under rethresher conveyor melewati kisi-kisi pada drum rethresher[5]. Setelah itu tandan kosong yang telah melewati *Double Deck Bunch Crusher* akan dibanting lagi di unit rethresher, dan jika janjangan sudah sepenuhnya tidak memiliki berondolan akan dibawa ketempat penampungan sementara janjangan kosong menggunakan empty bunch conveyor. Oleh karena itu mesin *Double Deck Bunch Crusher* sangat membantu sekali untuk meningkatkan rendemen minyak CPO pada pabrik kelapa sawit[6]. Secara garis besarnya tujuan dari pemakaian alat *Double Deck Bunch Crusher* ini adalah :

1. Melepaskan kembali berondolan yang masih melekat pada janjangan
2. Meminimalisir terjadinya losses buah pada janjangan kosong
3. Melengkapi sistem proses distasiun thresher.



Gambar 1. *Double Deck Bunch Crusher*

Keterangan Gambar :

- | | |
|----------------------------------|---------------------------|
| 1. Tapak Samping Roda Gigi Lurus | 7. Chain |
| 2. Top Roller | 8. Kopling |
| 3. Poros | 9. Gearbox |
| 4. Bottom Roller | 10. Motor Induksi 3 Phase |
| 5. Roda Gigi Lurus | 11. <i>Pulley</i> |
| 6. Sprocket | 12. Belt |

TINJAUAN PUSTAKA

1. Roda Gigi

Roda gigi dapat diklasifikasikan menurut arah putaran, bentuk jalur gigi dan letak poros dari roda gigi tersebut. Berikut penjelasan mengenai klasifikasi roda gigi:

1. Menurut Arah Putaran

Menurut arah putarannya, roda gigi dapat dibedakan menjadi 2 bagian yaitu [7] :

- Roda gigi luar, memiliki arah putaran yang berlawanan.
- Roda gigi dalam dan pinion, memiliki arah putaran yang sama.

2. Menurut Bentuk Jalur Gigi

Berdasarkan bentuk jalur giginya, roda gigi dapat dibedakan atas :

a. Roda gigi lurus

Roda gigi lurus digunakan untuk poros yang sejajar atau paralel. Dibandingkan dengan jenis roda gigi yang lain roda gigi lurus ini paling mudah dalam proses pengerjaannya (*machining*) sehingga harganya lebih murah. Roda gigi lurus ini sering digunakan pada sistem transmisi yang gaya kelilingnya besar, karena tidak menimbulkan gaya aksial [7].

b. Roda gigi miring

Roda gigi miring kriterianya hampir sama dengan roda gigi lurus, tetapi dalam pengoperasiannya roda gigi miring lebih lembut dan tingkat kebisingannya rendah dengan perkontakan antara gigi lebih dari satu.

c. Roda gigi kerucut

Roda gigi kerucut digunakan untuk mentransmisikan 2 poros yang saling berpotongan. Dalam hal roda gigi kerucut, bidang jarak bagi merupakan bidang kerucut yang puncaknya terletak di titik potong sumbu poros [7].

Roda gigi dapat mengalami kerusakan berupa gigi patah, aus atau berlubang – lubang (*bopeng*) permukaannya, dan tergores permukaannya karena pecahnya selaput minyak pelumas. Gejala dimana luka – luka goresan pada permukaan gigi roda gigi berbeban besar dan berputar tinggi terjadi karena penguapan selaput minyak [7].

Karena besarnya perbandingan kontak adalah 1,0 atau lebih, maka beban penuh tidak selalu dikarenakan pada satu gigi. Jika tekanan normal pada permukaan gigi dinyatakan dengan F_n , maka gaya F_{kt} dalam arah keliling atau tangensial adalah :

$$F_{kt} = F_n \cos \omega$$

Gaya F_t yang bekerja dalam arah putaran roda gigi pada titik jarak bagi adalah

$$F_{kt} = F_n \cos \alpha_b$$

Dimana :

F_{kt} = Gaya arah keliling atau tangensial (kg)

F_n = Gaya normal (kg)

α_b = Sudut tekanan kerja ($^\circ$)

Jika diameter jara bagi adalah d_{b1} (mm), maka kecepatan keliling v (m/s) pada lingkaran jarak bagi roda gigi yang mempunyai putaran n_1 (rpm) adalah

$$v = \frac{\pi \cdot d_{b1} \cdot n_1}{60 \times 1000}$$

Dimana :

v = Kecepatan keliling (m/s)

d_{b1} = Diameter jarak bagi (mm)

n_1 = Putaran roda gigi (rpm)

Hubungan antara daya yang ditransmisikan P (kW), gaya tangensial F_t (kg), dan kecepatan keliling v (m/s) adalah

$$P = \frac{F_t v}{102}$$

Dimana :

P = Daya yang ditransmisikan (kW)

F_t = Gaya tangensial (kg)

v = Kecepatan keliling (m/s)

Untuk mengetahui gaya tangensial dari hubungan antara daya yang ditransmisikan P (kW) dan kecepatan keliling v (m/s) adalah

$$F_t = \frac{102 \cdot P}{v}$$

Dimana :

F_t = Gaya tangensial (kg)

P_d = Daya yang ditransmisikan (kw)

v = Kecepatan keliling (m/s)

Maka untuk mengetahui gaya radial dan gaya normal dari hubungan antara gaya tangensial F_t (kg) dengan sudut tekanan kerja α_b (°) adalah

$$F_r = F_t \times \tan \alpha_b$$

Dimana :

F_r = Gaya radial (kg)

F_t = Gaya tangensial (kg)

Tan α_b = Sudut tekanan kerja dari roda gigi penggerak (°)

METODOLOGI

- Bahan dan Alat

a. Bahan

1. Roda gigi lurus pada alat Double deck bunch crusher

b. Alat

1. *Double Deck Bunch Crusher*

Model : SIL-RC 68 DBC

Tipe : Screw

Dimensi : 2560 mm × 1300 mm × 1520 mm

Kapasitas : 12 – 15 ton/jam

Tahun 2021

2. Motor Penggerak

Tipe : YE2 160L-4

Tegangan : 370 – 410 V

Daya : 15 KW

Putaran : 1465 rpm

Diameter Puli : 25 cm

3. Pereduksi Putaran

Merek : Winner Performance Asia Drive

Tipe : KS107-56-M1A

Rasio 60

Diameter Puli : 25 cm

Putaran Output : 24,416 rpm

Penelitian ini di analisis dengan cara menghitung dengan menggunakan rumus rumus yang telah disampaikan sebelumnya untuk membahas permasalahan yang ada.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil dari pengamatan yaitu mendapatkan data - data sebagai berikut:

Dimensi pada roda gigi lurus yang ada pada alat Double deck bunch crusher sebagai berikut :

1. Roda gigi A (penggerak)

Diameter luar : 33 cm
Diameter dalam : 30 cm
Diameter tusuk : 31,4 cm
Lebar gigi : 5 cm
Sudut gigi : 20°

2. Roda gigi B (yang digerakkan)

Diameter luar : 47 cm
Diameter dalam : 44 cm
Diameter tusuk : 45,4 cm
Lebar gigi : 5 cm
Sudut gigi : 20°

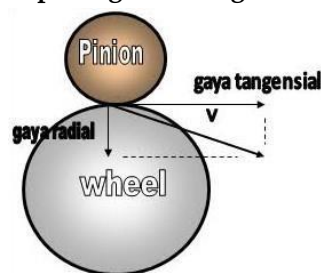
3. Roda gigi A` (penggerak)

Diameter luar : 31,5 cm
Diameter dalam : 28,5 cm
Diameter tusuk : 29,9 cm
Lebar gigi : 5 cm
Sudut gigi : 20°

4. Roda gigi B` (yang digerakkan)

Diameter luar : 44 cm
Diameter dalam : 41 cm
Diameter tusuk : 42,4 cm
Lebar gigi : 5 cm
Sudut gigi : 20°

1. Menghitung Gaya Tangensial Pada Sepasang Roda Gigi Lurus di *Double Deck Bunch Crusher*



Gambar 2. Gaya Tangensial

$$F_t = \frac{102 \cdot p_d}{v}$$

Untuk mengetahui kecepatan keliling (v) m/s pada roda gigi penggerak di alat *Double Deck Bunch Crusher* pada saat beroperasi ialah sebagai berikut :

db1 = 45,4 cm = 454 mm

db1` = 42,4 cm = 424 mm

N1 = 1465 rpm

$$1. \quad v = \frac{\pi \cdot d_{b1} \cdot n_1}{60 \times 1000}$$

$$v = 0,5801 \text{ m/s}$$

$$2. \quad v' = \frac{\pi \cdot d_b \cdot n_1}{60 \times 1000}$$

$$v' = 0,5417 \text{ m/s}$$

Maka untuk mengetahui gaya tangensial (F_t) kg pada sepasang roda gigi lurus di alat *Double Deck Bunch Crusher* pada saat beroperasi ialah sebagai berikut :

$$v = 0,5801 \text{ m/s}$$

$$v' = 0,5417 \text{ m/s}$$

$$P = 15 \text{ Kw} = 15000 \text{ watt}$$

$$1 \text{ watt} = 1 \text{ N.m/s}$$

$$15000 \text{ watt} = 15000 \text{ N.m/s}$$

$$F_t = \frac{102 \cdot p_d}{v}$$

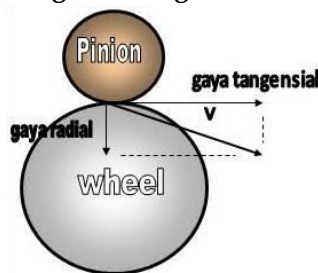
$$F_t = 2637476,297 \text{ N, maka } 263747,629 \text{ kg}$$

$$F_t' = \frac{102 \cdot p_d}{v}$$

$$F_t' = 2824441,573 \text{ N, maka } 282444,157 \text{ kg}$$

Jadi besarnya gaya tangensial yang terjadi pada sepasang roda gigi lurus untuk menggerakkan roller bagian atas di alat *Double Deck Bunch Crusher* pada saat beroperasi adalah sebesar 263747,629 kg dan besarnya gaya tangensial yang terjadi pada sepasang roda gigi lurus untuk menggerakkan roller bagian bawah di alat *Double Deck Bunch Crusher* pada saat beroperasi adalah sebesar 282444,157 kg.

2. Menghitung Gaya Radial Pada Sepasang Roda Gigi Lurus di *Double Deck Bunch Crusher*



Gambar 3. Gaya Radial

$$F_r = F_t \times \tan \alpha_b$$

Gaya radial adalah gaya yang tegak lurus dengan garis singgung (menuju titik pusat roda gigi) yang menyebabkan kedua roda gigi saling mendorong.

$$F_t = 263747,629 \text{ kg}$$

$$F_t' = 282444,157 \text{ kg}$$

$$\alpha_b = 20^\circ$$

$$F_t = F_t \times \tan \alpha_b$$

$$F_r = 95996,286 \text{ kg}$$

$$F_t' = F_t' \times \tan \alpha_b$$

$$F_r' = 102801,265 \text{ kg}$$

Jadi besarnya gaya radial yang terjadi pada sepasang roda gigi lurus untuk menggerakkan roller bagian atas di alat *Double Deck Bunch Crusher* pada saat beroperasi adalah sebesar 95996,286 kg dan besarnya gaya radial yang terjadi pada sepasang roda gigi lurus untuk menggerakkan roller bagian bawah di alat *Double Deck Bunch Crusher* pada saat beroperasi adalah sebesar 102801,265 kg.

KESIMPULAN DAN SARAN

Besar gaya tangensial yang dihasilkan pada sepasang roda gigi lurus di alat *Double Deck Bunch Crusher* pada saat beroperasi adalah 263747,629 kg pada bagian atas dan 282444,157 kg pada bagian bawah sedangkan besar

gaya radial yang dihasilkan pada sepasang roda gigi lurus di alat *Double Deck Bunch Crusher* pada saat beroperasi adalah 95996,286 kg pada bagian atas dan 102801,265 kg pada bagian bawah.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] A.B. Rantawi dan A. Mahmud, "Efektivitas Penggunaan Double Deck Bunch Crusher Untuk Meminimalkan Persentase Fruit Losses In Empty Bunch", PT.Unggul Teknologi Lestari, Sulawesi Barat, Vol. 5 No 2, hal. 31 – 40, 2013.
- [2] Ir.Irwansyah, MT. 2021. Elemen Mesin II. Politeknik Teknologi Kimia Industri Medan
- [3] M.N.A. Mukhtar, E.J. Pratama dan A.M. Hermawan. "Rancang Bangun Gearbox Untuk Turbin Angin Savonius Vertikal (TASV) Menggunakan Metode FEA", Jurnal Teknik Mesin. Vol. 7 No. 2, hal. 128 – 137, 2020
- [4] Erinofiardi, Kevin Asyarial dan Hendra. Perancangan Roda Gigi Lurus, Roda Gigi Miring dan Roda Gigi Kerucut Lurus Berbasis Program Komputasi, Jurnal Mechanical. Vol. 4 No 1, hal. 16-21. 2013.
- [5] M.N.A. Mukhtar, E.J. Pratama dan A.M. Hermawan, "Rancang Bangun Gearbox Untuk Turbin Angin Savonius Vertikal (TASV) Menggunakan Metode FEA", Jurnal Teknik Mesin. Vol. 7 No. 2, hal. 128 – 137, 2020
- [6] H. Darmadi, D. Kurnia, N. Nelza, and H. . Sempana, "Analisa Ukuran Rpm Agitator Pada Washing Getah di Unit Tangki Pencucian Pada Factory Precleaning PT. X", REPROKIMIA, vol. 1, no. 2, pp. 10–18, Jan. 2023.
- [7] Sularso dan Kiyokatsu Suga. 2021. "Dasar-Dasar Perencanaan Dan Pemilihan Elemen Mesin,