
BESARNYA DEFORMASI YANG DISEBABKAN OLEH TEKANAN TBR (TANDAN BUAH REBUS) TERHADAP POROS *BUNCH CRUSHER*

Herry Darmadi¹, Dian Kurnia^{2*}, Frans Aditiya Malau³

^{1,3}Teknik Mekanika Politeknik Teknologi Kimia Industri Jl. Medan Tenggara VII Kota
Medan Sumatera Utara, (061) 7867810/(061) 7862439

²Agribisnis Kelapa Sawit, Politeknik Teknologi Kimia Industri

Email : herry.darmadi@gmail.com, *diankurnia68@gmail.com

Abstrak

Objek penelitian yang diamati adalah besarnya deformasi yang disebabkan oleh tekanan TBR (Tandan Buah Rebus) terhadap poros bunch crusher. Bunch crusher adalah suatu alat yang berfungsi untuk merontokkan berondolan yang tertinggal di dalam janjangan kosong dengan cara menekan janjangan di antara dua roller yang berputar berlawanan arah. Pengoperasian bunch crusher yang melebihi kapasitas olahnya dan akibat adanya tekanan yang terjadi secara terus-menerus dapat menyebabkan poros bunch crusher mengalami defleksi yang akan mengganggu proses pengolahan kelapa sawit yang berlangsung. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui besarnya momen lengkung dan besarnya defleksi pada poros bunch crusher akibat tekanan tandan buah rebus. Dari hasil penelitian didapatkan kesimpulan bahwa besarnya momen lengkung pada poros bunch crusher saat memisahkan berondolan dari janjangannya tandan buah rebus adalah 84194,3 kg.mm dan besarnya defleksi pada poros bunch crusher akibat tekanan Tandan Buah Rebus saat memisahkan berondolan dari janjangannya adalah 0,000155 cm.

Kata kunci— Bunch Crusher, Deformasi, Poros, Momen Lengkung, Defleksi.

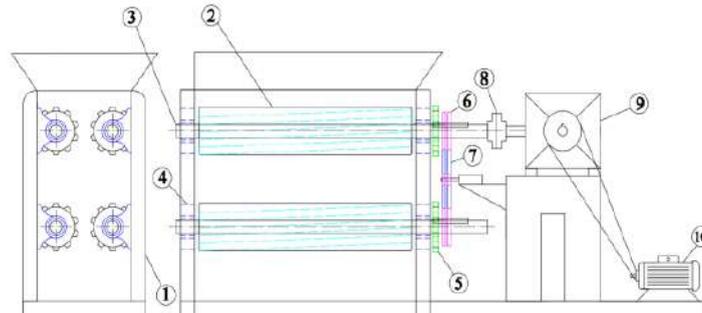
Abstract

The research object observed was the amount of deformation caused by the pressure of the TBR (Boiled Fruit Bunches) on the shaft of the bunch crusher. Bunch crusher is a tool that functions to crush loose lumps left in empty bundles by pressing the stacks between two rollers rotating in opposite directions. Operation of a bunch crusher that exceeds its processing capacity and as a result of continuous pressure can cause the shaft of the bunch crusher to experience a deflection which will disrupt the ongoing processing of palm oil. This study aims to determine the magnitude of the bending moment and the magnitude of the deflection in the shaft of the bunch crusher due to the pressure of the boiled fruit bunches. From the day of the research, it was concluded that the bending moment on the bunch crusher shaft when separating the loose fruit bunches from the boiled fruit bunches was 84194,3 kg.mm and the magnitude of the deflection on the bunch crusher shaft due to the TBR (boiled fruit bunches) pressure when separating the loose fruit bunches from the bunches was 0,000155 cm.

Keywords— Bunch Crusher, Deformation, Shaft, Bending Momen, Deflection.

1. PENDAHULUAN

Bunch crusher adalah salah satu alat yang terdapat di stasiun thresher dalam sebuah rangkaian pengolahan kelapa sawit yang memiliki fungsi sebagai perontok berondolan yang masih tertinggal di dalam janjangan kosong. Bunch crusher ini memiliki dua jenis, yaitu double deck bunch crusher dan single deck bunch crusher. Perbedaannya dapat dilihat dari tingkat roller nya, untuk yang dua tingkat (double deck bunch crusher) memiliki 4 buah poros. Sedangkan untuk yang satu tingkat (single deck bunch crusher) memiliki 2 buah poros.



Gambar 1. Double Deck Bunch Crusher

Keterangan komponen bunch crusher:

- | | |
|------------------------|-------------------|
| 1. Frame bunch crusher | 6. Sprocket |
| 2. Roller | 7. Rantai |
| 3. Poros bunch crusher | 8. Kopling Flange |
| 4. Bantalan | 9. Gear Box |
| 5. Roda Gigi | 10. Elektromotor |

Deformasi adalah suatu perubahan bentuk pada benda akibat adanya gaya dari luar yang bekerja pada benda tersebut[1]. Dalam pembuatan suatu konstruksi diperlukan material dengan spesifikasi dan sifat-sifat yang khusus pada setiap bagiannya. Sebagai contoh dalam pembuatan konstruksi sebuah jembatan. Diperlukan material yang kuat untuk menerima beban di atasnya. Material juga harus elastis agar pada saat terjadi pembebanan standar atau berlebih tidak patah[3]. Salah satu contoh material yang sekarang banyak digunakan pada konstruksi bangunan atau umum adalah logam. Pada saat deformasi berlangsung proses yang terjadi pertama kali adalah deformasi elastis kemudian deformasi plastis. Ketika beban yang telah diberikan dilepas, maka bagian material yang mengalami deformasi plastis akan mengalami perubahan bentuk yang permanen tetapi bagian material yang mengalami deformasi elastis akan kembali ke bentuk semula. Deformasi pada benda dapat berupa bengkokan (defleksi), pengecilan diameter, penambahan panjang (elongansi), dan pemuaiian.

Perubahan bentuk pada logam dapat dibedakan menjadi dua yaitu deformasi elastis dan deformasi plastis. Yang dimaksud deformasi elastis adalah deformasi yang terjadi akibat adanya beban yang jika beban ditiadakan, maka material akan kembali ke ukuran semula. Sedangkan deformasi plastis adalah deformasi yang bersifat permanen jika bebannya dilepas.

a. Deformasi Elastis

Deformasi elastis adalah deformasi atau perubahan bentuk yang terjadi pada suatu benda saat gaya atau beban itu bekerja, dan perubahan bentuk akan hilang ketika gaya atau bebannya ditiadakan. Artinya, bila beban ditiadakan, maka benda akan kembali ke bentuk dan ukuran semula.

Secara atomik pada deformasi elastis, adanya gaya luar akan menggeser atom-atom ke tempat kedudukan atom-atom yang baru, dan atom-atom tersebut akan menempati kedudukan atom semula bila tegangan dihilangkan. Pada deformasi ini pergeseran kedudukan atom-atom relatif kecil, sehingga deformasi elastis yang terjadi juga relatif kecil. Akibat pergeseran atom-atom yang hanya sedikit maka perubahan bentuk pada permukaan benda tidak terlihat dengan jelas. Contoh benda yang mengalami deformasi elastis adalah pegas saat diberi beban di salah satu ujungnya, karet yang diberikan pembebanan tarik, poros yang diberi beban berupa tarikan maupun tekanan dan benda

lainnya.

b. Deformasi Plastis

Deformasi plastis adalah deformasi atau perubahan bentuk yang terjadi pada benda secara permanen, walaupun beban kerja ditiadakan[4]. Secara atomik pada deformasi plastis, atom-atom yang bergeser akan menempati kedudukan atom baru yang stabil. Ini berarti atom-atom tersebut akan tetap berada pada kedudukan yang baru walaupun gaya dihilangkan. Secara atomik perubahan bentuk yang terjadi adalah permanen.

Untuk mencari pembebanan terpusat yang diberikan tandan buah rebus pada poros bunch crusher dapat dicari dengan rumus berikut:

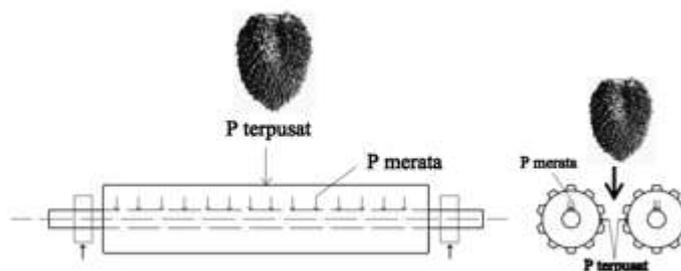
$$P = \frac{F \left[\left(\frac{p}{\pi \times d_{tbr}} \right) + \mu \right]}{1 - \left(\frac{\mu \times p}{\pi \times d_{tbr}} \right)}$$

Keterangan:

- P = Pembebanan terpusat pada poros bunch crusher (kg)
- F = Beban yang diberikan tandan buah rebus pada roller bunch crusher (kg)
- p = Jarak antar roller bunch crusher (mm)
- dtbr = Diameter tandan buah rebus (mm)
- μ = Koefisien gesek roller bunch crusher dengan TBR

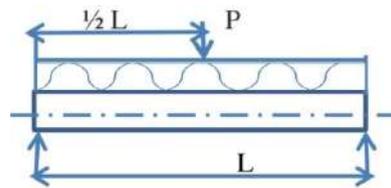
Poros merupakan salah satu bagian yang terpenting dari setiap mesin. Hampir semua mesin meneruskan tenaga bersama-sama dengan putaran. Peranan utama dalam transmisi seperti itu dipegang oleh poros[6].

Poros bisa menerima beban lenturan, beban tarikan, beban tekan atau beban puntiran yang bekerja sendiri-sendiri atau berupa gabungan satu dengan lainnya. Poros dalam sebuah mesin berfungsi untuk meneruskan tenaga bersama-sama dengan putaran. Setiap elemen mesin yang berputar, seperti cakara, puli dan sabuk mesin, sprocket dengan rantai, tromol kabel, roda jalan dan roda gigi, dipasang berputar terhadap poros dukung yang berputar. Contohnya sebuah poros dukung yang berputar, yaitu poros roda pemutar gerobak. Poros untuk meneruskan daya diklasifikasikan menurut pembebanannya yaitu poros gandar, poros spindle, poros engkol, dan poros transmisi[2]. Poros bunch crusher mengalami dua pembebanan tekan pada permukaannya, yaitu pembebanan terpusat akibat tekanan tandan buah rebus dan pembebanan merata akibat berat roller bunch crusher itu sendiri. Gambar arah pembebanan pada poros bunch crusher ditunjukkan pada gambar 2.



Gambar 2. Arah pembebanan pada poros bunch crusher

Pelengkungan maximum atau (f max) dinamakan perpindahan maximum dari sumbu batang akibat pembebanan lengkung (P). Gambar di bawah ini menunjukkan arah gaya pada poros bunch crusher[5].



Gambar 3. Arah gaya pada poros *bunch crusher*

Rumus momen lengkung dan defleksi pada batang ditunjukkan dibawah ini:

$$M_k = \frac{P \times L^4}{4} + \frac{Q \times L}{8} \text{ (kg.cm)}$$

$$f_{max} = \frac{L^3}{E \times I} \times \left(\frac{P}{48} + \frac{5 \times Q}{384} \right) \text{ (cm)}$$

Keterangan:

- M_k = Momen lengkung (kg.cm)
 P = Besar gaya pembebanan terpusat (kg)
 q = Besar gaya persatuan panjang dalam pembebanan rata (kg/cm)
 Q = Jumlah pembebanan rata sepanjang batang
 = q × L (kg)
 L = Panjang batang (cm)
 E = Modulus young / modulus elastisiteit (kg/cm²)
 I = Momen inersia (cm⁴)
 f max = Defleksi maximum (cm)

2. METODE PENELITIAN

Bahan dan Alat

A. Bahan

1. Poros dan roller bunch crusher

B. Alat

1. Double Deck Bunch Crusher

Spek Mesin	: SIL RC 68 DBC
Model	: Double Crusher
Serial Number	: 3. 02. 016. 02
Kapasitas	: 12-15 Ton/Hour (EFB)
Motor	: 20 HP/ 380V/ 4 Pole
Gearbox	: K107
Jersey	: Pulley 8" C3 and Belts
Top Screw	: 3" x 7" C-Channel
Bottom Screw	: Cast Steel 10 T
Shaft	: Cast Steel 12 T
Base Frame	: Coupling c/w 4 Pcs of Cast Steel Gear
Dimension	: Mild Steel with Reinfo Framercement 2560 mm x 1300 mm x 1520 mm

2. Motor Penggerak

Tipe	: YE2 100L 4
Arus	: 29.1 A
Daya	: 15 kW/ 20 HP
Frekuensi	: 50 Hz
Tegangan	: 370 – 410 V
Putaran	: 1460 Rpm

Penelitian ini dilakukan berdasarkan metode dengan menghitung besarnya momen lengkung dan besarnya defleksi pada poros bunch crusher dengan menggunakan rumus – rumus yang telah ditentukan.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil dari pengamatan yaitu mendapatkan data - data poros dan roller bunch crusher. Dimensi pada poros dan roller yang ada pada alat bunch crusher sebagai berikut :

1. Poros

Panjang : 1200 mm

Diameter : 70 mm

2. Roller

Panjang : 900 mm

Diameter Tabung Dalam : 70 mm

Diameter Tabung Luar : 300 mm

Diameter Luar : 360 mm

Jumlah Gigi Roller : 10

Tinggi Gigi Roller : 30 mm

Lebar Gigi Roller : 40 mm

Panjang Gigi Roller : 900 mm

Jarak antar Roller : 50 mm

3. Rata-rata berat Tandan Buah Rebus dan rata-rata diameter Tandan Buah Rebus

<u>Sampel TBR</u>	<u>Berat (kg)</u>
1	8,12
2	9,20
3	9,56
4	9,20
5	8,96
6	8,50
7	9,86
8	9,42
9	9,86
10	8,52
Rata-rata = 9,12 kg	

<u>Sampel TBR</u>	<u>Diameter (mm)</u>
1	280
2	320
3	330
4	315
5	310
6	300
7	340
8	330
9	340
10	300
Rata-rata = 316,5 mm	

A. Untuk menghitung momen lengkung maka besar gaya pembebanan terpusat dan jumlah pembebanan rata sepanjang poros *bunch crusher* harus dicari terlebih dahulu.

1. Menghitung besar gaya pembebanan terpusat (P)

$$P = \frac{F \left[\left(\frac{p}{\pi \times d_{tbr}} \right) + \mu \right]}{1 - \left(\frac{\mu \times p}{\pi \times d_r} \right)}$$

$$P = 4,194 \text{ kg}$$

2. Menghitung jumlah pembebanan rata sepanjang poros *bunch crusher* (Q).

Q = Volume *roller* × Massa jenis *roller* (baja), dimana massa jenis baja adalah 7800 kg/m³

Q = (volume gigi *roller* + volume tabung *roller*) × massa jenis baja

$$Q = 553,2 \text{ kg}$$

Setelah nilai P dan Q didapatkan, maka nilai momen lengkung dapat dicari dengan rumus berikut:

$$M_{lk} = \frac{P \times L^4}{4} + \frac{Q \times L}{8}$$

$$M_{lk} = 84194,3 \text{ kg}$$

B. Untuk menghitung defleksi pada poros *bunch crusher*, maka nilai momen inersia nya harus dicari terlebih dahulu.

Karena poros berada di dalam *roller bunch crusher*, maka nilai momen inersia poros adalah total penjumlahan dari momen inersia gigi *roller*, dinding *roller*, dan poros *bunch crusher*.

$$I_T = I_{Gigi\ Roller} + I_{Dinding\ Roller} + I_{Poros}$$

$$= 10 \times \left(\frac{b \times h^3}{12} \right) + \left(\frac{\pi}{64} (D^4 - d^4) \right) + \left(\frac{\pi}{64} \times d^4 \right)$$

$$= 39830,625 \text{ cm}^4$$

Setelah nilai momen inersia didapatkan, maka besarnya defleksi pada poros *bunch crusher* dapat dicari dengan rumus berikut:

$$f_{max} = \frac{L^3}{E \times I} \times \left(\frac{P}{48} + \frac{5 \times Q}{384} \right)$$

$$f_{max} = 0,000155 \text{ cm}$$

Jadi, setelah dilakukan beberapa proses perhitungan maka didapatkanlah besarnya defleksi (*f max*) pada poros *bunch crusher* yaitu sebesar 0,000155 cm.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan yang dilakukan sebelumnya, maka penulis menarik kesimpulan Momen lengkung (*M_{lk}*) merupakan momen atau gaya yang menyebabkan suatu benda seakan-akan melengkung. Besarnya momen lengkung pada poros *bunch crusher* saat memisahkan berondolan dari jangannya yaitu sebesar 84194,3 kg.mm. Defleksi (*f max*) merupakan besarnya jarak bengkokan permukaan benda antara kondisi awalnya dengan kondisinya setelah mengalami deformasi. Besarnya defleksi pada poros *bunch crusher* yang disebabkan oleh tekanan TBR (Tandan Buah Rebus) saat memisahkan berondolan dari jangannya yaitu sebesar 0,000155 cm

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Banjarnahor, H. (2012). Sistem Pengukuran Momen Inersia Benda Pejal Dengan Metode Osilasi Harmonik Berbasis Mikrokontroler. (pp. 1-29). Depok: Universitas Indonesia.
- [2] Ir. Irwansyah, MT (2021). Elemen Mesin I. Medan: Politeknik Teknologi Kimia Industri.
- [3] Jatmoko Awali, Asroni. (2013). "Analisa Kegagalan Poros Dengan Pendekatan Metode Elemen Hingga". TURBO. Vol. 2 No. 2, ISSN 2301-6663.
- [4] Marciniak, Z. (2002). Mechanics of Sheet Metal Forming. Butterworth-Heinemann, London.
- [5] Siregar, A.L. 2013. Modul Teknologi Pengolahan. Bekasi: Politeknik Kelapa Sawit Citra Widya Edukasi.
- [6] Sularso, Kiyokatsu. 2021. Dasar Perencanaan dan Pemilihan Elemen Mesin. Jakarta: Pradnya Paramita.