

# PERENCANAAN POROS PENGADUK BAHAN BAKU TEGEL LIMBAH TEMPURUNG KELAPA

Aji Gumilar  
Sekolah Tinggi Teknologi Bandung  
Jln. Soekarno-Hatta No.378 Bandung  
ajigumilar@yahoo.com

## Abstrak

Ditinjau dari fungsinya, poros transmisi dalam sebuah mesin berfungsi untuk meneruskan daya bersama-sama dengan putaran, daya yang ditransmisikan kepada poros ini di antaranya melalui roda gigi, puli sabuk, sproket rantai, dan kopling. Penulisan ini merencanakan poros pada mesin pengaduk bahan baku tegel limbah tempurung kelapa. Poros yang digunakan adalah poros transmisi, dimana putarannya dimanfaatkan untuk mengaduk bahan baku tegel limbah tempurung kelapa dengan memasang tiga batang pengaduk berbentuk huruf S pada porosnya. Tahapan perencanaan ini dibagi menjadi dua tahapan, tahapan pertama adalah menentukan dimensi dan bahan yang digunakan dengan menggunakan tahapan perencanaan poros dengan beban puntir dan lentur yang disusun sularso. Poros yang telah direncanakan pada mesin pengaduk bahan baku tegel limbah tempurung ini mempunyai panjang 600 mm, diameter minimum 120 mm, dan menggunakan bahan S55C, yang dipasang pada mesin pengaduk dengan daya motor 0.75 kW dan putaran 240 rpm.

**Kata kunci:** poros, pengaduk, transmisi

## I. PENDAHULUAN

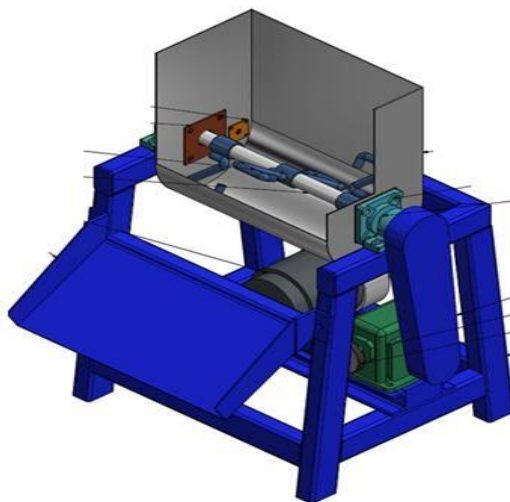
Multi guna pohon kelapa tidak dapat dipungkiri, dimulai dari akar, batang, daun, bunga, dan buahnya. Salah satu bagian dari buah kelapa adalah tempurung kelapa yang dapat dimanfaatkan. Ditinjau dari prosesnya, pemanfaatan tempurung kelapa dibagi menjadi dua, pertama dengan proses dibakar untuk dijadikan bahan bakar (arang) dan penjernih air, proses kedua adalah tidak dibakar untuk dijadikan kerajinan tangan (kreatif) dan tegel (parquet) sebagai pengganti kayu, dimana bahan kayu sudah menjadi bahan yang istimewa, karena keberadaannya semakin berkurang.

Pengolahan tempurung kelapa sebagai bahan baku tegel terdiri dari tiga tahap, yaitu penghancuran, pengadukan, dan pencetakan.<sup>[1]</sup> Pengadukan bahan baku tegel limbah tempurung kelapa bertujuan untuk mengubah bahan baku menjadi adonan tegel. Bahan baku tegel limbah tempurung kelapa terdiri dari serpihan tempurung kelapa, bubuk sabut

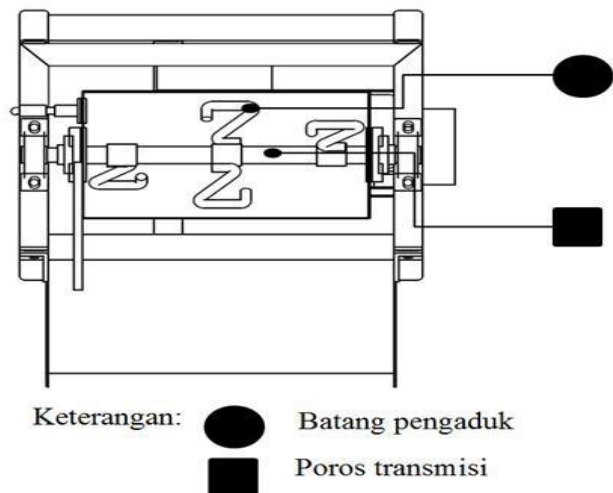
kelapa sebagai pengikat, dan lem sebagai perekat.

Mesin pengaduk yang telah dibuat dalam gambar *layout* definitif (gambar 1.a) terdiri dari beberapa elemen mesin, salah satunya adalah poros transmisi. Selain digunakan untuk mens- transmisikan daya, poros tersebut dimanfaatkan untuk mengaduk bahan baku menjadi adonan tegel. Poros tersebut dipasang tiga batang pengaduk berbentuk “angka 2” untuk dapat mengaduk, yang berputar bersamaan dengan putaran poros (gambar 1.b). Ditinjau dari beban yang diterima, poros ini mengalami beban yang diakibatkan dari putaran puli yang ditransmisikan ke poros pengaduk dan beban putaran pengaduk yang dipasang pada poros transmisi, dan beban yang diakibatkan tarikan sabuk yang diputar oleh puli dan massa dari batang pengaduk yang dipasang pada poros transmisi.<sup>[2]</sup>

Berdasarkan beban yang diterima oleh poros pengaduk, penentuan dimensi dan material pada poros tersebut harus direncanakan berdasarkan kekuatan dan proses manufaktur yang mungkin dilakukan.



(a) Isometri



(b) Pandangan atas

Gambar 1. Mesin pengaduk bahan baku tegel limbah tempurung kelapa

## II. METODE PERANCANGAN

Dalam menentukan diameter dan material yang digunakan pada poros pengaduk berdasarkan pembebanannya, dapat direncanakan berdasarkan tahapan-tahapan perencanaan poros dengan beban puntir dan lentur yang mengacu pada dasar perencanaan dan pemilihan elemen mesin yang disusun oleh sularso [3] (gambar 2).

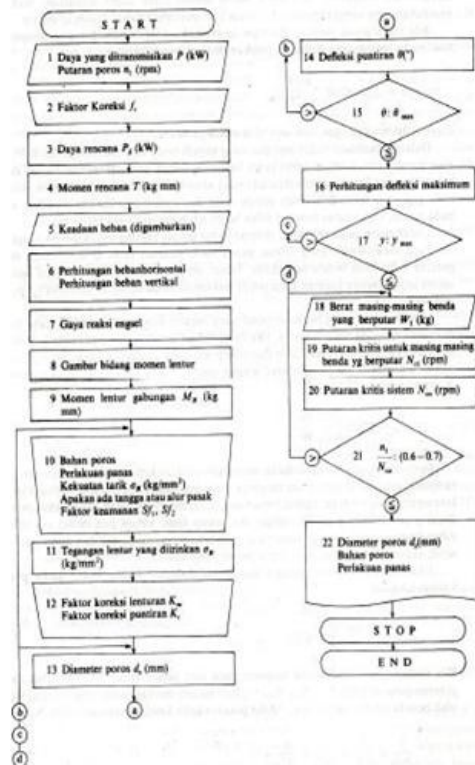
Mengacu pada metode perencanaan poros yang dapat dilihat pada gambar 2, tiap tahapan dapat dijelaskan sebagai berikut:

- 1) menentukan terlebih dahulu daya motor listrik yang akan digunakan ( $P$ , dengan satuan kW), dan putaran pada poros ( $n_1$ , dengan satuan rpm),
- 2) memberi faktor koreksi ( $f_c$ ) yang dapat dipilih pada tabel 1.

Tabel 1. Faktor koreksi daya transmisi,  $f_c$

Daya transmisi	$f_c$
Daya rata-rata yang diperlukan	1,2 - 2,0
Daya maksimum yang diperlukan	0,8 - 1,2
Daya normal	1,0 - 1,5

- 3) menghitung daya rencana ( $P_d$ , dengan satuan kW),  $P_d = f_c \times P$
- 4) menghitung momen puntir rencana ( $T$ , dengan satuan kg.mm),  $T = 9,74 \times 10^5 \frac{P_d}{n_1}$



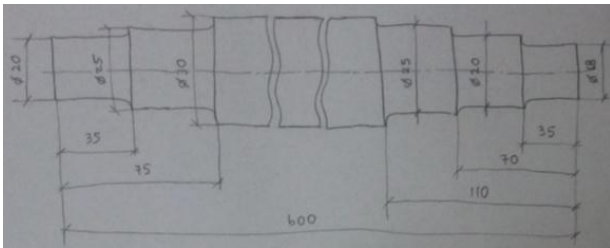
Gambar 2. Diagram alir perencanaan poros dengan beban puntir dan lentur

- 5) menggambarkan DBB poros untuk keadaan beban lentur, menghitung beban (gaya) lentur yang dikenakan pada poros,
- 6) menghitung gaya reaksi pada tumpuan,
- 7) membuat gambar diagram atau menghitung momen lentur untuk mengetahui gaya reaksi maksimum yang diterima poros,
- 8) menentukan momen lentur maksimum ( $M$  dengan satuan kg.mm) dengan melihat nilai momen maksimum pada diagram momen lentur,
- 9) menentukan bahan poros dan perlakuan panas, untuk mengetahui kekuatan tarik bahan ( $\sigma_B$ , kg/mm<sup>2</sup>), menentuka faktor keamanan bahan ( $sf_1$ ) sebesar 5 s.d. 6, dan faktor keamanan bentuk poros ( $sf_2$ ) sebesar 1,3 s.d. 3,0 apakah ada alur pasak atau poros bertingkat, menghitung tegangan geser yang diizinkan ( $\sigma_a = \frac{\sigma_B}{sf_1 \times sf_2}$ , dengan satuan kg/mm<sup>2</sup>),
- 10) menentukan faktor koreksi kondisi beban puntir ( $K_t$ ) dan beban lentur ( $K_m$ ),  $K_t$  sebesar 1,0 jika beban yang dikenakan secara halus, 1,0 s.d. 1,5 jika terjadi sedikit kejutan atau tumbukan, dan 1,5 s.d. 3,0 jika beban dikenakan dengan kejutan atau tumbukan besar,  $K_m$  sebesar 1,5 jika beban yang dikenakan tatap, 1,5 s.d. 2,0 untuk beban dengan tumbukan ringan, 2 s.d. 3 untuk beban tubukan berat,
- 11) menghitung dann menentukan diameter minimum poros ( $d_s$ , dengan satuan mm), 
$$d_s \geq \frac{5,1}{\tau_a} \sqrt[3]{(K_m M)^2 + (K_t T)^2}$$
- 12) menghitung defleksi puntiran ( $\theta$ , dengan satuan derajat °),  $\theta = 584 \frac{T \times l}{G d_s^4}$  dimana  $l$  panjang poros,  $T$  momen puntir rencana, dan  $G$  modulus geser dengan satuan kg/mm<sup>2</sup>,
- 13) membandingkan  $\theta$  dengan  $\theta_{maks}$ , dimana  $\theta_{maks}$  dibatasi sampai 0,25°,
- 14) menghitung defleksi maksimum pada poros ( $y$ , dengan satuan mm),  $y = 3,23 \times 10^{-4} \frac{F l_1^2 l_2^2}{d_s^4}$ , dimana  $F$  adalah gaya lentur maksimum satuan kg,  $l$  adalah jarak antar tumpuan,  $l_1$  dan  $l_2$  adalah jarak tumpuan ke titik beban dengan satuan mm
- 16) menentukan berat masing-masing benda yang berputar ( $W_i$  dengan satuan kg)
- 17) menghitung putaran kritis untuk masing-masing benda yang berputar ( $N_{ci}$  dengan satuan rpm), 
$$N_c = 52700 \frac{d_s^2}{l_1 l_2} \sqrt{\frac{l}{W}}$$
- 18) menghitung putaran kritis sistem ( $N_{co}$  dengan satuan rpm), dimana  $N_{co}$  dapat dihitung dengan persamaan sebagai berikut: 
$$\frac{1}{N_{co}^2} = \frac{1}{N_{c1}^2} + \frac{1}{N_{c2}^2} + \dots + \frac{1}{N_{cn}^2}$$
- 21) membandingkan nilai  $n_1$  dan  $n_{co}$  dengan menghitung  $\frac{n_1}{N_{co}}$  bernilai 0,6 sampai dengan 0,7 dinyatakan putaran dengan

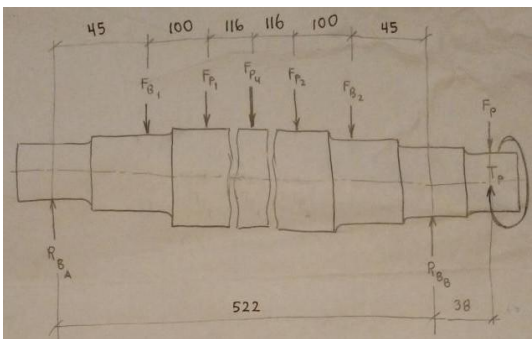
- putaran  $n_1$  dinyatakan aman,  
 22) menetapkan diameter minimum poros, bahan poros, dan perlakuan panasnya, setelah melalui semua tahapan sampai tahapan 21.

### III. DATA

Telah dijelaskan sebelumnya, poros pengaduk dengan panjang total 600 mm (gambar 3), ditumpu oleh dua buah bantalan rol dengan jarak antar bantalan 522 mm. Poros tersebut diputar oleh motor listrik dengan daya 1 HP (0,75 kW) yang diikat dengan puli dan ditransmisikan oleh sabuk di ujung poros dengan jarak 38 mm antara puli dan bantalan (gambar 4). Poros tersebut dipasang 3 buah pengaduk berbentuk “angka 2” bergerak memutar dengan memanfaatkan putaran 4 rps (240 rpm) pada poros. Dimensi dan beban yang dikenakan pada poros pengaduk tersebut dapat dilihat pada gambar 3 dan 4.



Gambar 3. Bentuk dan dimensi poros pengaduk



Gambar 4. Pembebanan pada poros

#### Keterangan:

- Tp: Torsi sabuk dan puli  
 $R_{BA}$ : gaya reaksi bantalan A  
 $R_{BB}$ : gaya reaksi bantalan B  
 $F_{B1}$ : massa bantalan 1 + wadah  
 $F_{B2}$ : massa bantalan 2 + wadah  
 $F_{P1}$ : massa pengaduk 1  
 $F_P$ : Gaya sabuk dan puli  
 $F_{P2}$ : massa pengaduk 2  
 $F_{PU}$ : massa pengaduk utama

### IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

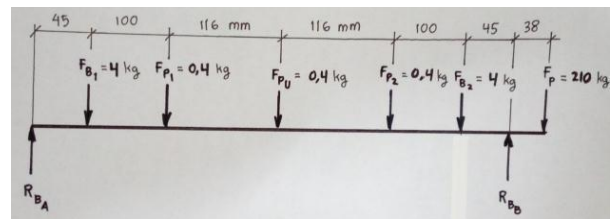
Ditetapkannya tahapan perencanaan poros dengan beban puntir dan lentur, dikarenakan pada mesin pengaduk ini meneruskan daya melalui sabuk, putaran poros tersebut

diteruskan untuk mengaduk bahan baku tegel. Poros tersebut ditahan bantalan rol yang dipasang di badan dan rangka mesin. dengan memasang tiga batang pengaduk yang telah dijelaskan sebelumnya.

Ditinjau dari fungsinya, poros pengaduk ini menerima beban puntir dan lentur, sehingga pada penampang poros akan terjadi tegangan puntir  $\tau_p$  akibat beban puntir dan tegangan lentur akibat beban lentur  $\sigma_1$ .

Mengacu pada metode perencanaan poros, tiap tahapan dapat dihasilkan sebagai berikut:

- 1)  $P = 0,75$  (kW),  $n_1 = 240$  (rpm);
- 2)  $f_c$  dipilih 1,5;
- 3)  $P_d = 1,5 \times 0,75$  (kW) = 1,125 (kW);
- 4)  $T = 9,74 \times \frac{1,125}{240} = 4565,625$  (kg.mm);
- 5) keadaan beban yang diperlihatkan pada gambar 4,
- 6) berdasarkan pada gambar 4, berdasarkan pengukuran dan pencarian data, besar beban yang dikenakan pada poros, sebagai berikut:  $F_{B1} = 4$  kg,  $F_{B2} = 4$  kg,  $F_{P1} = 0,4$  kg,  $F_{P2} = 0,4$  kg,  $F_{PU} = 0,4$  kg,  $F_P = 210$  kg,
- 7) dengan membuat persamaan gaya dan momen, yang mengacu pada gambar 5, didapat gaya reaksi di bantalan A,  $R_{BA} = 1,4$  kg, dan gaya reaksi di bantalan B,  $R_{BB} = 217,8$  kg;



Gambar 5. DBB poros pengaduk

- 8) momen lentur di sepanjang poros dapat dihitung dengan cara memotong di setiap di antara beban, didapat momen lentur sbb.:

- |               |                       |
|---------------|-----------------------|
| $x = 0,$      | $M_x = 0,$            |
| $x = 45$ mm,  | $M_x = 63$ kg.mm,     |
| $x = 145$ mm, | $M_x = -197$ kg.mm,   |
| $x = 261$ mm, | $M_x = -545$ kg.mm,   |
| $x = 377$ mm, | $M_x = -939,4$ kgmm,  |
| $x = 477$ mm, | $M_x = -1319,4$ kgmm, |
| $x = 522$ mm, | $M_x = -1670,4$ kgmm. |

- 9) Momen lentur maksimum, dilihat dari nilai momen lentur di sepanjang poros adalah 1670,4 kgmm arah ke bawah terletak di  $x = 522$  mm.

- 10) Bahan poros, dipilih S55C dengan kekuatan tarik  $\sigma_B = 66$  kg/mm<sup>2</sup>, poros tersebut dilakukan perlakuan panas normal, poros tersebut dibuat bertangga dikarenakan untuk menepatkan posisi puli dan bantalan. Faktor keamanan bahan,  $sf_1$  dipilih 5,0, dan faktor

keamanan bentuk,  $sf_2$  dipilih 1,5,

- 11) tegangan geser yang diizinkan,  $\sigma_a = \frac{66}{5,0 \times 1,5}$   
 $= 8,8 \text{ kg/mm}^2$ ,
- 12) faktor koreksi kondisi beban puntir  $K_t$  dipilih 1,2 dan factor koreksi beban lentur  $K_m$  dipilih 1,5,
- 13) menghitung dan menentukan diameter minimum poros ( $d_s$ , dengan satuan mm),  
 $d_s \geq \frac{5,1}{8,8} \sqrt{(2,0 \times 1670,4)^2 + (1,5 \times 4565,625)^2}$   
 $d_s \geq 191,88 \text{ mm}$ ,  $d_s$  ditentukan 120 mm,
- 14) defleksi maksimum pada poros,  
 $\theta = 584 \frac{4565,625 \times 600}{8,3 \times 1000 \times 120^4}$ ,
- 15)  $\theta_{maks}$  dibatasi sampai  $0,25^\circ$ , sehingga defleksi puntiran sangat aman karena  $\theta < \theta_{maks}$ ,
- 16) defleksi maksimum pada poros,  
 $y = 3,23 \times 10^{-4} \frac{210 \times 38^2}{120^4 \times 522}$   $y = 9,05 \times 10^{-10} \text{ mm}$ ,
- 17) defleksi yang terjadi sangat aman dibandingkan dengan defleksi maksimum yang diijinkan  $y_{maks}$  0,15 mm.
- 18) berat masing-masing benda yang berputar, yaitu:
  - berat pengaduk 1,  $W_1 = 0,4 \text{ kg}$
  - berat pengaduk 2,  $W_2 = 0,4 \text{ kg}$
  - berat pengaduk utama,  $W_3 = 0,4 \text{ kg}$
  - berat poros,  $W_4 = (\pi/4) \times 0,12^2 \times 0,6 \times 7,86 \times 1000 = 53,31 \text{ kg}$
- 19) putaran kritis untuk masing-masing benda yang

berputar ( $N_{ci}$  dengan satuan rpm),

$$N_{c1} = 52700 \frac{120^2}{522 \times 38} \sqrt{\frac{600}{1,2}} = 855452 \text{ rpm}$$

$$N_{c2} = 52700 \frac{120^2}{522 \times 38} \sqrt{\frac{600}{26,65}} = 181528 \text{ rpm}$$

- 20) putaran kritis sistem  $N_{co} = \frac{1}{N_{c0}^2} = \frac{1}{855452^2} + \frac{1}{181528^2}$
- 21)  $\frac{N_{c1}}{N_{co}} = 7,6 \times 10^{-9}$  kurang dari 0,6, sehingga putaran poros pengaduk dinyatakan aman.
- 22)  $d_s = 120 \text{ mm}$ , poros menggunakan S55C

## V. KESIMPULAN

Setelah melakukan tahapan perencanaan, poros pengaduk bahan baku tegel limbah tempurung kelapa dapat dipasang pada mesin dengan daya motor 0,75 kW, dengan panjang poros 600 mm, diameter minimum poros 120 mm, dan dapat diputar dengan 240 rpm.

## REFERENSI

- [1]. Gumilar, Aji; Kusuma, Asep Candra, 2016, "Rancangan Konseptual Pengaduk Bahan Baku Tegel Limbah Tempurung Kelapa Untuk Industri Kecil", Jurnal Sistemik, STTB, Bandung.
- [2]. Gumilar, Aji; Widaningrum, Wiwin, 2017, Perancangan Mesin Pengaduk Bahan Baku Tegel Limbah Tempurung Kelapa Untuk Industri Kecil", Laporan Penelitian, Universitas Jenderal Achmad Yani, Cimahi.
- [3]. Sularso; Suga Kiyokatsu, 1979, "Dasar Perencanaan dan Pemilihan Elemen Mesin", Pradnya Paramita, Jakarta.