

RANCANG BANGUN ALAT SANGRAI BIJI KOPI DENGAN KONTROL TEMPERATUR OTOMATIS UNTUK PENINGKATAN KUANTITAS DAN KUALITAS PRODUKSI KOPI BUBUK

Musa Bondaris Palungan¹, Agustina Yenny Biring², Salma Salu³

^{1), 3)} *Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik, UKI Paulus Makassar, Makassar 90245*

²⁾ *Jurusan Akuntansi Fakultas Ekonomi, UKI Paulus Makassar, Makassar 90245*

ABSTRAK

Pengolahan biji kopi menjadi kopi bubuk oleh industri kecil masih sederhana dan bersifat manual yang dilakukan dengan beberapa tahapan yaitu proses pelepasan kulit tanduk biji kopi yang dilakukan dengan menumbuk biji kopi di dalam lesung dengan menggunakan alu, kemudian dijemur. Setelah biji kopi kering, dilanjutkan ke proses sangrai dengan menggunakan alat manual. Keadaan tersebut membuat penyangrai kurang efisien dimana suhu disekitar penyangraian menjadi lebih panas dan tidak terkontrol, serta pengaduk yang tidak rata, hal ini menyebabkan pekerja mudah lelah. Untuk mengatasi permasalahan tersebut, maka dalam penelitian ini akan dibuat rancang bangun alat penyangrai kopi. Alat ini dilengkapi motor listrik sebagai penggerak pengaduk kopi, Keadaan ini akan mempermudah dan mempercepat pekerja saat menyangrai kopi. Dengan demikian pekerja tidak perlu mengaduk kopi dengan cara manual dan pekerja tidak cepat merasa kelelahan. Selain itu, alat ini juga dilengkapi sistem kontrol temperatur otomatis yang berfungsi untuk mengendalikan suhu penggorengan supaya kualitas kopi terjaga. Secara umum tujuan penelitian ini adalah untuk meningkatkan kuantitas dan kualitas produksi kopi bubuk bagi produsen kopi yang berskala industri kecil/rumah tangga.

Kata kunci : *Alat sangrai, kontrol temperatur, kuantitas, kualitas biji kopi.*

1. PENDAHULUAN

Perkembangan di dunia industri di Indonesia sudah sangat pesat. Beberapa sektor industri udah memulai menggunakan teknologi secara baik dan optimal. Namun di berbagai daerah di Indonesia masih menggunakan cara-cara manual dalam mengerjakan proses industri kopi bubuk, oleh sebab itu di era yang serba mudah ini peneliti dituntut untuk selalu berkreaitivitas menemukan sebuah inovasi terbaru untuk menunjang sebuah teknologi di dunia industri kopi sangrai. Salah satunya adalah dengan menciptakan alat yang dapat menunjang, mempermudah dan meningkatkan nilai jual kopi. Sesuai dari hasil survei yang telah dilakukan di Kabupaten Toraja Utara yang merupakan penghasil kopi terbesar di Propinsi Sulawesi Selatan, dan kopi dari daerah ini memiliki aroma dan rasa yang khas. Hasil pengolahan biji kopi oleh industri kecil setempat masih dipasarkan dalam negeri, hal ini dikarenakan tingkat produktifitas dan kualitas kopi yang dihasilkan masih rendah karena proses penyangraian dilakukan secara manual. Sehingga saat proses penyangrai kopi dilakukan, dibutuhkan waktu dan tenaga yang cukup banyak karena penggorengan masih menggunakan alat manual. Keadaan tersebut membuat penyangrai kurang efisien dimana suhu disekitar penyangraian menjadi lebih panas dan tidak terkontrol, serta pengaduk yang tidak rata, hal ini menyebabkan pekerja mudah lelah.

Apabila penyangraian dilakukan dalam skala besar, akan mempengaruhi kualitas dan produksivitas kopi tersebut. Untuk mengatasi permasalahan tersebut, maka dalam penelitian ini akan membahas "Rancang bangun alat sangrai kopi dengan kapasitas maksimal 11,5 liter". Alat ini dilengkapi motor listrik sebagai penggerak pengaduk kopi. Keadaan ini akan mempermudah dan mempercepat pekerja saat menyangrai kopi. Dengan demikian pekerja tidak perlu mengaduk kopi dengan cara manual dan pekerja tidak cepat merasa kelelahan. Selain itu kualitas biji kopi sangat ditentukan oleh temperatur dan waktu penyangraian/penggorengan maka alat ini dilengkapi sistem kontrol temperatur otomatis yang berfungsi untuk mengendalikan suhu penggorengan supaya kualitas dan kuantitas produksi biji kopi sangrai meningkat dan berdampak pada pendapatan ekonomi masyarakat industri kecil / rumah tangga meningkat.

2. METODE PENELITIAN

¹ Korespondensi: musa_ukip@yahoo.com

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah biji kopi arabika kering, besi siku, puli (*pulley*), motor listrik, sabuk V (*V-belt*), baut dan mur, *bearing* (bantalan), gear box, bulat padu (poros), kompor gas, gas LPG, selang kompor, termokontrol otomatis, pelat *stainless steel*, dan kabel. Alat yang digunakan pada penelitian ini adalah alat mesin bor, mesin las, mesin gerinda, gergaji besi, tang, palu, kunci L, ring dan kunci pas.

3. ANALISA PEMBAHASAN

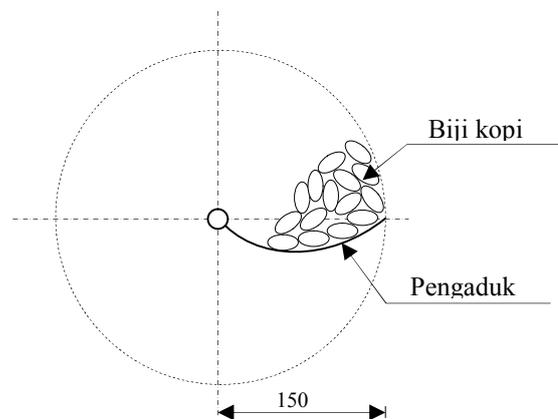
3.1. Perencanaan poros penggerak

Berdasarkan hasil penimbangan biji kopi kering, untuk setiap liter biji kopi sama dengan 0,87 kg. Kapasitas tampung alat penyangrai 11,5 liter.

Kapasitas tampung tabung penyangrai (M_{kt})

$$M_{kt} = 0,87 \times 11,5 = 10 \text{ kg}$$

Torsi yang bekerja pada poros melalui sirip pengaduk (T)



Gambar 1 Beban torsi akibat kopi yang teraduk

$$T = M_{kt} \times r = 10 \times 150 = 1500 \text{ kg.mm}$$

3.2. Daya rencana (P_d)

Putaran tabung penyangrai yang direncanakan sebanyak 12 kali dalam selang satu menit = 12 rpm

$$P_d = \frac{(T/1) \cdot (2\pi n_s/6)}{1} = \frac{\left(\frac{1}{1}\right) \cdot (2 \times 3,14 \times \frac{1}{6})}{1} = 0,018 \text{ kW}$$

Sehingga daya koreksi (digunakan faktor koreksi $f_c = 0,8$)

$$P_{dc} = P_d \cdot f_c = 0,018 \cdot 0,8 = 0,014 \text{ kW}$$

3.3. Daya yang akan ditransmisikan

Daya rencana (P_d) = 0,014 kW, Daya motor penggerak (P_m) = 2,2 HP, Kecepatan tabung (n_s) = 12 rpm, Putaran motor penggerak (n_1) = 1800 rpm

3.4. Tegangan geser yang diizinkan pada poros (τ_a)

Bahan poros dipilih S45C dengan $\sigma_B = 58 \text{ kg/mm}^2$, $sf_1 = 6,0$ dan $sf_2 = 2,0$

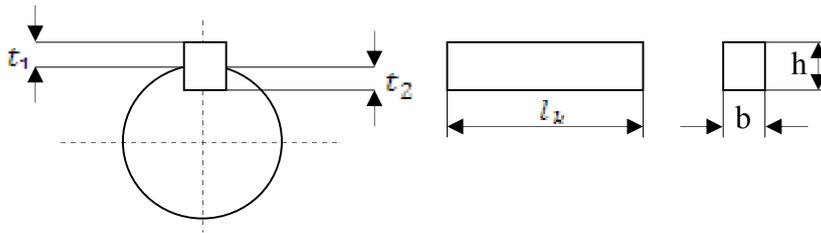
$$\tau_a = \sigma_B / (sf_1 \cdot sf_2) = 58 / (6,0 \cdot 2,0) = 4,83 \text{ kg/mm}^2$$

3.5. Perhitungan diameter poros (d_s)

$$d_s^3 = \left(\frac{5,1}{\sigma_a}\right) \cdot K_t \cdot C_b \cdot T$$

$$\text{dipilih } K_t = 1,5 ; C_b = 1,5 ; \text{ sehingga, } d_s^3 = \left(\frac{5,1}{4,8}\right) \cdot 1,5 \times 1,5 \cdot 1500 = 15,27 \text{ mm} = 20 \text{ mm}$$

3.6. Perencanaan pasak



Gambar 2 Pasak yang direncanakan

Jika L_k = panjang pasak (mm), b = lebar pasak (mm), h = tinggi pasak (mm), t_1 = kedalaman alur pasak pada Naf (mm), t_2 = Kedalaman alur pasak pada poros (mm), maka dapat dihitung:

$$\text{Gaya tangensial } (F_t) = \frac{T}{D_s/2} = \frac{1500}{20/2} = 150 \text{ kgf}$$

3.7. Dimensi pasak

Diketahui $d_s = 20 \text{ mm}$

- a. Lebar pasak = $(0,25 - 0,35) \cdot d_s$
 $b = 0,25 \cdot d_s = 0,25 \cdot 20 = 5 \text{ mm}$
- b. Tinggi pasak = $(0,25 - 0,35) \cdot d_s$
 $h = 0,35 \cdot d_s = 0,35 \cdot 20 = 7 \text{ mm}$
- c. Panjang pasak = $(0,75 - 1,5) \cdot d_s$
 $L_k = 0,8 \cdot d_s = 0,8 \cdot 20 = 16 \text{ mm}$
- d. Kedalaman alur pasak pada poros (t_1)
 $t_1 = 0,6 \cdot h = 0,6 \cdot 7 = 4,2 \text{ mm} \approx 4 \text{ mm}$
- e. Kedalaman alur pasak pada Naf (t_2)
 $t_2 = h - t_1 = 7 - 4 = 3 \text{ mm}$

3.8. Tegangan geser yang diizinkan

Dipilih bahan poros yang memiliki kekuatan dibawah kekuatan poros yaitu S30 C dengan $\sigma_B = 48 \text{ kg/mm}^2$, dengan $s_{fk2} = 6$ dan $s_{fk1} = 3$

$$\tau_k = \frac{\sigma_B}{s_k \times s_k} = \frac{48}{3 \times 6} = 2,66 \text{ kg/mm}^2$$

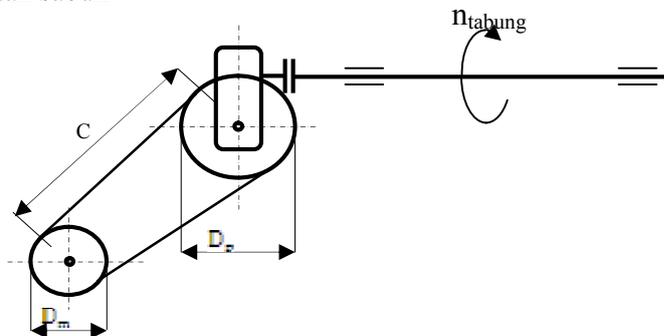
Tegangan geser pada pasak

$$\tau_k = \frac{F_t}{b \times l_1} \leq \tau_k = \frac{8}{8 \times 2} \leq 2,66 = 2,05 \text{ kg/mm}^2 \text{ (Aman)}$$

3.9. Penentuan bantalan (Bearing)

Penentuan bantalan didasarkan pada dimensi poros yang telah dihitung lebih awal dengan dimensi yang diperoleh 20 mm. Bantalan yang digunakan dengan tipe NTN G.202 (Pemilihan disesuaikan dengan keadaan pasar).

3.10. Perhitungan puli dan sabuk



Gambar 3 Transmisi puli dan sabuk

Keterangan : D_m = Diameter puli motor (mm)
 D_p = Diameter puli pengupas (mm)
 C = Jarak sumbu (mm)

Sistem kerja transmisi pada sangrai terdiri dari satu tingkat transmisi dimana putaran puli pada motor penggerak diteruskan oleh sabuk langsung pada puli di poros silinder sangrai. Digunakan penampang sabuk-V : tipe A (diagram pemilihan sabuk-V), sehingga dipakai putaran motor (n_m) = 1800 rpm, diameter puli motor 3 inch (D_m) = 76,2 mm, putaran poros roller (n_p) = 12 rpm. Selain menggunakan transmisi puli, juga digunakan *gear box* untuk mereduksi putaran, selain itu *gear box* juga tahan terhadap panas. *Gear box* yang digunakan memiliki tipe WPA 60, dengan perbandingan atau rasio putaran 1 : 50 (rpm).

Berdasarkan hal tersebut, dapat ditentukan perbandingan transmisi, pada setiap tingkatan atau posisi transmisi, sebagai berikut :

Perbandingan transmisi putaran pada gear box (i_{pGB})

$$i_{GB} = \frac{1}{5} = 0,02$$

Putaran pada gear box (n_{GB})

$$n_{GB} = 12 \times 50 = 600 \text{ rpm}$$

Perbandingan transmisi antar gear box dan motor (i_p)

$$I_p = \frac{n_m}{n_G} = \frac{1800}{600} = 3$$

Diameter terluar puli besar (D_p)

$$D_p = D_m \cdot I_p = 76,2 \cdot 3 = 228,6 \text{ mm}$$

Kecepatan sabuk (V)

$$V = \frac{\pi \times D_m \times n_m}{60 \times 1} = \frac{3,14 \times 76,2 \times 1800}{60 \times 1} = 7,17 \text{ m/s}$$

Panjang susunan puli ditentukan dengan :

$$C - \frac{1}{2}(D_m + D_p) > 0$$

$$500 - \frac{1}{2}(76,2 + 228,6) > 0$$

$$195,2 > 0 \text{ (Aman)}$$

$$L_m = 2C + \frac{\pi}{2}(D_m + D_p) + \frac{1}{4C}(D_p - D_m)^2$$

$$L_m = 2(500) + \frac{3,14}{2}(76,2 + 228,6) + \frac{1}{4(4)}(228,6 - 76,2)^2 = 1490,66 = 1499 \text{ mm}$$

Jarak toleransi sumbu poros C_t (mm)

$$C_t = \frac{b + \sqrt{b^2 - 8(D_p - D_m)^2}}{8} \text{ (mm)}$$

$$b = 2L - \pi(D_p + D_m) = 2(1499) - 3,14(228,6 + 76,2) = 2052,2 \text{ mm}$$

$$C_t = \frac{2052,2 + \sqrt{2052,2^2 - 8(228,6 - 76,2)^2}}{8} = 507,3 \text{ mm}$$

Sudut kontak (θ)

$$\theta = 180^\circ - \frac{5(D_p - D_m)}{C} = 180^\circ - \frac{5(228,6 - 76,2)}{507,3} = 162,6^\circ$$

Jumlah sabuk (N)

$$N = \frac{P_d}{P_0 \times K_\theta} \text{ (buah)}$$

Nilai $P_0 = 1,54$

$$N = \frac{0,0}{1,7 \times 0,9} = 0,088 \text{ (buah)} \quad N = 1 \text{ buah}$$

Tegangan sabuk

$$(T_1 - T_2) = \frac{7}{v} \frac{P_d}{7,1} = \frac{7 \cdot 0,0}{7,1} = 0,015 \text{ kg}$$

4. KESIMPULAN

Berdasarkan perhitungan yang telah dilakukan, maka diperoleh hasil elemen-elemen permesinan sebagai berikut:

1. Poros yang digunakan berbahan S45C dengan diameter 20 mm
2. Pasak yang digunakan berbahan S30C dengan dimensi Panjang (L) = 16 mm, Lebar (b) = 5 mm, Tinggi (h) = 7 mm, Alur pada naf (t_1) = 4 mm
3. Bantalan bantalan yang digunakan mengikuti dimensi poros dengan tipe NTN. G.202 dengan dimensi lubang 20,5 mm
4. Sistem transmisi yang direncanakan menggunakan pasangan puli dan sabuk dengan dimensi Diameter puli pada motor (D_m) = 3 inch, Diameter puli pada gear box = 9 inch, Sabuk yang digunakan = A.59 (satu buah)
5. Motor listrik yang digunakan bertenaga 2,2 HP dengan jumlah putaran permenit sebesar 1420 rpm Gear box yang digunakan dengan tipe WPA 60 RATIO 1 : 50

5. UCAPAN TERIMA KASIH

Kami selaku tim peneliti mengucapkan terima kasih kepada DRPM Kementerian Riset, Teknologi dan Pendidikan Tinggi yang telah membiayai pelaksanaan kegiatan penelitian Produk Terapan tahun 2017.

DAFTAR PUSTAKA

- Adrianus. 2006, *Rekayasa Mesin sangrai Biji kopi*. Jurusan Teknik Mesin UKI Paulus Makassar.
- AR. Holowenko.1992. *Dinamika Permesinan*. Jakarta: Erlangga.
- Biring, A, Y., Palungan, M, B., Salu, S., Desain dan Optimasi Pemanfaatan Panas Buang Pada Mesin Sangrai Untuk Meningkatkan Kualitas dan Kuantitas Produksi Kopi Bubuk, ADIWIDIA, Vol.IV. No. 1, Desember 2014
- Gerling. 1985. *All about Machine Tools*. New Delhi: Wiley Eastern Limited.
- George H. Martin. 1985. *Kinematika dan Dinamika Teknik*. Jakarta: Erlangga.
- Palungan, M, B.,Dising, Y., Lande, S., Desain Alat Pengupas Kulit Tanduk Biji Kopi Untuk Meningkatkan Kualitas Dan Kuantitas Biji Kopi, Industria, Vol. 2 No. 1, April 2013
- Ridwansyah . 2003.Tahapan Pabrikasi Pengolahan Biji Kopi . Surabaya.
- Rochim, T. 1993. *Teori & Teknologi proses permesinan*. Laboratorium Teknik Produksi dan Metrologi Industri Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknologi Industri, ITB Bandung.
- Sihotang, Benikdiktus.2008. Budidaya, Alat Mesin, Traktor, dan Pengolahan Panen Proses dan Peralatan Pengolahan Panen.<http://www.benss.co.cc/pengolahan-hasil-panen> /83- pengolahan-pasca-panen-kopi? start=1-5 diakses tanggal 8 Juni 2009 jam 12.06
- Singh Shamsheer. 1997. *Coffee, Markets Prospects and Depolopment Lending*. Baltimore: The Johns Hopkins University Press.
- Sularso, Suga Kyokatsu. 1994. *Dasar Perencanaan dan Pemilihan Elemen Mesin*. Jakarta: Pradya Paramitha.
- Tanisan Astamar Zainul, E. P. Popov, “*Mekanika Teknik*” Erlangga, Jakarta, 1994, 2004.
- Timoshenko S., “*Dasar-Dasar Perhitungan Kekuatan Bahan*”. Restu Agung. Jakarta, 1989.