

Rancang Bangun dan Unjuk Kerja Mesin Pengupas Kulit Biji Kopi Basah Sistem Rol Karet yang Produktif dan Ergonomik

Arinal Hamni, Suryadiwansa Harun, Danan Purna Jaya
Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Lampung
Jl. Prof. Dr. Sumantri Brojonegoro No. 1, Gedung H Lt.2, Bandar Lampung
35145 Telp.(0721)7479221, E-mail: ¹⁾danan_jaya88@yahoo.co.id
²⁾Arinal.hamni@yahoo.com³⁾harun@unila.ac.id

Abstrack

One of the sub-process of coffee production is wet coffee processing. It is done to reduce the longer of drying time. So, it can minimize the growth of okhratoksin mushroom which can reduce the quality of coffee beans. There are some steps in doing this research, as follow; the first, choosing peeler knife by using weighted rating method the second, using ergonomic and anthropometry value to find out dimension of the machine and choosing machine component. The third, attempting the machine performance. The fourth, calculating the breakeven point. The results showed that the specification machine with the length of wall is 420mm, the width of leg machines is 610 mm, the width of the machine is 490mm, high machine is 1200mm which is adjusted by measurement of Indonesian people anthropometric. Engine capacity with 600 kg / hour by moving the machine is an electric motor 1 phase and with rotation 1400 rpm. Transmission system used V-belt with diameter 32mm could connect reduction gear and transmitted sprocket to the cylinder axis cylinder axis peeler paring. Cylindrical roller paring used rubber roller (natural rubber, NR) with cylinder angle 45° and knife distance 7mm. Construction pattern of 70mmx70mmx7mm corner profile and casing used 7mm thickness plat with AISI steel 1045 and 1015. Breakeven value of Rp. 17.288 with production volume is 432kg.

Keywords: Coffee, Ergonomic, Anthropometry, Natural Rubber, Steel AISI 1045 and 1015, Electrical motors

PENDAHULUAN

Proses produksi kopi meliputi pengolahan kopi basah dan kering. Pada pengolahan kopi basah, setelah kopi dipanen oleh petani, biji kopi digelondong direbus lalu dikelupas kulitnya dengan alat manual selanjutnya dikeringkan. Kebiasaan merebus kopi gelondong harus dihindari karena dapat merusak kandungan kimia kopi sehingga menurunkan mutu kopi. Berbeda dengan metode pengolahan kering, pada metode ini setelah dipanen kopi langsung dilakukan penjemuran tanpa melalui proses pengupasan kulit buah dengan sinar matahari selama 12-14 hari yang merupakan waktu yang cukup lama sehingga potensi pertumbuhan jamur termasuk jamur penghasil okhratoksin menjadi sangat besar yang dapat merusak biji kopi (Sri Mulato, 1994).

Sebagai langkah antisipatif, dikembangkan paket teknologi yang mengintegrasikan seluruh urutan proses produk primer siap ekspor dan produk sekunder siap dipasarkan. Pada proses produk primer, telah dirancang suatu mesin yaitu pengupas kulit biji kopi yang dilakukan secara mekanik dengan tujuan meningkatkan kualitas biji kopi untuk mempercepat proses pengeringan yaitu dengan cara "Rancang Bangun Dan Unjuk Kerja Mesin Pengupas Kulit Biji Kopi Basah Sistem Rol Karet Yang Produktif Dan Ergonomik".

METODOLOGI PENELITIAN

A. Konsep Rancangan

Rancangan dari mesin pengupas biji kulit kopi ini dilakukan dengan beberapa metode seperti berikut:

1. Pemilihan pisau pengupas kulit biji kopi
Dilakukan dengan *weighted rating method*, yaitu:
 - a. Membuat daftar penilaian kriteria fungsi alat
 - b. Menentukan bobot dari kriteria tersebut
 - c. Membuat daftar alternatif mesin
 - d. Menghitung bobot rata-rata setiap kriteria
 - e. Menghitung rata-rata rating/nilai untuk memproduksi seluruh nilai.
 - f. Sudut pisau pengupas 45° dengan jarak pisau ke silinder 7mm silinder karet *natural rubber* sebagai bahan baku.
2. Ergonomi
perancangan mesin pengupas kulit biji kopi basah disesuaikan dengan tinggi dan jangkauan rata-rata orang Indonesia dengan tujuan mendapatkan ukuran mesin. Dari desain ukuran demikian, tercipta suatu kombinasi yang serasi antara sistem peralatan kerja dengan manusia sebagai tenaga kerja (Mustafa, 1992).

B. Rancangan Pisau

Dalam perancangan mesin pengupas kulit biji kopi basah ini, terdapat beberapa aspek yang dianalisis sebagai berikut :

1. Pemilihan material komponen poros

Material yang digunakan pada poros silinder pengupas adalah dari baja karbon AISI 1045 dikarenakan poros adalah komponen yang paling dominan dalam perancangan mesin.

2. Pemilihan penggerak mesin

Untuk mendapatkan daya motor pada sebuah perancangan, maka harus diketahui torsi yang dapat dihitung dengan cara mencari gaya yang bekerja, jari-jari silinder, massa dan gaya gravitasi.

a. Massa

$$\rho = \frac{m}{v} (1)$$

Dimana, ρ : densitas (kg/m^3)

m : massa (kg)

v : volume (m^3)

b. Selanjutnya mencari gaya normal :

$$N = W = m \cdot g (2)$$

Dimana : N : gaya normal (newton)

M : massa beban (gr)

G : gaya gravitasi (m/s^2)

c. Untuk F/f_s itu sendiri dapat dihitung :

$$F/f_s = \mu_s \cdot N \cdot f_c (3)$$

Dimana : f_s : gaya gesek statis

μ_s : koefisien gesek statis

N : gaya normal

f_c : faktor koreksi

d. Untuk torsi dapat di hitung dengan rumus :

$$T = F \times r (4)$$

Dimana : T : torsi silinder pengupas (Nm)

F : gaya yang bekerja (N)

R : jari-jari silinder pengupas (mm)

e. Daya motor dapat dihitung dengan rumus :

$$P = \frac{2\pi NT}{60} (5)$$

Dimana : P : daya motor (watt)

N : putaran silinder (rpm)

3. Perhitungan dimensi dan kekuatan poros serta pengujian kekuatan poros.

Umumnya poros meneruskan daya melalui sabuk, roda gigi dan rantai sehingga poros menerima beban puntir dan lentur. Dibawah ini adalah rumus untuk mendapatkan diameter poros (Sularso, 1997).

a. Daya rencana

$$P_d = f_c \cdot P (6)$$

Dengan : P_d : daya rencana (watt)

f_c : faktor koreksi

P : daya nominal output motor (watt)

b. Momen rencana

$$T = 9,74 \cdot 10^5 \frac{P_d}{n_1} (7)$$

Dimana : T : momen rencana (kg.mm)

n_1 : putaran motor (rpm)

c. Tegangan lentur yang diizinkan :

$$\tau_a = \sigma_B / (Sf_1 + Sf_2) (8)$$

Dimana : σ_B : kekuatan tarik (kg/mm^2)

Sf_1 : faktor keamanan adalah 6

Sf_2 : faktor kemanan dengan beban 2

d. Diameter poros untuk beban puntir dan lentur :

$$d_s \geq \left\{ \frac{5,1}{\tau_a} \sqrt{(K_m \cdot M)^2 + (K_t \cdot T)^2} \right\}^{1/3} (9)$$

Dimana : d_s : diameter poros (mm)

τ_a : tegangan lentur diizinkan (kg/mm^3)

K_m : faktor koreksi lenturan

K_t : faktor koreksi puntiran

M : $\frac{\text{beban total}}{2}$ x lebar bearing

e. Pemeriksaan sudut puntir

$$\theta = 548 \frac{T \cdot L}{G \cdot d_s^4} (10)$$

Dimana : Defleksi puntiran maksimum $0,25^\circ$

T : momen Puntir (kg.mm)

L : panjang poros (mm)

G : $8,3 \cdot 10^3 \text{ kg/mm}^2$

d_s : diameter Poros (mm)

f. Perhitungan defleksi maksimum

$$y = 3,23 \times 10^{-4} \frac{F \cdot L_1^2 \cdot L_2^2}{d_s^4 \cdot L} (11)$$

Dimana : F : massa (kg)

d_s : diameter poros (mm)

L : panjang poros (mm)

L_1 & L_2 : jarak ke titik beban (mm)

g. Cara pengujian dengan *solidwork simulation*

Pengujian kekuatan poros dilakukan dengan analisis FEM menggunakan software *cosmos work*.

C. Pemilihan elemen mesin

Ada beberapa kriteria pemilihan elemen mesin rancang bangun mesin pengupas kulit biji kopi :

a. Analisis sproket dan *pulley* pada gigi reduksi

Menurut (Sularso, 1997) rumus untuk menghitung rpm yang terjadi pada output gigi

reduksi setelah dihubungkan dengan poros silinder karet melalui sproket yang dihubungkan oleh rantai.

$$\frac{n_1}{n_2} = \frac{z_2}{z_1} \quad (12)$$

Dimana : n_1 : putaran *pulley* pertama

n_2 : putaran *pulley* kedua

z_1 : jumlah gigi sproket penggerak

z_2 : jumlah gigi sproket

Rumus menghitung *pulley* putaran input gigi reduksi :

$$\frac{n_1}{n_2} = \frac{d_2}{d_1} \quad (13)$$

Dimana : n_1 : putaran *pulley* pertama

n_2 : putaran *pulley* kedua

d_1 : diameter *pulley* penggerak

d_2 : diameter *pulley* yang digerakkan

b. Sabuk V-Belt

Dalam pemilihan sabuk, kecepatan dan panjang sabuk dapat dihitung dengan rumus berikut :

1. Kecepatan sabuk

$$v = \frac{\pi d \times n}{60 \times 1.000} \quad (14)$$

Dimana : v : kecepatan sabuk (m/s)

d : diameter *pulley* motor (mm)

n : putaran motor listrik (rpm)

2. Panjang sabuk

$$L = 2.C + \frac{\pi}{2} (dp + Dp) + \frac{1}{4C} (Dp - dp)^2 \quad (15)$$

Dengan : L : panjang sabuk (mm)

C : jarak sumbu poros (mm)

dp : diameter *pulley* penggerak

(mm)

Dp : diameter *pulley* digerakkan

(mm)

c. Bearing / bantalan

Dibawah ini perhitungan bantalan (Sularso, 2004):

1. Besarnya beban radial yang bekerja :

$$F_r = \frac{102.P}{v} \quad (16)$$

Dimana : v : kecepatan rantai

P : daya yang dipakai

2. Untuk menghitung beban ekuivalen dinamis digunakan rumus :

$$P = X.V. Fr + Fa.Y \quad (17)$$

Dimana : Fr : beban radial (kg)

Fa : beban aksial (kg)

X : faktor beban radial

Y : faktor beban aksial

V : faktor rotasi, cincin dalam berputar = 1

3. Faktor kecepatan

$$f_n = \left[\frac{3.3}{n} \right]^{1/3} \quad (18)$$

4. Faktor umur

$$f_h = f_n \frac{C}{P} \quad (19)$$

5. Umur bantalan

$$L_h = 500 f_h^3 \quad (20)$$

Dimana : C : beban nominal dinamis spesifik

P : beban ekuivalen dinamis

L_h : umur bantalan

n : putaran poros

P : faktor kecepatan, bantalan roll = 10/3

6. Keandalan umur bantalan, jika mengambil 99 % :

$$L_n = a_1 \cdot a_2 \cdot a_3 \cdot L_h \quad (21)$$

Dimana : a_1 : faktor keandalan 99%

a_2 : faktor bahan

a_3 : faktor kerja

d. Sproket

Rantai yang akan dipakai dapat dicari dengan rumus berikut ini:

1. Panjang rantai

$$L_p = \frac{z_1 + z_2}{2} + 2C_p + \frac{[(z_2 - z_1) / 6,28]^2}{C_p} \quad (22)$$

Dimana : L_p : panjang rantai

z_1 : jumlah gigi sproket kecil

z_2 : jumlah gigi sproket besar

C_p : jarak sumbu poros,

ρ : jarak bagi rantai (mm)

2. Kecepatan rantai dapat dihitung dari:

$$v = z_1 \cdot n_1 / 60.1000 \quad (23)$$

Dimana : v : kecepatan rantai (m/s²)

z_1 : jumlah gigi sproket kecil

n_1 : putaran sproket kecil (rpm)

3. Beban yang bekerja pada 1 rantai

$$F = 102 P_d / v \quad (24)$$

Dimana : P_d : daya rencana

v : kecepatan rantai (m/s²)

D. Pengujian Unjuk Kerja dan Nilai Ekonomis Mesin Pengupas

Pengujian unjuk kerja dan perhitungan nilai ekonomis mesin pengupas ini dilakukan setelah mesin tersebut jadi, Perhitungan dan perhitungan ekonomi tersebut meliputi :

1. Kualitas pengupasan

Pengujian kualitas pengupasan dilakukan dengan prosedur sebagai berikut:

a. Menjalankan mesin tanpa beban dengan putaran 1400 rpm.

b. Memasukkan biji kopi dengan kapasitas 10 Kg untuk percobaan awal.

- c. Melakukan pengamatan dengan melihat banyaknya biji kopi yang terkupas dengan baik.
- d. Pengujian dilakukan dengan jarak pisau 7mm dan sudut pisau 45° .

2. Pengamatan

a. Kapasitas mesin

Kapasitas mesin pengupas adalah kemampuan mesin mengolah bahan persatuan berdasarkan pengujian yang dinyatakan dengan kg/jam.

b. Analisis ekonomi

1. Biaya

Biaya operasi meliputi biaya tetap dan tidak tetap dengan asumsi investasi yang digunakan adalah kredit bank. Bunga bank Biaya tetap (BT) dihitung dengan persamaan:

$$BT = D + I \quad (25)$$

D : $(P-S)/N$

I : $(IR \times (P+S)) / 2$

Jadi, biaya perjam dihitung sebagai berikut:

BTJ : $BT / \text{jumlah jam pemakaian mesin}$

Dimana:

BTJ : biaya perjam (Rp/jam)

D : biaya penyusutan alat (Rp/th)

I : bunga Bank (Rp/th)

P : harga beli alat (Rp)

S : harga alat setelah N tahun (Rp)

N : umur alat (tahun)

IR : suku bunga bank tahunan (desimal)

Sedangkan biaya tidak tetap perjam:

$$BTTJ = F + L + R \quad (26)$$

Dimana :

BTTJ : biaya tidak tetap perjam (Rp/jam)

F : biaya listrik (Rp/jam)

L : biaya tenaga kerja (Rp/jam)

R : biaya pemeliharaan alat (Rp/jam)

2. Titik impas

Dalam kondisi titik impas ketiga komponen tersebut diatas akan berlaku titik impas untuk unit sebagai berikut :

$$TC = FC + VC = FC + CX \quad (28)$$

Jika TR: PX

Maka TR : TC atau PX : $FC + CX$

Perhitungan titik impas untuk nilai :

$$BEP = \frac{FC}{1 - \frac{VC}{P}}$$

Dimana :

TC : ongkos total pembelian X produk

FC : ongkos tetap

VC : ongkos variabel t X produk

C : ongkos variabel 1 produk

TR : total pendapatan penjualan X buah

P : harga jual persatuan produk

X : volume produksi

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil

Setelah melakukan analisis dan perancangan yang sesuai dengan metode penelitian yang telah dijelaskan sebelumnya, maka diperoleh data dan hasil :

1) Konsep desain

Konsep desain mesin pengupas meliputi pemilihan metode pengupasan serta analisa mengenai antropometri rata-rata orang Indonesia.

Tabel 1. Ukuran antropometri

No	Ukuran	Jarak
1	Lebar mesin	490
2	Lebar cerobong atas	400
3	Tinggi cerobong	300
4	Tinggi Mmesin	1200
5	Lebar kaki mesin	610
6	Panjang dinding	420
7	Panjang Total mesin	850

2) Analisa pemilihan komponen mesin

Analisa pemilihan komponen mesin yang dilakukan adalah hanya pada komponen utama dari mesin pengupas kulit biji kopi basah.

a) Motor penggerak

Daya diperoleh sebesar 1,5kw yang mana nilai ini

diperoleh dari persamaan (1) samapi (5) dengan

data pendukung massa dan gaya gesek statis

b) Analisa kekuatan poros

Dalam pengupasan kulit biji kopi basah ini, daya yang direncanakan adalah sebesar 2,1kw. Nilai ini diperoleh dari dari persamaan (6) dengan faktor koreksi sebesar 1,4. Karena defleksi puntiran dibatasi sampai $0,25^{\circ}$, maka untuk diameter poros yang dapat digunakan adalah diameter poros 32 mm. Direncanakan juga defleksi maksimum sebesar 0,042mm, dimana nilai ini dihitung dari persamaan (11). Rencana perhitungan diatas diuji dengan simulasi FEM yaitu sebagai berikut:

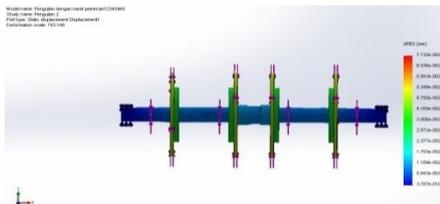
a. Stress

Nilai stress hasil simulasi sebesar 16.7 N/m^2



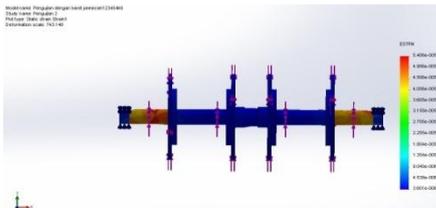
Gambar 1. Nilai stress

- b. *Displacement*
 Diperoleh nilai *displacement* sebesar 0,7 mm



Gambar 2. Nilai displacement

- c. *Straint*
 Nilai *Straint* yang diperoleh sebesar 0,05.



Gambar 3. Nilai straint

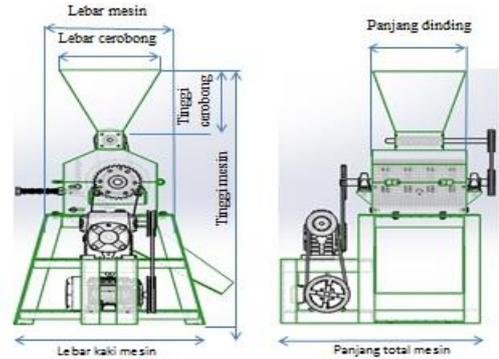
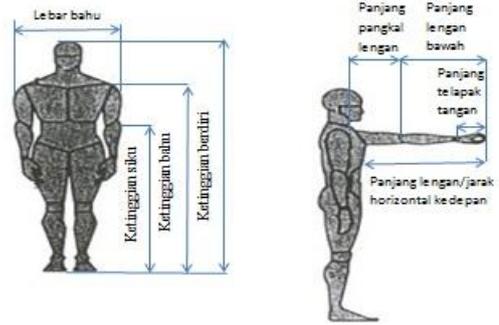
- c) Pemilihan sproket dan *pulley*
 Dari persamaan (12) dan (13) diperoleh nilai putaran input dari gigi reduksi sebesar 4200rpm dan putaran motor penggerak sebesar 1400rpm.

- d) Sabuk *V-Belt*
 1. kecepatan sabuk 15.38 m/s²
 2. Panjang sabuk 114,4 mm

- e) *Bearing* / bantalan
Bearing berfungsi untuk memperlancar putaran poros. Dari persamaan (20) diperoleh umur bearing 5,3tahun untuk perhari kerja yaitu 8jam.

- f) Sproket
 Umumnya sproket digunakan untuk meneruskan putaran. Dari persamaan (23) diperoleh kecepatan sproket sebesar 1,73m/s² dengan beban yang bekerja pada setiap sproket 123,8kg.

- 3) Hasil rancangan dan manufaktur
 Berdasarkan nilai antropometri yang diperoleh, maka hasil dari rancangan sebagai berikut.



Gambar 4. Hasil Rancangan

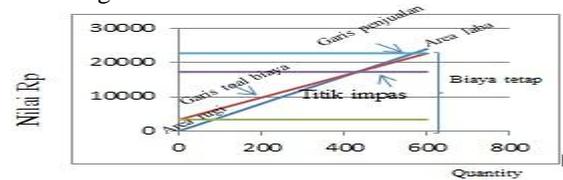
- 4) Hasil pengujian unjuk kerja mesin pengupas
 Dalam hal ini, mekanisme pengupasan kulit biji kopi basah memakai sudut terbaik yaitu 45⁰ dengan jarak 7mm.

Tabel 2. Hasil pengupasan dari sudut silinder pengupas 45⁰ dengan jarak 5, 7 dan 9 mm

Jarak pisau (mm)	Hasil	%
5	Biji kopi pecah	75
7	Biji kopi pecah *	0
9	Biji kopi pecah	0

* Terkupas dengan baik

- 5) Perhitungan ekonomi
 Dari persamaan (25) dan (26) diperoleh biaya tetap perjam Rp.3.328 dan biaya tidak tetap Rp. 19.380. Titik impas Rp.17.288 dengan volume produksi 432kg.



Gambar 5. Grafik titik impas

B. Pembahasan

Metode yang digunakan dalam pemilihan pisau pengupas yaitu *weighted rating method*. Tujuan metode adalah mendapatkan hasil kriteria paling baik. Pada metode silinder karet dari baja dan pisau baja dengan jarak antar pisau 7mm didapatkan biji kopi yang pecah dan biji kopi tersisa didalam pisau,

selanjutnya hasil yang didapatkan pada silinder dari baja dengan jarak antar pisau satu dengan yang lainnya menempel hasilnya pun sama, akan tetapi sisa biji kopi yang tertinggal mulai berkurang. Hasil dari biji kopi pecah itu sendiri dikarenakan bahan dari pengupas yang keras dan kita tahu bahwa karakteristik dari kulit biji kopi itu sendiri sangatlah lunak. Berbeda dengan metode silinder karet dengan pisau dari baja, hasil yang didapat adalah biji kopi terkupas baik tetapi biji kopi masih banyak pecah. Dari beberapa metode diatas dipilih metode silinder karet dan pisau plat baja dengan sudut yang paling baik sebesar 45° dengan jarak pisau ke silinder 7mm.

Berdasarkan studi antropometri, diperoleh dimensi mesin dengan spesifikasi tinggi rangka mesin yaitu 1200 mm ini disesuaikan dengan tinggi bahu 1391 mm dan dipakai lebar kaki mesin 610 mm tersebut agar jarak ke titik tengah mesin hanya sekitar 305 mm. Dengan melihat jangkauan tangan ke depan yaitu 755 mm, maka jangkauan tangan ke depan sangat leluasa dan untuk orang yang memiliki jangkauan tangan pendek dapat menggunakan rancangan ini tanpa harus membungkuk untuk mencapai titik tengah dari corong.

Pada pemilihan elemen mesin, daya motor penggerak didapatkan dari perhitungan adalah 1.5 kw dengan putaran 1400 rpm. Putaran silinder poros yang besarnya 630 rpm. Torsi pada poros sangat mempengaruhi daya yang akan dipakai pada motor, dimana semakin besar torsi dan putaran pada silinder pengupas, maka semakin besar pula daya yang diperlukan. Dengan ditetapkannya daya motor sebesar 1.5 kw dan nilai faktor koreksi yaitu 1.4, maka diketahui daya rencana yaitu sebesar 2.1 kw kemudian daya rencana ini akan dipakai untuk mengetahui momen rencana sehingga besarnya momen rencana yang didapat adalah 3200 kg.mm.

Dari karakteristik poros yang dipakai yaitu dengan baja AISI 1045, didapatkan nilai kekuatan tarik sebesar 58 kg/mm^2 , sehingga setelah dibagi faktor keamanan, maka diperoleh tegangan lentur yang diizinkan yaitu 4.83 kg/mm^2 . Untuk sudut puntir pada poros, besarnya dibatasi yaitu 0.25° . Dengan diameter poros sebesar 32 mm, diperoleh hasil defleksi puntiran yang besarnya tidak melebihi batas maksimum puntiran yang diizinkan yaitu sebesar 0.10° . Selanjutnya jika ditinjau dengan simulasi, diperoleh hasil *displacement* sebesar 0.58 mm, *stress* sebesar $4,5 \text{ kg/mm}^2$ dan *straint* sebesar 0.013. Nilai *stress* ini masih dibawah nilai dari kekuatan tarik, karena besarnya nilai tersebut minimal 10% dari kekuatan tarik yang diizinkan 58 kg/mm^2 .

Motor sebagai penggerak yang menggerakkan *pully* motor kemudian dihubungkan pada gigi reduksi yang seyogyanya gigi reduksi sendiri berfungsi mereduksi putaran. Dipakainya *v-belt* daripada gigi rantai untuk mentransmisikan daya ke gigi reduksi adalah agarsaat daya ditransmisikan dan terjadi hambatan pada saat perputaran gigi reduksi, maka *v-belt* itu sendiri akan terjadi selip dan berguna bagi motor agar motor tidak cepat rusak karena beban berlebihan. Dengan putaran poros dan besarnya diameter *pulley* motor, kecepatan sabuk dapat diketahui yaitu sebesar 15.38 m/s^2 . Batas maksimum kecepatan sabuk yang diizinkan adalah 30 m/s^2 , sehingga sabuk dapat bekerja dengan baik. Untuk jarak sumbu antar poros sebesar 350 mm, maka panjang dari sabuk adalah 114.4 mm dengan nomor nominal sabuk sebesar 44. Selanjutnya untuk mereduksi putaran silinder, digunakan rantai gigi. Ini dilakukan agar saat pengupasan kulit biji kopi tidak terjadi selip apabila terdapat penumpukan biji kopi. Dari perhitungan didapatkan panjang rantai 57 (mata rantai) dan kecepatan rantai 1.73 m/s^2 . Nilai ini didapatkan dari mengambil nomor rantai 40. Diperoleh bantalan dengan umur kerja 5.3 tahun operasi.

Pada pengujian kapasitas mesin, didapatkan jumlah pengupasan biji kopi yaitu 600 kg/jam dengan biaya pokok pengupasa terdiri dari biaya tetap dan biaya tidak tetap. Biaya tetap terdiri dari biaya penyusutan yaitu sebesar Rp.1.666.666/tahun dan bunga modal sebesar Rp.3.449.050/tahun, sehingga biaya tetap perjam adalah sebesar Rp.3.328. Biaya tidak tetap terdiri dari biaya upah tenaga kerja Rp.15.000/jam, biaya pemeliharaan sebesar Rp.1.500/jam dan biaya listrik sebesar Rp.2.880/jam, sehingga biaya tidak tetap perjam sebesar Rp.19.380. Selanjutnya, dengan didapatkannya biaya total, maka untuk mendapatkan titik pulang pokok sebesar biaya total adalah menghitung biaya variabel per unit. Dari perhitungan didapatkan harga jual produk adalah sebesar Rp.40/kg akan menghasilkan titik impas nilai sebesar Rp. 17.288 dan titik impas perunit 432 kg. Artinya dengan kapasitas pengupasan 432 kg/jam dalam 1 jam operasi, nilai yang diperoleh adalah Rp.17.288.

KESIMPULAN

Dari hasil penelitian yang telah dilakukan maka didapatkan kesimpulan sebagai berikut :

1. Tinggi rangka mesin yaitu 1200 mm disesuaikan dengan tinggi bahu 1391 mm dan lebar kaki mesin 610 mm dengan jarak ke titik

- tengah mesin 305 mm disesuaikan dengan jangkauan tangan ke depan yaitu 755 mm.
2. Mesin pengupas ini digerakkan oleh motor daya 1.5 KW dan putaran outputnya sebesar 1400 rpm.
 3. Dengan diameter poros 32 mm diperoleh hasil defleksi puntiran yang besarnya tidak melebihi batas maksimum puntiran yang diizinkan yaitu sebesar 0.10^0 dengan faktor nilai tegangan lentur yang diizinkan sebesar 4.83 kg/mm^2 .
 4. Pada hasil simulasi, diperoleh nilai *displacement* sebesar 0.58 mm, *stress* 45 kg/mm^2 dan *straint* sebesar 0.013. Nilai *stress* yang didapat masih dibawah nilai dari kekuatan tarik yaitu minimal 10% dari 48 kg/mm .
 5. Kecepatan sabuk sebesar 15.386 m/s^2 masih dibawah batas maksimum kecepatan sabuk yang diizinkan adalah 30 m/s^2 , sehingga sabuk dapat bekerja dengan baik dengan jarak sumbu poros sabuk adalah 350 mm dan panjang keliling sabuk adalah 114.4 mm.
 6. Kecepatan rantai adalah 1.73 m/s^2 dengan panjang rantai 57 (mata rantai) dan beban yang bekerja dalam 1 rantai adalah 123.8 kg.
 7. Sudut silinder pengupas kulit biji kopi terbaik adalah pada sudut 45^0 dengan jarak pisau 7 mm.
 8. Pada pengamatan kapasitas mesin, didapatkan jumlah biaya tetap perjam adalah sebesar Rp.3.328 dan biaya tidak tetap perjam sebesar Rp.19.380 serta nilai jual produk adalah sebesar Rp.40 dengan titik impas unit 432 kg dan titik impas dalam nilai sebesar Rp. 17.288

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Arizal, R. (1989). *Bahan Elastomer Industri Barang Jadi Karet (Karet Alam dan Karet Sintetik)*. Latihan Teknologi Barang Jadi Karet, Bogor : Balai Penelitian Teknologi Karet.
- [2] Budnick LD (1993). *Human Factors in Occupational Medicine*. J Occup Med.
- [3] Kotler P. dan G. Armstrong (2001). Prinsip Prinsip Pemasaran. Jilid 1. Jakarta : Penerbit Erlangga.
- [4] LA Van Vlack, Sriati Djafrie (1992). *Ilmu dan Teknologi Bahan*. Jakarta : Erlangga.
- [5] Martadinata dan Sri Mulato (2001). *Kajian teknis dan ekonomis proses produksi bubuk kopi secara komersil*. Makalah disajikan Seminar dan Kongres Perteta, Juli 2001.
- [6] Sutrisno (2000). *Manajemen Keuangan: Teori, Konsep dan Aplikasi*. Yogyakarta : Ekonisia.
- [7] Sri Mulato (1994). *Praktek pengolahan kopi, Bahan kursus pengolahan kopi dan uji citarasa*. Pusat penelitian kopi dan kakau.
- [8] Sularso, Kiyakatsu Suga (1997). *Dasar Perencanaan dan Pemilihan Elemen Mesin*. Pradnya Paramita. Erlangga.
- [9] Wiryosumarto, H dan T. Okumura (2004). *Teknologi Pengelasan Logam*. Cetakan 9. Jakarta : Pradnya Paramita