

RANCANG BANGUN MESIN PENGOLAH BIJI KAKAO MENJADI COKELAT PASTA

**Muh. Rusdi, Luther Sonda,
Jumriadi, Fajar Islam Wahab, Agi Sugi Rahmat**

Abstrak: Mesin ini dibuat untuk memberikan alternatif kepada petani agar biji kakao yang dihasilkan tidak semata-mata dijual dalam bentuk biji kakao kering, akan tetapi dapat diolah menjadi produk makanan atau bahan olahan yang digunakan dalam pembuatan kue sehingga pendapatan petani kakao dapat meningkat. Mesin ini menggunakan media batu untuk menggiling biji kakao menjadi pasta, pasta yang dihasilkan akan diaduk kedalam mesin pengaduk sehingga tekstur yang dihasilkan tidak kasar. Mesin ini menggunakan motor listrik 2 Hp dengan putaran 2880 serta mempunyai kapasitas produksi 15 kg/jam dalam menghasilkan cokelat pasta. Batu yang digunakan berukuran 8 inch dan memiliki putaran 596 rpm.

Kata Kunci: Batu, Biji Kakao, Pasta, Menggiling.

I. PENDAHULUAN

Produksi kakao Indonesia sebagian besar berupa biji kakao kering kemudian diekspor ke negara Jepang, Singapura, Malaysia, serta negara-negara yang berada di benua Amerika dan Eropa. Dari hasil wawancara dengan salah seorang petani kakao yang bernama Hady Nur Andi Pampang yang bernaung dalam kelompok tani Lestari Alam di Kabupaten Luwu, bahwa besarnya produksi kakao tidak berbanding lurus dengan penghasilan petani kakao. Hal ini disebabkan oleh ketergantungan petani terhadap eksportir yang kadang mempermainkan harga kakao dengan alasan bermacam-macam, misalnya mutu rendah, harga turun, produk kakao dunia meningkat, nilai dollar menurun, dan sebagainya. Di sisi yang lain jika petani menahan penjualan biji kakao maka sistem keuangan terganggu.

Untuk mengurangi ketergantungan petani terhadap eksportir kakao maka harus dicarikan jalan keluar selain menjual biji kakao kering, misalnya membuat olahan yang dapat dimakan, atau membuat olahan yang siap digunakan sebagai bahan campuran kue.

Dengan demikian, petani kakao dapat memilih alternatif yang menguntungkan dan tidak terpaksa harus menjual murah biji kakao karena akan membayar upah pekerja. Adapun manfaat dari hasil rancang bangun mesin pengolah biji kakao ini adalah:

1. Terciptanya inovasi pola pikir petani kakao dari menjual biji kakao menjadi produsen makanan dan minuman yang berbahan cokelat yang siap dikonsumsi.
2. Terciptanya lapangan kerja baru yaitu tenaga kerja yang mengolah biji kakao menjadi minuman dan makanan yang bercitarasa cokelat.
3. Meningkatkan pendapatan petani dan kesejahteraan keluarga petani kakao pada umumnya.

Dalam melakukan rancang bangun mesin pengolah biji kakao menjadi cokelat pasta, maka digunakan persamaan-persamaan yang berhubungan dengan desain dimensi dan kekuatan mesin pengolah biji kakao tersebut.

Menentukan putaran pada poros penggiling dapat diketahui dengan menggunakan persamaan berikut:

$$\frac{n_1}{n_2} = \frac{D_p}{d_p} \dots\dots\dots (1)$$

- Dengan: n_1 = Putaran pada poros motor (rpm)
 n_2 = Putaran pada poros penggiling (rpm)
 d_p = Diameter puli penggerak (mm)
 D_p = Diameter puli digerakkan (mm)

Daya yang dibutuhkan pada saat penggilingan dapat diketahui dengan menggunakan persamaan:

$$P_g = F_g \cdot V_b \dots\dots\dots (2)$$

- Dengan: P_g = Daya Penggilingan (Kw)
 F_g = Gaya Gesek (N)
 V_b = Kecepatan Keliling Batu (m/s)

Persamaan yang digunakan untuk mengetahui gaya gesek (F_g) yaitu:

$$F_g = \mu \cdot F_p \dots\dots\dots (3)$$

- Dengan: μ = Koefisien Gesek
 F_p = Gaya Penggilingan (N)

Persamaan yang digunakan untuk mengetahui kecepatan keliling batu yaitu:

$$V_b = \frac{\pi \cdot d \cdot n_2}{60 \cdot 1000} \dots\dots\dots (4)$$

- Dengan: V_b = Kecepatan keliling Batu (m/s)
 d = Diameter Batu (mm)
 n_2 = Putaran pada poros penggiling (rpm)

Persamaan yang digunakan untuk daya yang dibutuhkan dalam menggerakkan batu dan dudukan batu yaitu:

$$P = \frac{T \cdot n_2}{9,74 \cdot 10^5} \dots\dots\dots (5)$$

- Dengan: P = Daya (kw)
 T = Torsi (Kg mm)
 n_2 = Putaran pada poros penggiling (rpm)

Persamaan yang digunakan untuk menentukan torsi (T) pada batu dan dudukan batu yaitu:

$$T = \frac{I \cdot \alpha}{g} \dots\dots\dots (6)$$

- Dengan: I = Momen Inersia (kg m²)
 α = Percepatan Sudut (rad/s²)
 g = Gaya Gravitasi (9,81 m/s²)

Untuk menentukan kecepatan sudut yang terjadi, dapat ditentukan dengan menggunakan persamaan berikut:

$$\omega = \frac{2 \cdot \pi \cdot n_2}{60} \dots\dots\dots (7)$$

- Dengan: ω = Kecepatan Sudut (rad/s)

Setelah kecepatan sudut telah diketahui maka untuk menentukan percepatan sudut dapat diketahui dengan menggunakan persamaan berikut:

$$\alpha = \frac{\Delta \omega}{\Delta t} = \frac{d\omega}{dt} \dots\dots\dots (8)$$

- Dengan: α = Percepatan Sudut (rad/s²)

Daya total yang dibutuhkan diketahui dengan menggunakan persamaan:

$$P = (P_g + P_b + P_{db})$$

- Dengan: P_g = Daya Penggilingan (Kw)
 P_b = Daya Pada Batu (Kw)
 P_{db} = Daya Pada Dudukan Batu (Kw)

Untuk mengetahui besarnya tegangan geser yang terjadi pada baut, maka digunakan persamaan sebagai berikut:

$$\tau_g = \frac{F}{A} \dots\dots\dots (9)$$

$$\tau_g = \frac{4F}{\pi d^2 n} \dots\dots\dots (10)$$

- Dengan: τ_g = Tegangan Geser Baut (N/mm²)
 F = Gaya (N)
 d = Diameter Baut (mm)
 n = Jumlah Baut

Untuk mengetahui tegangan geser izin pada baut, maka digunakan persamaan berikut:

$$\tau_g = 0,5 \cdot \sigma_t \dots\dots\dots (11)$$

- Dengan: σ_t = Tegangan Tarik Bahan (N/mm²)

Adapun perhitungan tegangan geser pengelasan menggunakan persamaan:

$$\tau_g = \frac{F}{0,707 \cdot h \cdot l} \dots\dots\dots (12)$$

- Dengan: τ_g = Tegangan Geser Pengelasan(N/mm²)
 F = Gaya (N)
 h = Tinggi Pengelasan (mm)
 l = Panjang Pengelasan (mm)

Untuk mengetahui tegangan geser izin pada pengelasan, maka digunakan persamaan berikut:

$$\tau_g = 0,5 \cdot \sigma_t \dots\dots\dots (13)$$

- Dengan: σ_t = Tegangan Tarik elektroda (N/mm²)

Untuk mengetahui dimensi pada puli, maka digunakan persamaan berikut.

- a) Mencari diameter luar puli

$$D_{out} = D + 2 \cdot c \dots\dots\dots (14)$$

- Dengan: D_{out} = Diameter Luar Puli (mm)
 D = Diameter Puli Penggerak/Digerakkan (mm)
 C = Konstanta Sabuk V Standar

- b) Mencari diameter dalam puli

$$D_{in} = D_{out} - 2 \cdot e \dots\dots\dots (15)$$

- Dengan: D_{in} = Diameter Dalam Puli (mm)
 e = Konstanta Sabuk V Standar

- c) Mencari lebar pulley

$$B = (Z - 1) \cdot t + 2 \cdot s \dots\dots\dots (16)$$

- Dengan: B = Lebar Puli (mm)
 Z = Jumlah Sabuk V yang digunakan
 s = Konstanta Sabuk V Standar

untuk menghitung panjang sabuk sesuai dengan yang diinginkan dapat menggunakan persamaan dibawah ini (Khurmi, 2005):

$$L = \pi(r_1 + r_2) + 2(x) + \frac{(r_1 - r_2)^2}{x} \dots\dots\dots (17)$$

- Dengan: r_1 = Jari-jari puli penggerak (mm)
 r_2 = Jari-jari puli yang digerakkan (mm)
 x = Jarak antar sumbu poros (mm)

Untuk mengetahui kecepatan keliling pada sabuk dapat menggunakan persamaan berikut:

$$V_s = \frac{\pi \cdot d_p \cdot n_1}{60 \cdot 1000} \dots\dots\dots(18)$$

- Dengan: V_s = Kecepatan keliling Sabuk (m/s)
 d_p = Diameter Puli Penggerak (mm)
 n_1 = Putaran pada poros motor (rpm)

Untuk mengetahui gaya keliling pada sabuk dapat diketahui dengan menggunakan persamaan berikut:

$$F = \beta \cdot F_{rated} \dots\dots\dots(19)$$

- Dengan: β = Faktor beban (1,5 – 2,0)
 F_{rated} = Gaya rata-rata pada sabuk (Kg)

F_{rated} dapat diketahui dengan menggunakan persamaan berikut:

$$F_{rated} = \frac{102 \cdot P}{v_s} \dots\dots\dots(20)$$

- Dengan: P = Daya (Watt)

Untuk mengetahui tegangan maksimal yang terjadi pada sabuk dapat digunakan persamaan berikut:

$$\sigma_{max} = \sigma_o + \frac{F}{2 \cdot A} + \frac{\rho \cdot v^2}{10 \cdot g} + E_b \frac{h}{d_p} \dots\dots\dots(21)$$

- Dengan: σ_o = Tegangan awal sabuk v (kg/cm²)
 F = Gaya keliling sabuk (kg)
 A = Luas Penampang sabuk (cm²)
 ρ = Massa jenis sabuk (kg/cm³)
 v = Kecepatan linear sabuk (cm/s)
 g = Gaya grafitasi (981cm/s²)
 E_b = Modulus Elastisitas bahan sabuk (kg/cm²)
 h = tebal sabuk (cm)
 d_p = diameter pulley kecil (cm)

Untuk menghitung momen rencana pada poros digunakan persamaan berikut:

$$T = 9,74 \cdot 10^5 \frac{P_d}{n_2} \dots\dots\dots(22)$$

- Dengan: p_d = Daya Rencana (Kw)
 n_2 = Putaran Pada Poros Penggiling (rpm)

Tegangan geser yang diizinkan pada poros diketahui dengan menggunakan persamaan berikut:

$$\tau_a = \frac{\sigma_b}{s_{f_1} \cdot s_{f_2}} \dots\dots\dots(23)$$

- Dengan: σ_b = Tegangan Tarik Bahan (kg/mm²)
 s_{f1} = Faktor Keamanan Untuk Bahan (6,0)
 s_{f2} = Faktor Keamanan Untuk Konsentrasi Tegangan Alur Pasak dan Kekasaran (1,3 – 3,0)

Untuk mengetahui diameter poros yang digunakan, dapat diketahui dengan menggunakan persamaan berikut:

$$d_s = \left(\frac{5,1}{\tau_a} Kt Cb T \right)^{\frac{1}{3}} \dots\dots\dots(24)$$

- Dengan: Cb = Faktor koreksi = (1,2 - 2,3)
 Kt = Faktor koreksi = (1,5 - 3,0)
 T = Torsi/Momen Rencana (kg mm)
 τ_a = Tegangan Geser (kg/mm²)

Untuk mengetahui beban ekuivalen bantalan (radial), digunakan persamaan berikut:

$$P = X \cdot V \cdot F_r + Y \cdot F_a \dots\dots\dots (25)$$

- Dengan: P = Beban Ekuivalen Dinamis (kg)
 Fa = beban aksial (kg)
 Fr = beban radial (kg)
X dan Y = Faktor pembebanan (lampiran 8)

- V = Faktor rotasi
 = 1 untuk semua tipe bantalan ketika cincin dalam berputar
 = 1 untuk tipe bantalan self-aligning ketika cincin dalam diam
 = 1,2 untuk semua tipe bantalan kecuali self-aligning ketika cincin dalam diam.

Umur pakai bantalan berdasarkan putaran dapat dihitung dengan persamaan berikut :

$$L = \left(\frac{C}{P}\right)^k \times 10^6 \text{ (dalam putaran)} \dots\dots\dots (26)$$

- Dengan: L = Umur pakai dalam putaran
 C = Beban ijin dinamis (N)
 P = Beban dinamis ekuivalen (N)
 K = Faktor dinamis bantalan, dimana:
 = 3 untuk bantalan bola, dan
 = 10/3 untuk bantalan roller

Hubungan pendekatan antara umur pakai dalam putaran dengan jam kerja pada bantalan (L_h) sebagai berikut:

$$L = 60 \times n \times L_h \text{ (dalam jam)} \dots\dots\dots (27)$$

- Dengan: n = Putaran (rpm)
 Reducer digunakan untuk menurunkan putaran. Untuk menentukan reduksi yang tepat, digunakan rumus dibawah ini:

$$i = \frac{n_1}{n_2} \dots\dots\dots (28)$$

- Dengan: i = Perbandingan reduksi
 n₁ = Putaran input (rpm)
 n₂ = Putaran output (rpm)

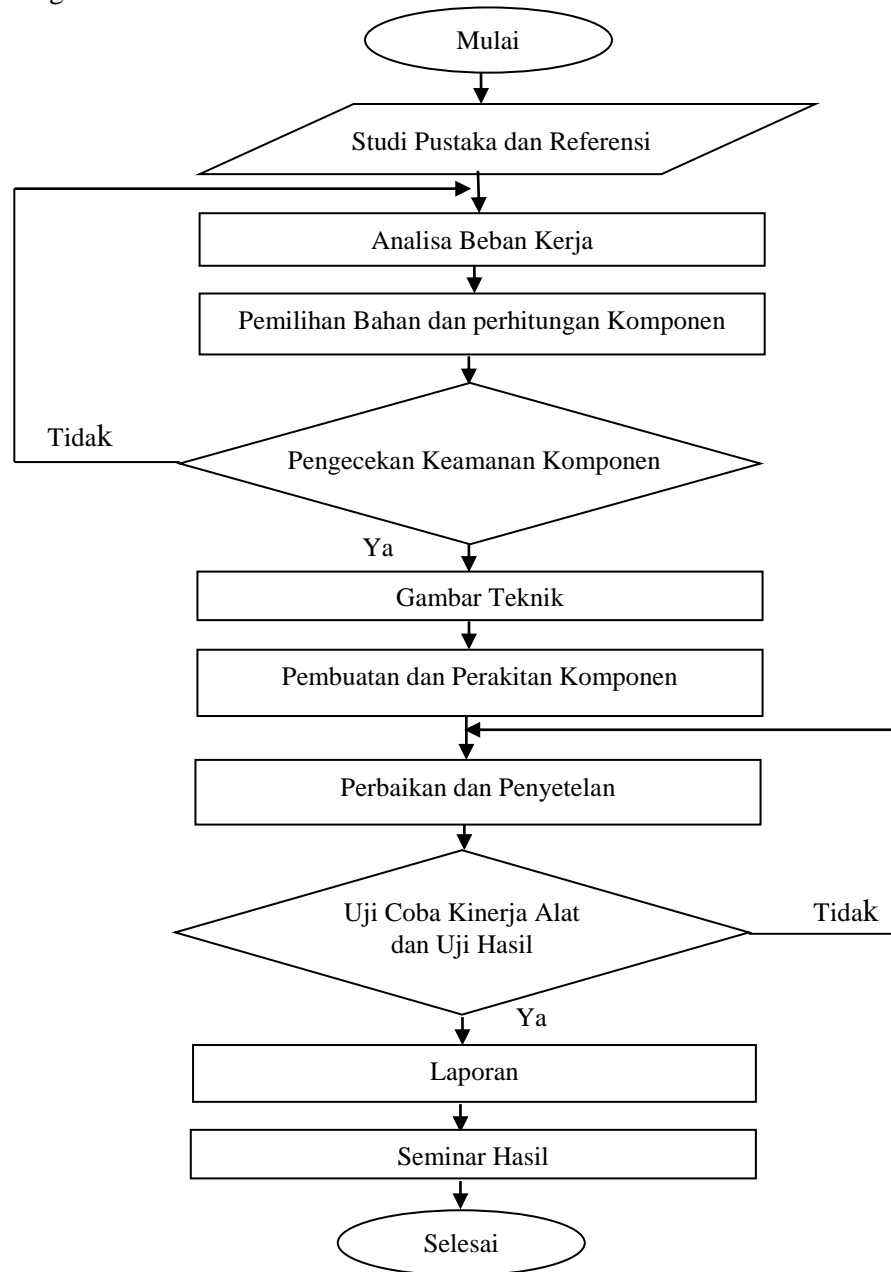
Untuk membuat wadah ini maka digunakan persamaan keliling lingkaran untuk mengetahui berapa panjang plat yang akan diroll.

$$K = 2\pi R \dots\dots\dots(29)$$

- Dengan: K = Keliling Lingkaran (cm)
 R = Jari-jari lingkaran (cm)

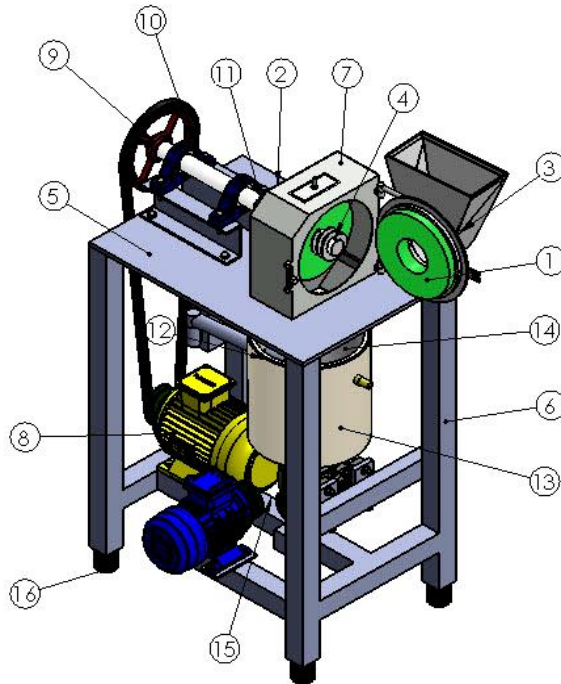
II. METODE PERANCANGAN

Kegiatan pembuatan, dan perakitan mesin ini dilakukan di bengkel mekanik dan bengkel las Politeknik Negeri Ujung Pandang dengan alur kerja sebagai berikut:



Gambar 1. Alur kerja

Dengan alur kerja seperti yang ditunjukkan pada gambar 1, maka akan menghasilkan mesin pengolah biji kakao seperti gambar berikut:



Gambar 2. Desain mesin pengolah biji kakao

Keterangan gambar:

- | | |
|---------------------------|---------------------|
| 1. Batu Penggiling | 9. Puli |
| 2. Poros Penggiling | 10. Bearing |
| 3. Penutup Rumah Gilingan | 11. Dudukan Bearing |
| 4. Spiral | 12. Corong Keluar |
| 5. Alas | 13. Tabung |
| 6. Rangka | 14. Poros Pengaduk |
| 7. Rumah Gilingan | 15. Reducer |
| 8. Motor Penggerak | 16. Karet Penyangga |

Dalam pembuatan mesin pengolah biji kakao ini yang akan kami analisa yaitu skala hasil produksi dari mesin penggiling biji kakao.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Pengujian

Proses pengujian alat ini dilakukan setelah proses perakitan selesai. Pengujian alat ini dilakukan untuk mengetahui seberapa besar kapasitas produksi dari alat tersebut, apakah dapat berfungsi dengan baik sesuai dengan yang diharapkan. Berikut ini adalah beberapa data yang diperoleh dari hasil pengujian:

Tabel 1. Data Pengujian Proses Penggilingan

No.	Percobaan	Kapasitas Masukan (Kg)	Waktu Penggilingan (menit)
1	I	0,5	2,18
2	II	0,5	2,35
3	III	0,5	1,49
Rata-rata			2

Tabel di atas menunjukkan waktu yang dibutuhkan alat ini untuk menggiling biji kakao kering yang telah disangrai. Dari hasil pengujian tersebut diperoleh waktu rata-rata 2 menit untuk menggiling 0,5 kg biji kakao kering yang telah disangrai menjadi pasta.

B. Pembahasan

Pada alat penggiling biji kakao ini menggunakan motor listrik dengan putaran 2880 rpm dengan daya 2 HP, jumlah putaran yang ditransmisikan ke poros penggiling yaitu 596 rpm. Dengan putaran tersebut dapat menggiling biji kakao kering menjadi pasta sebanyak 0,5 kg dengan rata-rata waktu penggilingan 2 menit, sehingga kapasitas produksi dituliskan dalam persamaan sebagai berikut :

$$\begin{aligned}\frac{0,5 \text{ kg}}{2 \text{ menit}} &= 0,25 \text{ kg/menit} \\ &= 0,25 \times 60 = 15 \text{ kg/jam}\end{aligned}$$

Dari perhitungan kapasitas diatas, maka untuk mesin penggiling biji kakao ini memiliki kapasitas produksi sebesar 15 kg/jam.

IV. KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Dari hasil perancangan dan perhitungan perencanaan rancang bangun alat pengolahan biji kakao menjadi coklat batangan ini, maka penulis dapat mengambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Mesin ini hanya dapat menghasilkan pasta yang dapat digunakan sebagai bahan tambah dalam pembuatan kue, untuk membuat produk makanan seperti coklat batangan mesin ini belum mampu karena pasta yang dihasilkan masih memiliki tekstur yang kasar dan tidak halus.
2. Mesin pengolahan biji kakao ini menggunakan motor penggerak dengan daya 2 HP dengan putaran yang ditransmisikan keporos penggiling sebesar 596 rpm dan mesin memiliki kapasitas produksi sebesar 15 kg/jam dalam menghasilkan pasta cokelat.

B. Saran

Setelah melihat perancangan, perencanaan, perhitungan serta kesimpulan pada alat ini, maka penulis ingin memberikan beberapa saran:

1. Untuk mendapatkan tekstur coklat yang halus sebaiknya menggunakan putaran mesin pengaduk diatas 100 rpm dan menggunakan bola besi *stainless* sebagai media pengaduk.
2. Pemilihan dan perancangan mesin memiliki pengaruh dalam menentukan kualitas dan kuantitas hasil yang diinginkan.
3. Mesin ini masih dapat dikembangkan untuk penelitian kedepannya, sehingga dapat menghasilkan produk cokelat yang memiliki cita rasa yang baik dan siap untuk dikonsumsi.

V. DAFTAR PUSTAKA

Achmad, Zainun. 1999. *Elemen Mesin I*. Cetakan 1. Bandung : PT Refika Aditama.

- Arga, 2012. Analisis Perencanaan Mesin, (online), (<https://marsonobejosuwito.files.wordpress.com/2012/06/bab-iii-arga.doc>, Diakses : 4 September 2015).
- Dinas Perkebunan SulSel. 2013. *Areal, Produktivitas dan Petani Perkebunan Rakyat*, (online), (<http://disbun.sulselprov.go.id/kategoridownload-3-angka-tetap.html>, Diakses : 9 Agustus 2015).
- Hadi, 2007. *Spesifikasi Batu Gerinda (Grinding Wheels)*, (online), (<http://darikami.perkakasku.com/2007/09/25/spesifikasi-batu-grinda-grinding-wheels/>, Diakses : 5 Desember 2014).
- Hasbi. 2012. *Ib-IKK Proses Refermentasi Kakao dan Pengolahan Kakao Asalan Menjadi Produk Turunan Dalam Upaya Peningkatan Nilai Tambah Ekonominya*, (online) www.unhas.ac.id/hasbi/...Kakao/Isi_Proposal.doc. Diakses : 26 oktober 2014).
- KBBI. 2015, Kamus Versi Online. (online), (<http://kbbi.web.id>, Diakses : 7 Agustus 2015)
- Pramono, Agus. 2012. Mesin Pengolah Susu Kedelai Kapasitas 30 Kg/jam. Dalam *TEKNIS* Vol.7, No.1 April 2012 : 25 -30. Semarang.
- Retno Utami Hatmi, Sinung Rustijarno, 2012. *Teknologi Pengolahan Biji Kakao Menuju SNI Biji Kakao 01-2323-2008*. Yogyakarta : Kementrian Pertanian.
- Sularso dan Kiyokatso Suga. 1997. *Dasar-Dasar Perencanaan dan Pemilihan Elemen Mesin*. Cetakan 9. Jakarta : Pradnya Paramita.
- Suryanto. 1995. *Elemen Mesin I*. Bandung : Pusat Pengembangan Pendidikan Politeknik Bandung.
- Wikipedia. 2015. *Lingkaran*, (online), (https://id.wikipedia.org/wiki/Lingkaran_lingkaran_9/8/2015, Diakses : 8 September 2015).