

# RANCANG BANGUN MESIN PENGUPAS KULIT ARI BIJI KOPI KAPASITAS 30 KG/JAM

Oleh:

Sukses Marbun <sup>1)</sup>

Berlin Saragih <sup>2)</sup>

Hasballah <sup>3)</sup>

Universitas Darma Agung, Medan <sup>1,2),3</sup>

E-mail:

[sukesmarbun@gmail.com](mailto:suksesmarbun@gmail.com) <sup>1)</sup>

[berlinsaragih@gmail.com](mailto:berlinsaragih@gmail.com) <sup>2)</sup>

[hasballah@gmail.com](mailto:hasballah@gmail.com) <sup>3)</sup>

## ABSTRACT

*Coffee is one of the plantation commodities that has a fairly high economic value compared to other plantation crops and plays an important role as a source of foreign exchange for the country. To produce products that are in accordance with the target market, they must meet the requirements of the Indonesian National Standard (SNI01-2907-2008), where SNI01-2907-2008 is a guarantee for consumers that the products marketed will be obtained from the results of a series of processes that are efficient, productive and environmentally friendly. Observations in the coffee producing area of North Sumatra, namely Parongil Village, Sidikalang Regency, we found problems related to coffee quality. After doing research on the processing process, starting from the initial sequence of the process (sorting) to the finishing process (packaging), we found the main problem causing the decline in coffee quality.*

**Keywords:** *Coffee Beans, Motor Power, Engine Speed.*

## ABSTRAK

Kopi merupakan salah satu hasil komoditi perkebunan yang memiliki nilai ekonomis yang cukup tinggi di antara tanaman perkebunan lainnya dan berperan penting sebagai sumber devisa negara. Untuk menghasilkan produk yang sesuai dengan target pasar harus memenuhi persyaratan Standar Nasional Indonesia (SNI01-2907-2008), dimana SNI01-2907-2008 menjadi jaminan bagi konsumen bahwa produk yang dipasarkan diperoleh dari hasil serangkaian proses yang efisien, produktif dan ramah lingkungan. Berdasarkan observasi di daerah penghasil kopi Sumatra Utara yaitu Desa Parongil, Kabupaten Sidikalang, kami menemukan permasalahan yang berkaitan dengan kualitas kopi. Setelah dilakukan penelitian proses pengolahan, mulai dari urutan awal proses (penyortiran) hingga proses finishing (pengemasan), kami menemukan masalah utama penyebab penurunan kualitas kopi

**Kata Kunci:** *Biji Kopi, Daya Motor, Putaran Mesin.*

## 1. PENDAHULUAN

### 1.1. Latar Belakang Masalah

Kopi merupakan salah satu hasil komoditi perkebunan yang memiliki nilai ekonomis yang cukup tinggi di antara tanaman perkebunan lainnya dan berperan penting sebagai sumber devisa negara. Kopi tidak hanya berperan penting sebagai sumber devisa melainkan juga merupakan

sumber penghasilan bagi tidak kurang dari satu setengah juta jiwa petani kopi di Indonesia

Keberhasilan agrobisnis kopi membutuhkan dukungan semua pihak yang terkait dalam proses produksi kopi pengolahan dan pemasaran komoditas

kopi. Upaya meningkatkan produktivitas dan mutu kopi terus dilakukan sehingga daya saing kopi di Indonesia dapat bersaing di pasar dunia.

Untuk menghasilkan produk yang sesuai dengan target pasar harus memenuhi persyaratan Standar Nasional Indonesia (*SNI01-2907-2008*), dimana *SNI01-2907-2008* menjadi jaminan bagi konsumen bahwa produk yang dipasarkan diperoleh dari hasil serangkaian proses yang efisien, produktif dan ramah lingkungan. Jadi tidak hanya pada tahapan proses dan spesifikasi peralatan kopi saja yang harus didefinisikan dengan jelas agar produknya sesuai dengan *SNI01-2907-2008*, namun penanganan proses produksi dikebun juga harus memperhatikan dan menerapkan prinsip-prinsip cara budidaya yang baik dan benar agar sesuai dengan *SNI01-2907-2008*.

Berdasarkan observasi di daerah penghasil kopi Sumatra Utara yaitu Desa Parongil, Kabupaten Sidikalang, kami menemukan permasalahan yang berkaitan dengan kualitas kopi. Setelah dilakukan penelitian proses pengolahan, mulai dari urutan awal proses (penyortiran) hingga proses finishing (pengemasan), kami menemukan masalah utama penyebab penurunan kualitas kopi. Masalah utama yang kami temukan adalah tidak terkelupasnya kulit ari kopi lapisan ketiga (terakhir) sehingga menyebabkan terjadinya masalah yang lain berupa penurunan kualitas dan nilai jual kopi jenis robusta. Pada kenyataannya proses pengolahan kopi di dusun ini masih menggunakan cara tradisional yaitu dengan di putar sehingga harus menggunakan tenaga ekstra dalam penggunaannya. Namun sayangnya, kulit kopi lapisan ke 3 hanya terkelupas 15% dari 0.5 kg kopi yang diproses, itu pun banyak biji kopi yang hancur.

### **1.2. Rumusan Masalah**

Pada proses pengolahan buah kopi dengan cara manual membutuhkan tenaga ekstra dan waktu yang cukup lama, hasil

kupasan yang belum maksimal dan kandungan kadar air yang berlebihan menyebabkan menurunnya kualitas biji kopi .

Dikarenakan ruang lingkup yang sangat luas untuk dibahas, maka komponen atau elemen-elemen dan rancangan antara lain, meliputi :

1. Menentukan bentuk serta ukuran mesin;
2. Menentukan besar daya motor yang dipakai;
3. Menentukan bahan masing-masing komponen mesin;
4. Menentukan kapasitas produksi pada mesin yang dirancang;
5. Memperhitungkan kekuatan yang menunjang perancangan mesin;
6. Memperhitungkan besar poros, puli dan sabuk pada mesin;
7. Memperhitungkan biaya yang diperlukan dalam perancangan mesin;
8. Perawatan mesin pengupas kulit ari biji kopi.

Pada proses pengolahan buah kopi dengan cara manual membutuhkan tenaga ekstra dan waktu yang cukup lama, hasil kupasan yang belum maksimal dan kandungan kadar air yang berlebihan menyebabkan menurunnya kualitas biji kopi. Dikarenakan ruang lingkup yang sangat luas untuk dibahas, maka komponen atau elemen-elemen dan rancangan antara lain, meliputi :

1. Menentukan besar daya motor yang dipakai;
2. Menentukan bahan masing-masing komponen mesin;
3. Menentukan kapasitas produksi pada mesin yang dirancang;
4. Memperhitungkan kekuatan yang menunjang perancangan mesin;
5. Memperhitungkan besar poros, puli dan sabuk pada mesin;
6. Memperhitungkan biaya yang diperlukan dalam perancangan mesin;
7. Perawatan mesin pengupas kulit ari biji kopi.

### **1.3. Batasan Masalah**

Karena luasnya permasalahan yang ada dalam satu rancangan, maka penulis perlu membatasi masalah yang akan dibahas dalam laporan tugas akhir ini. Mengingat juga keterbatasan waktu, kemampuan, dan pengalaman dalam perancangan mesin pengupas kulit ari biji kopi, maka yang akan dibahas dalam penyusunan tugas akhir ini meliputi:

1. Kapasitas produksi minimal 30/jam;
2. Mengetahui bagaimana proses pengupas kulit ari biji kopi;
3. Perancangan konstruksi mesin pengupas kulit ari biji kopi;
4. Prinsip kerja dan perhitungan komponen utama mesin;
5. Analisa biaya;
6. Gambar assembling dan gambar kerja mesin.

### 1.3 Manfaat Tugas Akhir

Adapun manfaat dari tugas akhir ini adalah

1. Bagi penulis sendiri agar dapat mengembangkan ilmu yang didapat baik secara teori maupun praktik khususnya dalam bidang perancangan, pembuatan mesin dan melakukan uji coba mesin;
2. Pelajar, baik ditingkat menengah maupun perkuliahan sebagai bahan informasi pendukung untuk menambah pengetahuan dan wawasan memahami cara kerja mesin pengupas kulit ari biji kopi dan cara merancang nya;
3. Masyarakat/Industri kecil
  - a. Menghemat tenaga dan waktu dalam proses pengupasan sehingga dapat meningkatkan produktifitas hasil kupasan;
  - b. Memudahkan hasil proses pengupasan, karena tidak memerlukan keahlian khusus;
  - c. Menghasilkan hasil kupasan dengan mutu dan kualitas yang baik.

Manfaat Penelitian ini adalah:

- a. Untuk pengusaha Objek Wisata sebagai instrument untuk mengukur kepuasan

wisatawan di objek wisata melalui Program Sapta Pesona dan Fasilitas Wisata

- b. Menambah Ilmu di Bidang Kepariwisata
- c. Dapat mengembangkan potensi yang bersumber dari alam, social, budaya ataupun ekonomi guna memberikan kontribusi bagi pemerintah daerah sekaligus meningkatkan pendapatan masyarakat

## 2. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1. Teori Dasar

Kopi merupakan salah satu jenis tanaman perkebunan yang sudah lama dibudidayakan dan memiliki nilai ekonomis yang lumayan tinggi. Konsumsi kopi dunia mencapai 70% berasal dari spesies kopi *arabika* dan 26% berasal dari spesies kopi *robusta*. Kopi berasal dari Afrika, yaitu daerah pegunungan di Etopia. Namun, kopi sendiri baru dikenal oleh masyarakat dunia setelah tanaman tersebut dikembangkan di luar daerah asalnya, yaitu Yaman di bagian selatan Arab, melalui para saudagar Arab.

Kata kopi sendiri awalnya berasal dari bahasa Arab: *qahwah* yang berarti kekuatan, karena pada awalnya kopi digunakan sebagai makanan berenergi tinggi.. Kata *qahwah* kembali mengalami perubahan menjadi *kahveh* yang berasal dari bahasa Turki dan kemudian berubah lagi menjadi *koffie* dalam bahasa Belanda. Penggunaan kata *koffie* segera diserap ke dalam bahasa Indonesia menjadi kata kopi yang dikenal saat ini.



Gambar 2.1 Tanaman Kopi

(Sumber:  
<https://rebanas.com/gambar/images>)

## 2.2 Biji Kopi

Biji kopi adalah biji dari tumbuhan kopi dan merupakan sumber dari minuman kopi. Warna bijinya adalah putih dan sebagian besar berupa *endosperma*. Setiap buah umumnya memiliki dua biji. Buah yang hanya mengandung satu biji disebut dengan *peaberry* dan dipercaya memiliki rasa yang lebih baik.



Gambar 2.2. Biji Kopi

## 2.3. Kopi Arabika

Kopi arabik berasal dari spesies pohon kopi (*coffea arabica*) kopi jenis ini yang paling banyak diproduksi yaitu sekitar lebih dari 60 persen produk kopi dunia, tinggi pohon kopi ini antara 4 hingga 6 meter, yang berdaun kecil, halus mengkilap, panjang daun 12-15 cm x 6 cm.

## 2.4. Kopi Robusta

Kopi robusta berasal dari spesies pohon kopi (*coffea canephora*) tinggi pohon kopi ini sekitar 12 meter, yang berdaun besar, mengkilap.



Gambar 2.3 Pohon Biji Kopi

Cara pengolahan kopi ada dua macam,

146

yaitu:

1. Pengolahan kering yang hasil pungutan langsung dijemur selama 10-14 hari, kalo ternyata buah kopi sudah kering, kopi disimpan sebagai kopi

2. Pengolahan basah kopi dari kebun dipisahkan yang masak, yang hijau dan yang kering, seperti terlihat pada Gambar 2.4. Kopi yang masak itu kemudian dimemarkan dengan cara ditumbuk dan sebelum di tumbuk dibasahi dahulu untuk memudahkan pememarkan, setelah kulit terlepas, biji-biji kopi direndam dalam air selama 3-6 hari. Sesudah itu biji kopi yang masih berkulit ari dibersihkan lalu dijemur, setelah kopi kering kemudian di tumbuk lagi agar kulit arinya lepas, lalu ditampi, seperti terlihat pada



Gambar 2.4 Buah Kopi Yang Sudah Masak



Gambar 2.5 Biji Kopi Yang Masih Berkulit Ari

## 2.5. Menentukan Kapasitas

Untuk menentukan kapasitas yang diproduksi mesin khususnya mesin pengupas kulit ari biji kopi maka dipengaruhi beberapa faktor di antaranya



adalah banyaknya jumlah biji kopi yang tekupas kulit arinya, lajunya atau kecepatan kupasan kulit ari pada kopi. Hubungan antara banyaknya kupasan kulit ari kopi dengan laju atau kecepatan pengupas kulit kopi dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$Q = m \times n \text{ (kg/jam)}$$

Dimana : Q = kapasitas biji kopi (kg/jam)

m = massa biji kopi untuk satu

kali putaran tekupas (kg)

n = frekuensi pengupasan biji

kopi (jumlah kupasan/jam)

## 2.6. Perencanaan daya motor

Motor berfungsi untuk memutar poros pemutar mesin pengupas dan sumber penggerak utama dalam proses pengupasan kulit ari biji kopi.



Gambar 2.6 Motor Listrik  
(Sumber ; Tokopedia.com)

Daya motor dapat dihitung dengan menggunakan rumus :

$$P = T \times \omega$$

Dimana :

T = Torsi (kg/mm)

P = Daya motor (Hp)

$\omega$  = Kecepatan sudut

$$\omega = \frac{2\pi n_1}{60}$$

$n_1$  = Putaran motor (rpm)

Maka daya rencana yang dibutuhkan,

$$Pd = \quad = \quad fc \quad x$$

p.....(Sularso, Elemen Mesin, 1991, Hal 7)

Dimana :

Pd = Daya yang dibutuhkan (Hp)

fc = Faktor koreksi, diambil 1,5

P = Daya Motor (Hp)

## 2.7. Perencanaan Poros

Poros berfungsi untuk memutar poros pengupas kulit ari biji kopi diameter poros harus benar-benar di perhitungkan dan dibuat dari bahan yang cukup kuat, bahan yang digunakan pada pembuatan poros ini adalah besi ST 37.

Diameter poros yang sesuai dapat dihitung dengan persamaan-persamaan sebagai berikut:

Momen punter rencana,

$$T = 9,74 \times 10^5 \cdot \frac{Pd}{n_1}$$

.....(Sularso, Elemen Mesin, 1991, Hal 7)

Dimana :

T = Torsi (kg. mm)

Pd = Daya rencana

$n_1$  = Putaran Motor (rpm)

Mencari Tegangan Geser,

$$\tau_a = \frac{\sigma_B}{Sf_1 \times Sf_2} \dots\dots\dots$$

.....(Sularso, Elemen Mesin, 1991, Hal 7)

Dimana :

$Sf_1$  = Faktor keamanan untuk besi,

$Sf_2$  = Faktor keamanan besi dengan alur pahat,

$\sigma_B$  = Faktor koreksi untuk tumbukan,

$$\tau_a = 4,86 \text{ kg/mm}^2$$

Untuk diameter poros yang diizinkan :

$$ds = \left[ \frac{5,1}{\tau_a} Kt \cdot Cb \cdot T \right]^{1/3}$$

.....(Sularso, Elemen Mesin, 1991, Hal 8)

## 2.8. Perencanaan Sabuk

Jenis sabuk yang digunakan adalah sabuk V, Berfungsi Sebagai alat pentransmisi daya motor penggerak terhadap poros. Untuk mengetahui diameter poros digunakan rumus sebagai berikut :

$$\frac{n_1}{n_2} = \frac{Dp}{dp}$$

.....(Sularso, Elemen Mesin, 1991, Hal 166)

Dimana :

$n_1$  = Putaran motor penggerak

(rpm)

$n_2$  = Putaran poros yang digerakkan (rpm)

$D_p$  = Diameter puli yang digerakkan (mm)

$d_p$  = Diameter puli penggerak (mm)

Untuk mendapatkan jarak sumbu poros yang benar perlu diketahui panjang sabuk, yang dihitung dengan rumus :

$$L = 2C + \frac{\pi}{2} (d_p + D_p) + \frac{1}{4c} (D_p - d_p)^2$$

..(Sularso, Elemen Mesin, 1991, Hal 170)

$$C = \frac{b + \sqrt{b^2 - 8(D_p - d_p)^2}}{8}$$

.....(Sularso, Elemen Mesin, 1991, Hal 170)

Dimana :

$C$  = Jarak sumbu poros (mm)

$D_p$  = diameter puli yang digerakkan (mm)

$d_p$  = diameter puli penggerak (mm)

$L$  = panjang sabuk (mm)

Tegangan sisi Tarik  $T_1$  dan sisi kendur  $T_2$  dapat dihitung dengan rumus :

$$\frac{T_1}{T_2} = e^{\mu \cdot \theta}$$

Dimana :

$T_1$  = tegangan sisi tarik (N)

$T_2$  = teagangan sisi kendur (N)

$e$  = bilangan alam ( $e = 2,71$ )

$\mu$  = koefisien gesek

## 2.9. Perencanaan Bantalan

Bantalan berfungsi sebagai dudukan poros dan untuk mendukung poros akibat daya tending sabuk dan beban yang diberikan terhadap poros. Jenis bahan yang digunakan pada pembuatan bantalan ini adalah baja paduan tahan aus yang memiliki komposisi 3,2 – 3,6 % C, 2,2 -2,4 % Si, 0,6 – 0,9 Mn, dan memiliki struktur pearlit dengan grafit normal ( $H_B = 170-229$ ). Beban radial bantalan dapat dihitung dengan rumus :

$$Pr = X.V.Fr + Y.F_a \dots \dots \dots (Sularso, Elemen Mesin, 1991, Hal 136)$$

Dimana :

$Pr$  : Beban ekuivalen dinamis (kg)

$X$  = Faktor koreksi untuk beban radial = 1

$Fr$  = Beban radial (kg)

$V$  = Faktor koreksi putar = 1,2

Untuk mencari factor kecepatan :

$$fn = \left(\frac{33.3}{n}\right) \dots \dots \dots (Sularso, Elemen Mesin, 1991, Hal 136)$$

Dimana :

$fn$  = factor kecepatan

$n$  = Putaran poros (rpm)

Untuk mencari factor umur bantalan,

$$F_h = F_n \frac{c}{Pr}$$

.....(Sularso, Elemen Mesin, 1991, Hal 136)

Dimana :

$c$  = Kapasitas dinamik spesifik

$Pr$  = beban ekuivalen

Umur nominal bantalan :

$$L_h = 500 f_n^3$$

$$L_n = \dots \dots \dots =$$

a1.a2.a3.Lh..... (Sularso, Elemen Mesin, 1991, Hal 136)

Dimana :

$L_h$  = umur nominal bantalan

$L_n$  = faktor keandalan

$a_1$  = faktor beban

$a_2$  = faktor beban,

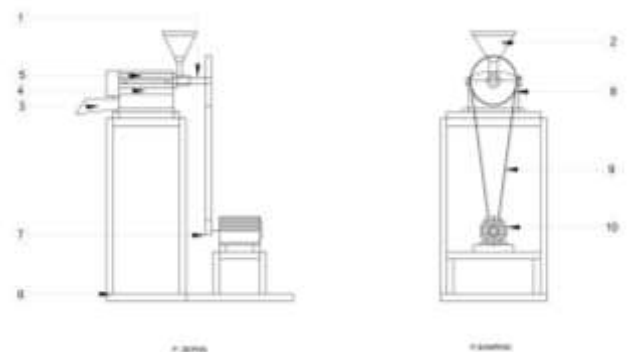
$a_3$  = faktor kerja

## 3. METODE PELAKSANAAN

Pada bab ini pembahasan lebih difokuskan kepada tujuan utama Rancang bangun mesin pengupas kulit ari biji kopi dengan kapasitas 30 Kg/Jam.

### 3.1. Perencanaan

#### Kontruksi Mesin yang Dirancang



Gambar 3.1 Konstruksi mesin Pengupas Kulit Ari Biji Kopi

Keterangan :

1. Poros
2. Corong Masuk
3. Corong Keluar
4. Huller
5. Mata Pisau
6. Rangka
7. Puli Penggerak
8. Puli Digerakkan
9. Sabuk
10. Motor Listrik

### 3.2. Perencanaan dan Perancangan Menentukan Kapasitas

Mesin pengupas kulit ari biji kopi dirancang dengan kapasitas yang telah ditentukan 40 Kg/jam. Untuk menentukan kapasitas yang diproduksi mesin khususnya mesin pemecah kemiri menggunakan rumus sebagai berikut:

$$Q = m \times n \text{ (kg/jam)}$$

Di mana : Q = kapasitas mesin (kg/jam)

m = massa biji kopi untuk satu kali putaran (kg)

n = frekwensi pengupasan kulit ari biji kopi (jumlah pengupasan per jam)

$$Q = \frac{30}{\text{jam}} \times \frac{1 \text{ jam}}{60 \text{ menit}}$$

$$= 0,5 \text{ kg/menit}$$

$$= 500 \text{ gram/menit}$$

Diketahui biji kopi yang muat di dalam huller adalah 551 biji kopi, dimana untuk mengupas 551 biji kopi tersebut dibutuhkan putaran sebanyak 6 kali putaran agar dapat mengupas kulit ari kopi tersebut. Dimana 500 gram biji kopi terdapat 575 kulit ari biji kopi. Maka untuk mengupas kulit ari biji kopi dengan berat 500 gram dibutuhkan sebanyak 12 putaran agar dapat mengupas kulit ari biji kopi. Maka :

$$n_2 = 12 \text{ putaran} \times 60 = 720 \text{ (rpm)}$$

### 3.2. Menentukan Daya Motor

Daya motor penggerak total ( $P_{\text{total}}$ )

Jadi untuk perhitungan daya motor penggerak total mesin pengupas kulit ari biji kopi adalah:

$$P_{\text{total}} = P_1 \text{ (perangkat)} + P_2 \text{ (Pengupas)}$$

## 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

### 4.1. Pembahasan Hasil Uji Coba Mesin

Setelah melakukan pengujian terhadap cara kerja dan fungsi dari mesin maka perlu dilakukan analisa sebagai berikut :

- a. Proses pengupasan dan pemisahan tidak berjalan dengan lancar karena banyaknya jumlah kopi yang di masukkan sehingga mempengaruhi hasil kupasan serta hasil pemisahan biji kopi dari kulitnya.
- b. Jarak antara diameter *screw* dengan dinding terlalu sempit, sehingga biji kopi banyak yang hancur.

Kesimpulan dari hasil pengujian adalah :

- a. Penuangan buah kopi ke dalam *huller* harus secara bertahap dengan kuantitas yang tidak terlalu banyak.
- b. Pengaturan celah antara dinding dengan *screw* harus berkisar lebih dari diameter kopi, agar mengurangi adanya kopi yang hancur.

## 5. SIMPULAN

Setelah merencanakan dan melakukan penelitian terhadap “ mesin pengupas kulit ari kopi dengan kapasitas 30 kg/jam” maka penulis dapat menarik kesimpulan sebagai berikut :

1. Mesin pengupas kulit ari biji kopi ini merupakan salah satu alat yang mendukung proses pengolahan biji kopi menjadi bubuk kopi oleh masyarakat kalangan kecil dan usaha – usaha rumahan untuk menunjang kapasitas produksi tersebut.
2. Adapun spesifikasi mesin sebagai berikut :
  - a. Kapasitas dan Putaran Mesin
    - Kapasitas = 30 (kg/jam)
    - Daya putaran ( $n_2$ ) = 600 (rpm)
  - b. Dimensi Mesin

- Panjang (mm) = 640
  - Lebar (mm) = 380
  - Tinggi (mm) = 400
  - Berat =  $\pm$  100 (kg)
  - c. Daya motor
    - Jenis Penggerak Motor Listrik
    - Kapasitas = 1 Hp (1400 rpm)
  - d. Poros
    - Panjang poros (mm) = 22
    - Bahan poros = S35 C-D
    - Kekuatan tarik (kg/mm<sup>2</sup>) = 53
  - e. Sabuk
    - Panjang sabuk (mm) = 965
    - Jarak sumbu poros = 312,96 (mm)
    - Kecepatan Linier Sabuk = 4,6 (m/s)
3. Kelebihan dari mesin pengupas kulit ari biji kopi ini mampu mengupas lapisan kulit ari I hingga lapisan kulit ari ke III sehingga meningkatkan kualitas dan harga jual kopi dipasaran.

#### Saran

1. Mesin masih ada kemungkinan untuk dilakukan modifikasi guna memenuhi kebutuhan baik kualitas, higienitas dan kapasitas biji kopi robusta.
2. Bahan – bahan untuk memodifikasi mesin harus melalui pertimbangan kekuatan, harga, biaya pengerjaan, biaya perakitan dan pemeliharaan.
3. Motor listrik yang digunakan sebaiknya disesuaikan berdasarkan hasil eksperimen yang telah dilakukan.
4. Dalam proses perancangan mesin diperlukan pemahaman masalah terutama landasan teori yang digunakan.
5. Judul Tugas Akhir sebaiknya terarah pada masalah yang timbul guna

memudahkan dalam pembatasan masalah dan proses perancangan.

6. Agar proses pengupasan berlangsung lancar maka dalam memasukan biji kopi kering kedalam *huller* dilakukan secara bertahap.

#### 6. DAFTAR PUSTAKA

1. Joseph E. Shigley, Larry D. Mitchell, Ir. Gandhi Harahap M.Eng, 1984, “Perencanaan Teknik Mesin” Edisi Keempat, Jilid II, Penerbit Erlangga, Jakarta
2. Khurmi R. S. dan Gupta, JK. 1980. A Text Book of Machine Design. New Delhi: Erlangga
3. Sularso dan Suga, Kiyokatsu, 1991. “Dasar Perencanaan Pemilihan Elemen Mesin” Jakarta. Erlangga
4. Umar Sukrisno, 1986, “Bagian – Bagian Mesin dan PeErncanaan, erlangga, Jakarta.