

## KAJIAN DASAR PERANCANGAN MESIN PENGUPAS KULIT ARI PADA BIJI JAGUNG

Husen Asbanu<sup>1</sup>, Yefry Chan<sup>2</sup>, Ade Supriatna<sup>3</sup>

<sup>1,2</sup>Dosen Program Studi Teknik Mesin Universitas Darma Persada

<sup>3</sup>Dosen Program Studi Teknik Industri Universitas Darma Persada

### ABSTRAK

*Potensi pemanfaatan pangan lokal berupa jagung harus di budidaya guna mengantisipasi masa transisi pandemi Virus Corona 19 yang makin mengedihkan, sehingga perlu menciptakan mekanisme teknologi tepat guna dalam mengolah pangan lokal bagi masyarakat dalam meningkatkan kualitas dan kuantitas konsumsi pangan jagung selama masa transisi pandemi. Hasil aneka olahan jagung dapat memperkuat ketahanan pangan lokal ini dengan bermacam-macam hasil olahan jagung seperti, jagung borse, jagung katemak, jagung titi dan nasi jagung. umumnya pembuatan jagung borse secara manual dengan cara menumbuk biji jagung didalam wadah (lesung) selama waktu 14 menit sehingga timbul gesekan antara poros, lesung dan biji jagung dalam lesung guna mengeluarkan kulit ari biji jagung. Mesin ini dapat di desain dengan ukuran panjang 1350 mm x lebar 500 mm x tinggi 1100 mm, diameter poros engkol penggerak mekanisme pengupas 80 mm serta diameter poros pengupas 110 mm. Motor penggerak dengan daya dari perhitungan sebesar 154.8 Watt, dengan kecepatan putaran poros engkol 350 Rpm dan kecepatan poros pengupas 123 m/sec dengan tegangan gesek poros pengupas sebesar 16 N/m untuk menggerakkan mesin pengupas kulit ari jagung dengan kapasitas 5 kg.*

**Kata Kunci :** *Kajian dasar desain mesin, mekanisme pengupas kulit ari biji jagung*

### 1. PENDAHULUAN

Peningkatan produksi jagung yang terjadi pada beberapa tahun terakhir juga menunjukkan ketahanan pangan masyarakat akan lebih kondusif dibanding tahun sebelumnya. Selain sebagai bahan makanan pokok, juga sebagai bahan makanan pengganti atau suplemen bagi sebagian besar masyarakat pedesaan. Jagung di konsumsi dalam bentuk jagung basah, jagung kering pipilan. Bentuk yang paling banyak dikonsumsi rumah tangga di perkotaan adalah jagung basah (di rebus muda), sedang dipedesaan jagung pipilan diolah menjadi jagung borse dan jagung ketemak (khas Nusa Tenggara Timur), nasi jagung dan emping jagung. Untuk meningkatkan kualitas konsumsi pangan jagung perlu diperhatikan, proses pengolahannya sehingga tidak memerlukan waktu yang lama, produk olahannya mempunyai cita rasa dan penampilan menarik, aman untuk dikonsumsi dan pengemasannya menarik. Hasil aneka olahan jagung dapat memperkuat ketahanan pangan NTT. Terdapat bermacam-macam hasil olahan jagung di NTT seperti, jagung borse, jagung katemak, jagung titi dan nasi jagung.

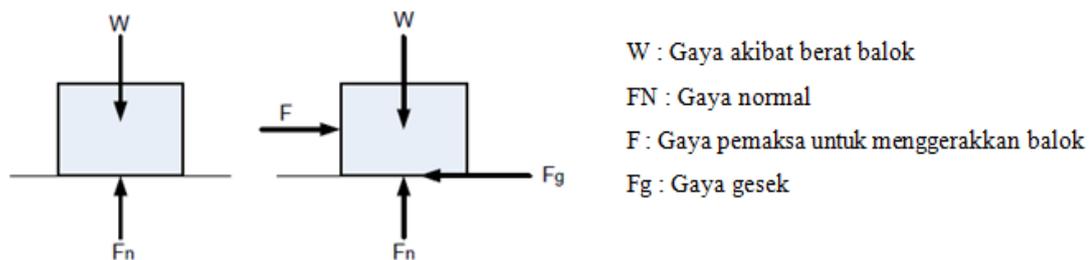
Upaya pengupasan kulit ari biji jagung sampai saat ini masih dilakukan secara manual sehingga perlu adanya suatu alat yang bekerja secara otomatis dalam meningkatkan proses pembuatan makanan jagung dalam meningkatkan kualitas dan kuantitas produk pangan. Umumnya proses pengupasan kulit ari jagung masih manual oleh manusia dengan cara menumbuk biji jagung didalam wadah (lesung)

selama waktu 14 menit guna menghasilkan hasil kupasan sekitar 1kg sehingga hal ini sangat merepotkan bila proses dilakukan secara manual. Hal inilah yang mendasari peneliti untuk meneliti mekanisme yang tepat dalam meningkatkan proses pengolahan jagung.

## 2. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1. Gaya Gesek dan Koefisien Gesek

Tidak ada permukaan benda yang benar-benar sempurna tanpa gesekan. Jika dua buah permukaan saling kontak akan timbul gaya gesekan antara permukaan tersebut., Gaya gesek ( $F_g$ ) merupakan gaya yang sejajar permukaan yang melawan pergeseran benda. Ada 2 jenis gesekan : Gesekan kering (gesekan coulomb) Gesekan basah (fluida). Fokus pembahasan pada gesekan kering



Gambar 1. Diagram benda bebas gaya gesek

Gesekan timbul akibat persentuhan dari dua permukaan benda. Permukaan benda yang kasar akan menimbulkan gaya gesekan yang besar. Dengan demikian, besar kecilnya gaya gesekan yang ditimbulkan bergantung pada kasar-halusnya suatu permukaan benda yang dinyatakan dalam konstanta koefisien gesekan. Koefisien gesekan dibagi menjadi dua, yaitu koefisien gesekan statis dan koefisien gesekan kinetis. Koefisien gesekan statis besarnya selalu lebih besar daripada koefisien gesekan kinetis. Ini dapat dibuktikan pada saat mendorong mobil yang berada dalam keadaan diam (statis) akan lebih sulit jika dibandingkan dengan mendorong mobil yang sudah dalam keadaan bergerak.

$$\Sigma F = m \cdot a \rightarrow F - f = m \cdot a \quad (1)$$

$$f = \mu \cdot N \quad (2)$$

$\mu$  = koefisien gesek

$$a = (F - f) / m \quad (3)$$

### 2.2. Poros

Poros harus didesain dengan kuat dimana kekakuan porosharus menerima beban lentur atau defleksi akibat putaran yang lebih besar, Jika suatu mesin putarannya dinaikkan maka pada suatu harga putaran tertentu dapat terjadi getaran yang luar biasa. Putaran ini disebut putaran kritis, putaran kerja harus lebih kecil dari putaran kritis ( $n < n_s$ ). Korosi, Perlindungan terhadap korosi untuk kekuatan dan daya tahan terhadap beban. Perencanaan material poros dapat disesuaikan dengan kondisi operasi, baja konstruksi mesin, baja paduan dengan engerasan kulit tahan terhadap keausan, baja krom, nikel, baja krom molibden dan lain-lain.

Tegangan bahan yang diizinkan :

$$\sigma_a = \frac{\sigma}{(S_{f1} \cdot S_{f2})} \tag{4}$$

Ket :  $\sigma_a$  :Tegangan yang diizinkan (Nm<sup>2</sup>)                       $\sigma$  : Kekuatan tarik (Nm<sup>2</sup>)  
 $S_{f1}, S_{f2}$ : Faktor keamanan

Daya rencana :

$$P_d = fc \cdot P \text{ (kW)} \tag{5}$$

Keterangan :  
 $P_d$  : Daya rencana       $P$  : Daya nominal (kW)

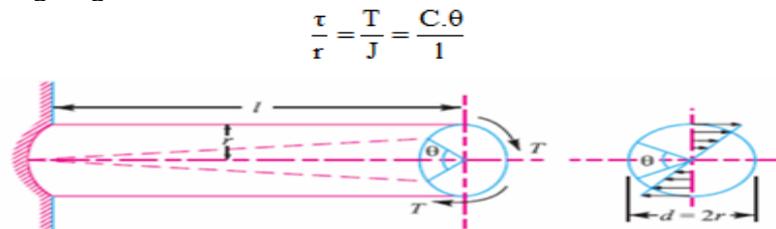
Torsi pada poros

$$T = 9.74 \times 10^5 \frac{P_d}{n_1} \tag{6}$$

Keterangan :  
 $T$  = Momen putar/Torsi                       $n_1$  : putaran poros (rpm)

**2.3. Torsi**

Tegangan Geser Torsi. Ketika bagian mesin menerima aksi dua kopel yang sama dan berlawanan dalam bidang yang sejajar (atau momen torsi), kemudian bagian mesin ini dikatakan menerima torsi. Tegangan yang diakibatkan oleh torsi dinamakan tegangan geser torsi. Tegangan geser torsi adalah nol pada pusat poros dan maksimum pada permukaan luar. Akibat torsi, setiap bagian yang terpotong menerima tegangan geser torsi.



Gambar 2 .Tegangan geser torsi

Dengan  $\tau$  = Tegangan geser torsi pada permukaan luar poros atau Tegangan geser maksimum.  
 $r$  = Radius poros,  $T$  = Momen puntir atau torsi,       $J$  = Momen inersia polar, ,  
 $l$  = Panjang poros,       $\theta$  = Sudut puntir dalam radian sepanjang  
 $C$  = Modulus kekakuan untuk material poros

Catatan:

1. Tegangan geser torsi pada jarak  $x$  dari pusat poros adalah:

$$\frac{\tau_x}{x} = \frac{\tau}{r} \tag{7}$$

$$\frac{T}{J} = \frac{\tau}{r} \text{ atau } T = \tau \frac{J}{r} \tag{8}$$

Jadi desain sebuah poros untuk kekuatan, persamaan diatas bisa digunakan. Daya yang ditransmisikan oleh poros (dalam watt) adalah:

$$P = \frac{2\pi N T}{60} = T\omega \quad (9)$$

#### 2.4. Bantalan/Bearing

Bantalan merupakan salah satu bagian dari elemen mesin yang memegang peranan cukup penting karena fungsi dari bantalan yaitu untuk menumpu sebuah poros agar poros dapat berputar tanpa mengalami gesekan yang berlebihan. Bantalan harus cukup kuat untuk memungkinkan poros serta elemen mesin lainnya bekerja dengan baik. Pada umumnya bantalan dapat diklasifikasikan menjadi dua bagian yaitu:



Gambar 3. Bantal/Bearing

##### 2.4.1. Perhitungan Bantalan

Beban ekuivalen dapat di hitung menggunakan persamaan berikut :

$$P = (X.F_r) + (Y.F_a) \quad (10)$$

Keterangan :

P : Beban Ekuivalen    X : Faktor Radial    Y : Faktor Aksial  
Fr : Beban Radial (kg)    Fa : Beban Aksial (kg)

Umur Nominal ( $L_h$ ) dapat di hitung menggunakan persamaan berikut:

$$L : (C/P)^3 \quad (11)$$

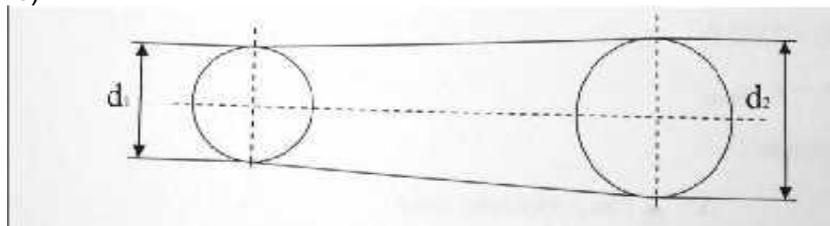
$$L_h : 10^6 \cdot L / (60 \cdot n)$$

Keterangan :

L : umur nominal (rpm)    C : beban nominal dinamis (kg)  
P : beban Ekuivalen (kg)

##### 2.4.2. Pulley

Pulley adalah suatu elemen mesin yang berfungsi sebagai komponen atau penghubung gerakan yang diterima tenaga dari motor diteruskan dengan menggunakan belt ke benda yang diinginkan digerakan. Dalam penggunaan pulley kita harus mengetahui berapa besar putarannya yang akan kita gunakan serta dengan menetapkan diameter dari salah satu pulley yang kita gunakan serta dengan menetapkan diameter dari satu pulley yang kita gunakan, pulley biasanya terbuat dari besi tuang, dan aluminium. (Sumber : Ir. Hery Sonawan, MT. Perencanaan elemen mesin, 2010)



Gambar 4. Sistem transmisi pada sabuk dan pulley

Dalam hal ini dapatlah kita gunakan rumus :

$$\frac{n_1}{n_2} = \frac{d_1}{d_2} \dots\dots\dots(\text{Ir. Hery Sonawan, MT; 2010}) \quad (12)$$

Keterangan :

d1 = diameter pulley pada penggerak(mm)

d2 = diameter pulley pada penggerak(mm)

n1 = putarn penggerak(rpm) n2 = putaran pulley yang digerakan(rpm)

**2.4.3. Sabuk**

Gaya tegangan yang terjadi pada sabuk karena sabuk V biasanya digunakan untuk menghantarkan putaran, maka perbandingan yang umum menggunakan rumus:

$$\frac{n_1}{n_2} = i = \frac{dp_1}{dp_2} = \frac{1}{u} = U; \frac{1}{i} \quad (\text{Ir. Hery Sonawan, MT; 2010}) \quad (13)$$

Keterangan : n1 = putaran pulley besar (rpm)

n2 = putaran pulley kecil (rpm) dp1 = diameter pulley 1 (mm)

dp2 = diameter pulley 2 (mm) I = perbandingan reduksi

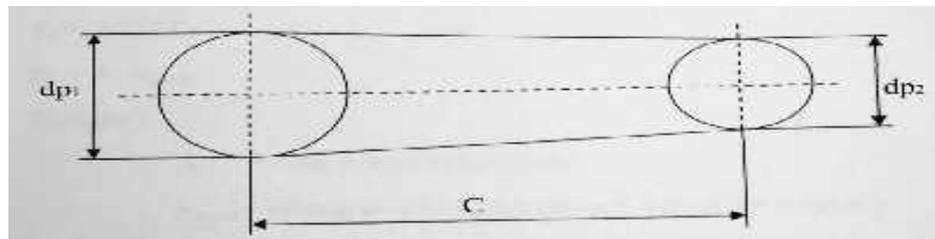
Rumus yang digunakan untuk perhitungan sabuk :

$$L = 2C + \frac{n}{2}dp_1 + dp_2 + \frac{1}{4c} (dp_1 + dp_2)^2 \quad (14)$$

Keterangan :

L = panjang sabuk (mm) C = jarak antara sumbu poros (mm)

dp1 = diameter pulley besar (mm) dp2 = diameter pulley kecil (mm)



Gambar 5. Posisi sabuk dan pulley

Untuk mencari besar sudut kontak antara sabuk dan pulley dapat kita gunakan persamaan rumus dibawah ini adalah :

$$\alpha = \text{Arc sin} \frac{r_2+r_1}{c} \quad (15)$$

$$\theta = (180^\circ - 2\alpha) \frac{\pi}{180} \quad (16)$$

Keterangan :

α = sudut inklinasi r1 = jari-jari pulley I (mm) r2 = jari-jari pulley II (mm)

C = jarak antara dua sumbu poros (mm) θ = sudut kontak (rad)

Untuk menghitung tegangan yang terjadi pada sabuk, terlebih dahulu dihitung torsi yang diakibatkan oleh putaran poros motor dengan menggunakan persamaan rumus dibawah ini :

$$P = (T_1 - T_2) V \quad (17)$$

Keterangan :

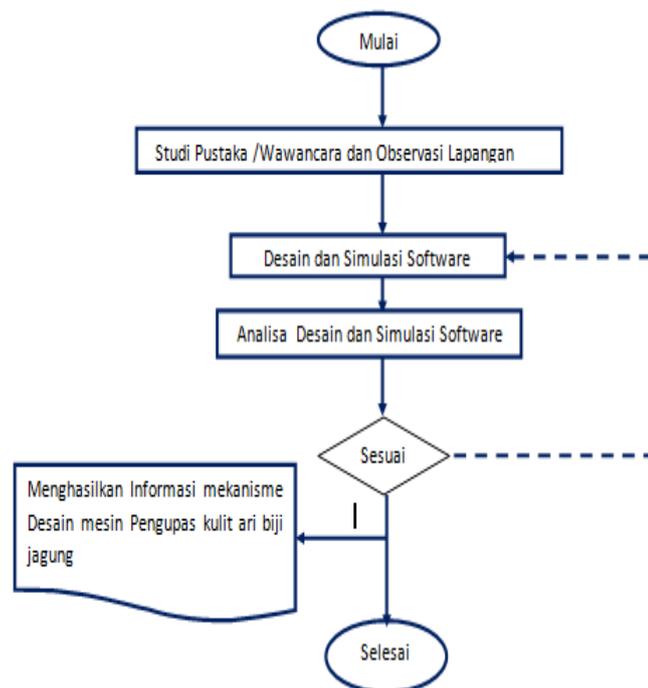
P = daya motor (kw) V = kecepatan linear sabuk (m/s)

T1 = tegangan sabuk pada sisi kencang (N)

$T_2$  = tegangan sabuk pada posisi kendor (N)

### 3. METODELOGI PENELITIAN

Alur penelitian dituliskan dalam bentuk diagram alir, hal ini dilakukan supaya adanya panduan pengerjaan yang sistematis. Diagram alir penelitian dapat dilihat pada Gambar 6.



Gambar 6. Diagram Alir Penelitian

Tahapan penelitian dapat dilakukan dengan studi pustaka, survei dan wawancara untuk mendapatkan data autentik tentang proses pengolahan pangan jagung, selanjutnya melakukan desain dan simulasi software serta tahap berikutnya adalah analisis terhadap desain dan simulasi menggunakan auto desk inventor untuk mendapatkan mekanisme proses pengupasan jagung secara modern

### 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 4.1. Data Biji dan produk olahan Jagung

Data biji Jagung, Pengolahan Jagung secara konvensional, hasil pengolahan makanan jagung khas Timor, serta olahan lain produk pangan jagung lain berupa nasi jagung dan bubur jagung dapat disajikan pada gambar dan 8. berikut:



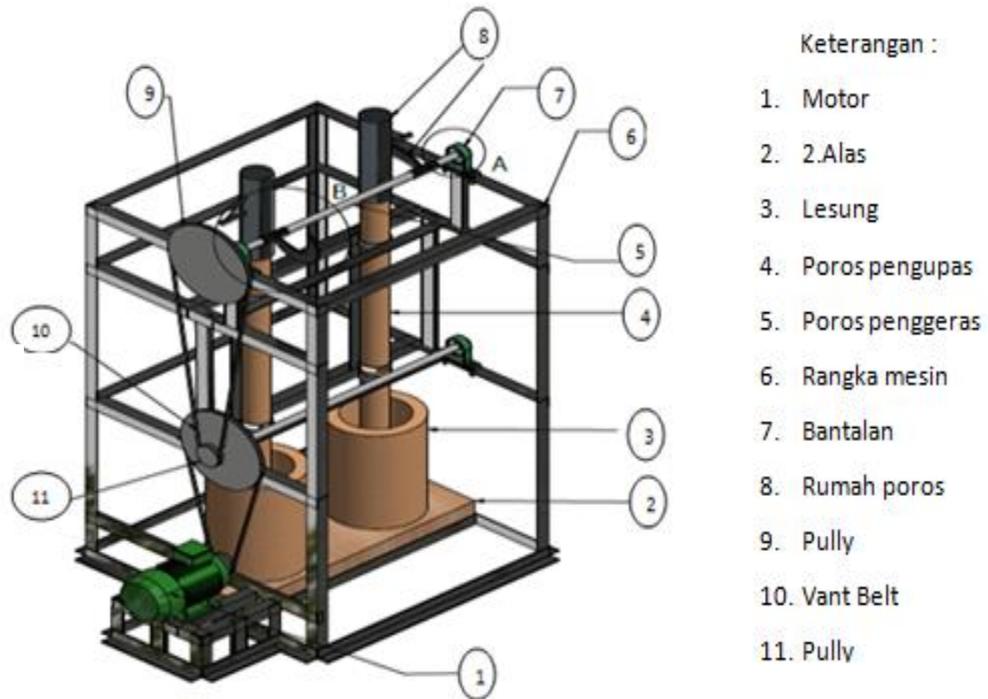
Gambar (7a) Biji jagung Gambar (7b) Pengolahan jagung konvensional



Gambar (8c) Makanan jagung khas Timor Gambar (8d) Produk makanan nasi & bubur jagung

#### 4.2. Gambar Isometrik Desain Mesin

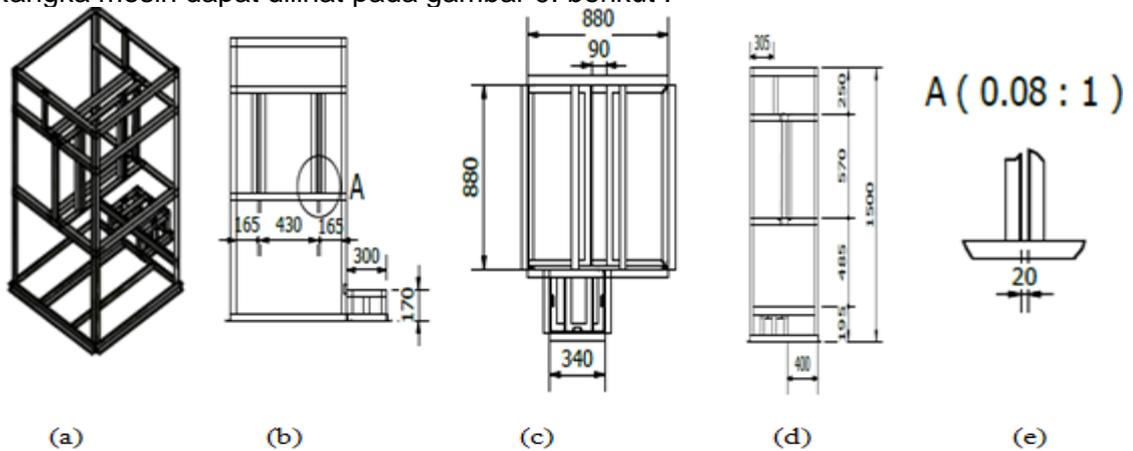
Desain Gambar 9 dimensi mesin dapat disajikan pada gambar berikut



Gambar 9. Desain gambar 3D mesin pengupas biji kulit ari jagung

**Desain Rangka**

Rangka mesin dapat dilihat pada gambar 9. berikut :



Gambar 10 (a) Rangka mesin dimensi, (b) Tampak belakang, (c) Tampak atas, (d) Tampak samping, (e) Rel Alu.

**4.3. Analisa Data**

**4.3.1. Analisa kebutuhan daya Mmesin**

Analisa kebutuhan daya Mmesin menggunakan motor listrik dengan rpm 1400 yg mana dapat di reduksi ke 277 rpm.

$$V = 172 \text{ volt} \quad I = 0.9 \text{ Ampere} \quad P = V \cdot I = 172 \times 0.9 = 154,8 \text{ Watt}$$

Sehingga asumsi daya yang dibutuhkan adalah 154,8 watt untuk menggerakan motor listrik dengan putaran mesin 1400 Rpm

**Analisa kebutuhan Torsi**

Analisa kebutuhan torsi,

$$P : 154,8 \text{ Watt} \quad n : 277 \text{ Rpm} \quad T = \frac{60 \times P}{2 \times \pi \times \text{rpm}} = \frac{60 \times 154,8 \text{ watt}}{2 \times 3,14 \times 277 \text{ rpm}} = \frac{9,288}{1,739} = 5,34 \text{ Nm}$$

Sehingga asumsi daya yang dibutuhkan adalah adalah 5,34 Nm

**Analisa kebutuhan Gaya pada poros pengupas**

$$T=5,35 \quad r = 55 \text{ mm} \gg 0,55 \text{ m}, \quad F = T/r = 5,34 \text{ Nm}/0,055 \text{ m} = 97 \text{ N}$$

Sehingga asumsi gaya yang dibutuhkan pada poros pengupas adalah sebesar 97 N

**Analisa kebutuhan tegangan gesek pada poros pengupas 0**

$$F = 97 \text{ N} \quad d = 110 \text{ mm} \gg 0,11 \text{ m}$$

$$\sigma = F/A = F/2 \cdot \pi \cdot d = 97 \text{ N}/2 \times 3,14 \times 0,11 = 97 \text{ N}/0,69 \text{ m} = 140 \text{ N/m}$$

Sehingga asumsi tegangan gesek yang dibutuhkan pada poros pengupas adalah 140 N/m

**Kecepatan Putaran V-Belt**

Diketahui :

$$d_1 : 76,2 \text{ mm} \quad n : 5,58 \text{ rpm} \quad \pi : 3,14$$

$$V = \frac{\pi \times d \times n}{60 \times 100} = \frac{3,14 \times 76,2 \text{ mm} \times 5,58}{60 \times 1400} \text{ rpm} = 133 \text{ m/s}$$

**Kecepatan Putaran Pulley**

$$d_1 : 76,2 \text{ mm} \quad d_2 : 304,8 \text{ mm} \quad n_1 : 1400 \text{ rpm}$$

$$\frac{n_1}{n_2} = \frac{d_2}{d_1} = \frac{1400 \text{ rpm}}{n_2} = \frac{304,8 \text{ mm}}{76,2 \text{ mm}}$$

$$n_2 = \frac{76,2 \text{ mm}}{304,8 \text{ mm}} \times 1400 \text{ rpm} \quad n_2 = 350 \text{ rpm}$$

**Kecepatan Putaran Poros**

$$d_1 = 76,2 \text{ mm} \quad d_2 = 304,8 \text{ mm} \quad n_1 = 1400 \text{ rpm}$$

$$\frac{n_1}{n_2} = \frac{d_2}{d_1} = \frac{1400 \text{ Rpm}}{n_2} = \frac{304,8 \text{ Mm}}{76,2 \text{ Mm}} \quad n_2 = \frac{76,2 \text{ Mm}}{304,8 \text{ Mm}} \times 1400 \text{ Rpm} = 350 \text{ Rpm}$$

**Kapasitas Silinder Lesung**

$$t = 190 \text{ mm} \quad r = 90 \text{ mm} \quad \pi = 3,14$$

$$\text{Volume Lesung} = \pi \cdot r^2 \cdot t$$

$$= 3,14 \times 90^2 \text{ mm} \times 190 \text{ Mm} = 0,004832 \text{ mm} = 8832/1000 = 4,83 \text{ Kg}$$

$$= 4,83 \text{ Kg} \times 2 \text{ ( karena ada dua lesung )} = 9,66 \text{ Kg} \text{ atau } 10 \text{ kg} \text{ sekali}$$

operasi dalam 10 menit

**5. KESIMPULAN**

Mesin Pengupasan kulit ari biji jagung ini dapat di desain dengan ukuran panjang 1350 mm x lebar 500 mm x tinggi 1100 mm, diameter poros engkol penggerak mekanisme pengupas 20 mm serta diameter poros pengupas 120 mm. Motor penggerak dengan daya dari perhitungan sebesar 154.8 Watt, dengan kecepatan putaran poros engkol 350 rpm dan kecepatan poros pengupas 133 m/sec dengan tegangan gesek poros pengupas sebesar 140 Nm untuk menggerakkan mesin

pengupas kulit ari jagung dengan kapasitas 10 kg untuk dua lesung dengan waktu pengupasan 10 menit.

#### DAFTAR PUSTAKA

1. Josep E. Shingley and Larry D. Mitchell, 1983, **Perencanaan Teknik Mesin 2**, PT. Gelora aksara pratama.
2. Brown, T.H, Jr., 2005, **Marks' Calculations for Machine Design**, McGraw-Hill companies, New York.
3. Khurmi, R.S., and Gupta, J.K., 1982, **Text Books of Machine Design**, Eurasia Publishing House (Pvt) Ltd, Ram Nagar, New Delhi 110055.
4. Shigley, J.E., and Mischke, C.R., 1996, **Standard Handbook of Machine Design**, McGraw-Hill companies, New York. .
5. Beer, Ferdinand P. E. Russell Johnston, Jr., 1985, **Mechanics of Materials**. Second Edition. McGraw-Hill Book Co. Singapore
6. Beer, Ferdinand P., E. Russell Johnston, 1994, **Vector Mechanics for Engineers :STATICS**. 2nd edition. McGraw Hill. New York
7. El Nashie M. S. *Stress*, 1990, **Stability and Chaos in Structural Analysis : An Energy Approach**, McGraw-Hill Book Co. London
8. Ghali. A. M. Neville, 1989, **Structural Analysis. An Unified Classical and MatrixApproach**. Third Edition. Chapman and Hall. New York
9. Khurmi, R.S. J.K. Gupta, 2004, **A Textbook of Machine Design**. S.I. Units. Eurasia Publishing House (Pvt) Ltd. New Delhi
10. Khurmi, R.S, 2001, **Strenght Of Materials**. S. Chand & Company Ltd. New Delhi
11. Popov, E.P, 1984, **Mekanika Teknik**. Terjemahan Zainul Astamar. Penerbit Erlangga, Jakarta
12. Shigly, Joseph Edward. **Mechanical Engineering Design**. Fifth Edition.Singapore : McGraw-Hill Book Co. 1989.
13. Singer, Ferdinand L. **Kekuatan Bahan**. Terjemahan Darwin Sebayang. PenerbitErlangga. Jakarta. 1995.
14. Spiegel, Leonard, George F. Limbrunner, **Applied Statics And Strength OfMaterials**. 2nd edition. Merrill Publishing Company. New York. 1994.
15. Sularso. (2000) **Dasar perencanaan dan pemilihan elemen mesin**. Jakarta : PT.Pradnya Paramita.
16. Timoshenko, S.,D.H. Young. **Mekanika Teknik**. Terjemahan, edisi ke-4, Penerbit Erlangga. Jakarta. 1996.