

PERANCANGAN MESIN PEMOTONG TUTUP KEMASAN BOTOL PLASTIK DENGAN KAPASITAS 40 KG/JAM

Oleh:

Candra Andreas Situmorang¹⁾

Tulus Mangembang Pasaribu²⁾

Enzo W B Siahaan³⁾

Rasta Purba⁴⁾

Universitas Darma Agung, Medan^{1,2,3,4)}

E-mail:

chandrasitumorang47@gmail.com¹⁾

tuluspasaribu0209@gmail.com²⁾

enzobattara24434@gmail.com³⁾

rastapurba.uda@gmail.com⁴⁾

ABSTRACT

Plastic is now widely used in product packaging, including mineral product packaging and plastic drinking bottle packaging. As a result, mineral water packaging, if managed in large quantities and used incorrectly, will cause serious problems for the environment and human health, such as water pollution, disease spread, and obstructing views; therefore, people must be able to manage plastic waste properly. Plastic grinders play an important role in the plastic recycling system, but the separation of the plastic bottle cap and the plastic bottle body is a problem for grinders. The existence of this plastic bottle cap cutting machine will alleviate the difficulties encountered by plastic grinders. The purpose and benefit of the plastic bottle cap cutting machine is to optimize the separation of the plastic bottle cap from the body so that it has a high selling price, the separation process is more effective and efficient, and the next process, namely the counting process, is easier. The work process in this machine begins with an electric motor that generates rotation and transmits power to the shaft. The inserted plastic bottle will be pushed until it moves towards the blade; during the cutting process, two blades rotate and function to separate the bottle cap and the plastic bottle packaging body. According to the results of three experiments on this machine, the average capacity processed is 40kg/hour. The motor used is an electric motor with a power rating of 1.5 HP. This machine produces a plastic bottle that has been separated from the packaging's lid.

Keywords: *Plastic Bottle, Cutting Knife, Electric Motor*

ABSTRAK

Saat ini plastik banyak digunakan sebagai kemasan produk, baik kemasan produk mineral maupun kemasan botol minum plastik. Sehingga kemasan air mineral jika dikelola dalam jumlah besar dan digunakan secara tidak benar akan menyebabkan masalah yang serius terhadap lingkungan hidup dan kesehatan manusia seperti pencemaran air, penyebaran penyakit dan mengganggu pemandangan, untuk itu masyarakat harus dapat mengelola limbah plastik tersebut dengan tepat. Para penggiling plastik memiliki peran penting dalam sistem daur ulang plastik, namun kendala yang dihadapi para penggiling adalah pemisahan antara tutup kemasan botol plastik dan badan kemasan botol plastik. Dengan adanya Mesin Pemotong tutup kemasan botol plastik ini akan memperkecil masalah yang dihadapi oleh para penggiling plastik. Adapun yang menjadi tujuan dan manfaat mesin pemotong tutup kemasan botol plastik adalah mengoptimalkan pemisahan tutup kemasan botol plastik dengan

badannya, sehingga memiliki harga jual yang tinggi, proses pemisahan semakin efektif dan efisien, dan memudahkan diproses berikutnya yaitu proses pencacahan. Pada mesin ini proses kerjanya dimulai dari sebuah motor listrik yang menghasilkan putaran dengan daya yang ditransmisikan ke poros. Botol Plastik yang telah dimasukkan akan didorong hingga bergerak menuju mata pisau, dalam proses pemotongan terdapat dua mata pisau yang berputar dan berfungsi untuk memisahkan tutupbotol dan badan kemasan botol plastik. Hasil yang didapat dari tiga kali perobaan pada mesin ini, maka rata-rata kapasitas yang diolah adalah 40kg/jam. Dengan jenis motor yang digunakan adalah motor listrik dengan daya 1,5 Hp. Hasil dari mesin ini adalah botol plastik yang terpisah dari tutup kemasannya.

Kata Kunci: Botol Plastik, Pisau Pemotong, Motor Listrik

1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Masyarakat kita sangat membutuhkan peralatan pertanian berbiaya rendah dan berkinerja tinggi untuk meningkatkan hasil pertanian. Sampah plastik di Indonesia berjumlah 5,4 juta ton per tahun. Karena kondisi plastik saat ini sangat memprihatinkan, Asosiasi Persampahan Indonesia (InSWA) mendorong masyarakat umum untuk menggunakan plastik ramah lingkungan. Panas yang berlebihan akan dihasilkan jika terdapat konsentrasi panas pada suatu area tertentu, yang dapat mengakibatkan kegagalan proses [Wiyono, S, dan Lusiani, R, 2008]. Jika panas hanya terkonsentrasi pada sudu, misalnya, proses keausan akan dipercepat. Rekristalisasi akan terjadi jika konsentrasi panas hanya terjadi pada benda kerja. Ada yang berpendapat bahwa sebagian orang atau pemulung mengeluh lelah, lelah, tangan terpotong, pegal-pegal, keseleo, memakan waktu lama, dan sebagainya.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Sejarah Dan Perkembangan

Limbah Botol Plastik

Sampah plastik merupakan salah satu jenis sampah padat yang dihasilkan oleh aktivitas manusia. Sampah non organik adalah sampah yang tidak mudah terurai, seperti plastik kemasan, kertas, kaleng minuman, botol plastik, logam, puntung rokok, dan sebagainya.

Sampah plastik merupakan 57% dari seluruh sampah yang ada di pantai. Setiap mil persegi lautan mengandung hingga 46 ribu ton sampah plastik, dan kedalaman sampah plastik di Samudera Pasifik mencapai hampir 100 meter.

2.2 Teori Dasar Perencanaan Elemen Mesin

Sebelum menghitung daya motor, daya motor harus ditentukan. Untuk definisi dan perhitungan daya motor, gunakan persamaan berikut:

$$daya = \frac{usaha}{waktu}$$

Daya motor dihitung dengan, $P = T.w$

Atau :

$$P = T \cdot \frac{2\pi \cdot n}{60} \dots (\text{R.S. Khurmi, Machine Design I 2005, Hal 21})$$

Untuk menentukan daya motor penggerak, dilakukan langkah-langkah sebagai berikut:

- a. Tentukan daya motor penggerak yang diperlukan untuk memberi daya pada semua perangkat yang bergerak.
- b. Tentukan jumlah daya motor penggerak yang diperlukan untuk menyelesaikan proses pemotongan.
- c. Tentukan daya total, yang meliputi daya yang dibutuhkan untuk menggerakkan mesin serta daya yang dibutuhkan untuk melakukan proses pemotongan.
- d. Tentukan daya desain motor penggerak mesin pemotong rumput.

2.3 Sistem Pemotongan

Gerak merupakan sebuah perubahan posisi atau pun kedudukan suatu titik pada benda terhadap titik acuan tertentu.

2.3.1 Kapasitas Pemotongan

$$Q = \frac{v}{t} (\text{kg/s}) \dots (\text{Mekanika Teknik, Meriam. J. L. 2002, hal 404, 2.5})$$

2.3.2 Radian

$$\theta = \frac{s}{R} \text{ Radian} \dots (\text{Mekanika Teknik, Meriam. J. L. 2002, hal 404, 2.6})$$

2.3.3 Frekuensi Dan Periode Dalam Gerak Melingkar Beraturan

$$f = \frac{1}{T} \dots (\text{Mekanika Teknik, Meriam. J. L. 2002, hal 404, 2.7})$$

2.3.4 Kecepatan Linier Dan Kecepatan Sudut

$$v = \frac{s}{t} \dots (\text{Fisika Dasar I, Halliday, 1988})$$

2.4 Poros

Poros mesin adalah salah satu komponen terpentingnya. Hampir semua mesin mentransmisikan tenaga selain putaran. Poros memainkan peran utama (elemen) dalam transmisi tersebut.

a. Bantalan

Bantalan adalah elemen mesin yang berfungsi untuk menopang poros agar putaran/gerakan dapat terjadi dengan lancar, aman, dan dalam waktu yang lama.

2.5.1 Klasifikasi Bantalan

A. Glide bearing berdasarkan gerakan

- a. bearing terhadap poros.
- b. Bantalan bola.
- c. Gesekan menggelinding terjadi pada bantalan ini antara bagian yang berputar dan yang diam melalui elemen penggulung seperti bola

(peluru), rol jarum atau rol, dan rol bulat.

B. Berdasarkan arah beban pada poros:

- a. Bantalan radial.
- b. Dukungan aksial.
- c. Bantalan gelinding yang unik

C. Faktor-faktor berikut harus dipertimbangkan saat memilih bantalan gelinding:

- a. Desain bantalan (menahan beban radial aksial atau hubungannya).
- b. Jenis beban (impact, eccentric, centric).
- c. Pengaturan, pelumasan, dan kemudahan servis
- d. Itu harus dapat dipasang ke blok dengan mudah dan aman.
- e. Umur panjang bantalan

D. Menentukan Beban Ekuivalen

$$P_o = X_o \cdot F_r + Y_o \cdot F_a \dots (\text{Elemen Mesin, Sularso, 2004, hal 135})$$

- a. Menentukan Gaya Aksial (Fa)

$$F_a = F_r (F_a/C_o) \dots (\text{Elemen Mesin, Sularso, 2004, hal 136})$$

- b. Faktor Kecepatan (fn) adalah :

$$f_n = \left(\frac{33,3}{n}\right)^{1/3} \dots (\text{Elemen Mesin, Sularso, 2004, hal 137})$$

E. Faktor Umur Bantalan (fh) adalah:

$$f_n = f_n \frac{C}{P} \dots (\text{Elemen Mesin, Sularso, 2004, hal 138})$$

F. Umur Nominal Bantalan (Lh) Untuk

Bantalan Bola adalah:

$$L_h = 500 f_n^3 \dots (\text{Elemen Mesin, Sularso, 2004, hal 137})$$

2.6 Perencanaan Rangka Mesin

- a. Bahan rangka atau konstruksi mesin pemotong cincin botol plastik terbuat dari besi siku atau profil persegi dengan ukuran.
- b. Memeriksa kekuatan tarik material rangka
- c. Memeriksa kekuatan tarik yang diijinkan
- d. Periksa tegangan lentur.
- e. Inspeksi defleksi terkait beban.

2.7 Puli

$$\frac{n_1}{n_2} = i = \frac{D_p}{d_p} = \frac{1}{u} = \frac{1}{i} \dots (\text{Elemen Mesin, Sularso, 2004, hal 166})$$

2.8 Sabuk

Perencanaan dan perhitungan sabuk harus benar-benar diperhatikan, maka pada pembahasan lebih lanjut dijelaskan sebagai berikut:

- 1. Kecepatan linier sabuk V :

$$v = \frac{d_p \times n_1}{60 \times 1000} \left(\frac{m}{s}\right) \dots (\text{Elemen Mesin, Sularso, 2004, hal 166})$$

- 2. Panjang Keliling Sabuk (L)

$$L = 2C \frac{\pi(d_p + D_p)}{2} + \frac{(D_p - d_p)^2}{4C} \dots (\text{Elemen Mesin, Sularso, 2004, hal 170})$$

- 3. Sudut Kontak (θ)

$$\theta = 180^\circ - \frac{57(Dp-dp)}{c} \quad \dots\dots(\text{Elemen mesin, sularso, 2004, hal 173})$$

4. Tegangan Sabuk

$$Fe = \frac{120.P}{v} \dots\dots(\text{Elemen mesin, sularso, 2004, hal 171})$$

3. METODE PENELITIAN

3.1 Bahan dan Metode Perancangan

3.1.1 Bahan

Bahan yang harus disiapkan untuk bekerja: sebuah. Besi siku bahan rangka mesin 30 mm x 30 mm (TKS/ST 37)

b. Bahan bilah besi ST 37 digunakan untuk menekan botol.

c. baja tahan karat 304.

d. Bahan poros penggerak terbuat dari besi 37. st

Bahan pasar adalah komponen standar: sebuah. Motor penggerak adalah motor ac 1 HP.

b. Bantalan dengan bantalan duduk

c. Sabuk dengan sabuk tipe v

d. katrol

e. Baut dan mur

f. Penghalang bahan dengan ST 37. plat stainless

3.1.2 Alat

a. Mistar

b. Mesin Gerinda dan Gerinda tangan

c. Bor Listrik

d. Trafo Las Listrik

e. Gergaji Mesin

3.1.3 Metode

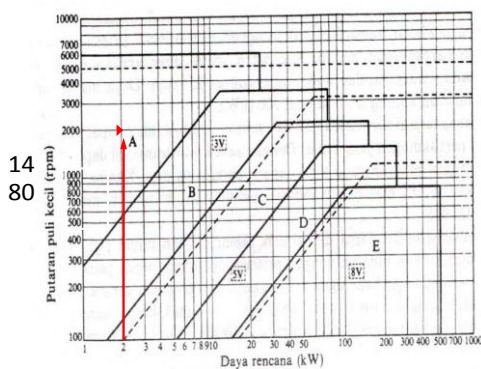
Pada pembahasan dilakukan terdiri dari beberapa tahapan pekerjaan, mulai dari perencanaan hingga perhitungan kekuatan dan ukuran komponen-komponen permesinan. Setelah itu pembuatan kontruksi permesinan yang mempunyai rincian tahapan-tahapannya, sebagai berikut:

1. Menetapkan spesifikasi botol yang akan di potong.
2. Menentukan daya motor penggerak yang di butuhkan untuk menggerakkan mesin pemotong.
3. Melakukan perhitungan dan merencanakan komponen-komponen permesinan, antara lain: poros, pasak, puli, sabuk dan mata pisau.
4. Membuat gambar teknik

3.2 Tahapan Perencanaan

1. Spesifikasi limbah botol plastik
2. Membuat gambar sketsa
3. Perencanaan awal dengan melakukan perhitungan – perhitungan serta membuat gambar assembling dan gambar detail, lengkap dengan ukuran – ukuran serta tanda – tanda pengerjaannya
4. Perancangan rangka atau konstruksi tempat dudukan mesin, terdiri dari:
 - a. Perancangan rangka yang terbuat dari profil persegi (besi L).

- b. Bagian ini dirancang sekokoh mungkin mengingat kontruksi harus mampu menumpu dan mengantisifasi adanya getaran pada saat melakukan pengoperasian.
- Perancangan penggunaan poros penggerak.
 - Perancangan piringan tempat dudukan pisau pemotong/pembentukan.,
 - Perancangan pisau pemotong.
 - Perancangan penekan pemotongan
 - Perancangan saluran penampungan/



- pembuangan.
- Perancangan Pembatas(Faktor keamanan pemakai)

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Perhitungan Daya Mesin

Hitung daya motor penggerak yang dibutuhkan untuk menjalankan mesin perangkat keras (P1). Untuk menghitung daya motor penggerak, gunakan rumus berikut:

$$P_1 = I \cdot \alpha \cdot \omega$$

4.1 Analisa Momen Inersia Puli Motor Penggerak

I_p Puli penggerak pada motor penggerak $=(\text{kg} \cdot \text{m}^2)$.

$$I_p = \frac{\pi}{32} \cdot \rho \cdot D^4 \cdot L$$

Dimana :

diameter puli (d) = 4 inchi = 4 x 25,4 mm = 101,6 mm = 0,1016 m
Lebar puli rata-rata = 20 mm = 0,02 m

Massa jenis puli = 8030 (kg/m^3),

Maka I_p puli penggerak pada motor penggerak

$$I_p = \frac{\pi}{32} \times 8030 \times 0,1016^4 \times 0,02$$

$$I_p = 0,001679 (\text{kg} \cdot \text{m}^2)$$

4.2.1 Analisa Momen Inersia Poros Penggerak

$$I_{poros} = \frac{\pi}{32} \rho D_o^4 l \left(\frac{\text{kg}}{\text{m}^2} \right)$$

Diameter poros $D_o = 73 \text{ mm} = 0,073 \text{ (m)}$
dan $D_i = 69 \text{ mm} = 0,069 \text{ m}$ panjang, $l = 450 \text{ mm} = 0,45 \text{ (m)}$

massa jenis bahan poros ST 37 , $\rho = 8030 (\text{kg}/\text{m}^3)$,

$p = 0,32 \text{ kw}$, $n_1 = 1250 \text{ rpm}$

$f_c = 1,0$

$p_d = 1,0 \times 0,32 \text{ kw} = 0,32 \text{ kw}$

$T = 9,746 \times 10^5 \times 0,32 / 1250 = 249,49 \text{ kg} \cdot \text{m}$

$\tau_a = 48 / 6,0 \times 2,0 = 12 \text{ kg}/\text{mm}^2$

$C_b = 2,0 \text{ kt} = 1,5$

$D_s = \left[\frac{5,1}{12} \times 2,0 \times 1,5 \times 249,49 \right]^{1/3} = 0,069 \text{ mm}$

Diameter poros $d_s = 0,073 \text{ mm}$

$I_{poros} = \frac{\pi}{32} \times 8030 \times (0,073)^4 \times 0,45 (\text{kg} \cdot \text{m}^2)$

$$I_{poros} = 0,010069 \text{ (kg.m}^2\text{)}$$

4.2.2 Momen Inersia Total ($I_{poros} + I_{puli}$)

Dimana :

$$I_{puli} = 0,001679 \text{ (kg.m}^2\text{)}$$

$$I_{poros} = 0,010069 \text{ (kg.m}^2\text{)}$$

Jadi, Momen inersia total
 $= 0,001679 + 0,010069$

$$I_{total} = 0,011748 \text{ (kg.m}^2\text{)}$$

Maka :

$$P1 = 0,011748 \times 16.35417 \times 130,833$$

$$P1 = 745.7 \text{ (watt)} / 0,746 \text{ (kw)}$$

4.2 Menentukan Bahan Dan Ukuran Sabuk

Karena slippage diharapkan dapat digunakan dengan putaran dan daya yang diinginkan, maka fungsi belt adalah untuk mentransmisikan daya dari drive pulley ke driven pulley sebagai transmitter, yang kemudian diatur sesuai dengan diagram pemilihan V belt.

$$\text{Daya rencana} = 1 \text{ HP} = 746 \text{ kw}$$

4.2.1 Perencanaan Dan Perhitungan Sabuk

Menentukan kecepatan linier sabuk (Sularso, 1997, hal 116) :

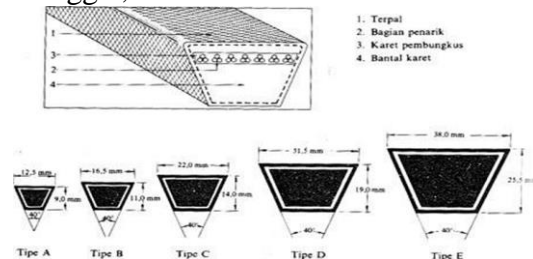
$$V = \frac{\pi \cdot dp \cdot n}{60.1000}$$

Dimana :

dp = diameter puli penggerak = 3 (inci) = 75,9 (mm)

N = putaran pada motor penggerak = 1250 (rpm)

Sehingga ;



Dimana :

$$v = \frac{3,14.75,9.1250}{60.1000} v = 4,978 \text{ m/s}$$

4.3.2 Menentukan Panjang Keliling Sabuk (L)

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

Dimana :

C = jarak antara sumbu kedua poros puli
 $= 2$ s.d $2,3$ diameter puli besar (Sularso, 1997, hal.166).

dp = diameter puli penggerak = 3 (inci) = $3 \times 25,3 = 151,8$ (mm)

Dp = diameter puli yang digerakkan = 12 (inci) = 303 (mm)

jadi, $C = (2) \times$ diameter puli terbesar, 303 (mm) = $607,2$ (mm), dalam hal ini C ditetapkan = $607,2$ (mm)

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

$$L = 2 \times 607,2 \frac{\pi(151,8 + 607,2)}{2} + \frac{(607,2 - 151,8)^2}{4 \times 607,2}$$

$$= 1214,4 + 1191,63 + 31,05$$

$$= 2437,08 \text{ mm}$$

Menurut Sularso, 1997, hal. 168, pada Tabel Panjang Sabuk V Standar, yang mendekati panjang 2302 (mm) atau panjang sabuk yang ada 90 (inci).

4.3.3 Menentukan Sudut Kontak Sabuk Dengan Puli Penggerak

Sudut kontak sabuk dengan puli penggerak (Sularso, 1997, hal.173)

$$\theta^\circ = 180^\circ - \frac{57(Dp - dp)}{C}$$

dp = diameter puli penggerak = 151,8 (mm)

Dp = diameter puli yang digerakkan = 303,6 (mm)
C = 607,2 (mm)

Maka :

$$\theta^\circ = 180^\circ - \frac{57(303,6-151,8)}{607,2}$$

$$\theta^\circ = 165,75^\circ \text{ (rad)}$$

Atau sudut kontak (rad)

$$\theta = 165,75^\circ \times \frac{\pi}{180} \text{ rad} \\ = 2,89 \text{ (rad)}$$

4.3.4 Gaya Tarik Efektif (Fe)

menurut Sularso, 1997, hal.182.

$$Fe = T1 - T2$$

$$Fe = \frac{102, P}{v}$$

Dimana :

v = kecepatan linier sabuk = 4,978 (m/s)

P = daya yang ditransmisikan oleh puli penggerak = 0,746[kW]

Sehingga,

$$Fe = \frac{102 \times 0,746}{4,978}$$

$$Fe = 15,28 \text{ kg}$$

Jadi :

$$T1 - T2 = 15,28 \text{ (kg)}$$

$$T1 = 15,28 + T2 \text{ (kg) (1)}$$

Tegangan Sabuk, menurut Khurmi, 1982, hal. 670 :

$$\frac{T1}{T2} e^{u-\theta}$$

Dimana :

T1= tegangan sisi kancang sabuk [kg]

T2 = tegangan sisi kendor sabuk [kg]

e= bilangan basis logaritma navier = 2,71282

μ= koefisien gesek antara sabuk dengan puli

= 0,45 s/d 0,60 ; ditentukan = 0,5

$$\theta = 2,70 \text{ [rad]}$$

4.3 Perhitungan Bantalan

Beban aksial (Fa) kg dan gaya radial (Po) bekerja pada bantalan untuk menghasilkan gaya ekivalen (Po) (Fr). Gaya ekivalen yang bekerja (po) pada bantalan ini adalah:

$$Po = V(xo.Fr.) + (y.fa)$$

4.5 Analisa Kerja Gaya Pemotongan

$$\alpha = \frac{\omega f - \omega 0}{t}$$

Dimana :

ωf = kecepatan akhir (rad/s)

$$\omega f = \frac{2 \cdot \pi \cdot n}{60}$$

n = 1250 (rpm)

ω0 = kecepatan sudut awal (rad/s)

t = waktu yang dibutuhkan agar motor berputar pada kondisi konstan dibutuhkan waktu selama 8 detik,

maka :

$$\alpha = \frac{\left(2 \cdot \pi \cdot \frac{n}{60}\right) - 0}{8}$$

$$\alpha = \frac{\left(2 \cdot \pi \cdot \frac{n}{60}\right) - 0}{8}$$

$$= 16.35417 \text{ (rad/s}^2\text{)}$$

Untuk mendapatkan daya motor penggerak yang dibutuhkan untuk menggerakkan perangkat mesin

I = Momen inersia total

$$= 0,14394 \text{ (kg.m}^2\text{)}$$

$$\alpha = 16.35417 \text{ (rad/s}^2\text{)}$$

$$\omega = 2 \pi n / 60 \text{ (rad/s)}$$

$$= 2 \pi \cdot 1250 / 60 \text{ (rad/s)}$$

$$= 130,833 \text{ (rad/s)}$$

4.6 Analisa Putaran Terhadap Kapasitas dan Kualitas Hasil

Sebuah katrol dipasang pada poros putar yang dihubungkan dengan poros motor penggerak untuk menentukan putaran katrol:

$$\frac{n_1}{n_2} = \frac{d_1}{d_2}$$

Untuk putaran motor = 1250 (rpm), maka putaran n2, adalah.

$$\frac{n_1}{n_2} = \frac{d_1}{d_2}$$

$$\frac{1250}{n_2} = \frac{0,32}{0,1016}$$

$$n_2 = \frac{1250 \times 0,1016}{0,32}$$

$$n_2 = 396,875 \text{ rpm}$$

4.6 Prinsip Kerja Mesin Pemotong Tutup Kemasan Botol Plastik

Prinsip kerja atau cara kerja mesin ring cutting ini adalah sebagai berikut: sebelum melakukan pemotongan, siapkan mesin ring cutting yang akan digunakan, kemudian siapkan sepuluh botol plastik yang sudah dirakit untuk dimasukkan dalam tahap pemotongan.

5. SIMPULAN

Keseluruhan proses perancangan mesin pemotong tutup botol plastik menghasilkan kesimpulan sebagai berikut:

Perubahan sudut berpengaruh pada kapasitas produksi, dan sudut baji 60° adalah yang terbaik dalam desain ini. Hal ini juga karena pengaruh posisi pahat yang lebih tegak dibandingkan dengan sudut baji 70° dan 80° .

Kapasitas tutup botol plastik yang dipotong dipengaruhi oleh perubahan kecepatan putar pemotongan. Hal ini juga ditunjukkan dengan adanya perubahan kecepatan putar pada saat pemotongan yang menghasilkan hasil yang berbeda. Saat memotong tutup botol plastik, semakin rendah kecepatan putar, semakin

lambat kecepatan potong. Hal ini terkait dengan material yang keras dan ulet yang terdapat pada botol plastik. Pada sudut 60° , proses pemotongan tutup botol plastik menghasilkan kecepatan putaran sebesar 1125 rpm.

Jumlah botol plastik yang dipotong dari nilai rata-rata tidak optimal pada kecepatan rendah (567 rpm) dan sudut 80° , tetapi bagian tepi yang dipotong lebih halus. Hal ini digunakan untuk meningkatkan hasil dengan meningkatkan kapasitas pemotongan botol plastik bekas yang digunakan untuk air minum pada 1125 rpm dan sudut 60° .

6. DAFTAR PUSTAKA

- R. S. Khurmi. & J. K. Gupta., 2005. *“Machine Design I”*, Eurasia Publising House, New Delhi.
- I. Nyoman Bagia, 2008, *“Motor-motor Listrik”*, Rasi Terbit, Bandung Meriam.
- J. L., 2002, *“Mekanika Teknik”*, Erlangga, Jakarta
- Haliday, Resnick, & Walker, 1988, *“Fisika Dasar I”*. Erlangga, Jakarta
- Sularso, 1997, *“Dasar Perencanaan & Pemilihan Elemen Mesin”*, PradnyaParamita, Jakarta
- Sularso, 2004, *“Dasar Perencanaan & Pemilihan Elemen Mesin”*. PradnyaParamita, Jakarta