

ANALISA DAYA POTONG PADA MESIN POTONG GRAPHITE PACKING

Oleh:
Joko Hardono

ABSTRAK

Tujuan dari suatu proses rekayasa engineering antara lain untuk membantu pekerjaan manusia sehingga akan meningkatkan produktifitas, efisien dan kualitas produk yang lebih baik dan konsisten. Mesin pemotong Graphite packing merupakan suatu hasil inovasi yang dirancang untuk melakukan pemotongan. Dengan mesin ini pemotongan sheet packing yang sebelumnya dikerjakan secara manual dengan pemahatan/pemboran dan pengguntingan digantikan secara otomatis oleh mesin. Agar tujuan inovasi ini tercapai yaitu produktivitas dan efisiensi maka konstruksi mesin harus dirancang sedemikian rupa sehingga mudah dan ergonomis dalam pengoperasiannya. Disamping itu juga perlu dihitung kebutuhan daya yang diperlukan sehingga bisa ditentukan daya motor penggerak yang sesuai.

Mesin potong Graphite packing dirancang dengan motor listrik sebagai penggerak utama. V-belt, pulley dan roda gigi digunakan untuk meneruskan putaran motor ke pisau pemotong. Putaran motor dari 1400 rpm diteruskan ke pulley input reduser menjadi 280 rpm. Oleh reduser putran ini direduksi menjadi 28 rpm. Dari pulley output reduser putaran diteruskan ke pulley penggerak poros cutter menjadi 10 rpm. Putaran inilah yang akan menggerakkan cutter. Daya pemotongan merupakan penjumlahan dari daya pemotongan langsung Graphite oleh cutter ditambah dengan daya yang diperlukan untuk memutar komponen-komponen yang bergerak.

Dengan menggunakan perumusan gaya dan daya potong serta daya untuk menggerakkan komponen diperoleh bahwa untuk melakukan pemotongan Graphite dengan tebal maksimum 3 mm diperlukan daya pemotongan sebesar 87,4 Watt. Jika digunakan motor dengan efisiensi 90% maka daya motor yang diperlukan sebesar 97,11 Watt atau setara dengan 0,13 HP.

Kata Kunci : Mesin, potong, daya, motor.

1. PENDAHULUAN

Mekanisasi akan membantu suatu proses pekerjaan menjadi lebih produktif dan dihasilkan produk dengan kualitas yang lebih baik dibandingkan dengan pekerjaan yang dilakukan secara manual. Kerana kinerja mesin memiliki kesetabilan yang lebih baik dibanding dengan kinerja manusia. Mesin pemotong Graphite packing merupakan suatu hasil inovasi yang dirancang untuk melakukan pemotongan

Dalam jurnal ini penulis akan membahas tentang analisa daya potong pada mesin Graphite packing. Packing yang dihasilkan berbentuk lingkaran berlubang. Sebelumnya pemotongan Graphite/packing ini dilakukan secara manual dengan pemahatan, pemboran dan pengguntingan. Tentunya dengan proses ini diasamping akan memakan waktu yang lama juga hasilnya akan kurang presisi. Adapun keunggulan dari mesin ini adalah sebagai berikut:

- a. Metode pengoperasian mesin yang sederhana.
- b. Spesifikasi benda kerja dapat disesuaikan dengan kebutuhan.
- c. Nilai ekonomis yang tinggi dibandingkan dengan alat potong yang lain seperti blanking tool, pemahatan, pengeboran dan pengguntingan.

Pembahasan hanya terbatas pada :

- a. Perancangan konstruksi mesin pemotong
- b. Analisa mengenai desain mesin konstruksi mesin pemotong tidak dibahas
- c. Analisa daya motor yang diperlukan untuk melakukan pemotongan Graphite packing



Gambar 1. Graphite Packing

2. TUJUAN PENULISAN

Tujuan penulisan jurnal Ilmiah ini adalah:

- a. Sebagai acuan dalam memilih motor penggerak mesin
- b. Memberikan masukan pemikiran yang berupa perancangan alat potong packing yang mampu melakukan pemotongan packing Graphite sehingga lebih produktif dan efisien.
- c. Merangsang para designer untuk melanjutkan dan melengkapi kekurangan dalam jurnal ilmiah ini.

3. TINJAUAN PUSTAKA

3.1 Gaya Pemotongan

Secara garis besar ada dua macam gaya pemotongan, yaitu :

a. Potong tekan (Punching)

Besar gaya potong tekan dirumuskan dengan persamaan :

$$F = \frac{L \cdot t \cdot S_s}{2000} \dots\dots\dots 1)$$

Dimana: *L* = Panjang pemotongan bahan (in)
t = Tebal bahan (in)
S_s = Shear Strength/ Kekuatan potong bahan (Psi)
F = Gaya (ton)

b. Potong Geser (Shearing)

Besar gaya potong geser dirumuskan dengan persamaan :

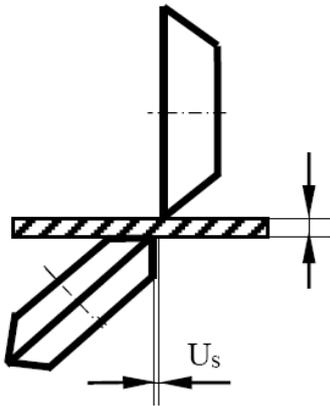
$$F_s = K \cdot F \quad \text{dengan} \quad K = \frac{t \cdot P}{S} \dots\dots\dots 2)$$

Dimana:
K = Konstanta
P = Penetrasi (%)
S = Kedalaman shearing dari cutter (mm)
F_s = Gaya shearing (N/mm²)

Dalam proses potong geser agar benda kerja tidak terjepit perlu diberikan kelonggaran pemotongan (*U_s*), yaitu jarak kesejajaran antara pisau atas dengan pisau bawah. Kelonggaran Pemotongan Dirumuskan dengan:

$$U_s = c \cdot s \sqrt{\tau_g} \dots\dots\dots 3)$$

Dimana:
U_s = Kelonggaran Potong (mm)
s = Tebal material yang dipotong (mm)
c = Working faktor (diambil 0,01)
τ_g = Tegangan Geser (N/mm²)



Gambar 2. Kelonggaran Potong

3.2 Penentuan Daya Motor

Daya motor dipengaruhi oleh gaya potong langsung dan gaya-gaya yang digunakan untuk menggerakkan komponen-komponen mesin seperti :Cutter, poros, roda gigi dan pulley .

Besar daya untuk menggerakkan komponen dirumuskan dengan persamaan:

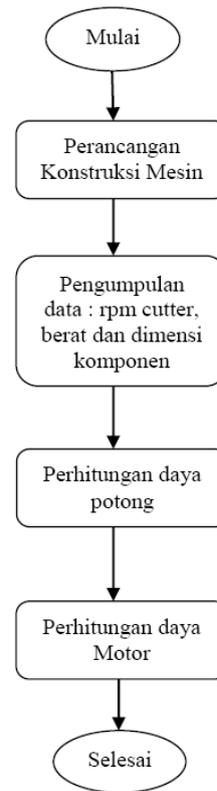
$$P = F.v \dots\dots\dots 4)$$

Dimana :

- P = Daya (Watt)
- F = Gaya (N)
- v = Kecepatan linear (m/sec)
- $= \frac{\pi.d.n}{60}$
- n = putaran (rpm)

4. METODOLOGI

Metodolgi penulisan jurnal ilmiah ini secara umum dijelaskan seperti pada diagram alir berikut:



5. PERANCANGAN

5.1 Gambaran Umum Mesin

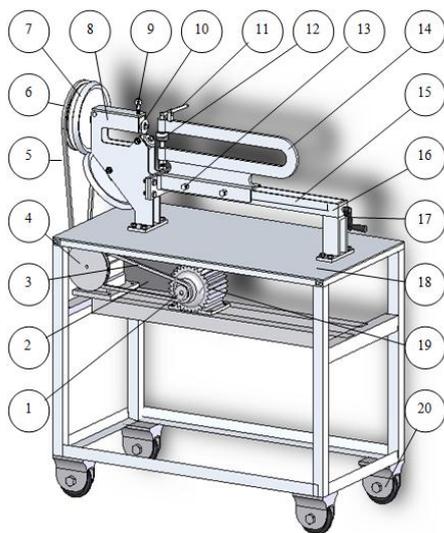
Mesin Potong Untuk Flange Packing adalah suatu alat yang digunakan untuk memotong asbes dengan hasil pemotongan bentuk melingkar. Meskipun sudah ada alat pemotong yang lain, namun alat ini mempunyai efisiensi dan efektifitas yang lebih tinggi serta modifikasi produknya lebih banyak.

Disini penulis tidak membahas secara detail desain dari mesin tersebut, tetapi hanya memberikan ilustrasi dan deskripsi secara umum bagian-bagian mesin dan cara kerja dari mesin tersebut.

5.2 Gambaran Umum alat

Komponen utama alat ini ditinjau dari prinsip kerjanya sebagai berikut:

1. Unit pemotong
2. Unit pencekaman
3. Unit pemutar
4. Unit rangka



Gambar 3. Rancangan Mesin

Keterangan:

1. Pulley motor
2. Control Box
3. V-belt motor-reducer
4. Pulley reducer
5. V-belt reducer - poros cutter atas
6. Pulley poros cutter atas
7. Roda gigi kerucut
8. Rangka klemping
9. Tuas pemotong
10. cutter
11. Tuas klemping
12. Klem
13. Baut penjepit
14. Rangka klemping
15. Mistar
16. Alas dudukan rangka klemping
17. Engkol eretan
18. Meja dudukan mesin
19. Motor
20. Roda meja

5.3 Penjelasan Masing-Masing Bagian

1. Unit pemotong

Bagian ini terdiri dari dua buah cutter, yaitu cutter atas dan *cutter* bawah. Cutter atas dipasang pada poros pemutar (poros

atas) dalam posisi horizontal. Sedangkan poros bawah dalam posisi miring dengan sudut 45° dari poros pemutar. Hal ini dimaksudkan untuk mempermudah proses pemotongan yang berbentuk radius.

Spesifikasi bahan yang digunakan adalah Hard Alloy Tool steel:

Bahan pisau	: DIN 45SiCrV6
Kekerasan	: 57 HRC
Diameter maksimal	: 50 mm
Tebal	: 10 mm
Putaran Pisau potong	: 10 rpm

2. Unit Pencekaman

Adalah bagian yang berfungsi menjepit asbes agar tidak bergeser kedudukannya ketika dipotong. Sebelum dilakukan proses pemotongan asbes harus betul-betul terjepit dengan kuat pada unit klemping ini.

3. Unit Rangka

Unit rangka ini terdiri dari rangka unit pemotong, rangkaian pemutar dengan menggunakan motor listrik, rangka klemping dan landasan rangka klemping. Rangka ini terbuat dari kanal U dan pelat strip.

5.3 Pengoperasian Mesin

Proses mengoperasikan alat ini tidak sulit, karena menggunakan daya motor listrik sebagai pemutar dan tidak memerlukan keterampilan khusus. Proses pemotongan dilakukan dua kali untuk mendapatkan diameter luar dan diameter dalam.

Adapun pengoperasian alat ini adalah sebagai berikut:

1. Memberi tanda pada benda kerja yang akan dipotong dengan cara memberi titik center pada diameter lingkaran yang akan dibuat.
2. Memasang benda kerja dengan menempatkan titik center benda kerja tersebut pada unit pencekaman.
3. Atur posisi diameter asbes yang akan dipotong sesuai ukuran, dengan cara memutar engkol eretan ke arah kanan.

Secara otomatis rangka penjepit akan bergeser. Setelah posisi tepat kenangkan baut pengikat rangka penjepit.

4. Tekan tombol ON untuk menghidupkan motor agar pulley dapat bergerak memutar poros cutter sehingga kedua cutter dapat berputar dengan bantuan roda gigi kerucut. Lakukan pemotongan dengan cara menurunkan cutter atas sedikit demi sedikit.
5. Lakukan proses pemotongan ini sampai pelat betul-betul terpotong.
6. Tekan tombol OFF apabila proses pemotongan telah selesai.
7. Kendorkan baut pengikat rangka penjepit dan geser rangka penjepit serta lakukan proses pemotongan ulang untuk mendapatkan diameter dalam.
8. Lepas benda kerja dengan cara mengendorkan klemping dan menarik benda kerja.

5.4 Kapasitas Mesin

Alat pemotong flange packing ini didesain untuk memotong asbes dengan spesifikasi sebagai berikut:

- Bahan lembaran: Graphite
- Tebal maksimal : 3 mm = 0,118 in
- Radius maksimal asbes: 350 mm

5.5 Gear Box

Gear Box (reducer) berfungsi untuk merubah putaran tinggi dari motor menjadi putaran rendah dengan bantuan susunan roda gigi. Gear Box mempunyai rasio perbandingan 1 : 10 yang digunakan untuk perbandingan perhitungan

5.6 Pulley Motor

Pulley ini berfungsi meneruskan Output motor listrik (putaran) yang diteruskan pada pulley reducer input.

5.7 Pulley Reducer

Pulley ini berfungsi meneruskan putaran dari gear box ke pulley poros cutter atas.

5.8 Pulley Cutter Poros Atas

Pulley ini terletak pada ujung dari poros cutter atas yang berfungsi meneruskan putaran yang direduksi oleh pully reduksi.

5.9 V-Belt

V-Belt digunakan untuk mentransmisikan putaran motor ke reduser dan putaran reduser sampai ke poros cutter atas. Jenis sabuk yang diambil adalah jenis sabuk tipe-A.

6. HASIL DAN PEMBAHASAN

6.1 Perhitungan Gaya Pemotongan

Berdasarkan spesifikasi bahan asbes tebal 3 mm dengan harga kekuatan tarik (tensile strength) 45 N/mm².

$$\text{Dimana: } \tau_g = (0,5 - 0,75) \sigma_t$$

$$\text{Maka: } \tau_g = 0,75 \times 45 \text{ N/mm}^2$$

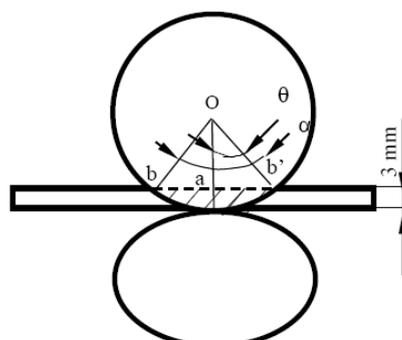
$$\tau_g = 33,75 \text{ N/mm}^2$$

Cutter mengalami dua bentuk pemotongan yaitu pada saat cutter bergerak turun (potong tekan) dan pada saat cutter berputar (potong geser).

a. Perhitungan Gaya Pemotongan Tekan (Punching)

Pada kondisi ini merupakan proses Punching. Sehingga untuk mencari besar gaya punch cutter yaitu dengan menggunakan persamaan:

$$F = \frac{L \cdot t \cdot S_s}{2000}$$



Gambar 4. Penetrasi Pemotongan Tekan

$$\cos \theta = \frac{oa}{ob} = \frac{22}{25} = 0,88$$

$$\theta = 28,3576^\circ$$

$$\alpha = 2\theta = 56,7152^\circ$$

Menghitung Panjang Busur

$$bb' = \frac{\alpha}{360} 2\pi r = 24,7342 \text{ mm} = 0,9738 \text{ in}$$

$$\begin{aligned} \text{Maka: } F &= \frac{0,9738 \times 0,1181 \times 11029,4}{2000} \\ &= 0,63 \text{ ton} \\ &= 6300 \text{ N} \end{aligned}$$

b. Perhitungan Gaya Pemotongan Geser (Shearing)

Pada kondisi ini berlaku proses Shearing (pemotongan). Maka gaya shearing yang direduksi yaitu dengan persamaan:

$$F_s = K.F \text{ dengan } K = \frac{t \cdot P}{S}$$

Dari persamaan diatas F_s reduksi dapat diketahui karena " S " telah diketahui :

$$S = 10 \tan 45^\circ = 10 \text{ mm}$$

P, diambil 60%

Maka:

$$F_s = \frac{t \cdot P}{S} \times F$$

$$F_s = \frac{0,118 \times 0,6}{0,394} \times 0,63 \text{ ton}$$

$$= 0,1132 \text{ ton}$$

$$= 113,2 \text{ N}$$

Jadi besar gaya pemotongan (F_s) sebesar 113,2 N

6.2 Penentuan Daya Motor

Daya motor dipengaruhi oleh beban-beban yang bekerja yaitu antara lain: berat cutter yang bekerja yaitu antara lain: berat cutter, berat poros, berat pulley, berat gear dan gaya pemotongan .

Beban-beban yang bekerja:

A. Beban Pada Poros Atas

a) Beban karena berat poros dan cutter atas

$$\begin{aligned} \text{Beban} &= [(\text{Berat cutter} + \text{Berat poros}) \times \text{kecepatan linier}] \\ &= [(0,98 \text{ N} + 19,62 \text{ N}) \times \frac{\pi \cdot d \cdot n}{60}] \\ &= [(20,6 \text{ N}) \times \frac{\pi \times 0,05 \text{ m} \times 10 \text{ Rpm}}{60}] \\ &= 0,54 \text{ Watt} \end{aligned}$$

b) Beban karena berat gear

Asumsi gear :

Berat = 7 kg,

Jumlah gigi, $N_g = 76$

Modul, $m = 3$

Sehingga diameter pitch gigi, $d_p = 3 \times 76 = 228 \text{ mm}$

$$\begin{aligned} \text{Beban} &= [(\text{Berat gear}) \times \text{kecepatan linier}] \\ &= [(68,67 \text{ N}) \times \frac{\pi \cdot d_p \cdot n}{60}] \\ &= [(68,67 \text{ N}) \times \frac{\pi \times 0,228 \text{ m} \times 10 \text{ Rpm}}{60}] \\ &= 8,20 \text{ Watt} \end{aligned}$$

c) Beban karena gaya pemotongan

$$\begin{aligned} \text{Beban} &= [(\text{gaya pemotongan}) \times \text{kecepatan linier}] \\ &= [(113,2 \text{ N}) \times \frac{\pi \cdot d \cdot n}{60}] \\ &= [(113,2 \text{ N}) \times \frac{\pi \times 0,05 \text{ m} \times 10 \text{ Rpm}}{60}] \\ &= 2,96 \text{ Watt} \end{aligned}$$

Beban yang bekerja pada poros atas adalah :

$$\begin{aligned} &= 0,54 \text{ Watt} + 8,20 \text{ Watt} + 2,96 \text{ Watt} \\ &= 11,7 \text{ Watt} \end{aligned}$$

B. Beban Pada Poros Bawah

a. Beban karena berat poros dan cutter bawah

Asumsi berat poros : 2 kg = 19,62 N

$$\begin{aligned} \text{Beban} &= [(\text{Berat cutter} + \text{Berat poros}) \times \text{kecepatan linier}] \\ &= [(0,98 \text{ N} + 19,62 \text{ N}) \times \frac{\pi \cdot d \cdot n}{60}] \\ &= [(20,6 \text{ N}) \times \frac{\pi \times 0,05 \text{ m} \times 10 \text{ Rpm}}{60}] \\ &= 0,54 \text{ Watt} \end{aligned}$$

b. Beban karena berat gear

Asumsi gear :

Berat = 7 kg,

Jumlah gigi, $N_g = 76$

Modul, $m = 3$

Sehingga diameter pitch gigi, $d_p = 3 \times 76 = 228 \text{ mm}$

$$\begin{aligned} \text{Beban} &= [(\text{Berat gear}) \times \text{kecepatan linier}] \\ &= [(68,67 \text{ N}) \times \frac{\pi \cdot d_p \cdot n}{60}] \\ &= [(68,67 \text{ N}) \times \frac{\pi \times 0,228 \text{ m} \times 10 \text{ Rpm}}{60}] \\ &= 8,20 \text{ Watt} \end{aligned}$$

c. Beban karena gaya pemotongan

$$\begin{aligned} \text{Beban} &= [(\text{gaya pemotongan}) \times \text{kecepatan linier}] \\ &= [(113,2 \text{ N}) \times \frac{\pi \cdot d \cdot n}{60}] \\ &= [(113,2 \text{ N}) \times \frac{\pi \times 0,05 \text{ m} \times 10 \text{ Rpm}}{60}] \\ &= 2,96 \text{ Watt} \end{aligned}$$

Beban yang bekerja pada poros atas adalah :
 $= 0,54 \text{ Watt} + 8,20 \text{ Watt} + 2,96 \text{ Watt}$
 $= 11,7 \text{ Watt}$

C. Beban Karena Berat Pulley

a. Pulley Poros Cutter Atas

Asumsi berat pulley : $1,5 \text{ kg} = 14,72 \text{ N}$

$$\begin{aligned} \text{Beban} &= [(\text{Berat pulley}) \times \text{kecepatan linier}] \\ &= [(14,72 \text{ N}) \times \frac{\pi \cdot d \cdot n}{60}] \\ &= [(14,72 \text{ N}) \times \frac{\pi \times 0,14 \text{ m} \times 10 \text{ Rpm}}{60}] \\ &= 1,08 \text{ Watt} \end{aligned}$$

b. Pulley output reducer

Asumsi berat poros : $1 \text{ kg} = 9,81 \text{ N}$

$$\begin{aligned} \text{Beban} &= [(9,81 \text{ N}) \times \frac{\pi \cdot d \cdot n}{60}] \\ &= [(9,81 \text{ N}) \times \frac{\pi \times 0,05 \text{ m} \times 28 \text{ Rpm}}{60}] \\ &= 0,72 \text{ Watt} \end{aligned}$$

c. Pulley input Reducer

Asumsi berat poros = $2 \text{ kg} = 19,62 \text{ N}$

$$\begin{aligned} \text{Beban} &= [(\text{Berat pulley}) \times \text{kecepatan linier}] \\ &= [(19,62 \text{ N}) \times \frac{\pi \cdot d \cdot n}{60}] \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Beban} &= [(\text{Berat pulley}) \times \text{kecepatan linier}] \\ &= [(19,62 \text{ N}) \times \frac{\pi \times 0,16 \text{ m} \times 280 \text{ Rpm}}{60}] \\ &= 46 \text{ Watt} \end{aligned}$$

d. Pulley pada motor

Asumsi berat poros : $0,75 \text{ kg} = 7,36 \text{ N}$

$$\begin{aligned} \text{Beban} &= [(\text{Berat pulley}) \times \text{kecepatan linier}] \\ &= [(7,36 \text{ N}) \times \frac{\pi \cdot d \cdot n}{60}] \\ &= [(7,36 \text{ N}) \times \frac{\pi \times 0,03 \text{ m} \times 1400 \text{ Rpm}}{60}] \\ &= 16,19 \text{ Watt} \end{aligned}$$

Jadi beban total karena berat pulley:
 $= 1,08 \text{ Watt} + 0,72 \text{ Watt} + 46 \text{ Watt} + 16,19 \text{ Watt}$
 $= 64 \text{ Watt}$

Jadi beban total yang harus dikeluarkan oleh motor :

$$\begin{aligned} P &= (\text{Beban Pada Poros Atas}) + (\text{Beban Pada Poros Atas}) + (\text{Beban Karena Berat Pulley}) \\ &= 11,7 \text{ Watt} + 11,7 \text{ Watt} + 64 \text{ Watt} \\ P &= 87,4 \text{ Watt} \end{aligned}$$

Daya motor yang diperlukan adalah :

$$P_m = \frac{P}{\eta_m}$$

Jika η_m dipilih sebesar 90%, maka daya motor yang diperlukan sebesar :

$$\begin{aligned} P_m &= \frac{100}{90} \times 87,4 \text{ Watt} \\ &= 97,11 \text{ Watt} \end{aligned}$$

Karena : $1 \text{ Hp} = 746 \text{ Watt}$

Maka daya motor dalam Hp sebesar :

$$P_{act} = \frac{97,11}{746} = 0,13 \text{ Hp}$$

7. KESIMPULAN DAN SARAN

Konstruksi mesin pemotong graphite packing ini didesain cukup sederhana dan mudah dalam pengoperasiannya. Setelah Graphite packing diseting pada pencekam,

mesin bisa dijalankan dengan menghidupkan motor listrik dan pemotonganpun dimulai.

Dari hasil perhitungan daya pemotongan graphite packing, daya pemotongan langsung relatif kecil yaitu sebesar 23,4 Watt dibanding dengan daya yang digunakan untuk menggerakkan komponen-komponen mesin yaitu sebesar 64 Watt. Daya untuk mengerakkan komponen ini merupakan daya yang tidak memberikan nilai tambah, sehingga perlu dilakukan rekayasa untuk meminimalkan daya tersebut.

Salah satu cara meminimalkan daya yang diakui untuk menggerakkan komponen adalah melakukan analisa kekuatan terhadap komponen-komponen mesin. Dari hasil analisa ini akan didapatkan dimensi minimal dari masing-masing komponen. Dimensi minimal ini akan berkorelasi langsung terhadap penurunan daya yang digunakan untuk menggerakannya.

Untuk itu kami menyarankan agar jurnal ini lebih disempurnakan lagi dengan melakukan analisa kekuatan komponen.

DAFTAR PUSTAKA

H.W Pollack , *Tool Design*, Prentise Hall inc.
New Jersey 07632, 1976

Klinger, *Product Catalog Industrial Sealing*

Niemann G. 1994, *Elemen Mesin Jilid 1*,
Jakarta, Erlangga

R.S.Khurmi, J.K. Gupta, 1982, *A Text Book Of
Machine Design*, New Delhi, Eurasia
Publishing House.

Sularso, Kiyokatsu Suga, *Dasar Perancangan
Dan Pemilihan Elemen Mesin*.