

PROSES PEMBUATAN MESIN PENGHANCUR KACA MODEL DAUN ROTARI BERTINGKAT KAPASITAS 30KG/JAM

Jhon Adi F. Silaban¹, K. Oppusunggu^{2,*}, Zulkifli Lubis³, mahyunis⁴, Frangky Sutrisno^{5,*}
Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknologi Industri Institut Teknologi Medan
jl.gedung arca no 52 telp. (061)7363771 fax. (061)7347954 Medan 20271 Indonesia
*Email: k.oppusunggu@itm.ac.id, ir.franky.s@gmail.com;

ABSTRAK

Proses pembuatan mesin penghancur kaca model daun rotary kapasitas 30 kg/jam bertujuan untuk mendapatkan langkah proses pembuatan, waktu pengerjaan mesin yang maksimal. Hal hal yang dibahas pada proses permesinan mesin penghancur kaca dengan menggunakan jenis mesin mesin perkakas yang digunakan antara lain mesin bubut,, mesin gerinda tangan, mesin gerinda potong,, mesin guedi/bor, mesin pengelasan. Dengan metode yang digunakan dalam proses pembuatan alat yaitu: menentukan/memilih tipe peralatan perkakas yang sesuai untuk digunakan, menentukan proses pembuatan mesin dan waktu yang dibutuhkan untk melakukan pekerjaan baik komponen maupun perakitan, jadwal waktu total proses pembuatan mesin penghancur kaca,, uji coba kelayakan alat/komponen. Perhitungan waktu kerja dapat dilakukan dengan menganalisa waktu pekerjaan disetiap langka kerja, pengadahan bahan, pengukuran, pemotongan,pembentukan bahan, pengelasan, pengeboran, dan finishing. Dari hasil proses pembuatan mesin diperoleh waktu pengerjaan keseluruhannya dipergunakan waktu 17 jam 15 menit.

Kata Kunci: pembuatan, mesin penghancur, kaca, sistem mekanis.

ABSTRACT

The process of making a glass shredder with a rotary leaf model with a capacity of 30 kg / hour aims to obtain the manufacturing process steps, maximum machining time. The things discussed in the glass shredder machining process using machine tools that are used include lathes, hand grinding machines, cutting grinding machines, guedi / drilling machines, welding machines. With the methods used in the tool-making process, namely: determining / selecting the appropriate type of tooling equipment to be used, determining the machine-building process and the time required to perform both component and assembly work, the total time schedule for the glass shredder manufacturing process, feasibility testing tools / components. Calculation of working time can be done by analyzing the work time in each work stage, grinding materials, measuring, cutting, forming materials, welding, drilling, and finishing. From the results of the machine-building process, the total processing time is 17 hours 15 minutes.

Keywords: manufacture, shredder, glass, mechanical system.

PENDAHULUAN

Sebelum mesin dibuat atau dirancang atau dirancang bangun bisanya didahului dengan melakukan perancangan. Di antaranya perancangan menentukan daya penggerak yang digunakan untuk melakukan operasi mesin, perancangan konstruksi dan elemen elemen mesin dan

lain lain yang dianggap mendukung pembuatan mesin.

Untuk memperoleh suatu rancang bangun yang baik dengan hasil seperti apa yang diharapkan, ditentukan dari berbagai factor, di antaranya adalah: kemampuan mesin untuk membuat produk yang berkualitas,memenuhi kapasitas produk,

keserasian atau keharmonisan dalam bentuk dan desainnya menarik, mesin gampang dioperasikan, mudah dalam pemeliharaan, perawatan dan perbaikan, harganya terjangkau dan mampu dibeli oleh masyarakat pengguna yang mempunyai taraf kehidupan yang sederhana [1], [2][3].

Dan seperti yang kita lihat sekarang ini di kota dan di desa banyak kaca yang sudah tidak di pergunakan lagi atau pecah di buang kek gitu dan akan memakan tempat untuk penumpukan kaca tersebut dan dari pada itu juga sangat membahayakan terhadap lingkungan terkhususnya pada kita manusia dan juga untuk di daur ulang kembali [4], [5],[6].



Gambar 1. Sampah kaca

Seperti yang kita lihat seperti pada gambar 1 di atas, sampah kaca yang semakin menumpuk akan membuat lingkungan kita juga semakin kotor, dan juga penyebabnya sampah kaca ini tidak bisa busuk sehingga akan dan akan bertumpuk, sehingga dibuatlah mesin untuk penghancur kaca untuk bisa di daur

ulang kembali biar Sampah yang tadi tidak bertumpuk dan akan di aur ulang kembali [7], [8], [9].

Proses pemesinan adalah proses pembuatan dengan cara membuang material yang tidak diinginkan pada benda kerja, sehingga diperoleh produk akhir dengan bentuk, ukuran, dan surface finish diinginkan. Pada proses penghancur kaca ini gerak yg dihasilkan yaitu gerak memukul terhadap material yang mau dikerjakan dan menghasilkan benda benda atau ukuran ukuran yang kita kehendaki [10], [1], [11],[12].

Tujuan perancangan ini adalah untuk pembuatan mesin penghancur mesin kapasitas 30kg/jam sesuai hasil yang direncanakan, seperti proses pembuatan mesin, dan waktu yang dibutuhkan untuk melakukan pekerjaan baik komponen maupun saat perakitan

METODOLOGI

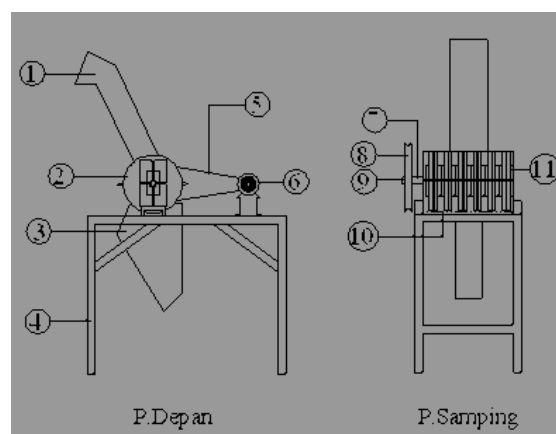
- Bahan
 1. Bahan poros adalah baja paduan (alloy stell)
 2. Bahan rangka mesin, baja biasa
 3. Mata pisau terbuat dari besi padat
 4. Bahan saringan keluar terbuat besi plat
 5. Bantalan, puli dan sabuk dibeli sesuai dengan standart yang ada

- Peralatan utama yang digunakan pada saat melakukan pengoperasian. Untuk melakukan pembuatan mesin pemotong/penghancur kaca digunakan beberapa mesin dan peralatan antara lain : mesin gerinda potong, mesin las listrik, mesin bor, mesin bubut, gunting plat/seng, serinda tangan, gerinda silinder, mesin drill, palu, meteran, jangka sorong [10].
- ❖ Langkah-langkah perakitan mesin
 1. Identifikasi komponen yang akan dikerjakan.
 2. Perencanaan awal dengan melakukan perhitungan – perhitungan serta membuat gambar assembling dan gambar detail, lengkap dengan ukuran – ukuran serta tanda – tanda pengerjaannya.
 3. Membuat rangka atau konstruksi tempat dudukan mesin, terdiri dari:
 - a. Rangka terbuat dari profil persegi (besi U).
 - b. Seluruh rangka dipotong dengan menggunakan mesin gerinda potong
 - c. Seluruh rangka dihubungkan dengan proses pengelasan dan difinishing dengan mesin gerinda tangan
 - d. Bagian ini dirancang sekokoh mungkin mengingat konstruksi harus mampu menumpu dan mengantisipasi adanya getaran pada saat melakukan pengoperasian.
 4. Pembuatan poros penggerak dikerjakan pada:
 - a. Mesin bubut, untuk membentuk silindris
 - b. Mesin gerinda, untuk mengerjakan bagian poros tempat dudukan bantalan.
 5. Membuat piringan tempat dudukan pisau pemotong/pembentukan, dikerjakan pada:
 - a. Mesin pemotong/las asetelin untuk membentuk piringan.
 - b. Mesin drill, untuk membuat lubang pengikat.
 - c. Mesin bubut, untuk membuat poros
 6. Membuat pisau pemotong dan pisau pembentuk, dikerjakan pada:
 - a. Mesin potong plat manual, untuk memotong dan membentuk pisau pemotong.
 - b. Mesin dril, untuk membuat lubang pengikat.
 - c. Mesin gerinda pedestal (mesin pengasah pisau).
 7. Membuat saluran penampungan/pembuangan

- a. Gunting pelat, sebagai pemotong pelat yang akan digunakan
 - b. Palu, untuk membentuk pelat yang tidak menggunakan sambungan
 - c. Mesin drill, untuk membuat tempat pengikat baut
8. Merangkai/merakit (assembling) komponen – komponen.
- a. Sebelum dilakukan perakitan terlebih dahulu lengkapi seluruh komponen – komponen yang dibutuhkan, mulai dari yang dibuat hingga komponen yang harus di beli, misalnya: tuas penggerak, poros, poros ulir, bantalan, baut – baut serta mur – mur pengikat dll.
 - b. Pemasangan komponen sesuai dengan gambar assembling.
 - c. Pada saat melakukan perakitan hal yang perlu diperhatikan adalah pada bagian – bagian yang mempunyai kesamaan ukuran atau suaian [13],[14].
9. Tahapan berikutnya adalah tahapan uji coba mesin.
- a. Sebelum mesin di uji coba yakinkan seluruh komponen – komponen sudah lengkap terpasang.

- b. Operasikan mesin untuk beberapa saat tanpa diberi beban. Perhatikan apakah ada suara yang tidak normal atau ada kejanggalan gerakan pada bagian – bagian yang bergerak.
- c. Setelah dirasakan aman beri beban dengan melakukan pengumpan atau kaca untuk dihancurkan.

10. Cacat hasil yang sudah diperoleh dari hasil uji coba yang dilakukan.

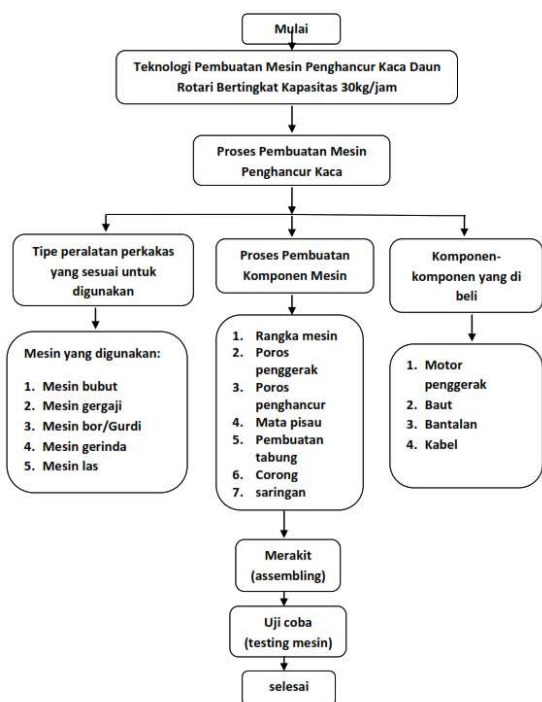


Gambar 2. mesin penghancur kaca

Keterangan :

- | | |
|------------------|---------------------|
| 1. Corong masuk | 6. Puli Motor |
| 2. Tabung | 7. Poros |
| 3. Corong keluar | 8. Puli poros |
| 4. Rangka | 9. Poros Penggerak |
| 5. Tali puli | 10. Saringan Kaca |
| | 11. Mata Penghancur |

❖ Diagram alir proses pembuatan mesin



Gambar 3. Diagram alir

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada pembahasan di bab ini akan difokuskan pada apa yang tertera pada tujuan umum:prose pembuatan mesin penghancur mesin kapasitas 30kg/jam proses dengan hasil yang dapat diterima sesuai hasil yang di rencanakan.

- Menentukan proses pembuatan mesin, dan waktu yang dibutuhkan untuk melakukan pekerjaan baik komponen maupun perakitan
 - Pembuatan rangka mesin penghancur kaca
 - a. Proses pengukuran
 - b. Proses pemotongan
 - c. Proses pengelasan
 - d. Proses finishing

➤ Pengadaan bahan.

Rangka mesin dengan bahan besi profil U ukuran rangka mesin secara umum adalah: Panjang:75cm, Tinggi : 60cm Lebar : 40cm

1. Menentukan waktu yang digunakan untuk pemotongan:

a. Waktu yang digunakan untuk melakukan pemotongan. Untuk satu kali pemotongan diperkirakan membutuhkan waktu sebagai berikut:

Mesin gerinda potong yang digunakan mempunyai putaran (ns) = 3500 rpm, diameter gerinda 14 inci.

Gerakan makan atau kedalaman pemakanan perlangkah, (f) =antara 0,001 s.d 0,025 mm/langkah, ditentukan 0,025 mm. Sehingga kecepatan makan adalah:

$$Vf = f \times ns$$

$$Vf = 0,025 \times 3500 = 87,5 \text{ mm/menit}$$

Ketebalan benda kerja yang hendak dipotong ap = 300 mm.

Maka waktu yang dibutuhkan adalah:

$$tc = ap/vf$$

$$tc = 4087,5 = 0,45 \text{ menit}$$

sehingga untuk melakukan pemotongan sebanyak 18 buah pemotongan dibutuhkan waktu:

$$Tc = tc \times 18$$

$$Tc = 0,45 \times 18 = 8,1 \text{ menit}$$

- b. Interval waktu (waktu luang) saat peralihan pekerjaan (TL).
- c. Interval waktu yang terjadi ketika melakukan pemotongan material diperkirakan 0,5 menit.

Maka waktu luang untuk 18 buah pemotongan dibutuhkan waktu:

$$TL = 0,5 \text{ menit} \times 18 = 9 \text{ menit.}$$

Waktu (Wp) total yang dibutuhkan untuk pengerjaan pemotongan adalah:

$$T \text{ total} = T_c + TL \\ = 8,1 + 9 = 17,1$$

Jumlah elektroda las yang dibutuhkan.

a) Elektroda las yang digunakan adalah berdiameter 2,6 mm, menurut standart panjang elektroda las untuk las untuk diameter 2,6 (mm), panjang elektroda las = 350mm, dan dalam satu kotak massanya adalah 5 kg dengan jumlah elektroda = 210 buah, maka satu batang elektroda las massanya adalah $5 \text{ kg} / 210 = 0,0238 \text{ kg}$.

b) Untuk ketebalan pelat 1,2 mm pada profil persegi di las sudut membutuhkan kawat las 0,10 kg/m (Esad, Welding handonbook, hal 66). Sehingga untuk satu meter membutuhkan elektroda las sebanyak $0,10 / 0,0238 = 4,20$ batang. Sehingga untuk soal panjang pengelasan 10800 mm, membutuhkan elektroda las sebanyak $0,88 / 1,0 \times 4,20 = 3,69$ batang.

c) Sehubungan elektroda las yang dapat digunakan untuk pengelasan diperkirakan sebanyak 85% dari setiap batangnya, (15% dari batang terbuang) maka jumlah elektroda las yang dibutuhkan adalah $3,69 : 85 \% = 4,34$ batang = 5 batang elektroda las

d) Waktu yang dibutuhkan untuk melakukan pengelasan berdasarkan Welding hanbook hal 14. Untuk diameter elektroda las 2,6 mm dengan ketebalan pelat sehingga 1,2 mm, maka kecepatan pengelasan (welding speed) adalah = 40 m/jam. Sedangkan menurut data panjang pengelasan adalah 0,88 mm. Maka waktu yang dibutuhkan untuk melakukan pengelasan adalah $= 0,88 : 40 = 0,022 \text{ jam} = 1,32 \text{ menit}$.

e) Interval waktu (waktu luang) yang dibutuhkan untuk peralihan antara komponen yang dikerjakan. Interval waktu yang dibutuhkan untuk melakukan pengelasan, termasuk melakukan penyentingan diperkirakan selama 2 menit untuk setiap kali pengelasan. Maka interval waktu untuk 18 buah yang dilakukan pengelasan adalah: $18 \times 2 \text{ (menit)} = 36 \text{ menit}$.

f) Waktu (WL) total yang dibutuhkan untuk pengerjaan pengelasan adalah : $1,8 + 36 \text{ menit} = 37,8 \text{ menit}$.

a. Proses finishing

Rapikan bekas pengelasan dengan gerinda tangan. Berdasarkan hasil survey waktu (Wf) yang dibutuhkan 5 menit.

Jadi waktu total yang dibutuhkan untuk mengerjakan rangka mesin adalah: proses pengukuran + proses pemotongan + proses pengelasan + proses finishing = 10 + 17,1 + 37,8 + 5 = 69,9 menit

Tabel 1. Waktu yang dibutuhkan dalam proses pembuatan rangka.

NO	Pembuatan rangka	Waktu baku	Waktu penyesuaian	Waktu akhir
1	Proses pengukuran	10 (menit)	5 (menit)	15 (menit)
2	Proses pemotongan	17,1 (menit)	8 (menit)	25,1 (menit)
3	Proses pengelasan	37,8 (menit)	10 (menit)	47,8 (menit)
4	Proses finishing	5 (menit)		5 (menit)
	Waktu total (Ttotal)			92,9 (menit)

1. Proses pengukuran.

Dalam perhitungan ditetapkan poros utama adalah penggerak mesin penghancur kaca. Poros ini mempunyai bentuk dan ukuran sebagai berikut: diameter terbesar adalah 18 mm.

Panjang : 58 cm

Diameter: 2,5 mm

2. Proses pemotongan.

a. Material dipotong sesuai dengan masing masing ukuran atau panjang yang diinformasikan pada gambar kerja.

b. Menentukan waktu yang dibutuhkan untuk pemotongan pada material dengan diameter 18 mm dan panjang 58 cm. Waktu yang dibutuhkan untuk melakukan pemotongan. Dengan

menggunakan mesin gerinda potong yang mempunyai putaran (ns) = 3500 rpm dengan diameter mata gerinda 35,5 mm dan gerakan makan atau kedalaman pemakanan perlangkah, (f) = antara 0,001 s.d 0,025 mm, ditentukan 0.025.

Untuk satu kali pemotongan diperkirakan membutuhkan waktu sebagai berikut:

1. Kecepatan pending:

$$Vf = f \times ns$$

Dimana:

$$f = 0,025 \text{ mm}$$

maka :

$$vf = 0,025 \times 3500 = 87,5 \text{ mm/menit}$$

2. Maka waktu yang dibutuhkan untuk pemotongan adalah:

Ketebalan benda yang hendak dipotong ap = 18 mm

$$tc = \frac{ap}{vf} \text{ menit}$$

$$tc = 1/87,5 = 0,20$$

3. Interval waktu (waktu luang) saat peralihan pekerjaan (TL). Interval waktu yang terjadi ketika melakukan pemotongan material adalah 10 menit, Waktu total yang dibutuhkan untuk pengerjaan pemotongan adalah:

$$\text{total} = Tc + TL$$

$$= 0,21 + 10 + 18 \text{ buah} = 28,21 \text{ menit}$$

a. Untuk pembubutan memanjang dengan penguraian diameter (D1) pada sisi kiri kanan poros.

Dalam proses pengerjaan benda kerja pada mesin bubut, ada beberapa hal yang harus dihitung terlebih dahulu. Diantaranya adalah sebagai berikut:

- Putaran spindel dapat dicari dengan menggunakan rumus:

$$n = \frac{vc \times 1000}{\pi \times D}$$

dimana: putaran kerja mesin bubut (rpm)

Vc = kecepatan potong bahan (m/menit) = untuk bahan baja

= antara 18 s.d.22 (m/menit) = 20 (m/menit)

π = Konstanta

D = Diameter poros = 25 mm

Diameter poros yang akan dibubut = 25 mm

Diameter untuk poros = 25mm, toleransi untuk finishing 0,5 mm = 30,5 mm maka; Untuk diameter 30,5 mm, putaranya adalah:

$$n = \frac{20 \times 1000}{\pi \times 30,5}$$

$$n = 208,83(\text{rpm})$$

Untuk pembubutan memanjang dengan diameter 10 mm dari pengurangan diameter menjadi diameter 30 mm sepanjang 75 cm

- Maka kedalaman pemakanan adalah:

$$a = \frac{do + dm}{2} \text{ mm}$$

Dimana:

a = kedalaman pemakanan (mm)

do = diameter mula mula (mm)

dm = diameter akhir

jadi :do = 30 mm

dm = 3 mm, toleransi 0,5 = 30,5

$$a = \frac{75 - 30,5}{2}$$

$$a = 22,25 \text{ mm}$$

- Kecepatan pemakanan : $vf = f.n$

Dimana : vf = kecepatan makan (mm/menit)

f = gerak makan mm/putaran) ditentukan = 0,1 / putaran

n = putaran kerja mesin bubut untuk diameter 30,5 mm

$$= 208,83 (\text{rpm})$$

$$Vf = 0,1 \times 208,83 = 20,8 (\text{mm/menit})$$

- Waktu yang dibutuhkan untuk pemakanan satu kali proses:

$$Tc = \frac{lt}{vf} \text{ menit}$$

Dimana : t_c = waktu pemotongan (menit)

l_t = panjang permesinan = 75 cm

vf = kecepatan makan = 20.8

Maka:

$$t_c = \frac{75}{20,8} = 3,60 \text{ menit}$$

- Finishing

$$a = \frac{30,5 - 30}{2} = 0,25 \text{ mm}$$

$$n = \frac{20 \times 1000}{\pi \times 30} = 212 \text{ rpm}$$

- Kecepatan pemakanan digunakan rumus :

$$vf = f \times n$$

dimana :

$$f = 0,1$$

Maka:

$$vf = f \times n$$

$$= 0,1 \times 212 = 21,2 \text{ mm/menit}$$

- Waktu yang dibutuhkan untuk finishing yaitu:

$$t_c = \frac{75}{21,2} = 3,53 \text{ menit}$$

- Waktu luang yang dibutuhkan

Waktu luang untuk 1 kali proses penyayatan dan pengaturan tebal pemakanan benda kerja diperkirakan 23 detik. Sedangkan

jumlah proses penyayatan pada D1 yaitu

$$\frac{0,30}{0,1} = 3,0 = 3$$

Maka waktu luang yang dibutuhkan yaitu:

$$TL = 3 \times 23 (2) = 138 \text{ detik} = 2,3 \text{ menit}$$

➤ Waktu total yang dibutuhkan untuk pengerjaan pemakanan adalah:

$$T_{total} = T_c + T_c (\text{finishing}) + TL$$

$$= 3,60 + 3,53 + 2,3 (\text{menit}) = 9,43 (\text{menit})$$

b. Untuk pembubutan memanjang dengan pengurangan diameter (D2) pada sisi kiri poros yaitu:

$$d_o = 30 \text{ mm}$$

$$d_m = 25 \text{ mm, toleransi untuk finishing } 0,5 = 25,5 \text{ mm}$$

$$n = \frac{20 \times 1000}{\pi \times 25,5} = 249,78 \text{ rpm} = 249 \text{ rpm.}$$

Kedalaman pemakanan digunakan rumus :

$$a = \frac{d_o - d_m}{2} \text{ mm}$$

$$a = \frac{30 - 25,5}{2} = 2,25 \text{ mm}$$

➤ Kecepatan pemakanan $vf = f \cdot n$

Dimana : vf = kecepatan makan (mm/menit)

$$f = \text{gerak makan (mm/putaran) ditentukan} = 0,1 / \text{putaran}$$

$$n = \text{putaran kerja mesin bubut untuk diameter } 25,5 (\text{mm})$$

$$= 249 (\text{rpm})$$

$$vf = 0,1 \times 249 = 24,9 (\text{mm/menit})$$

➤ Waktu yang dibutuhkan untuk pemakanan satu kali proses:

$$t_c = \frac{It}{vf} \text{ menit}$$

Dimana : t_c = waktu pemotongan (menit)

$$I_t = \text{panjang permesinan} = 100 (\text{mm})$$

$$vf = \text{kecepatan makan} = 249 (\text{mm/menit}).$$

Maka :

$$= 4,01 (\text{menit}) = \frac{100}{24,9}$$

➤ Finishing

$$a = \frac{25,5 - 25}{2}$$

$$= 0,25 \text{ mm}$$

$$n = \frac{20 \times 1000}{\pi \times 25}$$

$$= 254 \text{ rpm.}$$

➤ Kecepatan pemakanan digunakan rumus :

$$vf = f \times n$$

dimana:

$$f = 0,1$$

Maka :

$$vf = f \times n$$

$$= 0,1 \times 254 = 25,4 \text{ mm/menit}$$

Untuk proses pembuatan poros dilakukan dengan cara yang sama dan dihasilkan seperti tabel 2 berikut.

Tabel 1. Waktu yang dibutuhkan dalam proses pembuatan poros.

No	Pembuatan poros	Waktu baku	Waktu penyesuaian	Waktu akhir
1	Proses pengukuran	10 menit	5 (menit)	15 (menit)
2	Proses pemotongan	28,21 menit	7 (menit)	35,21 (menit)
3	Proses bubut	20,46 menit	10 (menit)	30,46 (menit)
4	Finishing		5 (menit)	5 (menit)
	Waktu Total			85,67 (menit)

KESIMPULAN

Setelah dilakukan pembahasan tentang proses pembuatan mesin penghancur kaca daun rotari berkapasitas 30 kg/jam dengan hasil yang dapat diterima sesuai yang direncanakan.

Sehingga berdasarkan tujuan dari perencanaan ini yaitu:

1. Menentukan/ memilih tipe peralatan perkakas yang sesuai untuk digunakan.
2. Menentukan proses pembuatan mesin, dan waktu yang dibutuhkan untuk melakukan pekerjaan baik komponen maupun perakitan.
3. Jadwal waktu total proses pembuatan mesin penghancur kaca
4. Uji coba kelayakan alat/komponen

1. Proses pembuatan

Urutan proses pembuatan adalah sebagai berikut:

- a. Pembuatan rangka
- b. Pengerjaan poros penggerak
- c. Pembuatan mata pisau
- d. Pembuatan tabung
- e. Pembuatan corong masuk
- f. Pembuatan corong keluar
- g. Pembuatan komponen komponen lainnya
- h. Merakit

2. Alat yang digunakan

- a. Mesin bubut
- b. Mesin gurdi
- c. Mesin gerinda
- d. Mesin las
- e. Elektroda las
- f. Mesin bor
- g. Palu

DAFTAR PUSTAKA

- [1] E. Franky sutrisno, Willy pratama, Nurdiana, Toni Siagian, Yulfitra, “Analisa Produktivitas Kerja Mesin Pemecah Buah Aren Sistem Translasi Vertikal Kapasitas 50 Kg/Jam”, *J. Rekayasa Mater. , Manufaktur dan Energi*, vol 1, no 2, bll 64–73, 2019, doi: <https://doi.org/10.30596/rmme.v2i1.3070> Published.
- [2] D. Braja, “teknologi pengolahan daur sampah”, *berita online*, 2012. .
- [3] E. Eswanto, S. J. Sitompul, T. Siagian, I. Gunawan, en A. Aminur, “Aplikasi Pltmh Penghasil Energi Listrik Di Sungai Lawang Desa Simbang Jaya Kecamatan Bahorok”, *Din. J. Ilm. Tek. Mesin*, vol 11, no 2, bl 56, 2020, doi: 10.33772/djitm.v11i2.11678.
- [4] E. Siregar, Barita en N. T. U. a Pasaribu, “EFESIENSI KOMPRESOR TERHADAP MODIFIKASI SUSUNAN PIPA EVAPORATOR REFRIGERATOR”, vol 1, no 1, bll 35–41, 2015, [Online]. Available at: <https://jurnal.mesin.itm.ac.id/index.php/jm/article/view/14>.
- [5] S. Suga, *Sularso dan Suga, Kiyokatsu*. Jakarta: Erlangga, 2004.
- [6] dan S. T. 1992. Hartanto, Sugiarto, *Menggambar Mesin Menurut Standar ISO*. Jakarta: PT. Pradnya Paramita, 1993.
- [7] S. Eka Josua, K. Oppusunggu, E. Eswanto, “Uji kinerja mesin pencacah ubi model rotary untuk bahan baku pakan ternak kapasitas 100 kg/jam”, *J. Ilm. “MEKANIK” Tek. Mesin ITM*, vol 4, no 1, bll 9–

- 17, 2018, [Online]. Available at:
<https://jurnal.mesin.itm.ac.id/index.php/jm/article/view/64>.
- [8] J. R. Material en M. Energi, "FT-UMSU Jurnal Rekayasa Material , Manufaktur dan Energi FT-UMSU", vol 1, no 2, bll 34–43, 2019, doi: <https://doi.org/10.30596/rmme.v2i1.3067>.
- [9] E. E. Ali Fahmi Hasahari, M . Danny SAM, "ANALISA SISTEM KERJA MESIN PENGGILING EMPING JAGUNG DENGAN SISTEM DOUBLE ROLLER KAPASITAS 100 KG/JAM", *J. Ilm. "MEKANIK" Tek. Mesin ITM*, vol 3, no 2, bll 69–77, 2017, [Online]. Available at:
<https://jurnal.mesin.itm.ac.id/index.php/jm/article/view/53>.
- [10] M. R. dan T. S. E Eswanto, "MESIN PERAJANG SINGKONG BAGI PENGRAJIN KERIPIK SINGKONG SAMBAL DESA PATUMBAK KAMPUNG", *J. Ilm. "MEKANIK" Tek. Mesin ITM*, vol 5, no 2, bll 73–79, 2019, [Online]. Available at:
<https://jurnal.mesin.itm.ac.id/index.php/jm/article/view/93>.
- [11] B. Barita, E. R. Silaban, Z. Zainuddin, J. T. M. eswanto, en F. T. Industri, "PENGARUH KINERJA KOMPRESOR PADA MESIN PENDINGIN", *J. Ilm. "MEKANIK" Tek. Mesin ITM*, vol 4, no 1, bll 48–55, 2018, [Online]. Available at:
<https://jurnal.mesin.itm.ac.id/index.php/jm/article/view/69>.
- [12] R. S. S. Khurmi, *Strenght Of Materials. Diktat elemen mesin*. Jakarta: Erlangga, 2009.
- [13] Eswanto, "PENGARUH TABUNG PENENANG UDARA PADA EKSPERIMEN LIQUID JET GAS PUMP", *Mek. J. Ilm. Tek. Mesin ITM*, vol 1, no 1, bll 24–29, 2015, [Online]. Available at:
<https://jurnal.mesin.itm.ac.id/index.php/jm/article/view/12>.
- [14] I. G. H. Joseph E. Shigley, Larry D. Mitchell, *Perencanaan Teknik Mesin*. Jakarta: Erlangga, 1984.