

# LAPORAN HASIL PENELITIAN



## PERANCANGAN MESIN PENCACAH SAMPAH BOTOL PLASTIK SKALA RUMAH TANGGA

Ketua Penelitian : Alfian Ady Saputra, S.T.,M.T.  
Anggota : 1. Lana Sakinah Muchtar

Penelitian ini dibiayai oleh

Sekolah Tinggi Teknologi Duta Bangsa Tahun Anggaran 2021

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN  
SEKOLAH TINGGI TEKNOLOGI DUTA BANGSA  
BEKASI  
2021**

LEMBAR PENGESAHAN  
LAPORAN HASIL PENELITIAN

Judul Penelitian : PERANCANGAN MESIN PENCACAH SAMPAH BOTOL  
PLASTIK SKALA RUMAH TANGGA

Bidang ilmu : Teknik Mesin

1. Ketua pelaksana
  - a. Nama lengkap : Alfian Ady Saputra, S.T.,M.T.
  - b. NIDN : 0430048706
  - c. Jenis kelamin : Laki – Laki
  - d. Jabatan Fungsional : Asisten Ahli
  - e. Jabatan Struktural : Ketua Program Studi
  - f. Fakultas/Program studi : Teknik Mesin
2. Alamat ketua pelaksana
  - a. Alamat Kantor : Sekolah Tinggi Teknologi Duta Bangsa
  - b. Email : sttdb2007@gmail.com
3. Jumlah Anggota Pelaksana : 1 orang
  1. Lana Sakinah Muchtar
4. Lokasi : Kota Bekasi
5. Kerjasama instansi lain
  - a. Nama Instansi : -
  - b. Alamat : -
6. Lama kegiatan : 3 Bulan
7. Dana yang diajukan
  - a. Sumber dari Universitas : 3.000.000.-
  - b. Instansi Lain : -
  - c. Jumlah : 3.000.000.-

Bekasi. 21 Agustus 2021

Mengetahui  
Ketua Program Studi



Alfian Ady Saputra, S.T.,M.T.

Ketua Peneliti



Alfian Ady Saputra, S.T.,M.T.

Ketua LPPM



LEMBAGA PENELITIAN  
LPPM  
STTDB  
DAN PENGABDIAN MASYARAKAT

Ir. Bambang Mulyo R, M.Si

Mengetahui :

Ketua STT Duta Bangsa



SEKOLAH TINGGI TEKNOLOGI DUTA BANGSA  
STTDB

Dedi Wirasasmita, S.T.,M.M.,M.Kom.

## ABSTRAK

Permasalahan sampah botol plastik di Indonesia merupakan masalah yang sudah cukup lama menjadi pembahasan. Khususnya, sampah botol plastik di lingkungan perumahan penulis menetap menjadi tanggung jawab semua warga perumahan termasuk penulis sendiri. Sampah botol plastik yang dihasilkan di blok perumahan penulis rata-rata 6 kg/ hari. Sebagai salah satu bentuk kepedulian terhadap lingkungan, penulis merancang sebuah mesin pencacah botol plastik skala rumah tangga yang akan menghasilkan cacahan yang nantinya bisa didaur ulang kembali menjadi produk cetakan plastik.

Proses perancangan mesin pencacah ini akan mengadaptasi proses *shearing*, dimana pisau pencacah akan mencacah botol plastik menjadi cacahan kecil, diputuskan *shear angle* yang akan dipakai sebesar  $5^{\circ}$ . Sedangkan material pisau yang akan digunakan adalah S45C. Karena, material ini dinilai cukup kuat untuk mencacah material plastik khususnya PET.

Berdasarkan hasil rancangan dan perhitungan, diperoleh ukuran mesin 250 x 500 x 750, dengan motor penggerak dan reducer NMRV 050, 1,5 HP/ 1,01kW 1 phase 220 V dengan putaran ( $n_2$ ) 284 rpm. Pisau pencacah yang digunakan terdiri dari 23 buah pisau putar  $\varnothing 90 \times 5$  dan pisau tetap 45 buah. Kemudian terdapat sistem penyaringan cacahan yang memiliki lubang 5,5 mm, sehingga diharapkan menghasilkan cacahan  $< 5,5$  mm. Rangka yang digunakan adalah rangka aluminium frame 6 series 30x30, sehingga mudah dalam pemasangan.

**Kata kunci:** Botol plastik, PET, Mesin pencacah, Pisau pencacah, Cacahan.

## KATA PENGANTAR

*Alhamdulillahirabbil'aalamiin*, segala puji dan syukur penulis panjatkan kehadiran Allah SWT atas rahmat dan hidayahnya dalam kelancaran penyusunan penelitian ini. Shalawat dan salam kepada Rasulullah SAW yang senantiasa menjadi sumber inspirasi dan teladan terbaik untuk umat manusia.

Penelitian dengan judul “MESIN PENCACAH BOTOL PLASTIK SKALA UMAH TANGGA”, ini dibuat untuk memenuhi tugas akhir sebagai salah satu syarat untuk menjadi sarjana Jurusan Teknik Mesin STT Duta Bangsa.

Pada kesempatan ini penulis mengucapkan terimakasih kepada :

1. Bapak Alfian Ady Saputra, S.T., M.T., selaku dosen pembimbing sekaligus ketua Jurusan Teknik Mesin STT Duta Bangsa yang telah memberikan banyak petunjuk, bimbingan dan saran dalam penyelesaian penelitian ini.
2. Seluruh Dosen dan Staff STT Duta Bangsa yang telah membantu memfasilitasi penulis sehingga penelitian ini terselesaikan.

21 Oktober 2021

Penulis

## DAFTAR ISI

<b>Judul</b> .....	i
<b>Abstrak</b> .....	ii
<b>Kata Pengantar</b> .....	iii
<b>Daftar Isi</b> .....	iv
<b>Daftar Gambar</b> .....	vii
<b>Daftar Tabel</b> .....	viii
<b>Bab 1 Pendahuluan</b> .....	1
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	3
1.3 Batasan Masalah .....	3
1.4 Tujuan.....	3
1.5 Manfaat.....	4
<b>BAB 2 Landasan Teori</b> .....	5
2.1 Perancangan.....	5
2.2 Botol Plastik.....	6
2.3 Mesin Pencacah Botol Plastik .....	7
2.3.1 Fungsi Mesin Pencacah Sampah Botol Plastik.....	8
2.3.2 Cara Kerja.....	8
2.3.3 Komponen Mesin Pencacah Limbah Plastik Otomatis .....	8
2.4 Perencanaan Poros .....	8
2.4.1 Macam-macam Poros .....	9
2.4.2 Hal Penting Dalam Perencanaan Poros .....	10
2.4.3 Dimensi Perencanaan Poros .....	12
2.5 Perencanaan Pasak.....	14
2.5.1 Klasifikasi Pasak.....	14
2.5.2 Lebar dan Tinggi Pasak .....	16

2.5.3 Tegangan Geseryan terjadi .....	17
2.5.4 Bahan Konstruksi Pasak .....	17
2.5.5 Tekanan Permukaan yang Terjadi .....	18
2.5.6 Koreksi Konstruksi Aman .....	18
2.5.7 Koreksi Lebar dan Panjang Pasak .....	18
2.6 . Perencanaan Bantalan .....	18
2.6.1 Klasifikasi Bantalan.....	19
2.6.2 Rumus-rumus Yang Digunakan Pada Bantalan .....	19
2.7 Pisau Pencacah.....	22
2.7.1 Gaya yang dihasilkan Pisau .....	23
2.7.2 Torsi yang Terjadi .....	24
2.7.3 Daya yang Dibutuhkan Pisau Pemetong .....	24
2.8 Perencanaan Motor .....	24
2.8.1 Prinsip Kerja Motor Listrik .....	25
2.8.2 Jenis-jenis Motor Listrik.....	25
2.9 Perencanaan Gearbox .....	27
2.9.1 Fungsi Gearbox.....	27
2.9.2 Prinsip Kerja Gearbox .....	27
<b>BAB 3 METODE PENELITIAN.....</b>	<b>28</b>
3.1 Merencanakan.....	28
3.2 Mengonsep.....	28
3.3 Merancang .....	28
3.4 Menyelesaikan .....	29
3.5 Diagram Alir .....	29
<b>BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN.....</b>	<b>30</b>
4.1 Perhitungan Kapasitas Sampah Botol Plastik.....	30
4.2 . Perhitungan Kapasitas Mesin yang dibutuhkan.....	30

4.3 Perancangan Pisau Pencacah .....	31
4.4 Perencanaan Putaran Minimum Mesin .....	31
4.5 Perancangan Kebutuhan Daya .....	32
4.6 Perencanaan Poros dan Pasak .....	32
4.7 Perencanaan Bantalan .....	35
4.8 Pemilihan Motor Listrik dan Gear Box .....	39
4.9 Pemilihan Rangka Mesin dan Dudukan Rangka .....	40
<b>BAB 5 KESIMPULAN</b> .....	42
5.1 Kesimpulan .....	42
5.2 Saran .....	42
<b>DAFTAR PUSTAKA</b> .....	43
<b>LAMPIRAN</b> .....	44

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Tumpukan sampah botol plastik .....	2
Gambar 2.1 Diagram Alir Rancang Bangun dari referensi jurnal .....	5
Gambar 2.2 Botol Plastik .....	7
Gambar 2.3 Poros Transmisi .....	9
Gambar 2.4 Poros Spindel.....	9
Gambar 2.5 Poros Gandar .....	10
Gambar 2.6 Pasak Benam Segi Empat.....	14
Gambar 2.7. Pasak Tembereng .....	15
Gambar 2.8. Pasak Pelana .....	15
Gambar 2.9. Spline.....	16
Gambar 2.10. Box Pisau Pencacah .....	22
Gambar 2.11. Profil Blade yang ideal .....	23
Gambar 2.12. Motor Listrik .....	25
Gambar 2.13. Gearbox .....	27
Gambar 3.1. Diagram Alir .....	29
Gambar 4.1. Katalog Pasak (Misumi).....	34
Gambar 4.2. Katalog Bantalan (SKF) .....	36
Gambar 4.3. Katalog Motovario NMRV .....	39
Gambar 4.4. Katalog Alumunium Frame 30 x 30.....	40
Gambar 4.5. Katalog <i>Adjustment Pad</i> .....	41

## DAFTAR TABEL



Tabel 2.1 Sifat Mekanis Plastik PET.....	6
Tabel 2.2. Jenis Baja Karbon pada Poros dan Pasak.....	12
Tabel 2.3. Standar Ukuran Pasak .....	16
Tabel 2.4. Jenis Baja Karbon untuk Konstruksi Mesin pada Pasak.....	17
Tabel 2.5. Pemilihan Bantalan .....	21
Tabel 4.1. Tabel Data Pisau Pencacah .....	31

# BAB

## PENDAHULUAN

### 1.1. Latar Belakang

Pemerintahan Indonesia melalui lembaga-lembaga di bawahnya sedang genjar-genjarnya untuk melakukan sosialisasi untuk pembatasan penggunaan plastik di Indonesia. Tentunya ini berdasar pada alasan yang sangat kuat melihat perkembangan permasalahan sampah plastik yang semakin meresahkan pengelolannya. Efek dari pengolahan sampah plastik yang tidak terkontrol saat ini tidak hanya berdampak negatif pada manusia, tetapi juga merusak lingkungan secara bertahap yang akan berdampak buruk pada bumi kita tercinta.

Berdasarkan data dari Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan (KLHK), total sampah di Indonesia tahun 2019 akan mencapai 68 juta ton dan sampah plastik diperkirakan akan mencapai 9,52 juta ton (Suara.com, 16 Januari 2020). Ini menjadi tolak ukur kita bahwa ternyata hampir 15% dari total jumlah sampah Indonesia disumbang oleh sampah plastik.

Bahan plastik memang sangat diminati karena memiliki banyak keunggulan seperti serbaguna, ringan, tahan air, kuat dan relatif murah. Sehingga ketergantungan manusia pada plastik memang tidak mungkin untuk dihilangkan sepenuhnya, tetapi bisa kita minimalisir dengan memakai ulang plastik (*reuse*), mengurangi plastik (*reduce*), dan mendaur ulang plastik (*recycle*). Salah satu sampah plastik yang sering kita gunakan dan bisa didaur ulang menjadi bahan baku plastik daur ulang adalah botol plastik bekas minuman kita sehari-hari.

Khususnya di lingkungan penulis tinggal, banyak sekali keluarga yang berlangganan salah satu merek air mineral. Sampah botol plastik tersebut bertumpuk di rumah-rumah dan juga mengganggu pemandangan sekitar. Rata-rata sampah botol plastik yang dihasilkan 6 kg/ hari Ini mendorong penulis untuk mendesain alat pencacah botol plastik skala rumah tangga yang diharapkan mudah pengoperasiannya. Sehingga masyarakat secara perlahan sadar dan mau ikut serta dalam penanggulangan sampah plastik khususnya di negara kita Indonesia.

Sampah botol plastik bisa didaur ulang dengan mencacahnya pada Mesin Pencacah Plastik menjadi tatal-tatal (*chip*). Mesin ini mungkin sudah tidak asing lagi di lingkungan industri dengan kapasitas yang cukup besar. Disini penulis mencoba merancang Mesin Pencacah Plastik untuk skala rumah tangga dan berharap bisa direalisasikan di lingkungan perumahan penulis bertempat. Mesin ini diharapkan mudah dalam pengoperasiannya dan memiliki konstruksi yang sederhana.



Gambar 1.1. Penumpukan Salah Satu Merek Air Mineral

Dimulai dari pengumpulan berkala botol minuman plastik di fasos perumahan, dibersihkan, dipisahkan tutup dan botol, kemudian secara berkala akan di proses di Mesin Pencacah Plastik yang telah disediakan. Produk hasil cacahan yang berupa *chip* plastik dengan dimensi sekitar  $\pm 5$  mm dapat dikirim ke penadah atau pabrik-pabrik kecil daur ulang plastik yang membutuhkan

## 1.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan permasalahan di atas , maka dapat di rumuskan permasalahan yang ada yaitu :

- Bagaimana merancang Mesin Pencacah Plastik yang mudah pengoperasiannya dalam skala rumah tangga ?
- Bagaimana perhitungan dan penentuan komponen-komponen inti dari Mesin Pencacah Plastik ?

## 1.3. Batasan Masalah

Dari perumusan masalah di atas , batasan masalahnya adalah sebagai berikut

- Hasil berupa rancangan mesin pencacah beserta gambar detail komponen.
- Perhitungan komponen-komponen inti dari mesin pencacah.
- Sampah botol plastik yang digunakan adalah sampai botol plastik air mineral dan softdrink PET berdimensi terbesar  $\text{Ø}60 \times 220$  (600ml).

## 1.4. Tujuan

Tujuan yang ingin di peroleh dalam perancangan mesin pencacah botol plastik skala rumah tangga sebagai berikut :

- a. Sebagai bentuk pengaplikasian ilmu Teknik Mesin yang telah penulis peroleh di kampus dan salah satu syarat untuk menyelesaikan studi di jurusan Teknik Mesin.
- b. Sebagai bentuk support kepada pemerintah dalam penanggulangan sampah plastik, khususnya botol minum sebagai sampah rumah tangga di lingkungan penulis.
- c. Menghasilkan rancangan Mesin Pencacah Sampah Botol Plastik skala rumah tangga yang mudah dalam pengoperasiannya.

### **1.5. Manfaat**

Manfaat Yang Diperoleh Dalam Melakukan Perancangan Ini,

Manfaat Teknis :

- a. Mesin Pencacah skala rumah tangga ini dapat digunakan dengan mudah pengoperasiannya dan dapat digunakan untuk home industri.
- b. Menimalisasir pencemaran sampah plastik di Indonesia, khususnya di lingkungan penulis.

Manfaat Ekonomis :

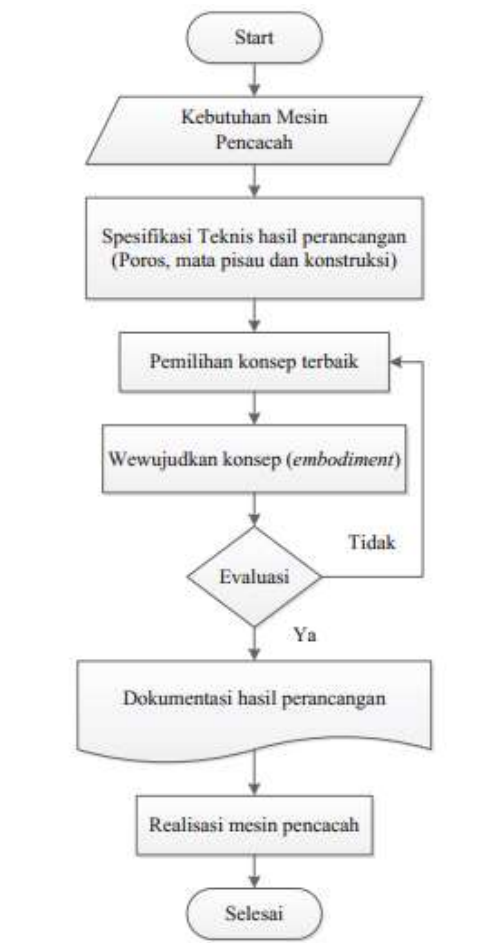
- a. Membantu perusahaan kecil untuk mendapatkan limbah plastik daur ulang.
- b. Hasil penjualan limbah plastik pada perusahaan dapat digunakan untuk kepentingan bersama.

## BAB II

### LANDASAN TEORI

#### 2.1. Perancangan

Perancangan adalah kegiatan awal dari suatu rangkaian kegiatan dalam proses pembuatan produk, dalam tahap perancangan tersebut dibuat keputusan-keputusan penting yang mempengaruhi kegiatan-kegiatan yang menyusul lainnya (Harsokusoemo, 2004). Setelah desain dan perancangan selesai langkah selanjutnya adalah pembuatan produk. Berikut mapping dari salah satu referensi jurnal “Rancang Bangun Mesin Pencacah Plastik Tipe Gunting, Nuha Desi Anggraini, ITENAS Bandung”



Gambar 2.1. Diagram Alir Rancang Bangun Mesin Pencacah “Jurnal Rekayasa Hijau, Juli 2018”

## 2.2. Botol Plastik

Botol Plastik adalah wadah untuk benda cair yang terbuat dari bahan plastik. Bahan Botol Plastik yang penulis gunakan adalah PET. Botol PET (*Polyethylene Therephthalate*) adalah botol dengan tingkat kejernihan yang tinggi, kaku, dan memiliki sifat sebagai Gas Barrier, dengan pori-pori yang kecil pada botol. Ini membuatnya mampu menyimpan gas dan aroma yang lebih lama dibanding beberapa material botol plastik lainnya. Sifat material PET yang jernih sangat disukai orang karena mampu menonjolkan warna-warni produk yang dikemasnya.

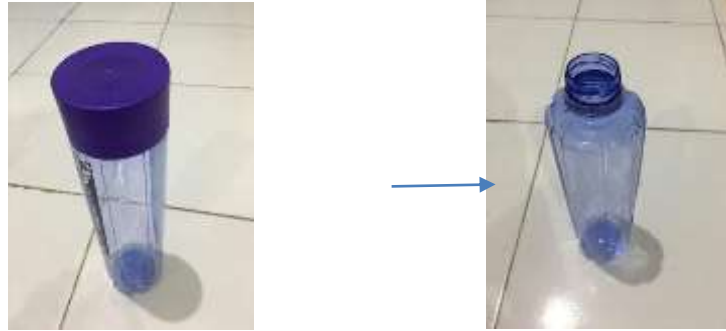
PET merupakan bahan yang 100% dapat di daur ulang. Untuk dapat mendaur ulang plastik PET, langkah awal yang harus dilakukan adalah menghancurkan plastik ini terlebih dahulu. Dapat dilakukan dengan cara dilelehkan ataupun dihancurkan menjadi cacahan – cacahan kecil. Tabel yang menunjukkan sifat karakteristik mekanis dari plastik PET agar dapat dihancurkan, dapat dilihat melalui tabel 2.1. di bawah ini:

Mechanical Properties	Metric	English
Hardness, Rockwell M	80.0 - 96.0	80.0 - 96.0
Hardness, Rockwell R	105 - 117	105 - 117
Hardness, Shore D	79.0 - 83.0	79.0 - 83.0
Ball Indentation Hardness	117 - 170 MPa	17000 - 24700 psi
Tensile Strength, Ultimate	2.10 - 90.0 MPa	305 - 13100 psi
Film Tensile Strength at Yield, MD	55.0 - 260 MPa	7980 - 37700 psi
Film Tensile Strength at Yield, TD	53.0 - 265 MPa	7690 - 38400 psi
Tensile Strength, Yield	47.0 - 90.0 MPa	6820 - 13100 psi
Film Elongation at Break, MD	40.0 - 600 %	40.0 - 600 %
Film Elongation at Break, TD	30.0 - 600 %	30.0 - 600 %
Film Elongation at Yield, MD	4.00 - 6.00 %	4.00 - 6.00 %
Film Elongation at Yield, TD	4.00 - 6.00 %	4.00 - 6.00 %
Elongation at Break	4.00 - 600 %	4.00 - 600 %
Elongation at Yield	3.50 - 8.00 %	3.50 - 8.00 %
Modulus of Elasticity	0.107 - 5.20 GPa	15.5 - 754 ksi
Flexural Yield Strength	60.0 - 121 MPa	8700 - 17600 psi
Flexural Modulus	1.90 - 3.17 GPa	276 - 460 ksi
Compressive Yield Strength	1.85 - 103 MPa	270 - 14900 psi
Compressive Modulus	0.0642 - 2.80 GPa	12.2 - 406 ksi
Shear Modulus	0.0279 - 0.0500 GPa	4.05 - 7.25 ksi
Shear Strength	1.19 - 1.80 MPa	173 - 261 psi
Izod Impact, Notched	0.139 - 100 J/cm	0.260 - 187 ft-lb/in

Tabel 2.1. Sifat Mekanis Plastik PET

Sumber : <http://www.matweb.com/reference/tensilestrength.aspx>

Berikut contoh botol plastik setelah dipisahkan dari tutupnya, yang penulis gunakan dengan ukuran maksimal Ø60 x 220 (600ml).



Gambar 2.2. Botol plastik

### 2.3. Mesin Pencacah Botol Plastik

Mesin adalah suatu alat yang terdiri dari beberapa komponen yang bergerak atau tidak bergerak yang dapat menghasilkan suatu produk tertentu. Dalam suatu mesin, seluruh komponen yang terdapat didalamnya tidak dapat dikategorikan sebagai komponen atau bagian utama. Sedangkan yang dapat dikategorikan sebagai bagian utama adalah bagian mesin yang berpengaruh langsung terhadap jalannya mesin dalam menghasilkan suatu produk.

Mesin pencacah botol plastik adalah sebuah alat yang digunakan untuk mencacah atau menghancurkan botol plastik seperti botol minuman plastik air mineral dan softdrink. Hasil cacahan plastik dapat digunakan para pengusaha sebagai bahan daur ulang plastik yang banyak dibutuhkan oleh pabrik daur ulang plastik.

Umumnya cacahan tersebut biasanya berdimensi + 5 mm. Proses pencacahan akan lebih bagus jika mendapatkan hasil cacahan yang seragam. Seperti cacahan plastik putih semua atau plastik yaang warna biru semua. Kemudian dileburan sebelum dicetak, sehingga memudahkan pula dalam proses pengangkutan dan penyimpanannya.

#### 2.3.1. Fungsi Mesin Pencacah Sampah Botol Plastik

Membantu dalam memudahkan dalam proses penghancuran sampah plastik khususnya botol-botol air mineral, dan *softdrink*. Dimana hasil cacahannya dapat di gunakan sebagai bahan baku pembuatan plastik daur ulang.

#### 2.3.2. Cara Kerja

Mesin Pencacah dinyalakan, kemudian botol plastik bekas yang telah dibersihkan dimasukan melalui saluran masuk/*hopper*. Di dalam mesin pencacah plastik akan

mengalami penghancuran oleh dua pisau, yaitu pisau putar dan pisau tetap. Pisau putar sebagai pemotong sedangkan pisau tetap menjadi landasan pemotongan. Selanjutnya hasil cacahan tersebut ditampung dalam wadah yang disediakan.

### **2.3.3. Komponen Mesin Pencacah Limbah Plastik Otomatis**

Pada mesin pencacah limbah plastik otomatis ini, bagian utama yang berpengaruh langsung terhadap proses penghancuran botol plastik bekas adalah sebagai berikut:

1. Set motor listrik dan reducer
2. Poros dan pasak
3. Bantalan
4. Pisau pencacah
5. Rangka

## **2.4. Perencanaan Poros**

Poros merupakan salah satu bagian yang terpenting dari setiap mesin. Hampir semua mesin meneruskan tenaga dengan poros. Peranan utama dalam transmisi seperti itu dipegang oleh poros. Fungsi dari poros adalah sebagai penerus tenaga atau daya dari mesin.

### **2.4.1. Macam-macam Poros**

Poros untuk meneruskan daya diklasifikasikan menurut pembebanannya sebagai berikut

1. Poros Transmisi

Poros transmisi adalah salah satu jenis poros yang berfungsi untuk memindahkan tenaga mekanik salah satu elemen mesin ke elemen mesin yang lain. Poros transmisi mendapat beban puntir murni atau puntir dan lentur yang akan meneruskan daya ke poros melalui kopling, roda gigi, puli sabuk atau sproket rantau dan lain – lain.





Gambar 2.3. Poros Transmisi

## 2. *Spindel*

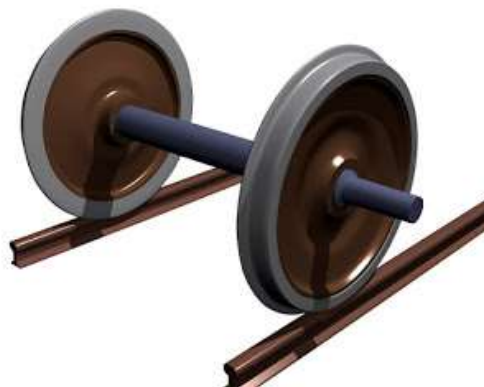
Poros Spindel adalah Poros transmisi yang relatif pendek, seperti poros utama mesin perkakas, dimana beban utamanya berupa puntiran, disebut *spindel*. Syarat yang harus dipenuhi poros ini adalah deformasinya harus kecil dan berbentuk serta ukurannya harus teliti.



Gambar 2.4. Poros Spindel

## 3. Gandar

Poros seperti yang dipasang di antara roda-roda kereta barang, dimana tidak mendapat beban puntir, bahkan kadang-kadang tidak boleh berputar, disebut gandar. Gandar ini hanya mendapat beban lentur, kecuali jika digerakan oleh penggerak mula dimana akan mengalami beban puntir juga.



Gambar 2.5. Poros Gandar

### 2.4.2. Hal Penting Dalam Perencanaan Poros

Untuk merencanakan sebuah poros, hal-hal berikut ini perlu diperhatikan.

#### 1. Kekuatan Poros

Suatu poros transmisi dapat mengalami beban punter atau lentur atau gabungan antara puntir dan lentur seperti telah diutarakan diatas. Juga ada poros yang mendapat beban tarik atau tekan seperti poros baling-baling kapal atau turbin, Kelelahan (*fatigue*), tumbukan, atau pengaruh konsentrasi tegangan bila diameter poros diperkecil (poros bertangga) atau bila poros mempunyai alur pasak, harus diperhatikan. Sebuah poros harus direncanakan hingga cukup kuat untuk menahan beban-beban diatas

#### 2. Kekakuan Poros

Meskipun sebuah poros mempunyai kekuatan yang cukup tetapi jika lenturan atau defleksi puntirannya terlalu besar akan mengakibatkan ketidak-telitian (pada mesin perkakas) atau getaran dan suara (misalnya pada turbin dan kotak roda gigi). Karena itu, disamping kekuatan poros, kekakuannya juga harus di perhatikan dan disesuaikan dengan macam mesin yang akan dilayani poros tersebut.

#### 3. Putaran Kritis

Bila putaran mesin suatu mesin dinaikkan maka pada suatu harga putaran tertentu dapat terjadi getaran yang luar biasa besarnya. Putaran ini disebut putaran kritis. Hal ini dapat terjadi pada turbin, motor torak, motor listrik, dll., dan dapat mengakibatkan kerusakan pada poros dan bagian-bagian lainnya. Jika mungkin, poros harus direncanakan sedemikian rupa hingga putaran kerjanya lebih rendah dari putaran kritisnya.

#### 4. Faktor Korosi

Bahan-bahan tahan korosi (termasuk plastik) harus dipilih untuk poros propeller dan pompa bila terjadi kontak dengan fluida yang korosif. Demikian pula untuk porosporos yang terancam kavitasi, dan poros-poros mesin yang sering berhanti lama. Sampai batas-batas tertentu dapat pula dilakukan perlindungan terhadap korosi.

#### 5. Bahan Poros

Dalam perencanaan poros harus diperhatikan bahan poros. Biasanya poros untuk mesin tersebut dari baja batang yang ditarik dan difinisi, baja karbon kontruksi mesin (disebut baja S-C). baja yang dideoksidasikan dengan ferrosilicon dan dicor. Bersifat tahan aus, umumnya dibuat dari baja paduan dengan pengerasan kulit yang sangat tahan terhadap keausan.

. Tabel 2.2. Jenis Baja Karbon untuk Konstruksi Mesin pada Poros dan Pasak

Standar dan macam	Lambang	Perlakuan panas	Kekuatan tarik  <i>kg/mm<sup>2</sup></i>	Keterangan
Baja Karbon	S30C	Pernomalan	48	-
Konstruksi Mesin	S35C	Pernomalan	52	-
(JIS 4501)	S40C	Pernomalan	55	-
Batangbaja yang difinish dingin	S35C-D	Pernomalan	53	Ditarik
	S45C-D	Pernomalan	60	Dingin,
	S55C-D	Pernomalan	72	Digerinda, Dibubut

### 2.4.3. Dimensi Perencanaan Poros

Hal-hal yang perlu diperhatikan dalam menghitung suatu poros adalah dengan menghitung :

- a. Daya yang direncanakan ( $P_d$ )

$$P_d = f_c \times P$$

$f_c$  = faktor koreksi daya

$P$  = daya normal dari motor penggerak (kW)

- b. Tegangan geser yang diizinkan ( $\tau_a$ )

$$\tau_a = \frac{\sigma_b}{Sf_1 \times Sf_2}$$

$\sigma_b$  = tegangan tarik ( $\frac{kg}{mm^2}$ )

$Sf_1 = \text{faktor keamanan (5,6 – 6)}$

$Sf_2 = \text{faktor keamanan (1,3 – 3)}$

c. Momen Puntir Poros ( $T$ )

$$T = 9,47 \times 10^5 \frac{P_d}{n_1}$$

$P_d = \text{daya yang direncanakan (kW)}$

$n_1 = \text{putaran poros (rpm)}$

d. Diameter Poros ( $d_s$ )

$$d_s = \left[ \frac{5,1}{\tau_a} K_t C_b T \right]^{1/3}$$

$d_s = \text{diameter poros (mm)}$

$C_b = \text{faktor lenturan}$

$K_t = \text{faktor koreksi untuk momen puntir}$

$T = \text{Torsi (kg.mm)}$

e. Tegangan Geser yang Terjadi ( $\tau$ )( $kg/mm^2$ )

$$\tau = \frac{5,1 \times T}{d_s^3}$$

$d_s = \text{diameter poros (mm)}$

$T = \text{Torsi (kg.mm)}$

f. Koreksi Konstruksi Aman

Koreksi kontruksi aman pada konstruksi poros:

$$\tau_a > \tau$$

$d_s = \text{diameter poros (mm)}$

$T = \text{Torsi (kg.mm)}$

## 2.5. Perencanaan Pasak

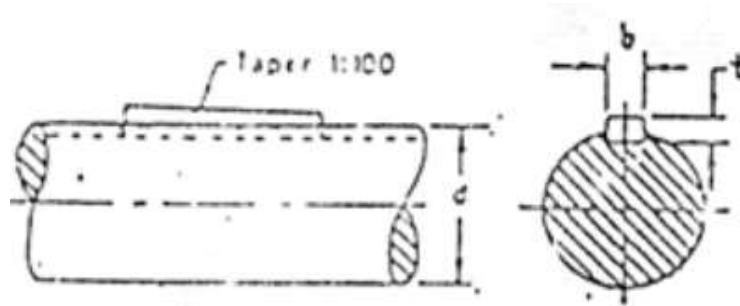
Pasak digunakan untuk menyambung dua bagian batang (poros) atau memasang roda, roda gigi, roda rantai dan lain-lain pada poros sehingga terjamin tidak berputar pada poros atau terjadi slip. Pemilihan jenis pasak tergantung pada besar kecilnya daya yang bekerja dan kestabilan bagian-bagian yang disambung. Untuk daya yang kecil, antara naf roda dan poros cukup diikat dengan baut tanam (set screw).

### 2.5.1. Klasifikasi Pasak

Berdasarkan cara pemasangannya, pasak yang umum digunakan dalam

perencanaan elemen mesin yaitu pasak benam. Pasak jenis ini sendiri terbagi atas beberapa macam, antara lain:

1. Pasak Benam Segi Empat (Rectangular Sunk Key)



Gambar 2.6. Pasak Benam Segi Empat

Dimensi dari pasak benam segi empat dapat direncanakan dengan persamaan:

$$\text{Lebar Pasak, } b = d/4$$

$$\text{Tinggi Pasak, } t = \frac{2}{3}b$$

$$d = \text{diameter poros}$$

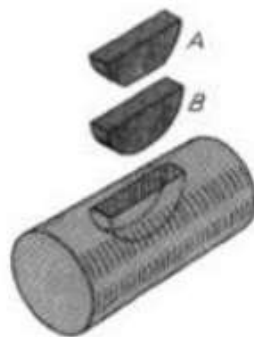
2. Pasak Bujur Sangkar (Square Key)

Bentuknya sama seperti *rectangular sunk key*, hanya saja lebar dan tebalnya memiliki dimensi yang sama, yaitu:

$$b = t = d/4$$

3. Pasak Tembereng (Woodruff Key)

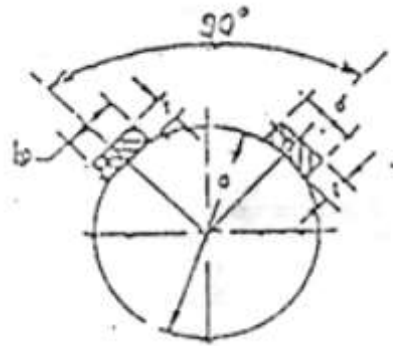
Pasak jenis ini biasanya digunakan pada poros dengan beban puntir yang tidak terlalu besar. Pasak woodruff dipasang pada alur pasak yang berbentuk setengah lingkaran yang terdapat pada permukaan poros dan alur yang berbentuk persegi panjang yang terdapat pada lubang poros atau lubang hub dari elemen mesin pasangannya.



Gambar 2.7. Pasak Tembereng

#### 4. Pasak Pelana (Saddle Key)

Jenis pasak ini umum digunakan untuk mengikat hubungan antara naf roda dengan poros.



Gambar 2.8. Pasak Pelana

#### 5. Pasak Poros Berbintang (*Spline*)

Pasak poros bintang mempunyai bentuk yang agak berbeda dengan pasak lainnya. Pasak poros bintang yang sering juga disebut sebagai spline memiliki bentuk gerigi atau alur-alur pada permukaan porosnya. Pasak poros bintang dipasang dengan roda gigi atau elemen mesin lainnya yang mempunyai alur-alur pada permukaan lubang porosnya. Dengan demikian poros pasak bintang dan elemen mesin pasangannya akan terikat dan dapat berputar bersama-sama.



Gambar 2.9. Spline

#### 2.5.2. Lebar dan Tinggi Pasak

Merencanakan lebar dan tinggi pasak dapat dipilih berdasarkan standar ukuran pasak yang terdapat pada tabel 2.3. berikut. Ukuran lebar dan tinggi pasak umumnya disesuaikan dengan diameter poros.

Tabel 2.3. Standar Ukuran Pasak

**Ukuran-ukuran Utama** (Satuan: mm)

Ukuran nominal pasak $b \times h$	Ukuran standar $b, b_1,$ dan $b_2$	Ukuran standar $h$		$C$	$l$	Ukuran Standar $l_1$	Ukuran Standar $l_2$			$r_1$ dan $r_2$	Referensi Diameter poros yang dapat dipakai $d^{**}$
		Pasak prismatis Pasak lancur	Pasak Tirus				Pasak Prismatis	Pasak Lancur	Pasak Tirus		
2 x 2	2	2		0,16-	6-20	1,2	1,0			0,08- 0,16	Lebih dari 6-8
3 x 3	3	3		0,25	6-36	1,8	1,4				
4 x 4	4	4		0,25-	8-45	2,5	1,8			0,16-	" 8-10
5 x 5	5	5			0,40	10-56	3,0	2,3			
6 x 6	6	6		0,40	14-70	3,5	2,8			0,25-	" 10-12
(7 x 7)	7	7	7,2		16-80	4,0	3,01	3,5	3,0		
8 x 7	8	7		0,40-	18-90	4,0	3,3		2,4	0,25-	" 12-17
10 x 8	9	8			22-110	5,0	3,3		2,4		
12 x 8	10	8		0,40-	28-140	5,0	3,3		2,4	0,40	" 17-22
14 x 9	12	9			36-160	5,5	3,8		2,9		
(15 x 10)	15	10	10,2	0,40-	40-180	5,0	5,0	5,5	5,0	0,25-	" 20-25
16 x 10	16	10			45-180	6,0	4,3		3,4		
18 x 11	18	11		0,60-	50-200	7,0	4,4		3,4	0,40	" 22-30
20 x 12	20	12			56-220	7,5	4,9		3,9		
22 x 14	22	14		0,60-	63-250	9,0	5,4		4,4	0,40-	" 30-38
(24 x 16)	24	16	16,2		70-280	8,0	8,0	8,5	8,0		
25 x 14	25	14		0,80	70-280	9,0	5,4		4,4	0,60	" 38-44
28 x 16	28	16			80-320	10,0	6,4		5,4		
32 x 18	32	18		0,80	90-360	11,0	7,4		6,4	0,60	" 44-50
25 x 14	25	14			70-280	9,0	5,4		4,4		
28 x 16	28	16		80-320	10,0	6,4		5,4	0,40-	" 50-55	
32 x 18	32	18		90-360	11,0	7,4		6,4			

\*  $l$  harus dipilih dari angka-angka berikut sesuai dengan daerah yang bersangkutan dalam tabel. 6, 8, 10, 12, 14, 16, 18, 20, 22, 25, 28, 32, 36, 40, 45, 50, 56, 53, 70, 80, 90, 100, 110, 125, 140, 160, 180, 200, 220, 250, 280, 320, 360, 400.

### 2.5.3. Tegangan Geseryan terjadi

Berdasarkan lebar dan tinggi pasak, dapat dihitung tegangan geser yang terjadi melalui persamaan:

$$\tau_k = \frac{F}{b \times l}$$

### 2.5.4. Bahan Konstruksi Pasak

Untuk pasak, umumnya dipilih bahan yang mempunyai kekuatan tarik 60 (kg/mm<sup>2</sup>) atau lebih kuat dari bahan porosnya. Namun, terkadang sengaja dipilih bahan yang lebih lemah dari poros sehingga pasak lebih dahulu rusak pada poros atau nafnya. Hal ini dikarenakan harga pasak yang relatif lebih murah serta mudah menggantinya. Tabel untuk merencanakan bahan konstruksi pasak ditunjukkan pada tabel 2.4 di bawah ini.

Tabel 2.4. Jenis Baja Karbon untuk Konstruksi Mesin pada Pasak

Standar dan macam	Lambang	Perlakuan	Kekuatan	Keterangan
		panas	tarik	
			$kg/mm^2$	
Baja Karbon	S30C	Pernomalan	48	-
Konstruksi Mesin	S35C	Pernomalan	52	-
(JIS 4501)	S40C	Pernomalan	55	-
Batangbaja yang difinish dingin	S35C-D	Pernomalan	53	Ditarik
	S45C-D	Pernomalan	60	Dingin,
	S55C-D	Pernomalan	72	Digerinda, Dibubut

### 2.5.5. Tekanan Permukaan yang Terjadi

Tekanan permukaan yang terjadi pada pasak dapat dihitung dengan membagi nilai gaya tangensial dengan panjang dan tinggi pasak. Atau dapat ditulis dengan persamaan:

$$P = \frac{F}{l \times t}$$

### 2.5.6. Koreksi Konstruksi Aman

Koreksi konstruksi aman dapat ditentukan dengan membandingkan nilai tegangan geser diizinkan dengan tegangan geser dan tekanan permukaan diizinkan dengan tekanan permukaan.

$$\tau k_a \geq \tau k$$

$$P_a \geq P$$



### 2.5.7. Koreksi Lebar dan Panjang Pasak

Perlu diperhatikan bahwa lebar pasak sebaiknya antara 25-35% dari diameter poros dan panjang pasak sebaiknya tidak terlalu panjang dibandingkan dengan diameter poros yaitu antara 0,75 – 1,5 diameter poros.

$$b \geq \max [0,25 - 0,35d_s]$$

$$L \geq \max [0,75 - 1,5d_s]$$

## 2.6. Perencanaan Bantalan

Bantalan adalah elemen mesin yang menumpu poros berbeban, sehingga putaran atau gerakan bolak-baliknya dapat berlangsung secara halus, aman, dan panjang umur. Bantalan harus kokoh untuk memungkinkan poros serta elemen mesin lainnya bekerja dengan baik. Jika bantalan tidak berfungsi dengan baik maka prestasi seluruh sistem akan menurun atau tidak dapat bekerja secara semestinya.

### 2.6.1. Klasifikasi Bantalan

Bantalan dapat diklasifikasikan sebagai berikut :

1. Atas dasar gerakan bantalan terhadap poros
  - a) Bantalan luncur. Pada bantalan ini terjadi gesekan luncur antara poros dan bantalan karena permukaan poros ditumpu oleh permukaan bantalan dengan perantara lapisan pelumas.
  - b) Bantalan gelinding. Pada bantalan ini terjadi gesekan gelinding antara bagian yang berputar dengan yang diam melalui elemen gelinding seperti bola (peluru), rol atau roljarum, dan rol bulat.
  
2. Atas Dasar Arah Beban Terhadap Poros
  - a) Bantalan aksial. Arah beban yang ditumpu bantalan ini adalah tegak lurus sumbu poros.
  - b) Bantalan radial. Arah baban bantalan ini sejajar dengan sumbu poros.
  - c) Bantalan gelinding khusus. Bantalan ini dapat menumpu beban yang arahnya sejajar dan tegak lurus sumbu poros

## 2.6.2. Rumus-rumus Yang Digunakan Pada Bantalan

- a. Gaya tangensial yang timbul ( $W_0$ )

$$W_0 = F_t = \frac{2 \times T}{d_s}$$

$T = \text{Torsi}(\text{kg. mm})$

$d_s = \text{Diameter yang direncanakan}(\text{mm})$

Gaya tangensial untuk tiap-tiap bantalan juga dapat dihitung dengan persamaan:

$$F_{tb} = \frac{F_1}{2}$$

- b. Gaya radial ( $F_r$ )

Gaya radial juga berkerja pada poros sehingga perlu dimasukan persamaan:

$$F_r = F_{tb} \times \tan \alpha_0$$

$F_{tb} = \text{gaya tangensial pada tiap - tiap bantalan}$

$\tan \alpha_0 = \text{sudut kontak roda gigi } (^{\circ})$

- c. Beban Equivalen pada Bantalan ( $P_r$ )

$$P_r = XV F_r$$

$X = \text{Faktor beban aksial} = 0,56$  (untuk baris tunggal)

$V = \text{Faktor pembebanan pada cincin dalam} = 1$

$F_r = \text{Gaya radial yang bekerja pada bantalan}(\text{kg}_f)$

- d. Faktor Umur Bantalan

Karena bantalan terus berkerja pastilah mempunyai batas kemampuan untuk digunakan atau umur bantalan. Umur bantalan dapat dihitung dengan formula:

$$L_h = 500 \times f_h^3$$

$L_h = \text{Umur nomina bantalan (jam)}$

$f_h = \text{Umur bantalan}$

- e. Faktor Kecepatan ( $f_n$ )

Faktor kecepatan pada bantalan juga harus diperhatikan karena bantalan akan terus berputar dikarenakan ada nya kecepatan putaran. Faktor ini dapat dihitung dengan menggunakan formula:

$$f_n = \left( \frac{33,3}{n} \right)^{1/3}$$

$n = \text{putaran poros}(\text{rpm})$

f. Beban Dinamis pada Bantalan

Beban dinamis untuk bantalan didapatkan dengan persamaan:

$$C_1 = P_r \times \frac{f_h}{f_n}$$

$f_n$  = faktor kecepatan putaran

$f_h$  = faktor umur bantalan

g. Pemilihan Bantalan dengan Spesifikasi yang Telah Ditentukan

Untuk memilih bantalan dapat digunakan tabel 2.5 sebagai acuan:

Tabel 2.5. Pemilihan Bantalan

Nomor Bantalan			Ukuran luar (mm)				Kapasitas nominal dinamis spesifik C (kg)	Kapasitas nominal statis spesifik C <sub>0</sub> (kg)
Jenis terbuka	Dua Sekat	Dua sekat tanpa kontak	d	D	B	R		
6000			10	26	8	0.5	360	196
6001	6001ZZ	6001VV	12	28	8	0.5	400	229
6002	6002ZZ	6002VV	15	32	9	0.5	440	263
6003	6003ZZ	6003VV	17	35	10	0.5	470	296
6004	6004ZZ	6004VV	20	42	12	1	735	465

Sumber: Sularso, Kiyokatsu Suga. Dasar Perencanaan dan Pemilihan Elemen Mesin. Jakarta:

Pradnya paramitha, 1987, halaman 143.

h. Koreksi Konstruksi Aman

Untuk mengecek konstruksi aman atau tidak dapat digunakan persamaan:

$$C > C_0$$

$C$  = kapasitas nominal dinamis spesifik

$C_0$  = kapasitas nominal dinamis spesifik

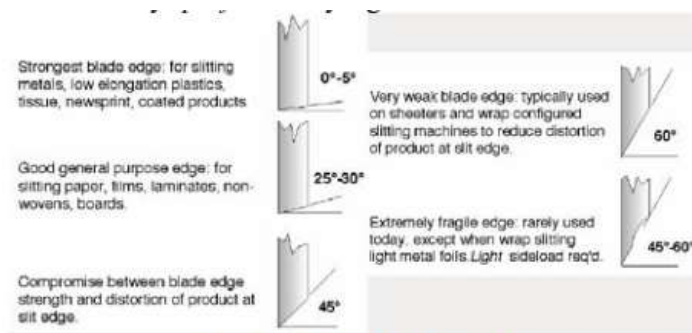
## 2.7. Pisau Pencacah



Gambar 2.10. Box Pisau Pencacah

Sumber: mastermesin.wordpress.com

Pisau putar adalah sebuah logam yang dibentuk seperti bergigi yang berputar, yang digunakan untuk memotong atau mencacah plastik. Dalam perencanaan pisau pencacah ini mempunyai beberapa faktor yang perlu di perhatikan yaitu, kekuatan, keamanan, ketajaman, dan bahan yang digunakan. Mengadaptasi proses pemotongan shearing plate, biasanya clearance mesin shearing sekitar 5% - 10% dari ketebalan benda, jika pada umumnya ketebalan plastik – plastik sebesar 1 mm, maka clearance antar pisau sebesar 0.05 – 0.1 mm. Clearance berdampak pada seberapa besar hasil akhir pemotongan proses shearing, maka dari itu material yang terpotong mengalami tegangan geser.



Gambar 2.11. Profil Blade yang ideal

Dari Gambar 2.10. menunjukkan bahwa shear angle yang baik untuk pisau pencacah pada kisaran  $0^\circ - 5^\circ$ . Pisau pencacah penting agar didapatkan suatu kualitas irisan yang baik. Perlu di perhatikan kontruksi pisau irisnya. Pisau ini di rancang dengan menggunakan logam yang di bentuk seperti cakar agar dapat mencengkram dan memotong-motong limbah plastik, dengan setiap sisi masing-masing pisau pencacah tersebut mempunyai ketajaman yang tinggi.

### 2.7.1. Gaya yang dihasilkan Pisau

Daya yang dibutuhkan pisau pemotong untuk mengancurkan plastik menjadi cacahan-cacahan kecil, dipengaruhi oleh karakteristik material plastik yang akan dipotong seperti luas penampang dan batas tegangan geser (shear stress) dari plastik tersebut. Dalam hal ini, material plastik yang dipilih adalah plastik jenis Polyethylene Terephthalate (PET).

Maka, untuk menentukan daya potong pisau, beberapa langkah yang harus dilakukan adalah menentukan gaya potong, torsi, dan kecepatan pisau pemotong pisau. Sehingga, dapat digunakan persamaan:

$$F_{Pisau} = A \times F_s$$

$$F_{Pisau} = \text{Gaya Potong Pisau (N)}$$

$$A = \text{Luas Penampang (cm}^2\text{)}$$

$$F_s = \text{Batasan Tegangan Geser Material Plastik (kgf/cm}^2\text{)}$$

### 2.7.2. Torsi yang Terjadi

Dengan mengetahui besarnya gaya yang terjadi pada pisau untuk memotong material, dapat ditentukan torsi melalui persamaan:

$$T_{Pisau} = F \times r$$

$$T_{Pisau} = \text{Torsi (Nm)}$$

$$F = \text{Gaya pada Pisau (N)}$$

$$r = \text{Jari – Jari Pisau (m)}$$

### 2.7.3. Daya yang Dibutuhkan Pisau Pemotong

Setelah mendapatkan nilai torsi, maka dapat ditentukan daya yang dibutuhkan pisau untuk dapat menghancurkan material plastik menjadi cacahan-cacahan kecil. Kebutuhan daya pisau ini dapat ditentukan dengan persamaan:

$$P = T \times \frac{2\pi n}{60}$$

$P = \text{Daya yang dibutuhkan (kW)}$

$T = \text{Torsi (Nm)}$

$n = \text{Kecepatan putaran}$

## 2.8. Perencanaan Motor

Motor listrik merupakan sebuah perangkat elektromagnetis yang mengubah energi listrik menjadi energi mekanik. Energi mekanik ini digunakan untuk, misalnya, memutar *impeller* pompa, *fan* atau *blower*, menggerakkan kompresor, mengangkat bahan, dan lain sebagainya. Motor listrik digunakan juga di rumah (*mixer*, bor listrik, *fan* atau kipas angin) dan di industri. Motor listrik dalam dunia industri seringkali disebut dengan istilah kuda kerja nya industri sebab diperkirakan bahwa motormotor menggunakan sekitar 70% beban listrik total di industri.



Gambar 2.12. Motor Listrik

Sumber: haneda.co.id

### 2.8.1. Prinsip Kerja Motor Listrik

Pada motor listrik tenaga listrik diubah menjadi tenaga mekanik. Perubahan ini dilakukan dengan mengubah tenaga listrik menjadi magnet yang disebut sebagai elektro magnet. Sebagaimana kita ketahui bahwa kutub-kutub dari magnet yang senama akan tolak-menolak dan kutub-kutub tidak senama akan tarik-menarik. Maka

kita dapat memperoleh gerakan jika kita menempatkan sebuah magnet pada sebuah poros yang dapat berputar, dan magnet yang lain pada suatu kedudukan yang tetap.

## 2.8.2. Jenis-jenis Motor Listrik

Pada dasarnya motor listrik terbagi menjadi 2 jenis yaitu motor listrik DC dan motor listrik AC. Kemudian dari jenis tersebut digolongkan menjadi beberapa klasifikasi lagi sesuai dengan karakteristiknya.

### a. Motor AC

Motor AC adalah jenis motor listrik yang bekerja menggunakan tegangan AC (Alternating Current). Motor AC memiliki dua buah bagian utama yaitu stator dan rotor. Motor AC dapat dilengkapi dengan penggerak frekuensi variabel untuk mengendalikan kecepatan sekaligus menurunkan konsumsi dayanya. Motor AC terbagi dalam dua jenis yaitu motor sinkron dan motor induksi.

- Motor Sinkron

Motor sinkron adalah motor AC, bekerja pada kecepatan tetap pada sistem frekuensi tertentu. Motor ini memerlukan arus searah (DC) untuk pembangkitan daya dan memiliki torque awal yang rendah.

- Motor Induksi

Motor induksi merupakan motor yang paling umum digunakan pada berbagai peralatan industri. Popularitasnya karena rancangannya yang sederhana, murah dan mudah didapat, dan dapat langsung disambungkan ke sumber daya

Motor induksi dapat diklasifikasikan menjadi dua kelompok utama (Parekh, 2003).

- Motor induksi satu fase.

Sejauh ini motor ini merupakan jenis motor yang paling umum digunakan dalam peralatan rumah tangga, seperti fan angin, mesin cuci dan pengering pakaian, dan untuk penggunaan hingga 3 sampai 4 Hp.

- Motor induksi tiga fase.

Medan magnet yang berputar dihasilkan oleh pasokan tiga fase yang seimbang. Diperkirakan bahwa sekitar 70% motor di industri menggunakan jenis ini, sebagai contoh, pompa, kompresor, belt conveyer, jaringan listrik, dan grinder. Tersedia dalam ukuran 1/3

hingga ratusan Hp.

b. Motor DC

Motor DC adalah jenis motor listrik yang bekerja menggunakan sumber tegangan DC. Motor DC atau motor arus searah sebagaimana namanya, menggunakan arus langsung dan tidak langsung/direct-unidirectional. Motor DC digunakan pada penggunaan khusus dimana diperlukan penyalan torque yang tinggi atau percepatan yang tetap untuk kisaran kecepatan yang luas.

## 2.9. Perencanaan *Gearbox*

Dalam beberapa unit mesin memiliki sistem pemindah tenaga yaitu *gearbox*. *Gearbox* berfungsi untuk menyalurkan tenaga atau daya mesin ke salah satu bagian mesin lainnya, sehingga unit tersebut dapat bergerak menghasilkan sebuah pergerakan baik putaran maupun pergeseran. *Gearbox* merupakan suatu alat khusus yang diperlukan untuk menyesuaikan daya atau torsi (momen/daya) dari motor yang berputar, dan *gearbox* juga adalah alat pengubah daya dari motor yang berputar menjadi tenaga yang lebih besar.

### 2.9.1. Fungsi *Gearbox*

Transmisi manual atau lebih dikenal dengan sebutan *gearbox* atau *reducer* mempunyai beberapa fungsi antara lain :

1. *Gearbox* Merubah momen puntir yang akan diteruskan ke spindel mesin.
2. *Gearbox* Menyediakan rasio gigi yang sesuai dengan beban mesin.
3. *Gearbox* Menghasilkan putaran mesin tanpa selip.

### 2.9.2. Prinsip Kerja *Gearbox*

Putaran dari motor diteruskan ke *input shaft* (poros input) melalui hubungan antara *clutch* kopling, kemudian putaranditeruskan ke *main shaft* (poros utama), torsi momen yang ada di *main shaft* diteruskan ke spindel mesin, karena adanya perbedaan rasio dan bentuk dari gigi-gigi tersebut sehingga rpm atau putaran spindle yang di keluarkan berbeda, tergantung dari rpm yang diinginkan.





Gambar 2.13. *Gearbox*

Sumber: Alibaba.com

## **BAB III**

### **METODOLOGI PENELITIAN**

#### **3.1. Merencanakan**

Pada tahap ini penulis mengumpulkan informasi, masalah, dan kendala yang dihadapi. Kemudian mencari data yang diperlukan agar bisa memberikan solusi pada masalah yang ditemukan. Setelah data dikumpulkan harus dilakukan validasi, sehingga didapatkan perencanaan yang matang.

#### **3.2. Mengonsep**

Setelah merencanakan, penulis melakukan studi literatur dengan mencari berbagai sumber tertulis, baik berupa buku-buku, arsip, majalah, artikel, dan jurnal, atau dokumen-dokumen yang relevan dengan permasalahan yang dikaji. Ini dilakukan oleh penulis setelah menentukan topik penelitian dan ditetapkannya rumusan permasalahan. Teknik ini dilakukan dengan tujuan untuk mengungkapkan berbagai teori-teori yang relevan dengan permasalahan yang sedang dihadapi/diteliti sebagai bahan rujukan dalam pembahasan hasil penelitian. Sehingga diputuskan konsep terpilih yang akan dilanjutkan.

#### **3.3. Merancang**

Konsep desain yang dibuat harus memenuhi standart material yang sudah ditetapkan dan mudah dalam pengaplikasiannya sesuai dengan kebutuhan. Dari segi material yang digunakan serta kekuatan meterial yang digunakan. Mengevaluasi desain yang harus sesuai dengan perancangan sistem dan perhitungannya berdasarkan penelitian yang telah dilakukan terlebih dahulu. Sehingga terjadi perbaikan dan optimasi desain sampai tahap OK.

#### **3.4. Menyelesaikan**

Setelah didapatkan hasil akhir dari rancangan, dilanjutkan dengan dokumentasi gambar susunan, bom(bill of material) hingga gambar detail.

#### **3.5. Diagram Alir**

Secara umum metodologi penelitian dalam merancang mesin pencacah botol plastik ini di tunjukkan pada gambar 3.1 berikut ini :



**Gambar 3.1.** Diagram Alir

## BAB IV

### ANALISIS DAN PEMBAHASAN

#### 4.1. Perhitungan Kapasitas Sampah Botol Plastik

- Diasumsikan pada blok perumahan dilingkungan penulis terdapat 100 KK
- Massa 1 botol sample = 32 gr
- 1KK menyumbang 2 botol/ hari = 64 gr

$$m_{sampah/bulan} = m_{sampah/hari} \times 30hari \times 100$$

$$m_{sampah/bulan} = 64 \times 30 \times 100$$

$$m_{sampah/bulan} = 192000 \text{ gr} = 192 \text{ kg}$$

#### 4.2. Perhitungan Kapasitas Mesin yang dibutuhkan

- Diasumsikan Mesin Pencacah Botol Plastik beroperasi 4 jam/hari

$$t_{mesin/bulan} = 4 \times 26 = 104 \text{ jam}$$

- Kapasitas mesin yang dibutuhkan

$$Kapasitas \text{ Mesin} = \frac{m_{sampah/bulan}}{t_{mesin/bulan}}$$

$$Kapasitas \text{ Mesin} = \frac{192 \text{ kg}}{104 \text{ jam}} = 1,85 \approx 2 \text{ kg/jam}$$

- Kapasitas Mesin direncanakan yaitu 2 kalinya untuk mengantisipasi overload sampah

$$Kapasitas \text{ Mesin} = 2 \times 2 \text{ kg/jam} = 4 \text{ kg/jam} = 0,067 \text{ kg/menit}$$

### 4.3. Perancangan Pisau Pencacah

- Data Pisau Pencacah:

Tabel 4.1. Tabel Data Pisau Pencacah

Diameter pisau	Ø90 mm
Tebal pisau	5 mm
Material pisau	S45C
Jumlah pisau	23
Total luas penampang pisau	$23 \times 30\text{mm}^2 = 690 \text{ mm}^2$
Tegangan geser (PET) yang diizinkan	$1,8 \text{ N/mm}^2$
Mata pisau	2

- Gaya Potong Pisau ( $F_{Pisau}$ )

$$F_{Pisau} = A \times F_s$$

$$F_{Pisau} = 690\text{mm}^2 \times 1,8 \text{ N/mm}^2$$

$$F_{Pisau} = 1242 \text{ N}$$

- Torsi Pisau ( $T_{Pisau}$ )

$$T_{Pisau} = F \times r$$

$$T_{Pisau} = 1242 \text{ N} \times 0,045 \text{ m} = 55,89 \text{ Nm} \approx 56 \text{ Nm}$$

### 4.4. Perencanaan Putaran Minimum Mesin ( $n_1$ )

$$n_1 = S_{fp} \times \frac{\text{Kapasitas}}{\frac{\text{massa botol}}{\text{estimasi putaran}}}$$

$$n_1 = 1,2 \times \frac{0,067}{\frac{0,0034}{3,5}} = 82,76 \text{ rpm} \approx 83 \text{ rpm}$$

#### 4.5. Perancangan Kebutuhan Daya ( $P_d$ )

$$P_d = F_c \times \left[ T \times \left( \frac{2\pi n}{60} \right) \right]$$

$$P_d = 1,2 \times \left[ 56 \text{ Nm} \times \left( \frac{2\pi \times 83}{60} \right) \right]$$

$$P_d = 1,2 \times 487 \text{ W}$$

$$P_d = 584 \text{ W} = 0,6 \text{ kW}$$

$$P_d = \frac{584}{746} = 0,78 \text{ Hp} \approx 1 \text{ Hp}$$

#### 4.6. Perencanaan Poros dan Pasak

- Momen Puntir Rencana

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

$$T = 9,74 \times 10^5 \frac{0,6 \text{ kW}}{83 \text{ rpm}} = 7041 \text{ Kg. mm}$$

- Pemilihan Bahan Poros konstruksi mesin (JIS G 4501) dengan  $\sigma_B = 48 \text{ kg/mm}^2$ ,  $Sf_1 = 6$ ,  $Sf_2 = 1,3$

- Tegangan Geser Diizinkan

$$\tau_a = \frac{\sigma_b}{Sf_1 \times Sf_2}$$

$$\tau_a = \frac{48 \text{ kg/mm}^2}{6 \times 1,3} = 6,15 \text{ kg/mm}^2$$

- Faktor Koreksi untuk Momen Puntir ( $K_t$ )

$K_t = 1,0$  s/d  $1,5$  dikarenakan pada saat beroperasi poros dikenakan sedikit beban kejut atau tumbukan.

- Faktor lenturan ( $C_b$ )

$C_b = 1,2$  s/d  $2$ , dikarenakan akan terjadi beban lentur saat poros beroperasi atau berputar.

- Diameter Poros( $d_s$ )

$$d_s = \left[ \frac{5,1}{\tau_a} K_t C_b T \right]^{1/3}$$

$$d_s = \left[ \frac{5,1}{6,15} 1,0 \times 1,3 \times 7041 \right]^{1/3}$$

$$d_s = 19 \approx 20mm$$

- Poros Hexagonal disesuaikan dengan mesin  $l = 508 mm$

- Tegangan Geser ( $\tau$ )

$$\tau = \frac{5,1 \times T}{d_s^3}$$

$$\tau = \frac{5,1 \times 7041 \text{ kg} \cdot \text{mm}}{(20mm)^3}$$

$$\tau = 1,8 \text{ kg/mm}^2$$

- Koreksi Konstruksi Aman

$$\tau_a > \tau$$

$$6,15 \frac{\text{kg}}{\text{mm}^2} > 1,8 \frac{\text{kg}}{\text{mm}^2} \rightarrow \text{Konstruksi aman}$$

- Gaya Tangensial pada Pasak





- Bahan Konstruksi Pasak

Bahan pasak yang dipilih yaitu bahan yang mempunyai kekuatan tarik 60 (kg/mm<sup>2</sup>) atau lebih kuat dari bahan porosnya yaitu S45C.

- Tekanan Permukaan yang Terjadi

$$P = \frac{F}{l \times t}$$

$$P = \frac{705 \text{ kg}}{60 \times 8}$$

$$P = 1,95 \text{ kg/mm}$$

- Koreksi Konstruksi Aman

Nilai  $Sf_{k1}$  umumnya diambil 6, dan  $Sf_{k2}$  dipilih antara 1-1,5 jika beban dikenakan secara perlahan-lahan, antara 1,5-3 jika dikenakan dengan tumbukan ringan, dan antara 2-5 jika dikenakan secara tiba-tiba dan dengan tumbukan berat.

$$\tau k_a = \frac{\sigma_B}{Sf_1 \times Sf_2}$$

$$\tau k_a = \frac{48 \text{ kg/mm}^2}{6 \times 2}$$

$$\tau k_a = 4 \text{ Kg. mm}^2$$

$$\tau k_a > \tau k$$

$$4 \frac{\text{kg}}{\text{mm}^2} \geq 1,95 \frac{\text{kg}}{\text{mm}^2} \rightarrow \text{Konstruksi Aman}$$

- Koreksi Tekanan Permukaan Aman

Harga tekanan permukaan yang diizinkan  $P_a$  adalah sebesar 8 kg/mm<sup>2</sup> untuk poros dengan diameter kecil, 10 kg/mm<sup>2</sup> untuk poros dengan diameter besar, dan setengah dari harga-harga di atas untuk poros berputaran tinggi.

$$P_a > P$$

$$10 \text{ kg/mm}^2 \geq 1,95 \text{ kg/mm}^2 \rightarrow \text{Konstruksi Aman}$$

#### 4.7. Perencanaan Bantalan

- Gaya Tangensial yang Timbul ( $W_0$ )

$$W_0 = F_t = \frac{2 \times T}{d_s}$$

$$W_0 = F_t = \frac{2 \times 7041 \text{ kg/mm}}{20 \text{ mm}}$$

$$W_0 = F_t = 704,1 \approx 705 \text{ kgf}$$

- Gaya Radial

$$F_r = F_{tb} \times \tan \alpha_0$$

$$F_r = \frac{F_t}{2} \times \tan \alpha_0$$

$$F_r = \frac{705}{2} \text{ kgf} \times \tan 20^\circ = 128,3 \text{ kgf}$$

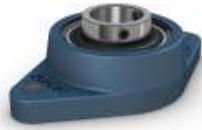
- Beban Equivalen pada Bantalan

$$P_r = XVF_r$$

$$P_r = 0,56 \times 1 \times 128,3 = 72 \text{ kgf}$$

- Dimensi Bantalan

Berdasarkan diameter poros yang telah direncanakan, bantalan dipilih berdasarkan katalog berikut: FYTB 20 TF

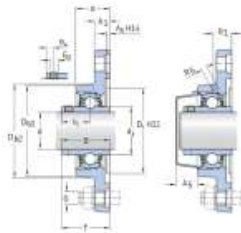


FYTB 20 TF Oval flanged ball bearing units

Oval flanged ball bearing units

Technical specification

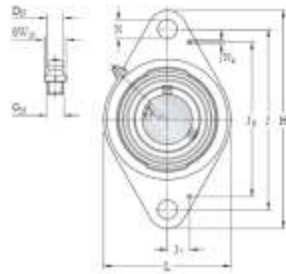
Compliance with standard	ISO
Purpose specific	For material handling applications
Housing material	Cast iron
Sealing solution	Standard seals with additional fingers



DIMENSIONS

d	20 mm
d <sub>1</sub>	± 28.2 mm
A	29.5 mm
A <sub>1</sub>	11 mm
A <sub>2</sub>	3.2 mm
A <sub>3</sub>	20.5 mm
B	31 mm
B <sub>4</sub>	4.5 mm
D <sub>b1</sub>	58 mm
D <sub>b2</sub>	60.5 mm
D <sub>c</sub>	50.8 mm
H	112 mm
J	90 mm

Gambar 4.2.1. Katalog Bantalan (SKF)



L	60.5 mm
N	11.5 mm
$s_1$	18.3 mm
T	37.3 mm

THREADED HOLE

$R_G$	1/4-28 UNF
$R_1$	20 mm
$R_u$	45 °

GREASE FITTING

$D_N$	6.5 mm
$SW_N$	7 mm
$G_N$	1/4-28 SAE-LT

DOWEL PINS

$J_b$	74 mm
$J_y$	11.5 mm
$N_b$	2 mm

CALCULATION DATA

Basic dynamic load rating	C	12.7 kN
Basic static load rating	$C_0$	6.55 kN
Fatigue load limit	$P_u$	0.28 kN
Limiting speed		8 500 r/min
with shaft tolerance h6		

MASS

Mass bearing unit		0.45 kg
-------------------	--	---------

Gambar 4.2.2. Katalog Bantalan (SKF)

Sumber : <http://www.skf.com/>

- Faktor Umur Bantalan

Bantalan yang digunakan SKF kode FYT 25 TF

$$\text{Faktor kecepatan } f_n = \left(\frac{33,3}{n}\right)^{1/3} = \left(\frac{33,3}{83}\right)^{1/3} = 0,74$$

Setelah mendapatkan nilai faktor kecepatan, maka faktor umur dapat

dihitung, nilai C didapat dari gambar 4.2. dan  $P_r$  adalah nilai beban ekuivalen pada bantalan.

$$f_h = f_n \times \frac{C}{P_r}$$

$$f_h = 0,74 \times \frac{1270(kg)}{72(kg)} = 13,05$$

Maka setelah didapat nilai faktor umur bantalan, maka umur bantalan dapat diketahui dengan persamaan dibawah ini.

$$L_h = 500 \times f_h^3$$

$$L_h = 500 \times 13,05^3 = 1,1 \text{ juta jam}$$

- Beban Dinamis pada Bantalan

Beban dinamis untuk bantalan didapatkan dengan persamaan:

$$C_1 = P_r \times \frac{f_h}{f_n}$$

$$C_1 = 423,5 \times \frac{13,05}{0,74}$$

$$C_1 = 7469 \text{ kg}$$

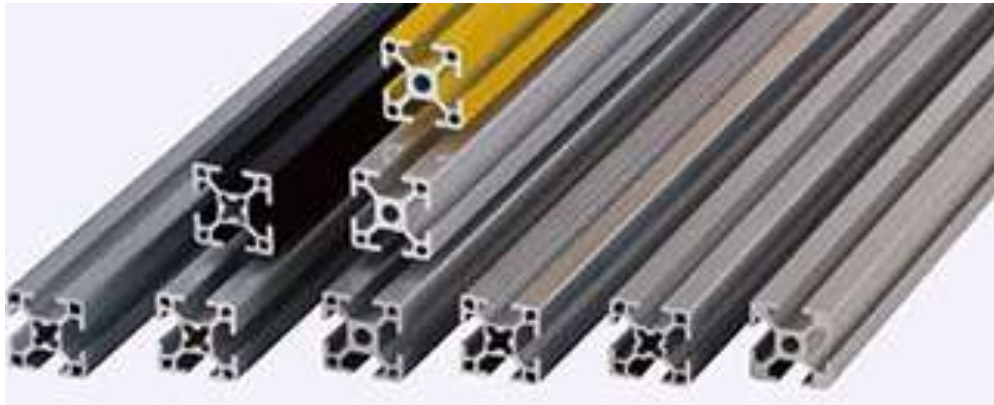
- Koreksi Konstruksi Aman

$$C > C_0$$



#### 4.9. Pemilihan Rangka Mesin dan Kaki Rangka

Pemilihan rangka Alluminium Frame 30 x 30, set baut dan mounting M6 agar mudah dalam pemasangan. Kekuatan rangka tidak dihitung karena mesin tidak bekerja dalam pembebanan dan putaran yang besar.



Part Number **KHFS6-3030-4000**

[Add](#)

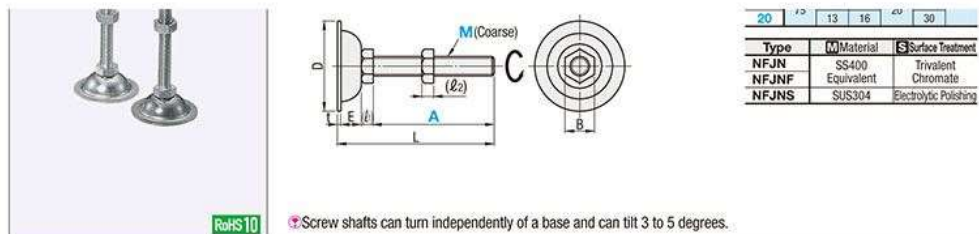
[Similar Products](#)

##### Configured Specifications

Standard Extrusion Size(mm)	30	Extrusion Size	30x30
Extrusion Series	6 Series	Extrusion Type	Square Shape
Number of Extrusion Slots	1 Slot x 1 Slot	Extrusion Type_	HFS (Standard)
Surface Treatment	Clear Anodize	Number of Slotted Surfaces	Four-Side Slots
Surface Milled	Not Provided	Material	A6N01SS-T5
Extrusion Size: Width (A)(mm)	30	Extrusion Size: Thickness (T) (mm)	30
L Dimension Fixed, Specified	Stationary	Overall Length L (Effective Length)(mm)	4000
Overall Length L(mm)	-	RoHS	-

Gambar 4.4. Katalog Alumunium Frame

- Kaki Rangka menggunakan Adjustment Pad dari Misumi NFJN 6-40



20	13	16	30
Type	Material	Surface Treatment	
NFJN	SS400	Trivalent Chromate	
NFJNF	Equivalent	Chromate	
NFJNS	SUS304	Electrolytic Polishing	

RoHS10

Screw shafts can turn independently of a base and can tilt 3 to 5 degrees.

**A Selectable**

Part Number	M-A	L	Allowable Vertical Load (kN)		Mass (g)	Unit Price	
			NFJN / NFJNS			NFJN	NFJNS
5 - 30		40.5	1.5		15		
5 - 60		70.5			19		
6 - 40		51	2.1		21		
6 - 80		91			28		
8 - 50		68.1	3.9		50		
8 - 100		118.1			65		
10 - 75		94.6	4.3		88		
10 - 100		119.6			100		
12 - 50		78	4.9		142		-
12 - 75		103			166		
12 - 100		128			184		

**A configurable in 10mm Increment**

Part Number	M	A 10mm Increment	L	Unit Price
NFJNF	10	80-200	A+19.6	
	12	80-250	A+28	
	16	80-300	A+32	
	20	110-300	A+35	

Tips of screws are painted.

Ordering Example: Part Number - A  
 NFJN12-100 - A  
 NFJNF10 - 80

Gambar 4.5. Katalog Adjustment Pad



## **BAB V**

### **KESIMPULAN DAN SARAN**

#### **5.2. Kesimpulan**

Dari perencanaan dan perancangan “Mesin Pencacah Botol Plastik Skala Rumah Tangga” yang dilakukan di atas, penulis dapat menarik kesimpulan yaitu :

- a. Rancangan Pisau Pencacah berjumlah 23 buah pisau putar  $\varnothing 90 \times 5$  dan pisau tetap 45 buah dengan material S45C.
- b. Dipilih 1 set Motor sekaligus reducer sesuai Katalog Motovario, NMRV 050, 1,5 HP/ 1,01kW 1 phase 220 V dengan putaran (n<sub>2</sub>) 284 rpm.
- c. Pemilihan Poros hexagon dan bantalan FYTB 20 TF (SKF)
- d. Rangka yang digunakan adalah rangka alumunium frame 6 series 30x30 (Misumi), sehingga mudah dalam pemasangan.
- e. Kapasitas Mesin Pencacah adalah 2 kg/ jam yang dirancang seefektif dan seefisien mungkin sehingga mudah dan aman dalam pengoperasiannya

#### **5.2. Saran**

Penulis sangat menyadari bahwa perancangan ini masih memiliki kekurangan yang perlu diperbaiki. Berikut penulis menyarankan beberapa hal yang dapat lebih diperhatikan pada penelitian berikutnya, yaitu:

- a. Rancangan ini perlu direalisasikan/ dibangun agar mendapatkan hasil perbandingan rancangan dengan fakta di lapangan.
- b. Analisa area penampang adalah salah satu bagian penting untuk menentukan perhitungan seluruhnya.
- c. Optimalisasi rancangan dengan mempertimbangkan aspek gaya potong berdasarkan geometri pisau (sudut – sudut pada pisau).
- d. Melakukan uji coba dilapangan terus menerus selama 1 hari untuk mengetahui ketercapaian fungsi.

- e. Optimalkan material pisau dan sudut pisau dari seluruh aspek, aspek kekuatan, keuletan, daya afinitas, umur pisau, perawatan dan korositas.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] F. Burlian, I. Yani, J. Arie S, and Ivfransyah, “Rancang Bangun Alat Penghancur Sampah Botol Plastik Kapasitas  $\pm 33$  Kg/Jam Firmansyah,” *Semin. Nas. Teknoka*, vol. 4, no. 2502, pp. 15–19, 2017, doi: 10.22236/teknoka.v.
- [2] R. Caca, “Pemerintah: Sudah Pedulikan Terhadap Masalah Sampah Plastik? Rosa Caca.” <https://yoursay.suara.com/news/2020/01/16/142453/pemerintah-sudah-pedulikan-terhadap-masalah-sampah-plastik>.
- [3] D. Hakkens, “Precious Plastic,” 2017. <https://preciousplastic.com/en/index.html>.
- [4] M. Imam *et al.*, “Perancangan Mesin Pencacah Plastik Portabel Dengan Memanfaatkan Limbah Pegas Daun Kendaraan Sebagai Material Pisau Potong,” pp. 26–27, 2020.
- [5] E. M. Ismail Subhidin, Eddy Djatmiko, “Perancangan Mesin Pencacah Plastik Kapasitas 75 Kg / Jam,” *Semin. Nas. Penelit. LPPM UMJ*, pp. 1–6, 2020.
- [6] Sularso and K. Suga, “Dasar Perencanaan dan Pemilihan Elemen Mesin,” p. 5, 2004.
- [7] D. Yantony, H. L. Tosaling, and K. Taslim, “Rancang Bangun Mesin Pencacah Plastik Tipe Sumbu Menyudut untuk Usaha Mikro,” *JTERA (Jurnal Teknol. Rekayasa)*, vol. 4, no. 1, p. 47, 2019, doi: 10.31544/jtera.v4.i1.2019.47-52.
- [8] Y. Yetri, H. Sawir, and R. Hidayati, “RANCANG BANGUN MESIN PENCACAH SAMPAH dan LIMBAH PLASTIK,” *Semin. Nas. Pengabd. Kpd. Masy.*, vol. d, p. 375:385, 2016.