

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1. LATAR BELAKANG**

Plastik merupakan bahan yang banyak digunakan dalam industri makanan dan minuman seperti tempat makanan, tempat minuman. Plastik juga digunakan untuk bahan pembuatan perabotan rumah tangga dan karya seni. Pemakaian plastik lebih praktis dan harganya lebih murah.

Namun apapun yang terjadi apabila semua produk plastik tersebut telah rusak dan tidak digunakan lagi, biasanya akan dibuang begitu saja. Akibatnya terjadi penumpukan limbah bahan plastik dan yang lebih buruknya lagi bahan plastik ini tidak dapat dihancurkan sendiri oleh alam (daur ulang) dengan waktu yang singkat. Dalam rangka untuk membantu proses daur ulang, maka perlu pembuatan mesin pencacah plastik, mesin ini akan mereduksi dimensi sampah plastik sehingga bisa digunakan lagi sebagai daur ulang.

Untuk mendaur ulang sampah plastik dalam bentuk serpihan, maka di perlukan mesin untuk mencacah sampah plastik tersebut. Pembuatan ini meliputi poros, pasak, dudukan mata pisau, rangka, *hopper*, *casing*, saluran keluar. Mesin pencacah ini didukung oleh komponen-komponen motor penggerak, sabuk, bantalan, puli dan pisau. Mesin ini menggunakan rangka besi UNP 5 mm x 8 mm dengan daya motor penggerak 7 Hp. Poros dimanuvaktur dari bahan ST 37 dengan ukuran panjang 680 mm dan diameter luar 50 mm. Sabuk yang digunakan tipe sabuk sempit 3V C 106, bantalan setara mesin giling baja dengan  $l/d$  1,2. Perbandingan puli kecil dan puli besar adalah 1:2 dengan diameter 125 mm dan 250 mm dari bahan besi cor kelabu.

Untuk mendaur ulang sampah plastik dalam bentuk serpihan, maka di perlukan mesin untuk mencacah sampah plastik tersebut. Dengan demikian judul penelitian “Pembuatan Dan Pengujian Mesin Pencacah Sampah Plastik PET (*Polyethylene terephthalate*)“.

## **1.2. RUMUSAN MASALAH**

Semua produk plastik yang telah rusak dan tidak digunakan lagi, biasanya akan dibuang begitu saja. Akibatnya terjadi penumpukan limbah bahan plastik dan yang lebih buruknya lagi bahan plastik ini tidak dapat dihancurkan sendiri oleh alam (daur ulang) dengan waktu yang singkat. Untuk mendaur ulang sampah plastik dalam bentuk serpihan, maka di perlukan mesin untuk mencacah sampah plastik tersebut.

## **1.3. BATASAN MASALAH**

Untuk memperjelas ruang lingkup permasalahan dan parameternya, maka dalam penulisan Skripsi ini perlu adanya batasan – batasan masalah, antara lain :

1. Penulis hanya membahas tentang pembuatan dan pengujian mesin pencacah plastik jenis PET (*Polyethylene terephthalate*).
2. Pengujian pada mesin pencacah sampah plastik adalah plastik jenis PET (*Polyethylene terephthalate*).
3. Pengujian pada beban tetap dengan putaran bervariasi.
4. Pengujian dilakukan tidak menggunakan tekanan air.
5. Jumlah mata pisau terpasang 30 buah.
6. Motor Penggerak 7hp.

## **1.4. TUJUAN PENELITIAN**

Tujuan dari penelitian yang dilakukan adalah pengujian pada beban tetap dengan putaran bervariasi dan tidak menggunakan tekanan air.

## **1.5. MANFAAT**

Adapun manfaat dari Pembuatan dan Pengujian Mesin Pencacah Sampah Plastik PET (*Polyethylene Terephthalate*) ini adalah sebagai berikut :

- a). Dapat mengetahui bagai mana cara proses pembuatan dan pengujian pada alat pencacah sampah plastik PET (*Polyethylene Terephthalate*).
- b). Mengetahui dan mengenal bagian – bagian mesin pencacah baik dari segi fungsi atau kegunaannya.

- c). Mengatasi penumpukan sampah plastik.
- d). Peningkatan nilai ekonomis sampah plastik.

## **1.6. SISTEMATIKA PENULISAN**

Rencana sistematika penulisan skripsi adalah:

### **Bab I Pendahuluan**

Menguraikan tentang latar belakang masalah, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan penelitian, manfaat dan sistematika penulisan.

### **Bab II Tinjauan Pustaka**

Menguraikan tentang tinjauan pustaka dan teori dasar yang digunakan pada pembuatan dan pengujian mesin pencacah sampah plastik PET (*Polyethylene terephthalate*).

### **Bab III Metodologi**

Menguraikan tentang tahapan – tahapan pembuatan dan pengujian pada mesin pencacah sampah plastik PET (*Polyethylene terephthalate*).

### **Bab IV Hasil**

Menguraikan tentang pembuatan dan pengujian mesin penacah sampah plastik PET (*Polyethylene terephthalate*).

### **Bab V Penutup**

Menguraikan tentang kesimpulan dan saran dari hasil pembuatan dan pengujian mesin penacah sampah plastik PET (*Polyethylene terephthalate*) tersebut.

### **Daftar pustaka**

### **Lampiran**

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1. PLASTIK**

Plastik adalah suatu polimer yang mempunyai sifat-sifat unik dan luar biasa. Polimer adalah suatu bahan yang terdiri dari unit molekul yang disebut monomer. Jika monomernya sejenis disebut *homopolimer*, dan jika monomernya berbeda akan menghasilkan *kopolimer*.

Polimer alam yang telah kita kenal antara lain : selulosa, protein, karet alam dan sejenisnya. Pada mulanya manusia menggunakan polimer alam hanya untuk membuat perkakas dan senjata, tetapi keadaan ini hanya bertahan hingga akhir abad 19 dan selanjutnya manusia mulai memodifikasi polimer menjadi plastik. Plastik yang pertama kali dibuat secara komersial adalah *nitroselulosa*. Material plastik telah berkembang pesat dan sekarang mempunyai peranan yang sangat penting dibidang elektronika pertanian, tekstil, transportasi, furnitur, konstruksi, kemasan kosmetik, mainan anak – anak dan produk pengemas makanan.



Walaupun plastik memiliki banyak keunggulan, terdapat pula kelemahan plastik bila digunakan sebagai kemasan pangan yaitu jenis tertentu (misalnya PE, PP, PVC) tidak tahan panas, berpotensi melepaskan migran berbahaya yang berasal dari sisa monomer dari polimer dan plastik merupakan bahan yang sulit terbiodegradasi sehingga dapat mencemari lingkungan.




Secara garis besar terdapat dua macam plastik, yaitu resin termoplastik dan resin termoset. Resin termoplastik mempunyai sifat dapat diubah bentuknya jika dipanaskan, sedangkan resin termoset hanya dapat dibentuk satu kali saja. Beberapa nama plastik yang umum digunakan adalah HDPE (*High Density Polyethylene*), LDPE (*Low Density Polyethylene*), PP (*Polypropylene*), PVC (*Polyvinyl chloride*), PS (*Polystyrene*), dan PC (*Polycarbonate*). PE (*Polyethylene*) dan PP mempunyai banyak kesamaan dan sering disebut sebagai *polyolefin*.


Untuk mempermudah proses daur ulang plastik, telah disetujui pemberian kode plastic secara internasional. Kode tersebut terutama digunakan pada kemasan plastik yang *disposable* atau sekali pakai.


### 2.1.1. Jenis-jenis dan Kode Plastik

Table 2.1. Berikut jenis-jenis dan kode plastik :

Nomor Kode	Jenis Plastik	Keterangan
	PET, PETE <i>(Polyethylene terephthalate)</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bersifat jernih dan transparan, kuat, tahan pelarut, kedap gas dan air, melunak pada suhu 80oC.</li> <li>• Biasanya digunakan untuk botol minuman, minyak goreng, kecap, sambal, obat.</li> <li>• Tidak untuk air hangat apalagi panas.</li> <li>• Untuk jenis ini, disarankan hanya untuk satu kali penggunaan dan tidak untuk mewadahi pangan dengan suhu &gt;60oC.</li> </ul>
	HDPE <i>(High Density Polyethylene)</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bersifat keras hingga semifleksibel, tahan terhadap bahan kimia dan kelembaban, dapat ditembus gas, permukaan berkilin, buram, mudah diwarnai, diproses dan dibentuk, melunak pada suhu 75oC.</li> <li>• Biasanya digunakan untuk botol susu cair, jus, minuman, wadah es krim, kantong belanja, obat, tutup plastik.</li> <li>• Disarankan hanya untuk satu kali</li> </ul>

		<p>penggunaan karena jika digunakan berulang kali dikhawatirkan bahan penyusunnya lebih mudah bermigrasi ke dalam pangan.</p>
	<p>PVC (<i>Polyvinyl chloride</i>)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Plastik ini sulit didaur ulang.</li> <li>• Bersifat lebih tahan terhadap senyawa kimia.</li> <li>• Biasanya digunakan untuk botol kecap, botol sambal, baki, plastic pembungkus.</li> <li>• Plastik jenis ini sebaiknya tidak untuk mewadahi pangan yang mengandung lemak/minyak, alkohol dan dalam kondisi panas.</li> </ul>
	<p>LDPE (<i>Low Density Polyethylene</i>)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bahan mudah diproses, kuat, fleksibel, kedap air, tidak jernih tetapi tembus cahaya, melunak pada suhu 70oC.</li> <li>• Biasanya digunakan untuk botol madu, wadah yogurt, kantong kresek, plastic tipis.</li> <li>• Plastik ini sebaiknya tidak digunakan kontak langsung dengan pangan.</li> </ul>
	<p>PP (<i>Polypropylene</i>)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ciri-ciri plastik jenis ini biasanya transparan tetapi tidak jernih atau berawan, keras tetapi fleksibel, kuat, permukaan berlilin, tahan terhadap bahan kimia, panas dan minyak, melunak pada suhu 140oC.</li> </ul>

		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Merupakan pilihan bahan plastik yang baik untuk kemasan pangan, tempat obat, botol susu, sedotan.</li> </ul>
	<p>PS (<i>Polystyrene</i>)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Terdapat dua macam PS, yaitu yang kaku dan lunak/berbentuk <i>foam</i>.</li> <li>• PS yang kaku biasanya jernih seperti kaca, kaku, getas, mudah terpengaruh lemak dan pelarut (seperti alkohol), mudah dibentuk, melunak pada suhu 95oC. Contoh : wadah plastik bening berbentuk kotak untuk wadah makanan.</li> <li>• PS yang lunak berbentuk seperti busa,biasanya berwarna putih, lunak, getas, mudah terpengaruh lemak dan pelarut lain (seperti alkohol). Bahan ini dapat melepaskan <i>styrene</i> jika kontak dengan pangan. Contohnya yang sudah sangat terkenal <i>styrofoam</i>.</li> <li>• Biasanya digunakan sebagai wadah makanan atau minuman sekali pakai, wadah CD, karton wadah telur, dll.</li> <li>• Kemasan <i>styrofoam</i> sebaiknya tidak digunakan dalam microwave.</li> <li>• Kemasan <i>styrofoam</i> yang rusak/berubah bentuk sebaiknya tidak digunakan untuk mewa</li> </ul>

		makanan berlemak/berminyak terutama dalam keadaan panas.
	<i>Other</i> (Digunakan untuk jenis plastik selain pada nomor 1-6, termasuk <i>Polycarbonat, bio-based plastic, co-polyester, acrylic, polyamide,</i> dan campuran plastik )	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bersifat keras, jernih dan secara termal sangat stabil.</li> <li>• Bahan <i>Polycarbonat</i> dapat melepaskan <i>Bisphenol-A</i> (BPA) ke dalam pangan, yang dapat merusak sistem hormon.</li> <li>• Biasanya digunakan untuk galon air minum, botol susu, peralatan makan bayi.</li> <li>• Untuk mensterilkan botol susu, sebaiknya direndam saja dalam air mendidih dan tidak direbus.</li> <li>• Botol yang sudah retak sebaiknya tidak digunakan lagi.</li> <li>• Pilih galon air minum yang jernih, dan hindari yang berwarna tua atau hijau.</li> </ul>
-	Melamin	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Termasuk dalam golongan plastic termoset atau plastik yang tidak dapat didaur ulang.</li> <li>• Bersifat keras, kuat, mudah diwarnai, bebas rasa dan bau, tahan terhadap pelarut dan noda, kurang tahan terhadap asam dan alkali.</li> <li>• Terbuat dari resin (bahan pembuat plastik) dan formaldehid atau formalin. Kandungan formalin pada melamin dapat bermigrasi ke dalam</li> </ul>



		<p>pangan, terutama jika produk pangan dalam keadaan panas, asam dan mengandung minyak.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Biasanya digunakan sebagai peralatan makan, misalnya piring, cangkir, sendok, garpu, sendok nasi, dll.</li> <li>• Melamin yang tidak memenuhi syarat *) sebaiknya tidak digunakan untuk mewadahi pangan yang berair, mengandung asam, terlebih dalam kondisi panas.</li> </ul>
--	--	---

Tabel 2.2. Sifat-sifat PET secara umum

Sifat Mekanik dan Fisika	Nilai/Satuan
Spesifik Gravity	1,3
Kekuatan tarik	48-72 (mpa)
Modulus Elastis	2760 – 4140 (Mpa)
Elongasi	50 – 300 %
Kekuatan Kompresi	76 – 103 (Mpa)
Kekuatan fleksur	96 – 124 (Mpa)
Kekuatan impact/benturan	0,14 – 0,37 (N/cm)
Titik leleh	265 <sup>0</sup> C
Suhu transisi glass	69 <sup>0</sup> C
Density	1,41 gr/cm <sup>3</sup>

<http://chemeng-education.blogspot.com> . Akses Juni 2015

## **2.2. DASAR PEMBUATAN**

### **2.2.1. Pengertian Mesin Pencacah Sampah Plastik**

Mesin pencacah plastik adalah alat untuk mencacah atau merajang plastik dari botol plastik, plastik lembaran dan atau plastik lain-lain. Hasil cacahan plastik ini digunakan sebagai daur ulang plastik yg banyak dibutuhkan oleh pabrik pengolah daur ulang plastik.

### **2.2.2. Motor Penggerak**

Penggerak berfungsi sebagai tenaga penggerak yang digunakan untuk memutar poros. Penggunaan motor disesuaikan dengan kebutuhan daya mesin yang diperlukan untuk proses pemutaran poros pada mesin pencacah sampah plastik PET.



Gambar 2.1. Motor Penggerak

( <http://mesinsakti.blogspot.com/2014/11/mesin-penghancur-plastik>.  
Akses Juni 2015)

### **2.2.3. Poros**

Poros adalah suatu bagian stasioner yang berputar, biasanya berpenampang bulat dimana terpasang elemen-elemen seperti roda gigi (*gear*), *pulley*, *flywheel*, engkol, *sprocket* dan elemen pemindah lainnya. Poros bisa menerima beban lenturan, beban tarikan, beban tekan atau beban puntiran yang bekerja sendiri-sendiri atau berupa gabungan satu dengan lainnya.

### **2.2.4. Fungsi Poros**

Poros dalam sebuah mesin berfungsi untuk meneruskan tenaga bersama-sama dengan putaran. Setiap elemen mesin yang berputar, seperti cakara tali, puli

sabuk mesin, piringan kabel, tromol kabel, roda jalan dan roda gigi, dipasang berputar terhadap poros dukung yang tetap atau dipasang tetap pada poros dukung yang berputar. Contohnya sebuah poros dukung yang berputar, yaitu poros roda keran pemutar gerobak.

#### 2.2.5. Macam-macam poros

Poros berperan meneruskan daya bersama-sama dengan putaran. Pada umumnya poros meneruskan daya melalui kopling, sabuk, roda gigi dan rantai, dengan demikian poros menerima beban puntir dan lentur (Sularso, 1997). Ada beberapa macam jenis poros, di antaranya yaitu :

##### 1. Poros Transmisi

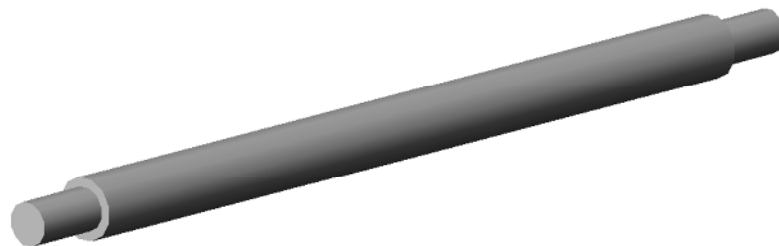
Poros transmisi mendapat beban puntir murni atau beban puntir dan lentur. Poros transmisi berfungsi untuk meneruskan daya dari salah satu elemen ke elemen yang lain melalui kopling.

##### 2. Spindel

Spindel merupakan poros transmisi yang relatif pendek, seperti poros utama pada mesin perkakas di mana beban utamanya berupa puntiran. Syarat yang harus dipenuhi oleh poros ini adalah deformasinya harus kecil dan bentuk serta ukurannya harus teliti.

##### 3. Gandar

Poros gandar dipasang pada roda-roda kereta api barang, sehingga tidak mendapat beban punter, terkadang poros gandar juga tidak boleh berputar. Gandar hanya mendapat beban lentur, kecuali jika digerakkan oleh penggerak mula yang memungkinkan mengalami beban puntir.



Gambar 2.2. Poros  
(Saputra. W, 2013 : 10)

Adapun mencari torsi pada poros dapat dihitung dengan persamaan berikut :

$$T = \frac{P}{2\pi.n} \quad (2.1)$$

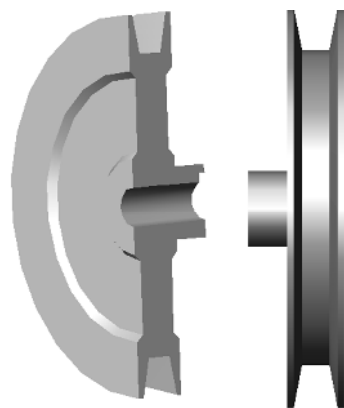
### 2.2.6. *Pully*

*Pully* merupakan salah satu elemen mesin yang berfungsi untuk mentransmisikan daya seperti halnya *sprocket* rantai dan roda gigi. *Pully* pada umumnya dibuat dari besi cor kelabu FC 20 atau FC 30, dan adapula yang terbuat dari baja.

Perkembangan pesat dalam bidang penggerak pada berbagai mesin perkakas dengan menggunakan motor listrik telah membuat arti sabuk untuk alat penggerak menjadi berkurang. Akan tetapi sifat elastisitas daya dari sabuk untuk menampung kejutan dan getaran pada saat transmisi membuat sabuk tetap dimanfaatkan untuk mentransmisikan daya dari penggerak pada mesin perkakas.

Keuntungan jika menggunakan *pully* :

1. Bidang kontak sabuk-*pully* luas, tegangan puli biasanya lebih kecil sehingga lebar puli bisa dikurangi.
2. Tidak menimbulkan suara yang bising dan lebih tenang.



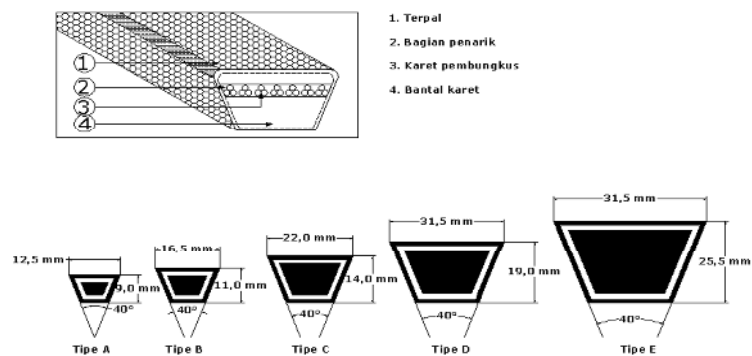
Gambar 2.3. *Pully*.  
(Saputra. W, 2013 : 10)

### 2.2.7. Transmisi Sabuk – V

Jarak yang jauh antara dua buah poros sering tidak memungkinkan transmisi langsung dengan roda gigi. Dalam hal demikian, cara transmisi putaran atau daya yang lain dapat di terapkan, di mana sebuah sabuk luwes atau rantai dibelitkan sekeliling puli atau sprocket pada poros.

Sabuk atau *belt* terbuat dari karet dan mempunyai penampang trapezium. Tenunan, teteron dan semacamnya digunakan sebagai inti sabuk untuk membawa tarikan yang besar. Sabuk V dibelitkan pada alur puli yang berbentuk V pula. Bagian sabuk yang membelit akan mengalami lengkungan sehingga lebar bagian dalamnya akan bertambah besar. Gaya gesekan juga akan bertambah karena pengaruh bentuk baji, yang akan menghasilkan transmisi daya yang besar pada tegangan yang relatif rendah. Hal ini merupakan salah satu keunggulan dari sabuk-V jika dibandingkan dengan sabuk rata.

Sebagian besar transmisi sabuk menggunakan sabuk – V karena mudah penanganannya dan harganya pun murah. Kecepatan sabuk direncanakan untuk 10 sampai 20 (m/s) pada umumnya, dan maksimal sampai 25 (m/s). Dalam gambar 2.5 diberikan sebagai proporsi penampang sabuk – V yang umum dipakai. Daya maksimum yang dapat ditransmisikan kurang lebih 500 (kW). Di bawah ini (gambar 2.5) dibahas tentang hal-hal dasar pemilihan sabuk-v dan puli.



Gambar 2.4. Konstruksi dan ukuran penampang sabuk-V  
(Sularso, 1978 : 164)

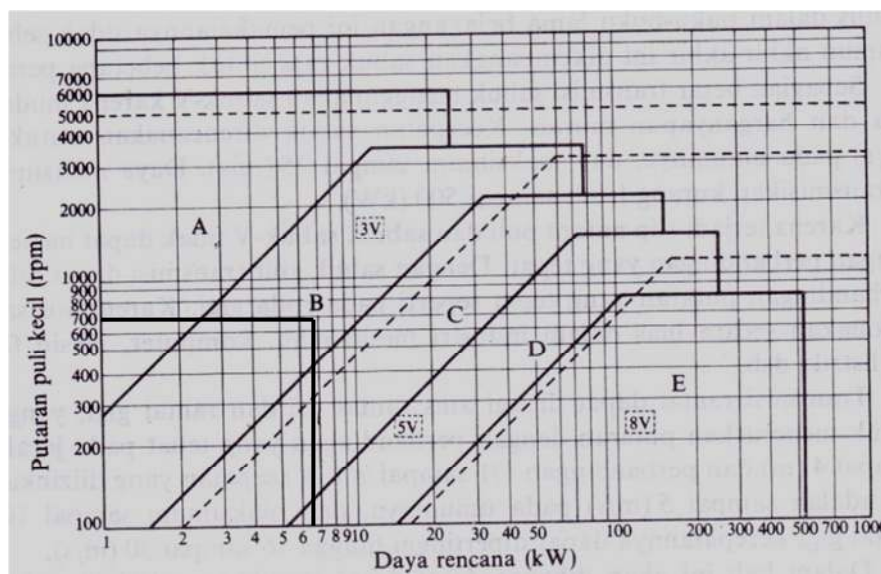
Pemilihan puli *belt* sebagai elemen transmisi didasarkan atas pertimbangan-pertimbangan sebagai berikut:

1. Dibandingkan roda gigi atau rantai, penggunaan sabuk lebih halus, tidak bersuara, sehingga akan mengurangi kebisingan.
2. Kecepatan putar pada transmisi sabuk lebih tinggi jika dibandingkan dengan *belt*.
3. Karenan sifat penggunaan *belt* yang dapat selip, maka jika terjadi kemacetan atau gangguan pada salah satu elemen tidak akan menyebabkan kerusakan pada elemen lain.

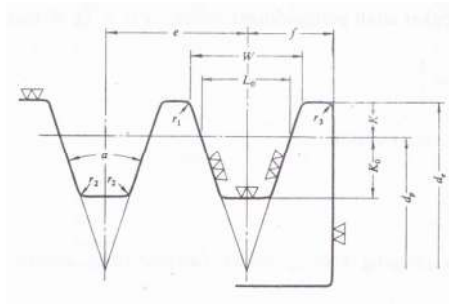
Adapun mencari torsi pada poros dapat dihitung dengan persamaan berikut :

$$L = 2c + \frac{\pi}{2} (dp + Dp) + \frac{1}{4c} (Dp - dp)^2 \quad (2.2)$$

Atas dasar daya rencana dan putaran poros penggerak, pemilihan sabuk V yang sesuai dapat diperoleh dari gambar 2.9. Daya rencana dihitung dengan mengalihkan daya yang akan diteruskan dengan faktor koreksi dalam tabel 2.3. Diameter *pully* V dinyatakan sebagai diameter *dp* (mm) dari suatu lingkaran dimana lebar alurnya didalam gambar 2.10. Transmisi sabuk V hanya dapat menghubungkan poros-poros yang sejajar dengan arah putaran yang sama.



Gambar 2.5. Diagram pemilihan sabuk V (Sularso, 1978 : 164)



Gambar 2.6. Profil alur sabuk V (Sularso, 1978 : 165)

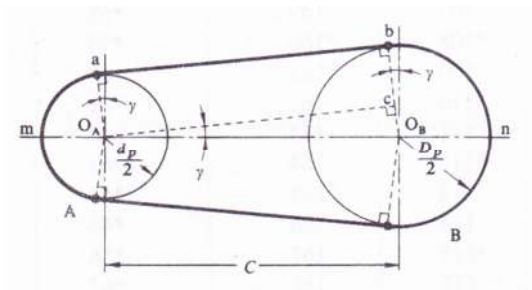
Tabel 2.3. Faktor koreksi (Sularso, 1978 : 165)

Mesin yang digerakkan		Penggerak					
		Momen puntir puncak 200%			Momen puntir puncak > 200%		
		Motor arus bolak-balik (momen normal, sangkar bajing, sinkron), motor arus searah (lilitan shunt)			Motor arus bolak-balik (momen tinggi, fasa tunggal, lilitan seri), motor arus searah (lilitan kompon, lilitan seri), mesin torak, kopling tak tetap		
		Jumlah jam kerja tiap hari			Jumlah jam kerja tiap hari		
		3-5 jam	8-10 jam	16-24 jam	3-5 jam	8-10 jam	16-24 jam
Variasi beban sangat kecil	Pengaduk zat cair, kipas angin, blower (sampai 7,5 kW) pompa sentrifugal, konveyor tugas ringan	1,0	1,1	1,2	1,2	1,3	1,4
Variasi beban kecil	Konveyor sabuk (pasir, batu bara), pengaduk, kipas angin (lebih dari 7,5 kW), mesin torak, peluncur, mesin perkakas, mesin percetakan.	1,2	1,3	1,4	1,4	1,5	1,6
Variasi beban sedang	Konveyor (ember, sekrup), pompa torak, kompresor, gilingan palu, pengocok, roots-blower, mesin tekstil, mesin kayu	1,3	1,4	1,5	1,6	1,7	1,8
Variasi beban besar	Penghancur, gilingan bola atau batang, pengangkat, mesin pabrik karet (rol, kalender)	1,5	1,6	1,7	1,8	1,9	2,0

Tabel 2.4. Ukuran puli V (Sularso, 1978 : 166)

Penampang sabuk-V	Diameter nominal (diameter lingkaran jarak bagi $d_p$ )	$\alpha(^{\circ})$	$W^*$	$L_o$	$K$	$K_o$	$e$	$f$
A	71 - 100	34	11,95	9,2	4,5	8,0	15,0	10,0
	101 - 125	36	12,12					
	126 atau lebih	38	12,30					
B	125 - 160	34	15,86	12,5	5,5	9,5	19,0	12,5
	161 - 200	36	16,07					
	201 atau lebih	38	16,29					
C	200 - 250	34	21,18	16,9	7,0	12,0	25,5	17,0
	251 - 315	36	21,45					
	316 atau lebih	38	21,72					
D	355 - 450	36	30,77	24,6	9,5	15,5	37,0	24,0
	451 atau lebih	38	31,14					
E	500 - 630	36	36,95	28,7	12,7	19,3	44,5	29,0
	631 atau lebih	38	37,45					

\* Harga-harga dalam kolom  $W$  menyatakan ukuran standar.



Gambar 2.7. Perhitungan panjang keliling sabuk (Sularso, 1978 : 168)



Table 2.5. Panjang sabuk-V standar (Sularso, 1978 : 168)

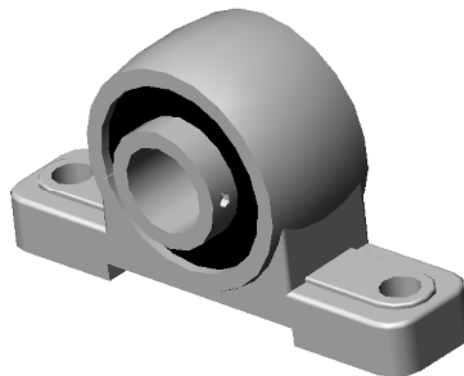
Nomor nominal		Nomor nominal		Nomor nominal		Nomor nominal	
(inch)	(mm)	(inch)	(mm)	(inch)	(mm)	(inch)	(mm)
10	254	45	1143	80	2032	115	2921
11	279	46	1168	81	2057	116	2946
12	305	47	1194	82	2083	117	2972
13	330	48	1219	83	2108	118	2997
14	356	49	1245	84	2134	119	3023
15	381	50	1270	85	2159	120	3048
16	406	51	1295	86	2184	121	3073
17	432	52	1321	87	2210	122	3099
18	457	53	1346	88	2235	123	3124
19	483	54	1372	89	2261	124	3150
20	508	55	1397	90	2286	125	3175
21	533	56	1422	91	2311	126	3200
22	559	57	1448	92	2337	127	3226
23	584	58	1473	93	2362	128	3251
24	610	59	1499	94	2388	129	3277
25	635	60	1524	95	2413	130	3302
26	660	61	1549	96	2438	131	3327
27	686	62	1575	97	2464	132	3353
28	711	63	1600	98	2489	133	3378
29	737	64	1626	99	2515	134	3404
30	762	65	1651	100	2540	135	3429
31	787	66	1676	101	2565	136	3454
32	813	67	1702	102	2591	137	3480
33	838	68	1727	103	2616	138	3505
34	864	69	1753	104	2642	139	3531
35	889	70	1778	105	2667	140	3556
36	914	71	1803	106	2692	141	3581
37	940	72	1829	107	2718	142	3607
39	965	73	1854	108	2743	143	3632
39	991	74	1880	109	2769	144	3658
40	1016	75	1905	110	2794	145	3683
41	1041	76	1930	111	2819	146	3708
42	1067	77	1956	112	2845	147	3734
43	1092	78	1981	113	2870	148	3759
44	1118	79	2007	114	2896	149	3785

Table 2.6. Faktor Koreksi  $K_\theta$  (Sularso, 1978 : 174)

$\frac{D_p - d_p}{C}$	Sudut kontak puli kecil $\theta(^{\circ})$	Faktor koreksi $K_\theta$
0,00	180	1,00
0,10	174	0,99
0,20	169	0,97
0,30	163	0,96
0,40	157	0,94
0,50	151	0,93
0,60	145	0,91
0,70	139	0,89
0,80	133	0,87
0,90	127	0,85
1,00	120	0,82
1,10	113	0,80
1,20	106	0,77
1,30	99	0,73
1,40	91	0,70
1,50	83	0,65

### 2.2.8. Bantalan

Bantalan adalah elemen mesin yang menumpu poros berbeban, sehingga putaran atau gerak bolak-balik dapat bekerja dengan aman, halus dan panjang umur. Bantalan harus kokoh untuk memungkinkan poros atau elemen mesin lainnya dapat bekerja dengan baik. Jika bantalan tidak bekerja dengan baik, maka prestasi kerja seluruh sistem akan menurun atau tidak dapat bekerja semestinya. Jadi, jika disamakan pada gedung, maka bantalan dalam permesinan dapat disamakan dengan pondasi pada suatu gedung.



Gambar 2.8. Bantalan duduk  
(Saputra.W, 2013 : 17)

Berdasarkan dasar gerakan bantalan terhadap poros, maka bantalan dapat diklasifikasikan sebagai berikut :

a. Bantalan luncur

Bantalan luncur mampu menumpu poros berputaran tinggi dengan beban yang besar. Bantalan ini memiliki konstruksi yang sederhana dan dapat dibuat dan dipasang dengan mudah. Bantalan luncur memerlukan momen awal yang besar karena gesekannya yang besar pada waktu mulai jalan. Pelumasan pada bantalan ini tidak begitu sederhana, gesekan yang besar antara poros dengan bantalan menimbulkan efek panas sehingga memerlukan suatu pendinginan khusus. Dengan adanya lapisan pelumas, bantalan ini dapat meredam tumbukan dan getaran sehingga hampir tidak bersuara. Tingkat ketelitian yang diperlukan tidak setinggi bantalan gelinding sehingga harganya lebih murah.

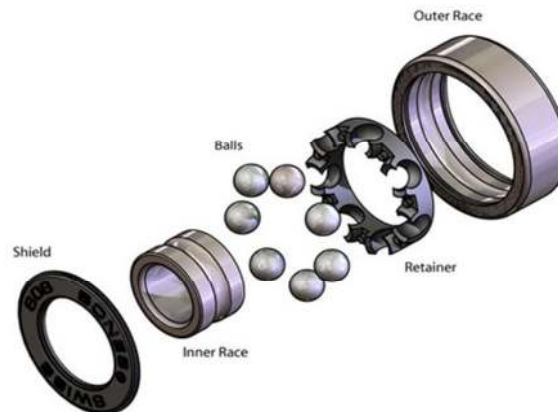
Macam-macam bantalan luncur :

1. Bantalan radial
2. Bantalan aksial
3. Bantalan khusus

b. Bantalan gelinding

Pada bantalan ini terjadi gesekan gelinding antara bagian yang berputar dengan yang diam melalui elemen gelinding seperti bola (peluru), rol jarum dan rol bulat. Bantalan gelinding pada umumnya cocok untuk beban kecil daripada bantalan luncur, tergantung pada bentuk elemen gelindingnya. Putaran pada bantalan ini dibatasi oleh gaya sentrifugal yang timbul pada elemen gelinding tersebut. Bantalan gelinding hanya dibuat oleh pabrik-pabrik tertentu saja karena konstruksinya yang sukar dan ketelitiannya yang tinggi. Harganya pun pada umumnya relatif lebih mahal jika dibandingkan dengan bantalan luncur. Sebagai usaha untuk menekan biaya pembuatan serta memudahkan dalam pemakaian, bantalan gelinding diproduksi menurut standar dalam berbagai ukuran dan bentuk. Keunggulan bantalan ini adalah pada gesekannya yang sangat rendah. Pelumasannya pun

sangat sederhana, yaitu cukup dengan gemuk, bahkan pada macam yang memakai sil sendiri tidak perlu pelumasan lagi. Meskipun ketelitiannya sangat tinggi, namun karena adanya gerakan elemen gelinding dan sangkar, pada putaran yang tinggi bantalan ini agak gaduh jika dibandingkan dengan bantalan luncur.



Gambar 2.9. Komponen bantalan gelinding  
(Saputra.W, 2013 : 18)

Adapun mencari umur bantalan dapat dihitung dengan persamaan berikut :

$$L_{10} = \left(\frac{10^6}{p.n}\right) Lh \quad (2.3)$$

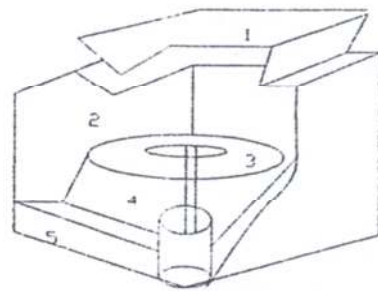
### 2.2.9. Pisau

Mencincang adalah pekerjaan yang dilakukan untuk mengecilkan ukuran sampah plastik yang diolah, baik dengan menggunakan pisau alat alat memotong lainnya. Pisau merupakan komponen yang berfungsi untuk mencincang sampah plastik.

Adapun jenis-jenis pisau yang dapat dikembangkan adalah sebagai berikut :

1. Pisau berbentuk cakram

Pisau berbentuk cakram atau piringan, dimana pisau pada cakram dipasang dengan sudut kemiringan tertentu. Secara sistematis pisau ini digambarkan sebagai berikut :



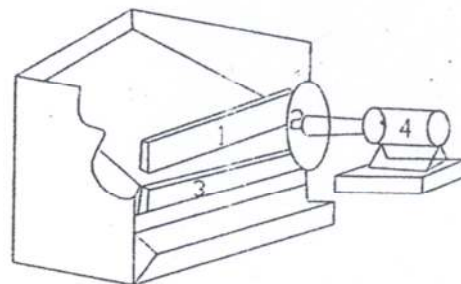
**Keterangan Gambar**

1. Saluran masuk
2. Cakram
3. Pisau
4. Motor
5. Saluran keluar

Gambar 2.10. Pisau pemcincang berbentuk cakram  
(Gunawan.S, 2008 : 14)

2. Pisau yang bekerja dengan menggunakan metoda pengguntingan

Jenis pisau ini mempunyai satu buah pisau tetap dan sebuah pisau tidak tetap, dan desainnya dengan sudut pengguntingan tertentu, secara skematik pisau ini di tunjukkan pada gambar dibawah ini :



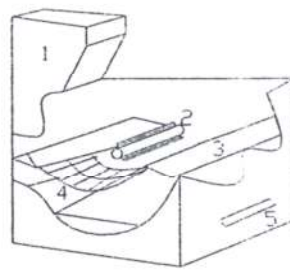
**Keterangan Gambar**

1. Pisau tidak tetap
2. Cakram engkol
3. Pisau tetap
4. Motor

Gambar. 2.11. Alat pencincang dengan metoda pengguntingan  
(Gunawan.S, 2008 : 14)

3. Jenis pisau dengan bentuk rotary

Jenis pisau ini terdiri dari satu unit rotor yang dilengkapi dengan beberapa buah pisau tetap. Dimana akibat gaya sentrifugalnya yang ditimbulkan oleh rotor. Sampah plastik yang akan terpotong-potong oleh pisau tetap dan menyincang berlangsung secara bolah balik.



Keterangan gambar  
 1. Saluran masuk  
 2. Pisau  
 3. Pisau tetap  
 4. Saringan  
 5. Saluran keluar

Gambar. 2.12. Alat pencincang berbentuk rotar  
 (Gunawan.S, 2008 : 15)

### Prinsip Kerja Pisau

#### 1. Pisau Cakram

- Pisau jenis ini berbentuk piringan cakram dan dipasang dengan sudut kemiringan tertentu sehingga dalam proses penghancuran sampah tidak maksimal.

#### 2. Pisau Penggunting

- Pisau ini bekerja dengan cara translasi yang mengakibatkan sampah yang ada dalam tabung tidak dapat dihancurkan secara maksimal
- Membutuhkan waktu lama dalam penghancuran sampah

#### 3. Pisau Rotary

- Pisau jenis rotary ini bekerja secara berputar yang mengakibatkan sampah yang ada dalam tabung dapat dihancurkan secara maksimal
- Waktu yang dipergunakan dalam menghancurkan sampah lebih singkat
- Pembuatan jenis pisau ini lebih mudah
- Perawatan jenis pisau ini lebih mudah

Rumus perhitungan :

Luas penampang pisau :

$$As = \frac{1}{2} \times a \times t \quad (2.4)$$

Tahanan Geser antara pisau dan plastik ;

$$F_s = K_s \cdot A_s \quad (2.5)$$

Torsi pada pisau putar ( $T_1$ ) ;

$$(T_1) = F_s \cdot R \quad (2.6)$$

Rumus penghasiian geram mesin freis.

$$Z = \frac{V_f \cdot a \cdot w}{1000} \text{ (cm}^3\text{/menit)} \quad (2.7)$$

Rumus penghasiian potongan plastik mesin pemotong plastik diperoleh dengan cara pendekatan dengan rumus penghasiian geram mesin freis.

$$Z = \frac{V_f \cdot a \cdot w}{1000} \text{ (cm}^3\text{/menit)}$$

$$V = f \cdot n \cdot Z$$

$$Z = \frac{f \cdot n \cdot z \cdot a \cdot w}{1000} \text{ (cm}^3\text{/menit)} \quad (2.8)$$

dimana:

f = gerak makan (mm/putaran)

n = putaran poros pemotong (rpm)

z = jumlah pisau terbang

a = kedalaman pemotongan plastik di sepanjang pisau pemotong

w = lebar pemotongan plastik di sepanjang pisau

$V_f$  = kecepatan makan = f . n . Z (mm/menit)

v = laju aliran material (mm/menit)

Z = penghasiian potong

$$\rho_{\text{plastik}} = \text{spesifik gravity plastik PET} \times \rho_{\text{air}}$$

$$\rho_{\text{plastik}} = 1,3 \times \rho_{\text{air}} \quad (2.9)$$

Dimana :

$$\rho_{\text{air}} = 1000 \text{ kg/m}^3$$

Spesifik gravity plastik PET = 1,3

$$Z_1 = Z \times \rho_{plastik} \quad (2.10)$$

Dimana :

$\rho_{plastik}$  = row plastik

$Z_1$  = kapasitas penghasilan potongan plastik

$Z$  = penghasilan potong

### 2.2.10. Rangka

Rangka mesin yang akan dibuat menggunakan baja karbon rendah, dan profil yang digunakan adalah profil U. Proses pembuatan rangka yaitu dengan melakukan proses pemotongan menggunakan alat *cutting wheel* sesuai ukuran yang telah di tentukan dalam proses perancangan, setelah itu dilakukan proses penyambungan logam dengan menggunakan las listrik.

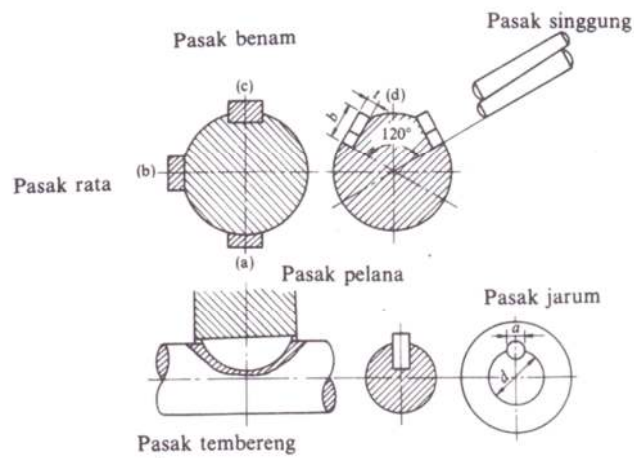
Rangka ini berfungsi untuk menumpu seluruh komponen mesin pemotong plastik menjadi satu kesatuan, selain itu rangka ini berfungsi untuk memperkokoh mesin dan meredam getaran yang dihasilkan akibat proses pencacahan sampah plastik.

### 2.2.11. Pasak

Pasak adalah suatu elemen mesinyang dipakai untuk menetapkan bagian bagian mesin seperti roda gigi, sprocket, puli, kopling pada poros. Momen diteruskan dari poros ke naf atau dari naf ke poros.

Pasak pada umumnya dapat digolongkan atas beberapa macam. Menurut letaknya pada poros dapat dibedakan antara pasak pelana, pasak rata, pasak benam dan pasak senggung yang umumnya berpenampang persegi empat.





Gambar 2.13. Jenis-jenis Pasak  
(Sularso, 1978 : 24)

### Macam Pasak

Beberapa tipe yang digunakan pada sambungan elemen mesin, adalah :

1. Pasak Benam
2. Pasak Pelana
3. Pasak Bulat
4. Pasak Bintang (*Spline*)

#### 2.2.12. Hopper

*Hopper* adalah tempat saluran masuk sampah yang akan di cacah. *Hopper* ini dibuat dengan memakai las busur listrik dan mesin pemotong plat. Material tersebut di potong sesuai dengan gambar yang direncanakan. Kemudian disatukan dengan menggunakan las listrik dan dibuat kedudukan baut agar *hopper* bisa disatukan dengan mesin pencacah.

#### 2.2.13. Chute/Saluran keluar

Saluran keluar berfungsi sebagai tempat keluarnya sampah plastik yg telah dicacah yang berbentuk serpihan oleh mesin pencacah. Saluran keluar ini dibuat dengan memakai las busur listrik dan mesin pemotong plat. Material tersebut di potong sesuai dengan gambar yang direncanakan. Saluran keluar disatukan pada mesin pencacah plastik dengan baut.

#### 2.2.14. *Cassing*

*Cassing* berfungsi sebagai tempat proses pencacahan sampah plastik dimana poros, pisau dan kedudukan mata pisau berada didalam casing tersebut. *Cassing* ini dibuat dengan memakai las busur listrik dan mesin pemotong plat. Material tersebut di potong sesuai dengan gambar yang direncanakan. Saluran keluar disatukan pada mesin pencacah plastik dengan baut.

### 2.3. Pemotongan Dengan Mesin Gerinda Potong

Pada prinsipnya pemotongan yang terjadi pada material diakibatkan adanya gerakan sentuhan/gesekan antara dua material yang memiliki perbedaan tingkat kekerasan. Mesin gerinda potong adalah suatu alat yang digunakan untuk pemotongan dengan prinsip batu gerinda berputar bersentuhan dengan benda kerja sehingga terjadi pengikisan dan pemotongan. Pemotongan terjadi disebabkan adanya perbedaan tingkat kekerasan dari material yang dipotong dengan material batu gerinda dengan menggunakan prinsip putaran yang tinggi. Tingkat kekerasan pada batu gerinda potong tidak dilihat dari kerasnya butiran *abrasive* yang digunakan tetapi dilihat dari kuatnya *bond* (perekat) untuk mengikat butiran *abrasive* dari tekanan tertentu ketika melakukan proses penggerindaan. Tingkat kekerasan dinyatakan dalam simbol huruf *alfabet*. Kode spesifikasi batu gerinda:

1. Huruf paling depan menyatakan kandungan material utama yang digunakan, yaitu:
  - a. A: *Aluminium Oxide* (Biasanya untuk Metal dan Stainless Steel)
  - b. WA: *White Aluminium Oxide* (Biasanya untuk Stainless Steel)
  - c. C: *Silicone Carbide* (Biasanya untuk Batu dan Bahan Bangunan)
  - d. GC: *Green Silicone Carbide* (Biasanya untuk Kaca, Keramik, dan bahan bangunan lainnya)
2. Angka menyatakan ukuran atau kekasaran dari batu Gerinda, semakin kecil nilainya maka semakin kasar, sebaliknya semakin besar maka semakin halus.
  - a. Angka 8 – 24: Bisa disebut sebagai kasar / *coarse*
  - b. Angka 30 – 60 : Bisa disebut sebagai sedang / *medium*

- c. Angka 70 – 220 : Bisa disebut sebagai halus / *fine*
  - d. Angka 220 – 800 : Bisa disebut sebagai sangat halus / *very fine*
  - e. Angka 1000 atau lebih : Bisa disebut sebagai ultra halus / *ultra fine*
3. Tingkat kekerasan atau kekuatan dari perekatan material diwakili oleh urutan huruf dari D hingga Z. Dimana D menyatakan sangat lunak sedangkan Z sangat keras.
- a. Huruf D,E,F,G : Bisa disebut sebagai sangat lunak / *very soft*
  - b. Huruf H,I,J,K : Bisa disebut sebagai lunak / *soft*
  - c. Huruf L,M,N,O : Bisa disebut sebagai sedang / *medium*
  - d. Huruf P,Q,R,S : Bisa disebut sebagai keras / *hard*
  - e. Huruf T hingga Z : Bisa disebut sebagai sangat keras / *very hard*
4. Satu atau dua huruf berikutnya menyatakan jenis perekatan yang digunakan, yang umum digunakan adalah :
- a. B : menyatakan *Resinoid*, atau perekatan menggunakan bahan resin
  - b. BF : menyatakan *Resinoid Reinforced*, atau perekatan menggunakan bahan resin yang diperkuat
  - c. V : menyatakan *Vitrified*, atau perekatan dengan memanaskan material hingga titik cair
  - d. S : menyatakan *Sillicate*, atau perekatan menggunakan bahan silica

Sebagai contoh, kode A24SBF, yang merupakan spesifikasi dari batu gerinda tangan kode BT045.

- A: Menyatakan bahwa material utama dari batu gerinda ini adalah *Aluminium Oksida*.
- Angka 24: Menyatakan tingkat kekasaran batu gerinda yang berada pada tingkat kasar (*coarse*).
- S: Menyatakan kekuatan rekat dari batu gerinda ada pada tingkat keras (*hard*).
- BF: Menyatakan jenis perekatan material menggunakan bahan resin yang diperkuat.



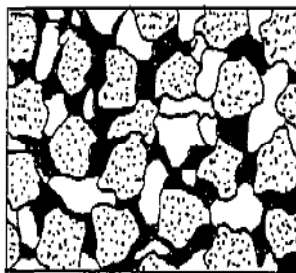
Gambar 2.14. Batu gerinda

(Sumber: *Karcher, Grinding Wheels, 2007*)

Struktur batu gerinda dipengaruhi dan di tentukan oleh perbandingan ukuran butiran dan perekat yang digunakan. Perbandingan perekat dengan butir potong dalam batu gerinda berkisar antara 10 – 30% dari volume total batu gerinda. Dilihat dari perbandingan tersebut, terdapat 2 jenis batu gerinda, yaitu:

1. Struktur terbuka (batu gerinda lunak).

Jenis ini memiliki sifat mudah melepaskan butir potong dalam tekanan tertentu karena memiliki jumlah perekat sedikit. Jenis ini di gunakan untuk menggerinda benda yang keras, karena sifat yang mudah melepas butir potong, maka permukaan benda kerja selalu mendapatkan butiran potong yang baru dan masih tajam. Percikan bunga api yang dihasilkan banyak karena selain partikel benda kerja, gesekan yang terjadi juga melepaskan butiran potong.



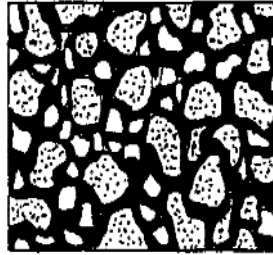
Gambar. 2.15. Struktur Terbuka

(Sumber: Modul ATS.1990)

2. Struktur tertutup (Batu gerinda keras).

Jenis ini memiliki sifat yang sulit melepaskan butir pemotong dalam tekanan tertentu karena memiliki perekat yang banyak. Jenis ini cocok di

gunakan untuk menggerinda benda yang lunak, karena sifat benda kerja yang lunak, maka dapat lebih awet karena partikel benda kerja akan terkikis terlebih dahulu dari pada terlepasnya butiran pemotong. Percikan bunga api yang dihasilkan oleh penggerindaan sedikit.



Gambar. 2.16. Struktur Tertutup  
(Sumber: Modul ATS.1990)

Tabel 2.7. Kekerasan batu gerinda.

Tingkat Kekerasan	Kekerasan
Sangat Lunak	E-F-G
Lunak	H-I-J
Sedang	L-M-N-O
Keras	P-Q-R-S
Sangat Keras	T-U-V-W

(Sumber: Melkis Sedek S, *Surface Grinding*, 2013)

Dalam proses pemotongan dengan mesin gerinda potong, terdapat proses pemotongan kering yang pengerjaannya tanpa menggunakan cairan pendingin. Pada pemotongan kering umumnya ditinjau dari jenis benda kerja, proses pengerjaan, jenis mesin dan batu gerinda. Namun pemotongan kering dapat menyebabkan suhu pengerjaan yang terjadi menjadi lebih tinggi, *chip* atau debu yang dihasilkan akan berterbangan.



Gambar 2.17. Mesin gerinda potong

(Sumber: [www.onlinemja.com](http://www.onlinemja.com))

Pada pemotongan basah proses pemotongan menggunakan cairan pendingin. Umumnya pemotongan basah ini digunakan untuk lebih mempertahankan kekerasan bahan disebabkan bahan akan digunakan secara khusus.

Tabel 2.8. Kecepatan potong beberapa jenis bahan

Bahan	Kecepatan Potong (Meter/Menit)
Baja Karbon	16-18
Besi Lunak	24-33
Besi Tuang	24-30
Perunggu	30
Tembaga	45
Alumunium	60-90

(Sumber: Bagyo Suchyo, Pekerjaan Logam Dasar, 2004)

#### 2.4. Penyambungan Dengan Proses Pengelasan

Dari definisi pengelasan, maka pengertian las adalah suatu cara menyambung benda padat (logam) dengan cara mencairkannya dengan menggunakan energi panas (Wiryosumarto dan Okumura, 2000). Las busur listrik (*Shielded Metal Arc Welding*) adalah las elektroda terbungkus dimana elektroda logam yang dibungkus dengan fluks akan mencair dan membeku bersama karena

adanya panas dari busur yang bersumber dari energi listrik pada logam induk dan ujung elektroda.

Pada proses pengelasan, tidak hanya memanaskan dua bagian benda sampai mencair dan membiarkan membeku kembali, tetapi membuat lasan yang utuh dengan cara memberikan bahan tambah atau elektroda pada waktu dipanaskan sehingga mempunyai kekuatan seperti yang dikehendaki. Kekuatan sambungan las dipengaruhi beberapa faktor antara lain: prosedur pengelasan, bahan, elektroda dan jenis kampuh yang digunakan.

Untuk las busur tanpa gas pengoperasiannya sama dengan las busur gas, semi otomatis yang mana kawat lasnya digerakan secara otomatis sedangkan alat pembakar digerakan dengan tangan. Sesuai namanya las ini tidak menghubungkan selubung gas apapun juga tetapi pengelasan ini logam cair ditutup oleh *fluk* yang diatur melalui penampang, *fluk* dan logam pengisi di umpankan secara terus menerus (Wiryosumarto dan Okumura, 2000)

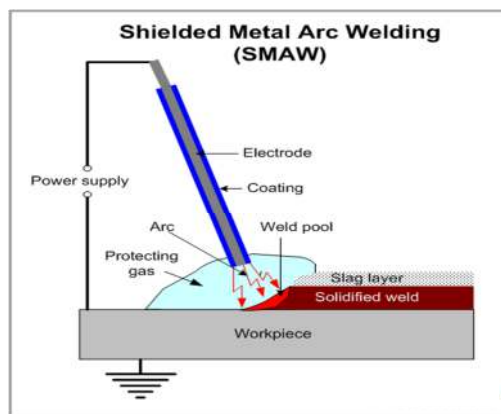


Gambar 2.18. Mesis las SMAW  
(Sumber: [www.indonetwork.co.id](http://www.indonetwork.co.id))

#### 2.4.1. Prinsip Kerja Las SMAW (*Shielded Metal Arc Welding*).

Pada proses pengelasan *Shielded Metal Arc Welding* logam induk dalam pengelasan ini mengalami pencairan akibat pemanasan dari busur listrik yang timbul antaraujung elektroda dan permukaan bendakerja. Busur listrik dibangkitkan dari suatu mesin las. Elektroda yang digunakan berupa kawat yang dibungkus pelindung berupa *fluks*. Elektroda ini selama pengelasan akan mengalami pencairan bersama dengan logam induk dan membeku bersama menjadi bagian kampuh las.

Proses pemindahan logam elektroda terjadi pada saat ujung elektroda mencair dan membentuk butir-butir yang terbawa arus busur listrik yang terjadi. Bila digunakan arus listrik besar maka butiran logam cair yang terbawa menjadi halus dan sebaliknya bila arus kecil maka butirannya menjadi besar. Pola pemindahan logam cair sangat mempengaruhi sifat mampu las dari logam. Logam mempunyai sifat mampu las yang tinggi bila pemindahan terjadi dengan butiran yang halus. Pola pemindahan cairan dipengaruhi oleh besar kecilnya arus dan komposisi dari bahan *fluks* yang digunakan. Bahan *fluks* yang digunakan untuk membungkus elektroda selama pengelasan mencair dan membentuk terak yang menutupi logam cair yang terkumpul di tempat sambungan dan bekerja sebagai penghalang oksidasi.



Gambar 2.19. Skema Proses Las SMAW  
(Sumber: [www.subtech.com](http://www.subtech.com))

#### 2.4.2. Elektroda Las *Shielded Metal Arc Welding*

Ketika elektroda disentuhkan diatas permukaan logam maka akan terbentuk suatu busur api. Inti logam electrodaakan meneruskan energi listrik ke busur api dan melebur bersama dengan lapisan *fluks* yang membentuk tetesan lebur antara logam dan *fluks*. Kekuatan busur api dibantu oleh gravitasi dan tegangan permukaan, memindahkan tetesan lebur ke dalam genangan las dimana kemudian membeku di bawah tutup pelindung *fluks* yang mengeras yang disebut dengan terak .



Fungsi lapisan elektroda pada *Shielded Metal Arc Welding* :

1. Menyediakan suatu perisai yang melindungi gas sekeliling busur api dan logam cair dan demikian akan mencegah oksigen dan nitrogen dari udara memasuki logam las.
2. Membuat busur api stabil dan mudah dikontrol.
3. Mengisi kembali setiap kekurangan yang disebabkan oleh oksidasi elemen tertentu dari genangan las selama pengelasan dan menjamin las mempunyai sifat-sifat mekanis yang memuaskan.
4. Menyediakan suatu terak pelindung yang menurunkan kecepatan pendinginan logam las dan dengan demikian menurunkan kerapuhan akibat pendingin.

Ukuran standar diameter kawat inti dari 1,5 (mm) sampai 7 (mm) dengan panjang antara 350 (mm) sampai 450 (mm). Sebagai bahan fluks pada elektroda ini, antara lain, selulosa, kalsium karbonat, ( $\text{CaCO}_3$ ), titanium oksid (rutil), kaolin, kalium oksida, besi mangan, dan sebagainya. Dengan persentase yang berbeda untuk setiap jenis elektroda.

Standarisasi elektroda, baik dalam JIS (*Japan Industrial Standards*) maupun AWS (*American Welding Society*) didasarkan pada jenis fluks, posisi pengelasan dan arus las. Dua angka pertama baik JIS maupun AWS menunjukkan kekuatan terendah dari logam las, JIS satuannya adalah ( $\text{kg/mm}^2$ ) sedangkan dalam AWS satuannya adalah (psi). Menurut sistem standarisasi Amerika yaitu AWS dinyatakan dengan tanda EXXXX, yang artinya sebagai berikut:

- a. E, menyatakan elektroda las busur listrik.
- b. XX, (Dua angka) sesudah E menyatakan kekuatan tarik deposit las dalam psi.
- c. X, (angka ketiga) Menyatakan posisi pengelasan, yaitu:
  - Angka 1 untuk pengelasan segala posisi
  - Angka 2 untuk pengelasan posisi datar
  - Angka 3 untuk pengelasan posisi dibawah tangan

d. X, (angka keempat) menyatakan jenis selaput dan arus yang cocok dipakai untuk pengelasan.



Gambar 2.20. Elektroda SMAW

(Sumber: [www.kalasindo.indonetwork.co.id](http://www.kalasindo.indonetwork.co.id))

Posisi pengelasan pada las busur listrik terdiri dari lima posisi yaitu posisi datar (F), vertikal (V), atas kepala (OH), horizontal (H), dan horizontal las sudut (H-S). Spesifikasi elektroda terbungkus dari baja lunak yang didasarkan pada jenis *fluk*, posisi pengelasan, yang mengacu kepada standar *American Welding Society* (AWS).

Tabel 2.9. Penggunaan elektroda

Symbol Elektroda	Warna	Jenis Arus Polaritas	Posisi Las	Rincian sifat dan Kegunaan
E 6010	Abu	DC polaritas terbalik	Semua	-Penetrasi dalam, kerak tipis, mudah membersihkan, biasanya dipakai untuk konstruksi baja, kerangka mesin, pipa, <i>tubing</i> baja, elektroda serba guna
E 6011	Biru	DC polaritas terbalik, AC	Semua	-Untuk AC, penetrasi dalam, kerak tipis, sedikit percikan. Elektroda serbaguna
E 6012	Putih	DC polaritas lurus	Semua	-Penetrasi sedang, kerak tebal disarankan untuk pengelasan satu alur ( <i>single pass welding</i> ) kecepatan tinggi, arus tinggi untuk horizontal).
E 6013	Abu-abu coklat	AC atau DC	Semua	-Penetrasi dangkal dan sedang, untuk pengelasan pelat, disarankan untuk alat pertanian.
E 6018	Jingga	AC atau DC polaritas	semua	-suatu elektroda <i>low hydrogen</i> untuk mengelas baja karbon tinggi atau baja

E 6024	-	terbalik AC atau DC polaritas lurus	Horizon tal, plat dan datar	campuran -Jenis elektroda dengan lapisan serbuk besi, untuk <i>fillet weld</i> , pencairan cepat, elektroda dapat dipakai untuk teknik <i>diserte</i> , arus yang dipakai 40-50 amper.
E 7016	Abu tua	AC atau DC	Semua	-Jenis elektroda dengan lapisan <i>low hydrogen</i> , sangat bagus untuk pengisian akar (penetrasi) kerak halus, bentuk rigi-rigi las halus, untuk <i>roat</i> sebaiknya polaritas perbalik.
E 7018	Abu- abu tua	AC atau DC	Semua	-Tipe bubuk besi berhidrogen rendah untuk mengelas bangunan kapal, konstruksi berat, bangunan jembatan dan bejana bertekanan kelas 50 (kg / mm <sup>2</sup> ).

### 2.4.3. Sambungan Las Dasar.

Sambungan las dalam konstruksi baja pada dasarnya dibagi dalam sambungan las tumpul, sambungan T, sambungan silang, sambungan sudut, sambungan dengan penguat, sambungan sisi, dan sambungan tumpang, seperti yang terdapat pada gambar 2.10. Sambungan las dalam konstruksi baja pada dasarnya dibagi menjadi enam yaitu:

a. Sambungan tumpul.

Sambungan tumpul adalah jenis sambungan yang efisien. Sambungan ini dibagi lagi menjadi dua yaitu sambungan penetrasian penuh dan sambungan sebagian seperti yang terlihat pada gambar 2.10 (a).

b. Sambungan bentuk T dan bentuk silang.

Pada kedua sambungan ini secara garis besar dibagi dalam dua jenis yaitu las dengan alur dan jenis las sudut seperti yang terlihat dalam gambar 2.10 (b).

c. Sambungan sudut.

Dalam sambungan ini dapat terjadi penyusutan dalam arah tebal pelat yang dapat menyebabkan retak lamel. Hal ini dapat dihindari dengan membuat alur pada pelat tegak seperti yang terlihat pada gambar 2.10 (d). bila pengelasan dalam tidak dapat dilakukan karena sempitnya ruang maka

pelaksanaannya dapat dilakukan dengan pengelasan dengan pelat pembantu.

d. Sambungan dengan pelat penguat.

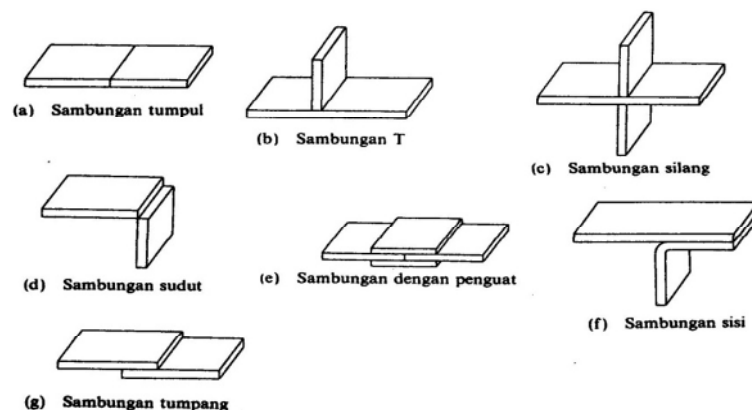
Sambungan ini di bagi dalam dua jenis yaitu sambungan penguat dengan pelat tunggal dan sambungan penguat dengan pelat ganda, seperti yang ditunjukkan pada gambar 2.10 (e). Dari gambar dapat dilihat bahwa sambungan ini mirip sambungan tumpang , maka sambungan ini jarang dipakai untuk sambungan utama.

e. Sambungan sisi.

Sambungan ini dibagi dalam sambungan las dengan alur dan sambungan las ujung seperti yang terlihat pada gambar 2.10 (f). Untuk jenis yang pertama pada pelatnya harus dibuat alur sedangkan pada jenis kedua pengelasan dilakukan pada ujung pelat tanpa alur. Jenis yang kedua ini biasanya hasilnya kurang memuaskan kecuali pengelasan dilakukan dalam posisi datar dengan aliran listrik yang tinggi.

f. Sambungan tumpang.

Sambungan ini efisiennya rendah maka jarang sekali dipakai untuk pelaksanaan penyambungan konstruksi utama. Sambngan tumpang biasanya dilaksanakan dengan sudut, dan las isi, seperti yang terdapat pada gambar 2.10 (g).



Gambar 2.21. Jenis-jenis sambungan las dasar.

(Sumber: [www.dasar.sambungan.las.smaw.com](http://www.dasar.sambungan.las.smaw.com))

#### 2.4.4. Baja Karbon

Baja karbon adalah campuran dari besi dan karbon dan ditambah unsur – unsur *sulfur* (S), *phosphor*(P), *silicon* (Si) dan *mangan* (Mn). Sifat baja karbon sangat tergantung pada kadar karbonnya, oleh karena itu baja karbon dapat dikelompokkan berdasarkan kadar karbonnya:

1. Baja karbon extra rendah , kadar karbon  $> 0.08 \%$
2. Baja Karbon Rendah (*Low Carbon Steel*), kadar karbon  $0,08 - 0.35 \%$ .
3. Baja Karbon Sedang (*Medium Carbon Steel*), kadar karbon  $0,35 - 0.5 \%$ .
4. Baja Karbon Tinggi (*High Karbon Steel*) kadar karbon  $0,55 - 1,7 \%$ .

Pengaruh dari masing-masing unsur tersebut adalah sebagai berikut :

1. Karbon (C) merupakan unsur pemadu yang paling efektif, terutama dalam kombinasinya dengan unsur-unsur pemadu lainnya, pembentuk *austenit* dan karbida yang sangat kuat, dan dapat menaikkan sifat mampu dikeraskan (*hardenability*) dan meningkatkan kekuatan serta kekerasan
2. *Mangan* (Mn) dapat mengikat sulfur membentuk manganese *sulfide* (MnS) sehingga dapat mengurangi *efek hot short cracking* (retak akibat getas pada suhu tinggi ), hal ini disebabkan karena (MnS) memiliki titik cair yang lebih tinggi dibandingkan besi *sulfide* (FeS), dapat mengikat karbon (C) membentuk karbida mangan ( $Mn_3C$ ) yang dapat menaikkan *hardenability*, dan menurunkan *weldability* baja dan memperbaiki sifat pengerjaan panas serta dapat berfungsi sebagai bahan *deoksidizer* dalam proses peleburan baja. Kandungan mangan pada baja karbon sampai dengan 1 %.
3. *Silicon* (Si) Merupakan bahan *deoxidizer* yang sangat kuat, oleh karena itu Si juga ditambahkan ke dalam elektroda atau kawat las, pembentuk ferit yang sangat kuat dan meningkatkan ketangguhan.
4. *Sulfur* (S), Semua baja komersil selalu mengandung unsur S sebagai *trace element*. Unsur S masuk ke dalam baja ketika proses peleburan (melalui bahan bakar kokas tau biji besi). Unsur S dapat mengikat unsur Fe menjadi FeS yang memiliki titik cair lebih rendah dibandingkan titik cair baja,

sehingga menimbulkan efek *hot shortness* (retak dalam keadaan panas). Kadar Sulfur yang bolehkan maksimal 0.05 %. Jika kadar S tinggi, maka jangan melakukan pengelasan dengan acid *fluxes* (E X X 20 atau E X X 16). *Acid slag* cenderung menahan sulfur didalam logam las, sedangkan *basic slag* dapat menyerap sulfur dari logam cair dan menahannya didalam terak. Penambahan unsur S bermanfaat pada *free machining steels*. Kadar *Sulfur* pada baja tersebut data mencapai 0.20 % (ini bukan jenis baja untuk dilas).

5. *Phosphor* (P), Sama dengan unsur *sulfur*, unsur *phosphor* juga tidak dikehendaki dalam baja dan pabrik pembuat baja selalu menurunkan kadar Phospor. Batasan kadar *phosphor* didalam baja sama dengan kadar sulfur. Kadar Phospor yang rendah dapat menaikkan kuat tarik baja tetapi memberi pengaruh tidak baik terhadap proses pembentukan dingin (*colt forming*), karena sifatnya yang getas. Unsur *phosphor* dapat menurunkan ketangguhan terutama pada suhu rendah (*impact energy*).

Kecepatan pengelasan tergantung dari bahan induk, jenis elektroda, geometris sambungan dan ketelitian sambungan. Pada umumnya dalam pelaksanaan kecepatan selalu diusahakan setinggi-tingginya tetapi masih belum merusak kualitas manik las. Pengalaman juga menunjukkan bahwa makin tinggi kecepatan makin kecil perubahan bentuk yang terjadi. Siklus *thermal* yang terjadi selama pengelasan dipengaruhi oleh masukan panas (*heat input*) yang diberikan.

## 2.5 Proses Pengikisan Material Dengan Mesin Bubut (*Turning*)

Mesin bubut adalah suatu mesin perkakas yang digunakan untuk memotong benda yang diputar. Bubut sendiri merupakan suatu proses pemakanan benda kerja yang sayatannya dilakukan dengan cara memutar benda kerja kemudian dikenakan pada pahat yang digerakkan secara translasi sejajar dengan sumbu putar dari benda kerja (Ir. Slamet Setyo, 1983). Gerakan putar dari benda kerja disebut gerak potong relatif dan gerak translasi dari pahat disebut gerak umpan. Dengan mengatur perbandingan kecepatan rotasi benda kerja dan

kecepatan translasi pahat maka akan diperoleh berbagai macam ulir dengan ukuran kisar yang berbeda. Hal ini dapat dilakukan dengan cara menukar roda gigi translasi yang menghubungkan poros spindel dengan poros ulir.

Roda gigi penukar disediakan secara khusus untuk memenuhi keperluan pembuatan ulir. Jumlah gigi pada masing-masing roda gigi penukar bervariasi besarnya mulai dari jumlah 15 sampai dengan jumlah gigi maksimum 127. Roda gigi penukar dengan jumlah 127 mempunyai kekhususan karena digunakan untuk konversi dari ulir metrik ke ulir inci. Pembubutan adalah proses pengikisan dengan prinsip pengikis berputar dan yang dikikis diam. Selain itu adanya perbedaan tingkat kekerasan antara bahan pengikis (pahat bubut) dengan bahan yang dikikis (benda kerja).



Gambar 2.22. Mesin bubut konvensional.

(Sumber: [www.indonetwork.co.id](http://www.indonetwork.co.id))

Pada mesin bubut juga harus memperhatikan peralatan keselamatan kerja seperti baju kerja, sepatu, topi/ikat kepala, masker hidung, alat pembersih dan lampu penerangan serta alat pemadam kebakaran. Demikian pemahaman peralatan utama pada mesin bubut yaitu:

- a. Kepala tetap. Merupakan bagian dari mesin bubut yang letaknya disebelah kiri mesin, dan bagian inilah yang memutar benda kerja yang didalamnya terdapat transmisi roda gigi. Pada kepala tetap ini ditempatkan berbagai bagian mesin yang memudahkan kita melakukan pekerjaan. beberapa bagian yang ada di kepala tetap adalah plat mesin; engkol pengatur pasangan roda gigi; cakra bertingkat; motor penggerak mesin. Pada kepala tetap ini pula kita memasang alat pemegang benda kerja sehingga aman pada saat dikerjakan. Alat pemegang atau penjepit ini disebut cekam.

Cekam ini dibedakan menjadi dua, yaitu cekam rahang tiga dan cekam rahang empat. Cekam rahang tiga pergerakan rahang penjepitnya adalah serentak sehingga pada saat kita menggerakkan satu kunci penggerakannya, maka ketiga rahang bergerak serentak. Cekam rahang empat, pada saat kita menggerakkan kunci penggerakannya, maka rahang yang bergerak adalah satu persatu.



Gambar 2.23. Kepala tetap mesin bubut  
(Sumber: [www.turning machine.com](http://www.turning machine.com))

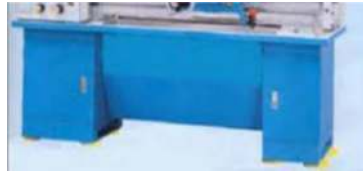
- b. Kepala lepas. Merupakan bagian dari mesin bubut yang letaknya disebelah kanan dari mesin bubut, yang berfungsi untuk menopang benda kerja yang panjang. Pada saat mengerjakan benda berukuran panjang, kemungkinan bengkok sangat besar sehingga harus ditopang pada kedua ujung, yaitu di kepala tetap dan kepala lepas ini. Beberapa bagian yang ada di kepala tetap adalah; center putar, untuk memompang benda kerja, agar tidak terjadi gesekan, *handwill*, pengunci poros, pengunci alas.



Gambar 2.24. Kepala lepas mesin bubut.  
(Sumber: [www.turning machine.com](http://www.turning machine.com))

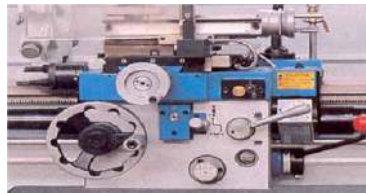
- c. Alas mesin. Merupakan alas mesin berfungsi untuk tempat kedudukan kepala lepas, tempat kedudukan eretan dan tempat kedudukan penyangga diam.





Gambar 2.25. Alas mesin bubut  
(Sumber: [www.turning machine.com](http://www.turning machine.com))

- d. Eretan. Merupakan alat yang digunakan untuk melakukan proses pemakanan pada benda kerja dengan cara menggerakkan kekiri dan kekanan sepanjang meja. Eretan utama akan bergerak sepanjang meja sambil membawa eretan lintang dan eretan atas dan dudukan pahat.



Gambar 2.26. Eretan mesin bubut  
(Sumber: [www.turning machine.com](http://www.turning machine.com))

Pada proses pembubutan adalah sebuah proses pemesinan yang menggunakan pahat dengan satu mata potong untuk mengikis material dari permukaan benda kerja yang berputar. Pahat bergerak pada arah linier sejajar dengan sumbu putar benda kerja. Benda kerja di cekam poros *spindel* dengan bantuan *chuck* yang memiliki rahang pada salah satu ujungnya. Poros *spindel* akan memutar benda kerja melalui piringan pembawa sehingga memutar roda gigi pada poros *spindel*. Melalui roda gigi penghubung, putaran akan disampaikan ke roda gigi poros ulir. Oleh klem berulir, putaran poros ulir tersebut diubah menjadi gerak translasi pada eretan yang membawa pahat. Akibatnya pada benda kerja akan terjadi sayatan yang berbentuk ulir.

Beberapa jenis pembubutan diantaranya :

- a. Pembubutan tepi (*facing*).

Pengerjaan benda kerja terhadap tepi penampangnya atau tegak lurus terhadap sumbu benda kerja.

b. Pembubutan silindris (*turning*).

Pengerjaan benda kerja dilakukan sepanjang garis sumbunya. Baik pengerjaan tepi maupun pengerjaan silindris posisi dari sisi potong pahatnya harus terletak senter terhadap garis sumbu dan ini berlaku untuk semua proses pemotongan pada mesin bubut.

c. Pembubutan alur (*grooving*).

Pembubutan yang di lakukan di antara dua permukaan.

d. Pembubutan tirus (*chamfering*).

Dengan memutar *compound rest*, dengan menggeser sumbu *tail stock* dan dengan menggunakan *taper attachment*.

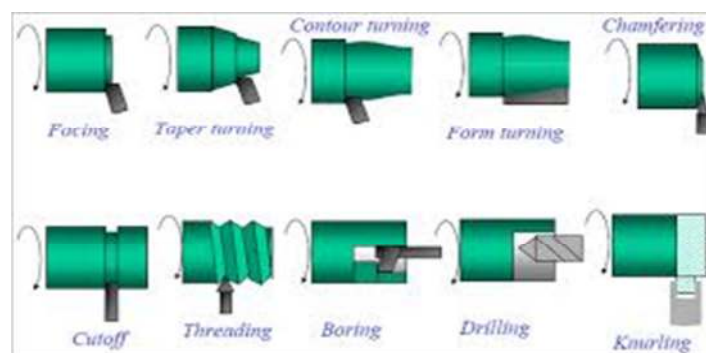
e. Pembubutan ulir (*threading*); di dapat dengan cara menggerinda pahat menjadi bentuk yang sesuai dengan menggunakan referensi mal ulir (*thread gauge*).

f. *Drilling*; membuat lubang awal pada benda kerja

g. *Boring*; memperbesar lubang pada benda kerja.

h. Kartel (*knurling*); membuat profil atau *grif* pegangan pada benda kerja seperti pada pegangan tang, obeng agar tidak licin.

i. *Reaming*; memperhalus lubang pada benda kerja. Hal ini dilakukan untuk hasil pembubutan dalam atau pengeboran di atas mesin bubut dengan *reamer*.



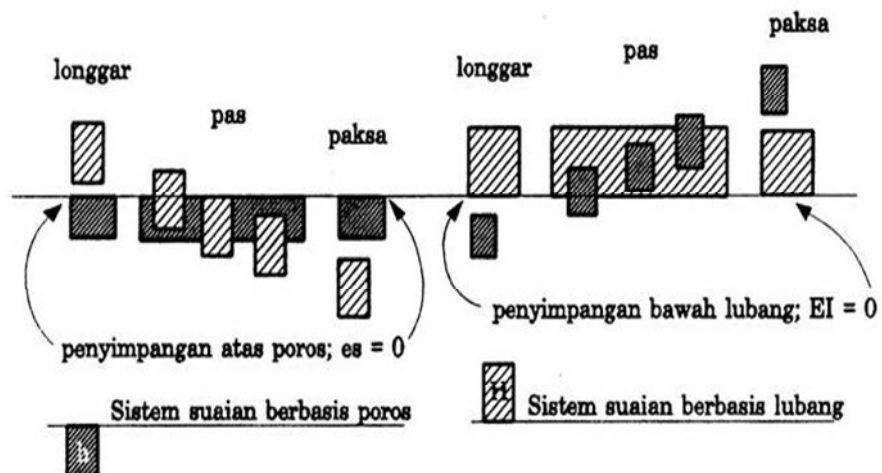
Gambar 2.27. Jenis proses pembubutan pada benda kerja.

(Sumber: [www.turning machine.com](http://www.turning machine.com))

Tabel 2.10. Kecepatan potong bahan

Bahan	H S S		Karbida	
	m/men	Ft/min	M/men	Ft/min
Baja lunak ( <i>Mild Steel</i> )	18 – 21	60 – 70	30 – 250	100 – 800
Besi Tuang ( <i>Cast Iron</i> )	14 – 17	45 – 55	45 – 150	150 – 500
Perunggu	21 – 24	70 – 80	90 – 200	300 – 700
Tembaga	45 – 90	150 – 300	150 – 450	500 – 1500
Kuningan	30 – 120	100 – 400	120 – 300	400 – 1000
Aluminium	90 – 150	300 – 500	90 – 180	300 – 600

(Sumber : Mesin Bubut, TEDC Bandung, 2008).



Gambar 2.28. Sistem Suain

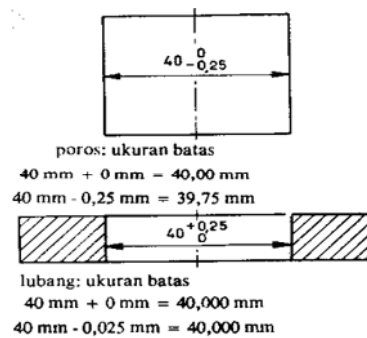
(Sumber: [www.Teknik Manufaktur.com](http://www.Teknik Manufaktur.com))

Tabel 2.11. Toleransi umum pada kerja bubut

Toleransi untuk ukuran panjang bebas dalam mm (DIN 7168)								
Tingkat Ketelitian	...6	>6 ...30	>30 ...100	>100 ...300	>300 ...1000	>1000 ...2000	>2000 ...4000	>4000
Halus	±0,05	±0,1	±0,15	±0,2	±0,3	±0,5		
Sedang	±0,1	±0,2	±0,3	±0,5	±0,8	±1,2	±2	±3
Kasar	±0,2	±0,5	±0,8	±1,2	±2	±3	±4	±5
sangat kasar	±0,5	±1	±1,5	±2	±3	±5	±8	±10

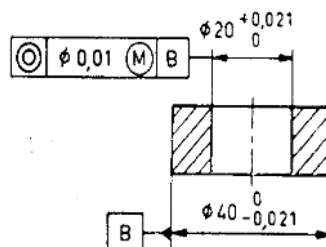
(Sumber: Mesin Bubut, TEDC Bandung, 2008)

Besarnya penyimpangan (toleransi khusus) ukuran ditunjukkan di belakang ukuran nominalnya. Misalnya, panjang  $100+0,2$ , artinya  $-0,1$  ukuran panjang yang diperbolehkan antara 99,9 sampai dengan 100,2 (mm).



Gambar 2.29. Penunjukan toleransi khusus

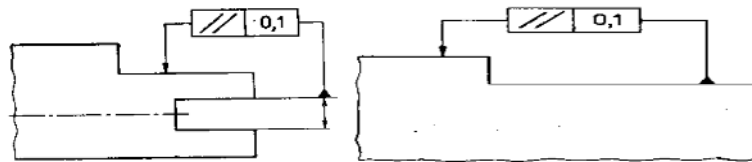
(Sumber: [www.Teknik Manufaktur.com](http://www.Teknik Manufaktur.com))



Gambar 2.30. Penunjukan toleransi tempat/posisi lubang

(Sumber: [www.Teknik Manufaktur.com](http://www.Teknik Manufaktur.com))

Jika ukuran lubang sebenarnya 20,02 (mm), ukuran ini masih terletak  $20,02 - 20,00 = 0,02$  (mm), dari keadaan bahan maksimum. Jadi, toleransi tempat harus dibaca lubang  $\text{Ø}20+0,021$  harus terletak konsentris dalam toleransi sebesar  $0,01+0,02 = 0,03$ (mm) terhadap bidang referensi B.



Gambar 2.31. Penunjukan Toleransi Kesejajaran 0,1 mm.  
(Sumber: [www.Teknik Manufaktur.com](http://www.Teknik Manufaktur.com))

Pada mesin bubut juga harus memperhatikan peralatan keselamatan kerja seperti baju kerja, sepatu, topi/ikat kepala, masker hidung, alat pembersih dan lampu penerangan serta alat pemadam kebakaran.



Gambar 2.32. Mesin Bubut  
(Sumber: [www.google.co.id](http://www.google.co.id))

Parameter pemotongan pada proses pembubutan. Yang dimaksud dengan parameter pemotongan pada proses pembubutan adalah, informasi berupa dasar-dasar perhitungan, rumus dan tabel-tabel yang medasari teknologi proses pemotongan/penyayatan pada mesin bubut diantaranya. Parameter pemotongan pada proses pembubutan meliputi: kecepatan potong (*Cutting speed - Cs*), kecepatan putaran mesin (*Revolution Permenit - Rpm*), kecepatan pemakanan (*Feed - F*), waktu proses pemesinannya dan kecepatan penghasilan geram

Kecepatan potong (*Cutting speed - Cs*) Yang dimaksud dengan kecepatan potong (*Cs*) adalah kemampuan alat potong menyayat bahan dengan aman

menghasilkan tatal dalam satuan panjang/waktu (meter/menit atau *feet/ menit*).  
 Ilustrasi kecepatan potong pada proses pembubutan.

Pada gerak putar seperti mesin bubut, kecepatan potongnya ( $C_s$ ) adalah :  
 Keliling lingkaran benda kerja ( $\pi.d$ ) dikalikan dengan putaran atau :  $C_s = \pi.d.n$   
 Meter/menit.

**Keterangan:**

$d$  : diameter benda kerja (mm)

$n$  : putaran mesin/benda kerja (putaran/menit - Rpm)

$\pi$  : nilai konstanta = 3,14

Kecepatan potong untuk berbagai macam bahan teknik yang umum dikerjakan pada proses pemesinan, sudah diteliti/diselidiki para ahli dan sudah dipatenkan lihat tabel kecepatan potong. Sehingga dalam penggunaannya tinggal menyesuaikan antara jenis bahan yang akan dibubut dan jenis alat potong yang digunakan. Sedangkan untuk bahan-bahan khusus, tabel  $C_s$ -nya dikeluarkan oleh pabrik pembuat bahan tersebut.

Tabel 2.12. kecepatan potong bahan

KECEPATAN POTONG YANG DIANJURKAN UNTUK PAHAT HSS						
MATERIAL	PEMBUBUTAN DAN PENGEBORAN				PENGULIRAN	
	PEKERJAAN KASAR		PEKERJAAN PENYELESAIAN			
	m/m enit	ft/mi n	m/mi n	ft/min	m/min	ft/min
Baja mesin	27	90	30	100	11	35
Baja perkakas	21	70	27	90	9	30
Besi tuang	18	60	24	80	8	25
Perunggu	27	90	30	100	8	25
Aluminium	61	200	93	300	18	60

Kecepatan putaran mesin (*Revolution Permenit - Rpm*)

Yang dimaksud kecepatan putaran mesin bubut adalah, kemampuan kecepatan putar mesin bubut untuk melakukan pemotongan atau penyayatan dalam satuan putaran/menit. Maka dari itu untuk mencari besarnya putaran mesin

sangat dipengaruhi oleh seberapa besar kecepatan potong dan keliling benda kerjanya. Mengingat nilai kecepatan potong untuk setiap jenis bahan sudah ditetapkan secara baku, maka komponen yang bisa diatur dalam proses penyayatan adalah putaran mesin/benda kerjanya. Dengan demikian rumus dasar untuk menghitung putaran mesin bubut adalah :

$$Cs = \pi \cdot d \cdot n \text{ Meter/menit}$$

$$n = \frac{Cs}{\pi \cdot d} Rpm$$

Karena satuan kecepatan potong (Cs) dalam meter/menit sedangkan satuan diameter benda kerja dalam milimeter, maka satuannya harus disamakan terlebih dahulu yaitu dengan mengalikan nilai kecepatan potongnya dengan angka 1000 mm. Maka rumus untuk putaran mesin menjadi :

$$n = \frac{1000 \cdot Cs}{\pi \cdot d} Rpm$$

**Keterangan:**

d : diameter benda kerja (mm)

Cs : kecepatan potong (meter/menit)

$\pi$  : nilai konstanta = 3,14

**Kecepatan pemakanan (Feed - F)**

Besarnya kecepatan pemakanan (F) pada mesin bubut ditentukan oleh seberapa besar bergesernya pahat bubut (f) dalam satuan mm/putaran dikalikan seberapa besar putaran mesinnya dalam satuan putaran. Maka rumus untuk mencari kecepatan pemakanan (F) adalah ;

$$F = f \times n \text{ (mm/menit).}$$

**Keterangan:**

f = besar pemakanan atau bergesernya pahat (mm/putaran)

n = putaran mesin (putaran/menit)

Tabel 2.13. kecepatan pemakan

Pemakanan yang disarankan untuk pahat HSS				
Material	Pekerjaan kasar		Pekerjaan penyelesaian	
	Milimeter permenit	Inch permenit	milimeter permenit	inch permenit
Baja mesin	0,25-0,50	0,010-0,020	0,07-0,25	0,003-0,010
Baja perkakas	0,25-0,50	0,010-0,020	0,07-0,25	0,003-0,010
Besi tuang	0,40-0,65	0,015-0,025	0,13-0,30	0,005-0,012
Perunggu	0,40-0,65	0,015-0,025	0,07-0,25	0,003-0,010
Aluminium	0,40-0,75	0,015-0,030	0,13-0,25	0,005-0,010

Waktu pemesinan ( $t_c$ )

perhitungan waktu pemesinan bubut rata ( $t_c$ ) dapat dihitung dengan rumus:

$$t_c = \frac{l_t}{V_f}$$

**Keterangan:**

$l_t$  = panjang total mm

$V_f$  = kecepatan makan mm/menit

## 2.6 Proses Pembuatan Lubang Dengan Mesin Bor

Pengeboran merupakan proses pembuatan lubang dengan menggunakan prinsip putaran. Proses pengeboran terjadi karena putaran dan tekanan serta perbedaan tingkat kekerasan antara bahan pengebor (mata bor) dengan bahan yang dibor.

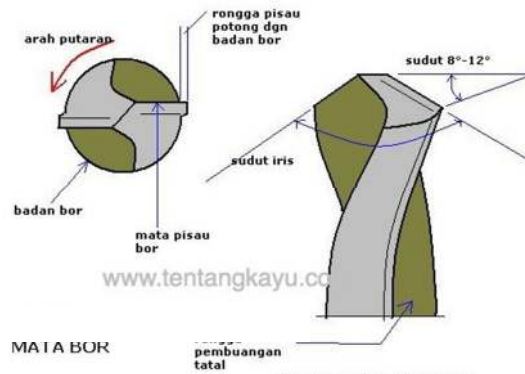


Gambar 2.33. Mesin bor, a) Bor tangan, b) Bor tegak

(Sumber: *indonetwork.co.id*)

Mata bor atau bor spiral terdiri dari sudut tatal dan sudut bebas yang biasa terdapat pada alat – alatpotong. Badan bor tidak silindris benar, garis tengah luarnya tirus, dari ujung sampai batas tangkai, dengan kenaikan 0,05 mm setiap panjang 100 (mm).





Gambar 2.34. Sudut potong mata bor  
(Sumber: [www.sladeshare.com](http://www.sladeshare.com))



Gambar 2.35. Mata bor untuk baja  
(Sumber: [www.toolsindo.com](http://www.toolsindo.com))

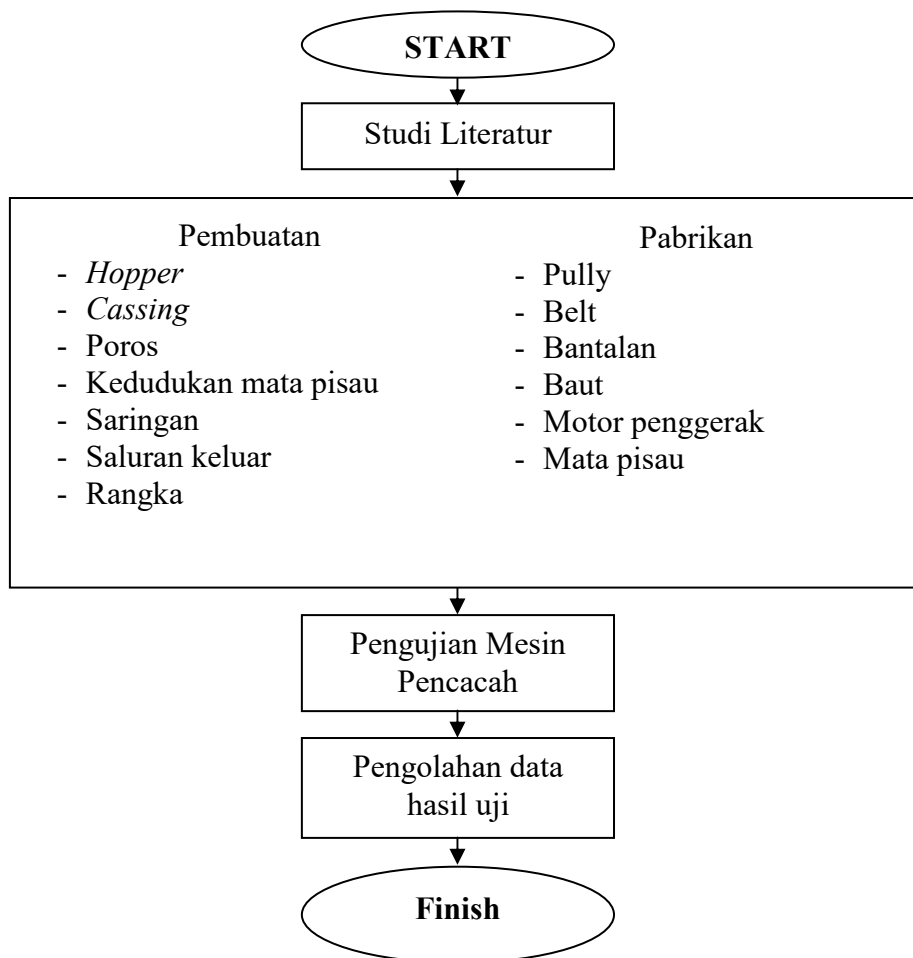
## 2.7 Proses *Finishing*

Proses pekerjaan *finishing* merupakan proses akhir dari serangkaian proses yang telah dilakukan sebelumnya. Dalam bidang teknik mesin proses ini berhubungan dengan pengkondisian akhir suatu pekerjaan terhadap benda kerja, baik ukuran, tampilan maupun perakitan komponen – komponen yang saling berhubungan.

**BAB III**  
**METODOLOGI PENELITIAN**

**3.1. Diagram Alir**

**Skema atau Flowchart Perancangan**



Gambar. 3.1. Diagram alir

Keterangan :

Perencanaan alat uji akan dilakukan sesuai dengan langkah – langkah sebagai berikut :

**a. Studi literatur**

Studi literatur ini dilakukan dengan melakukan studi data terhadap buku literature tentang mesin pencacah plastik. Selain itu juga dilakukan pencarian diinternet tentang hal – hal yang menyangkut mesin pencacah sampah plastik.

**b. Pembuatan**

Merupakan langkah – langkah perakitan dari semua rangkain alat yang meliputi :

➤ Pengukuran

Pengukuran dilakukan sesuai dengan gambar rancangan.

➤ Pemotongan

Setelah semua bahan diukur sesuai dengan dimensi pada gambar rancangan kemudian dipotong.

➤ Pengelasan untuk menempatan alat tersebut.

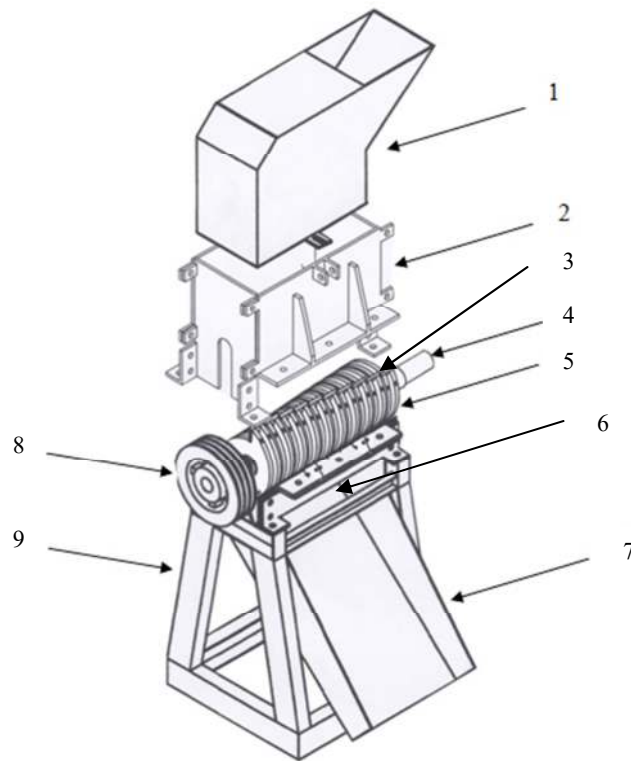
Pengelasan dilakukan untuk menyatukan bahan yang telah dipotong, setelah selesai, kemudian diletakkan mesin dan alat pada rangka mesin.

**c. Uji Coba Alat**

Uji coba alat ini bertujuan untuk mengetahui apakah peralatan yang telah dibuat sudah bisa dioperasikan atau belum.

### 3.2. Gambar Skema Mesin Pencacah Sampah Plastik PET (*Polyethylene terephthalate*)

Dibawah ini adalah Mesin Pencacah Sampah Plastik PET (*Polyethylene terephthalate*)



Keterangan :

1. *Hopper*/saluran masuk
2. *Cassing*
3. Mata Pisau
4. Poros
5. Kedudukan mata pisau
6. Saringan
7. Saluran keluar
8. *Pully*
9. Rangka

Gambar. 3.2. Mesin Pencacah Sampah Plastik PET (*Polyethylene terephthalate*)

### 3.3. Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilakukan selama 5 Bulan di *Work shoop* Teknik Mesin Kampus Universitas Pasir Pengaraian.

Adapun langkah – langkah pembuatan adalah sebagai berikut:

1. Pengukuran

Pengukuran dilakukan disesuaikan dengan gambar rancangan yang telah dibuat.

2. Pemotongan

Pemotongan dilakukan setelah keseluruhan material/bahan diukur sesuai dengan ukuran dan dimensi dari gambar rancangan.

3. Pembubutan

Proses pembubutan dilakukan untuk pembuatan dimensi poros sesuai dengan gambar rancangan baik untuk dudukan bantalan dan puli.

4. Pengelasan

Proses pengelasan dilakukan setelah pengukuran dan pemotongan bahan telah selesai dilaksanakan. Proses pengeboran.

Proses pengeboran dilakukan sesuai dengan gambar rancangan untuk penempatan bantalan dan motor penggerak di dalam rangka mesin.

5. Proses penggerindaan.

Proses penggerindaan dilakukan sebagai penggerindaan untuk keperluan pemotongan bahan yang telah diukur dengan menggunakan gerinda potong dan penggerindaan pengikisan untuk proses *finishing* setelah keseluruhan komponen mesin selesai dipasang.




6. Proses pengecatan.

Pengecatan dilakukan sebagai proses akhir pengerjaan mesin sebelum dilakukan pengujian.

### 3.4. Alat dan Bahan Yang Digunakan

Adapun alat dan Bahan yang digunakan adalah sebagai berikut :

Tabel 3.1. Alat dan bahan yang digunakan.

No	Nama dan Spesifikasi Alat	Fungsi	Gambar Alat
1	Mesin las SMAW BX 250	Difungsikan untuk proses penyambungan material/bahan pada pembuatan mesin seperti kerangka mesin,udukan motor penggerak dan tabung penyortir	
2	Mesin bubut konvensional dengan panjang kerja 2 (meter)	Difungsikan untuk membusut poros dan mengebor pulli	
3	Mesin gerinda potong jenis <i>hand cutting</i> Makita 220 V	Difungsikan untuk pemotongan material seperti profil L dan plat lempengan	
4	Mesin gerinda poles	Difungsikan untuk pengikisan material setelah proses pemotongan dan pengelasan	
5	Mesin bor tangan kapasitas diameter 16 (mm) 220 V	Difungsikan untuk pembuatan lubang pada mesin seperti pada kerangka dan dinding mesin	
6	Seperangkat kunci <i>ringpass</i> M10, M12 dan M17	Difungsikan untuk pemasangan bantalan ke dalam kerangka, motor penggerak dan <i>gearbox</i> ke dalamudukannya dan dinding mesin serta <i>hopper</i> .	
7	Palu jenis baja 0,5 (kg) kepala bulat dan persegi empat	Difungsikan untuk pembentukan cincin tabung dan penokok bagian tertentu pada mesin	
8	Penitik jenis penitik pusat	Difungsikan untuk penanda material pada bagian yang akan dibor	
9	Tang kombinasi dan tang potong	Difungsikan untuk penjepitan dan pemotongan kawat pada proses pemasangan <i>mesh</i> kedalam tabung sortiran	
10	Meteran jenis meteran gulung ukuran maksimal 5 (meter)	Difungsikan sebagai alat ukur pada proses pembuatan mesin	



11	Jangka sorong 0,05 (mm)	Difungsikan untuk pengukuran diameter dalam bantalan dan poros	
12	Siku-siku baja 90 <sup>0</sup>	Difungsikan untuk pengukuran siku dari masing – masing sudut kerangka mesin	
13	Kikir guratan ganda segi empat dan bulat	Difungsikan untuk pengikisan sisa potongan pada beberapa material pada proses pembuatan mesin	
14	Obeng baja jenis obeng minus	Difungsikan untuk alat bantu pekerjaan pemasangan komponen mesin	
15	Genset parkin kapasitas 40 (kw)	Difungsikan sebagai sumber arus listrik	
16	Gergaji triplek	Difungsikan untuk pemotongan triplek	
17	Spidol permanent	Difungsikan untuk penanda/pembuat garis material yang akan dipotong	


(Sumber: Photo dokumentasi)

### 3.5. Peralatan uji.

Adapun peralatan uji yang digunakan untuk menguji kinerja mesin adalah sebagai berikut, lihat tabel 3.2 di bawah ini.

Tabel 3.2. Peralatan uji yang digunakan

No	Nama Alat	Fungsi	Gambar
1	<i>Tachometer</i>	Dipergunakan untuk mengukur kecepatan putaran.	
2	<i>Stopwatch</i>	Dipergunakan untuk mengukur waktu saat mesin memproses pengujian. <i>Stopwatch</i> juga dapat mempergunakan aplikasi <i>handphone</i> .	

3	Timbangan	Dipergunakan mengukur berat sampah plastic yang akan di cacah	
---	-----------	---	---

### 3.6 Proses Pembuatan Mesin Pencacah Sampah Plastik PET (*Polyethylene terephthalate*)

Pada proses pembuatan mesin pencacah sampah plastik PET (*Polyethylene terephthalate*) beberapa proses yang harus di ikuti agar pembuatan tersebut baik dan sesuai perencanaan. Prosedur tersebut meliputi serangkaian langkah-langkah pengerjaan komponen serta perakitan komponen menjadi satu kesatuan mesin yang dapat dioperasikan sesuai dengan tujuan yang akan dicapai. Berikut adalah pembuatan mesin pencacah plastik.

#### 3.6.1 Persiapan Bahan Yang Digunakan

Persiapan bahan yang digunakan mesin pencacah sampah plastik PET (*Polyethylene terephthalate*) dibuat dari beberapa jenis material, yaitu:

1. Besi kanal U dengan ukuran 60 x 40 mm dengan tebal 3 mm yang digunakan sebagai rangka utama dan dudukan mata pisau, *hopper*, *casing*, dan saluran keluar.
2. Baja plat dengan tebal 5 mm lebar tinggi 50 mm yang digunakan sebagai *casing*, dan kedudukan mata pisau.
3. Plat baja dengan tebal 2 mm yang nantinya akan digunakan sebagai *hopper*/penampung.
4. Motor bakar merek Yanmar 7 HP digunakan sebagai penggerak untuk memutar poros yang telah dipasang kedudukan mata pisau dan pisau melalui *pully* dan V-bell.
5. Bantalan duduk digunakan untuk mempermudah kerja dari poros
6. Mur dan baut digunakan sebagai pengikat bantalan, motor, *hopper*, *cassing*, mata pisau, serta saluran keluar.



### 3.6.2 Persiapan Peralatan Yang Digunakan

Peralatan yang digunakan dalam proses pembuatan mesin pencacah sampah plastik PET (*Polyethylene terephthalate*) adalah :

1. Mesin las *SMAW* (*Shielded Metal Arc Welding*)  
Mesin las *SMAW* atau mesin las listrik digunakan untuk proses penyambungan material pembuatan rangka, *cassing*, *hopper*, dudukan motor penggerak, saluran keluaran kedudukan mata pisau, penyambungan mesin dengan rangka mesin serta penyambungan rangka mesin dengan dudukan motor penggerak.
2. Mesin bubut konvensional  
Mesin bubut konvensional digunakan untuk proses pembubutan poros yang dihubungkan dengan bantalan dan untuk proses pengeboran/pembuatan lubang pada puli sesuai dengan ukuran poros.
3. Mesin gerinda potong  
Mesin gerinda potong digunakan untuk proses pemotongan beberapa jenis material untuk pembuatan kerangka mesin, dudukan motor penggerak
4. Mesin bor tangan  
Mesin bor tangan digunakan untuk proses pembuatan lubang untuk bantalan dan rangka, dudukan motor penggerak dan mata pisau yang akan diikat atau disambung dengan menggunakan mur dan baut.
5. Kunci *ring pass*  
Kunci *ring pass* digunakan untuk proses penguncian atau pembongkaran beberapa komponen mesin yang disambung dengan mur dan baut.
6. Palu  
Palu digunakan untuk proses pembuatan titik pada material yang akan dibor.
7. Penitik  
Penitik yang dibuat dari baja karbon menengah digunakan sebagai penanda untuk material yang akan dibor.
8. Peralatan Kerja Bantu

Jangka sorong, meteran, kikir, tang, siku-siku, gergaji besi, spidol digunakan sebagai peralatan kerja bantu untuk proses pembuatan mesin. Genset/PLN digunakan sebagai sumber listrik untuk pengoperasian mesin las, mesin bor tangan, dan, gerinda. *Brander* las potong digunakan sebagai pemotong plat dan kedudukan mata pisau.