

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Plastik**

Plastik merupakan benda yang sering dijumpai di kehidupan sehari-hari dengan varian bentuk, warna dan ukuran dengan kegunaan yang bermacam-macam. Plastik memiliki sifat yaitu tahan air, ringan, murah dan mudah dibentuk. Oleh karena itu, plastik banyak memiliki kegunaan dari alat-rumah tangga hingga menjadi salah satu komponen yang terdapat pada kendaraan. Contohnya lainya dari plastik sebagai alat-alat rumah tangga seperti gayung, sisir, kursi, piring, sendok dan lain-lain. Plastik merupakan material terbuat dari nafta yang merupakan produk turunan minyak bumi yang diperoleh melalui proses penyulingan. Karakteristik plastik yang memiliki ikatan kimia yang sangat kuat sehingga banyak material yang dipakai oleh masyarakat berasal dari plastik. Namun plastik merupakan material yang tidak bisa terdekomposisi secara alami (*non biodegradable*) sehingga setelah digunakan, material yang berbahan baku plastik akan menjadi sampah yang sulit diuraikan oleh mikroba tanah dan akan mencemari lingkungan (Raihan, M. 2021). Faktor dari berkembangnya teknologi menjadi alasan utama bagi perkembangan pemakaian plastik yang semakin meningkat dan beragam. Plastik terbuat dari bahan polimer. Ada dua jenis polimer yaitu polimer alami dan polimer sintetis (buatan). Polimer sintetis biasanya menghasilkan produk plastik seperti kantong kresek, sisir, kursi, gayung, botol dan lain-lain. Sedangkan polimer alam dapat membuat benda-benda seperti karet, pati dan selulosa. Dari material-material tersebutlah yang akan diproses menjadi biji plastik. Dari biji plastik tersebut akan diproses dan dibentuk sedemikian rupa sehingga menjadi plastik-plastik dengan berbagai macam warna ukuran dan bentuk yang digunakan sehari-hari oleh masyarakat (Satria, F. 2023).



**Gambar 2.1** Plastik

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

## 2.2 Jenis-Jenis Plastik

Plastik adalah salah satu jenis makro molekul yang dibentuk dengan prosespolimerisasi. Polimerisasi adalah proses penggabungan beberapa molekul sederhana (*monomer*) melalui proses kimia menjadi molekul besar (makromolekul atau polimer). Plastik merupakan senyawa polimer yang unsur penyusun utamanya adalah karbon dan hidrogen. Plastik pada utamanya memiliki 2 macam yaitu (Surono, U. B. 2016):

1. *Thermoplastic*:

*Thermoplastic* adalah bahan plastik yang bila digunakan untuk membuat material tertentu dapat didaur ulang dan dibuat menjadi bentuk material yang lain melalui proses pemanasan. Thermoplastik sendiri adalah bahan plastik yang jika dipanaskan sampai temperatur tertentu, akan mencair dan dapat dibentuk kembali menjadi bentuk seperti film, fiber, kemasan (*packing*), Contoh thermoplastic antara lain yaitu polyethylene (PE), *polypropylene* (PP), dan *polyvinyl chloride* (PVC). *Polyethylene*, *Polypropylene*, *Nylon*, *Polycarbonate*.

2. *thermosetting* atau *thermoset*

*Thermosetting* adalah plastik yang jika telah dibuat dalam material tertentu, tidak dapat dicairkan untuk didaur ulang atau dibuat produk lain. *thermosetting* merupakan plastik yang memiliki karakteristik keras, mempertahankan bentuknya dan tidak dapat berubah atau diubah kembali kedalam bentuk aslinya. *Thermosetting* atau *thermoset* dapat digunakan untuk bagian dari mobil, bagian dari pesawat udara, ban, dan keperluan industri lainnya.

Berdasarkan sifat kedua kelompok plastik di atas, *thermoplastic* adalah jenis yang memungkinkan untuk didaur ulang. Jenis plastik yang dapat didaur ulang diberi kode berupa simbol dan nomor untuk memudahkan dalam mengidentifikasi dan penggunaannya. Berikut ini merupakan jenis-jenis plastik itu sendiri :



**Gambar 2.2** Simbol Dan Nomer Plastik

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

#### 1. PET

PET (*Polyethylene Terephthalate*) adalah salah satu jenis plastik yang umum digunakan dalam berbagai produk kemasan, terutama botol minuman, botol kecap, botol minyak, dan beberapa jenis wadah makanan. PET biasanya memiliki kode daur ulang 1 di bawah *Resin Identification Code*. Karakteristik PET antara lain, PET memiliki sifat yang memungkinkannya menjadi jernih atau sedikit tembus cahaya, sehingga cocok untuk botol minuman. PET relatif keras dan kokoh, membuatnya cocok untuk digunakan sebagai botol atau wadah yang memerlukan stabilitas. PET memiliki sifat yang memungkinkannya melindungi produk di dalamnya dari oksigen dan gas lain yang dapat mempengaruhi kualitas produk. PET dapat didaur ulang dengan relatif baik, dan banyak botol PET didaur ulang untuk membuat produk-produk baru seperti serat untuk pakaian atau karpet. PET dapat menahan suhu yang cukup tinggi, sehingga sering digunakan untuk kemasan produk yang memerlukan perlindungan terhadap panas. Plastik PET (*Polyethylene Terephthalate*) umumnya dapat menahan suhu hingga sekitar 70-80 derajat Celsius (160-176 derajat *Fahrenheit*) sebelum mulai meleleh atau menjadi lunak. Namun, suhu toleransi ini dapat bervariasi tergantung pada berbagai faktor, seperti ketebalan plastik, penggunaan bahan tambahan, dan kondisi lingkungan.

Penting untuk diingat bahwa memanaskan plastik di atas suhu tertentu dapat menyebabkan pelelehan atau pelembutan, serta pelepasan zat kimia yang tidak diinginkan, sehingga tidak disarankan untuk menggunakannya untuk kontak dengan makanan pada suhu tinggi.



**Gambar 2.3** PETE

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

## 2. HDPE

HDPE adalah singkatan dari *High-Density Polyethylene*, yang merupakan jenis plastik dengan kepadatan tinggi. Plastik HDPE memiliki sifat yang kuat, tahan terhadap berbagai macam bahan kimia, dan tahan terhadap penetrasi air. Karena sifat-sifat ini, HDPE banyak digunakan dalam berbagai aplikasi, termasuk pembuatan botol susu, botol deterjen, botol sampo, pipa air, tangki penyimpanan, dan banyak lagi. HDPE biasanya dianggap aman untuk digunakan dalam kontak dengan makanan, karena tidak melepaskan bahan kimia yang berbahaya dalam jumlah yang signifikan. Namun, seperti halnya dengan plastik lainnya, penggunaan HDPE untuk makanan harus memperhatikan suhu penggunaan dan kondisi penggunaan. Plastik HDPE juga sangat mudah didaur ulang dan umumnya memiliki kode daur ulang 2. Ini membuatnya menjadi salah satu plastik yang paling sering didaur ulang, dan banyak produk daur ulang yang terbuat dari HDPE. Sifat-sifat HDPE yang paling menonjol termasuk kekuatan yang tinggi, tahan terhadap berbagai macam bahan kimia, ringan, dan tahan terhadap korosi serta kerusakan cuaca. Hal ini membuatnya menjadi pilihan yang populer untuk berbagai aplikasi di berbagai industri.



**Gambar 2.4** HDPE

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

### 3. PVC

PVC (*Polyvinyl Chloride*) adalah senyawa kimia yang terdiri dari atom karbon (C), atom hidrogen (H), dan atom klorin (Cl). Strukturnya didasarkan pada rantai panjang polimer yang terdiri dari unit monomer vinil klorida. PVC (*Polyvinyl Chloride*) adalah jenis plastik yang memiliki berbagai karakteristik dan aplikasi yang luas. PVC memiliki kekuatan mekanis yang baik, sehingga sering digunakan dalam konstruksi untuk pipa, *Vting*, dan panel dinding. Ini juga memiliki ketahanan terhadap benturan dan abrasi. PVC adalah plastik yang tahan terhadap banyak bahan kimia, termasuk asam dan alkali. Ini membuatnya menjadi pilihan yang baik untuk aplikasi di mana kontak dengan bahan kimia adalah hal yang umum, seperti dalam sistem pipa untuk industri kimia. PVC tidak rentan terhadap korosi seperti logam, sehingga sering digunakan dalam sistem pipa air, pipa pembuangan, dan sistem saluran air. PVC dapat dicetak, diekstrusi, atau dibentuk dengan berbagai metode manufaktur, sehingga memungkinkan untuk pembuatan berbagai produk dengan desain yang kompleks.



**Gambar 2.5** PVC (*Polyvinyl Chloride*)

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

#### 4. LDPE

LDPE (*Low-Density Polyethylene*) adalah senyawa polimer yang terdiri dari atom karbon (C) dan atom hidrogen (H), dengan struktur kimia yang lebih longgar dibandingkan dengan polietilena berdensitas tinggi (HDPE). LDPE diproduksi melalui proses polimerisasi etilena menggunakan katalis. Struktur kimia LDPE terdiri dari rantai panjang etilena dengan cabang-cabang pendek atau rantai samping, yang memberikan sifat-sifat khas seperti fleksibilitas, kekuatan yang relatif rendah, dan ketahanan terhadap suhu rendah. Cabang-cabang pendek ini juga menyebabkan LDPE memiliki kepadatan yang lebih rendah dibandingkan dengan HDPE. LDPE (*Low-Density Polyethylene*) adalah jenis plastik yang memiliki beberapa karakteristik khas. LDPE memiliki kekuatan yang relatif rendah jika dibandingkan dengan HDPE (*High-Density Polyethylene*). Ini membuatnya lebih lentur dan fleksibel, sehingga cocok untuk digunakan dalam pembuatan kantong plastik, *film stretch*, dan produk-produk yang memerlukan sifat elastisitas. LDPE memiliki ketahanan yang baik terhadap kerusakan akibat paparan sinar UV dan kondisi lingkungan yang keras.



**Gambar 2.6** LDPE (*Low-Density Polyethylene*)

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

#### 5. PP

PP (*Polypropylene*) adalah senyawa polimer yang terdiri dari atom karbon (C) dan atom hidrogen (H), dengan struktur kimia yang mirip dengan polietilena. PP diproduksi melalui proses polimerisasi propilena menggunakan katalis. PP (*polypropylene*) adalah pilihan terbaik untuk bahan plastik, terutama untuk yang berhubungan dengan makanan dan minuman seperti tempat menyimpan makanan. *Polypropylene* memiliki

kekuatan dan kekakuan yang tinggi, menjadikannya cocok untuk digunakan dalam aplikasi yang memerlukan struktur yang kuat dan tahan lama, seperti wadah makanan, botol, dan komponen otomotif. *Polypropylene* memiliki ketahanan yang baik terhadap panas, sehingga dapat digunakan dalam aplikasi yang memerlukan ketahanan terhadap suhu tinggi, seperti mangkuk *microwave*, wadah makanan yang dapat dipanaskan. *Polypropylene* adalah plastik yang ringan, yang membuatnya mudah diangkut, dipasang, dan digunakan dalam berbagai aplikasi. PP juga memiliki ketahanan yang baik terhadap berbagai macam bahan kimia, termasuk asam, alkali, dan pelarut organik. Hal ini membuatnya cocok untuk digunakan dalam aplikasi kimia dan farmasi.



**Gambar 2.7** PP (*Polypropylene*)

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

## 6. PS

PS (*Polystyrene*) adalah jenis plastik yang memiliki beberapa karakteristik khas. PS adalah plastik yang sangat ringan, membuatnya mudah diangkut, diproses, dan digunakan dalam berbagai aplikasi. PS memiliki ketahanan yang baik terhadap bocor, menjadikannya pilihan yang populer untuk digunakan dalam pembuatan wadah makanan sekali pakai, seperti piring dan mangkuk. Plastik jenis ini ditandai oleh logo daur ulang dengan angka 6 di tengahnya dan tulisan PS di bawah segitiga. *Polystyrene* merupakan polimer aromatik yang dapat mengeluarkan bahan *styrene* ke dalam makanan. Bahan ini harus dihindari, selain berbahaya untuk kesehatan otak, juga dapat berakibat pada masalah reproduksi wanita dan gangguan pada pertumbuhan dan sistem syaraf. Selain itu bahan ini susah didaur ulang. penggunaannya juga telah menjadi subjek perdebatan karena

dampak lingkungan dan kesehatan yang mungkin terkait dengan pembuatannya dan pembuangan limbahnya



**Gambar 2.8** PS (*Polystyrene*)

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

#### 7. Lainnya (*Other*)

Plastik yang masuk ke dalam kategori "*other*" atau "*lainnya*" dalam konteks kode daur ulang seringkali merupakan jenis plastik yang tidak masuk ke dalam klasifikasi utama yang didefinisikan oleh kode daur ulang standar (biasanya kode 1 hingga 7). Ini bisa menjadi jenis plastik yang lebih spesifik atau jarang ditemui, serta mungkin memiliki sifat-sifat unik yang tidak biasa, Polikarbonat (PC) ini bisa termasuk dalam kategori "*other*" tergantung pada sistem daur ulang yang digunakan. Polikarbonat adalah plastik yang sangat kuat dan tahan terhadap benturan. Bahkan, polikarbonat sekitar 200 kali lebih kuat dari kaca yang sepadan dengan ketebalan yang sama. Kekuatan ini menjadikannya pilihan yang baik untuk aplikasi di mana kekakuan dan ketahanan terhadap benturan diperlukan, seperti kaca helm, kaca jendela, dan wadah makanan.



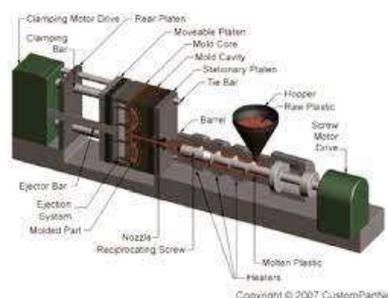
**Gambar 2.9** Plastik *Other*

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

### 2.3 *Injection molding*

*Injection molding* adalah salah satu metode pembentukan plastik yang paling umum digunakan dalam industri manufaktur untuk memproduksi berbagai macam produk plastik, mulai dari komponen kecil hingga produk

yang lebih besar. Proses ini melibatkan penyuntikan material plastik cair ke dalam cetakan yang didinginkan untuk membentuk produk yang diinginkan. Prinsip kerja *injection molding* adalah memanfaatkan tekanan tinggi untuk menyuntikkan bahan baku plastik yang meleleh ke dalam cetakan yang terbentuk, kemudian membekukannya menjadi bentuk yang diinginkan saat pendinginan. Proses ini terdiri dari beberapa tahap dimana bahan baku plastik (biasanya dalam bentuk butiran atau granul) dimuat ke dalam hopper mesin. Dari *hopper*, bahan baku disalurkan ke dalam silinder injeksi, di mana bahan baku dipanaskan dan dilelehkan menjadi bentuk cair. Setelah bahan baku plastik meleleh, sekrup atau piston yang terdapat di dalam silinder injeksi mendorong bahan cair tersebut menuju *nozzle* injeksi. Bahan plastik cair kemudian disuntikkan ke dalam cetakan yang terbentuk melalui saluran atau gerbang injeksi. Setelah bahan plastik cair memasuki cetakan, cetakan tersebut didinginkan dengan cepat. Pendinginan ini menyebabkan bahan plastik cair membeku dan mengeras, mengikuti bentuk interior cetakan. Waktu pendinginan bisa berbeda-beda tergantung pada ukuran dan ketebalan produk, serta jenis bahan plastik yang digunakan. Setelah produk plastik mengeras dan cukup dingin, cetakan dibuka untuk mengeluarkan produk. Produk plastik yang sudah terbentuk kemudian dikeluarkan dari cetakan, siap untuk diproses lebih lanjut atau dikemas. Setelah produk dikeluarkan, proses dapat diulangi untuk mencetak produk berikutnya. Mesin *injection molding* dapat diatur untuk bekerja secara otomatis, sehingga proses injeksi dan pemisahan produk dapat berlangsung terus menerus, meningkatkan efisiensi produksi (Maulana, 2017).



**Gambar 2.10** *Injection molding*

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

### 2.3.1 Bagian-Bagian Mesin Injeksi Plastik

*Injection molding* adalah salah satu metode utama dalam pembentukan plastik di mana bahan baku plastik dilelehkan dan disuntikkan ke dalam cetakan yang didinginkan untuk membentuk produk akhir. Pada prosesnya *injection molding* memiliki komponen-komponen utama dalam mesin nya. *Injection molding* mencakup beberapa bagian penting yang bekerja sama untuk melaksanakan proses pembentukan plastik. Berikut adalah komponen-komponen utama pada *injection molding* (Sulistiyanto, D. 2017):

#### 1. *Screw*

*Screw* (sekrup) adalah salah satu komponen utama dalam *injection molding*. Fungsi utamanya adalah untuk memampatkan, mencairkan, dan mendorong bahan baku plastik ke dalam cetakan selama proses injeksi. *Screw* ini terletak di dalam silinder injeksi dan berputar untuk mencampur dan memampatkan bahan baku plastik.

#### 2. *Barrel*

*Barrel* (tong atau silinder) adalah bagian dari mesin *injection molding* yang menampung dan memproses bahan baku plastik. Barrel terdiri dari tabung logam panjang yang didalamnya terdapat screw (sekrup) yang berputar. Fungsi barrel dalam proses *injection molding* sangat penting karena berperan dalam pencairan, pencampuran, dan pemampatan bahan baku plastik sebelum disuntikkan ke dalam cetakan.

#### 3. *Heatter Band*

*Heater band* (pita pemanas) adalah salah satu komponen kunci dalam mesin *injection molding* yang berfungsi untuk memanaskan *barrel* (tong) di mana bahan baku plastik dilelehkan. *Heater band* terdiri dari pita pemanas yang melingkari barrel dan memberikan panas yang diperlukan untuk mencairkan bahan baku plastik menjadi bentuk cair yang dapat disuntikkan ke dalam cetakan.

#### 4. *Hopper*

*Hopper* adalah bagian dari mesin *injection molding* yang berfungsi sebagai tempat penyimpanan dan pengumpanan bahan baku plastik ke dalam sistem injeksi. *Hopper* biasanya berbentuk corong dan terletak di bagian atas mesin *injection molding*. Fungsi utama hopper adalah untuk memuat bahan baku plastik, yang biasanya berupa butiran atau granul, dan menyediakan aliran bahan ke dalam unit injeksi.

#### 5. *Nozzle*

*Nozzle* adalah bagian dari mesin *injection molding* yang berfungsi sebagai saluran untuk mengarahkan bahan plastik cair dari unit injeksi ke dalam cetakan selama proses injeksi. *Nozzle* biasanya terletak di ujung unit injeksi dan berada di dekat pintu cetakan (*mold gate*) untuk memudahkan penyuntikan bahan plastik ke dalam cetakan.

### 2.4 Mesin Pencacah Plastik

Mesin pencacah plastik adalah peralatan industri yang dirancang khusus untuk menghancurkan bahan plastik menjadi potongan-potongan kecil atau serpihan. Tujuan utama dari mesin ini adalah untuk mengubah bahan plastik menjadi bentuk yang lebih mudah dikelola, seperti serpihan, agar dapat diolah lebih lanjut dalam proses daur ulang atau penggunaan lainnya. Mesin pencacah plastik dapat bekerja dengan berbagai jenis plastik, termasuk PET, HDPE, LDPE, PVC, PP, dan lain-lain. Proses penghancuran dilakukan dengan menggunakan pisau-pisau tajam atau sistem pemotongan lainnya, yang memotong bahan plastik menjadi ukuran yang lebih kecil sesuai dengan kebutuhan. Mesin ini memiliki berbagai ukuran dan jenis, tergantung pada skala produksi dan jenis plastik yang akan dihancurkan. Prinsip kerja pada mesin pencacah plastik ini yaitu dengan memasukkan limbah plastik yang telah dikumpulkan dan telah dipilih kedalam corong mesin bagian atas kemudian mesin dinyalakan dengan menggunakan motor listrik, setelah mesin menyala maka motor akan menggerakkan *pulley* yang dihubungkan dengan *v-belt* sehingga dapat memutar poros yang terhubung dengan pisau. Pisau inilah

yang nantinya akan menjadi komponen untuk memotong plastik, pisau pada mesin pencacah terdapat 2 jenis yaitu pisau statis yang terpasang pada rangka dan pisau dinamis yang bergerak secara aktif (Slat, W. S., 2023).

#### **2.4.1 Jenis-Jenis Mesin Pencacah Plastik**

Mesin pencacah plastik memiliki berbagai jenis, yang masing-masing dirancang untuk tujuan dan kebutuhan pengolahan plastik yang berbeda. Berikut adalah beberapa jenis mesin pencacah plastik yang umum digunakan (Masruri, A., 2021):

##### **1. Mesin Pencacah Plastik Tipe *crusher***

Mesin Pencacah Plastik tipe *crusher* adalah jenis mesin pencacah plastik yang menggunakan pisau-pisau tajam atau sistem pemotongan lainnya untuk menghancurkan bahan plastik menjadi potongan-potongan kecil atau serpihan. Mesin ini sering kali digunakan untuk menghancurkan plastik dengan tingkat kekerasan yang rendah hingga sedang, seperti botol plastik, wadah plastik, atau barang-barang plastik lainnya. Mesin *crusher* menggunakan pisau-pisau tajam yang berputar dengan kecepatan tinggi untuk memotong dan menghancurkan bahan plastik menjadi potongan-potongan kecil atau serpihan. Proses Pencacahan dilakukan dimana bahan plastik dimasukkan ke dalam mesin melalui *hopper* atau tempat pemuatan. Selanjutnya, bahan plastik tersebut diproses oleh pisau-pisau tajam di dalam mesin, yang menghancurkannya menjadi ukuran yang lebih kecil sesuai dengan kebutuhan.



**Gambar 2.11** Mesin Pencacah Plastik Tipe *crusher*

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

## 2. Mesin Pencacah Plastik Tipe *Shredder*

Mesin Pencacah Plastik tipe *shredder* adalah jenis mesin pencacah plastik yang menggunakan pisau-pisau berputar atau sistem penggilingan untuk menghancurkan bahan plastik menjadi ukuran yang lebih kecil. Mesin ini umumnya digunakan untuk menghancurkan plastik dengan tingkat kekerasan yang tinggi, seperti botol plastik, drum plastik, atau barang-barang plastik lainnya yang lebih tebal dan keras. Mesin *shredder* menggunakan pisau-pisau berputar atau sistem penggilingan lainnya yang bekerja dengan kecepatan tinggi untuk menghancurkan bahan plastik menjadi potongan-potongan kecil atau serpihan. Mesin pencacah plastik tipe *shredder* cocok untuk menghancurkan plastik dengan tingkat kekerasan yang tinggi dan ketebalan yang lebih besar, sehingga sering digunakan dalam pengolahan limbah plastik industri atau daur ulang plastik dalam skala besar.



**Gambar 2.12** Mesin Pencacah Plastik Tipe *Shredder*

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

## 3. Mesin Pencacah Plastik Tipe *Granulator*

Mesin Pencacah Plastik tipe *granulator* adalah jenis mesin pencacah plastik yang digunakan untuk mengubah bahan plastik menjadi serpihan-serpihan kecil atau butiran-butiran dengan menggunakan pisau-pisau tajam dan proses penggilingan. Mesin ini sering digunakan untuk menghasilkan serpihan plastik dengan ukuran yang seragam dan konsisten. Mesin ini berbeda dari mesin pencacah plastik tipe atau *shredder crusher* karena prosesnya cenderung menghasilkan serpihan dengan ukuran yang lebih konsisten dan teratur.



**Gambar 2.13** Mesin Pencacah Plastik Tipe Granulator  
(Sumber : [www. made-in-china.com](http://www.made-in-china.com))

## 2.5 Proses Pemotongan

Proses pemotongan pada mesin pencacah plastik melibatkan penggunaan pisau-pisau tajam atau sistem pemotongan lainnya untuk memotong bahan plastik menjadi serpihan-serpihan kecil atau butiran-butiran dengan ukuran yang diinginkan. Proses penghancur plastik melibatkan pemotongan plastik oleh dua jenis pisau yang saling berlawanan arah. Pada umumnya proses pemotongan identik dengan proses pemesinan. Proses pemesinan adalah suatu proses pembentukan geram (*chip*) oleh perkakas (*tools*), yang dipasangkan pada mesin perkakas (*machine tools*), gerakannya pun relatif terhadap benda kerja mesin perkakas (Adhiharto, R.,2019).

Pahat yang bergerak memotong benda kerja akan menghasilkan geram, sementara permukaan lainnya akan terbentuk sesuai yang diinginkan. Jika ditinjau dari proses penghancuran plastik oleh mesin penghancur plastik, geram yang dimaksud adalah hasil pemotongan sebagian permukaan plastik, setiap pasangan pisau akan membentuk geramnya masing – masing. Bagi suatu tingkatan proses, ukuran objektif ditentukan dan pahat harus membuang sebagian material benda kerja sampai ukuran objektif tersebut dicapai. Hal ini dapat dilakukan dengan cara menentukan kecepatan potong saat permesinan, maka terdapat lima elemen dasar proses permesinan, yaitu :

1. Kecepatan Potong (*Cutting Speed*) ;  $v$  (m/min),
2. Kecepatan Makan (*Feeding Speed*) ;  $v_f$  (m/min),
3. Kedalaman Potong (*Depth Of Cut*) ;  $a$  (mm),
4. Waktu Pemotongan (*Cutting Time*) ;  $t_c$  (min),
5. Kecepatan Penghasilan Geram (*Rate Of Metal Removal*) ;  $Z$ (cm<sup>3</sup>/min)

Namun kasus mesin penghancur plastik tidak mengkaji tentang kecepatan makan (*feeding speed*) dan kecepatan penghasiian geram karena sistem pemotongan pada mesin penghancur plastik bersifat tidak beraturan, tidak simultan (Adhiharto and Komara 2019).

Dalam proses pemotongan pada mesin pencacah plastik, terdapat beberapa tahapan yang terjadi secara berurutan. Berikut adalah tahapan-tahapan umum dalam proses pemotongan pada mesin pencacah plastik (Adam, A., 2020).:

#### 1. Persiapan Bahan Baku

Tahap awal adalah persiapan bahan baku yang akan diproses. Bahan plastik yang akan dicacah harus disiapkan sesuai dengan ukuran dan bentuk yang sesuai dengan kapasitas dan spesifikasi mesin pencacah.

#### 2. Pemuatan Bahan Plastik

Bahan plastik dimuat ke dalam *hopper* atau tempat pemuatan mesin pencacah. Bahan plastik ini kemudian dialirkan atau dipindahkan ke area pemotongan dengan bantuan mekanisme pengumpanan.

#### 3. Pemotongan

Bahan plastik yang telah dimuat ke dalam mesin kemudian dipotong oleh pisau-pisau tajam atau sistem pemotongan lainnya. Pisau-pisau ini berputar dengan kecepatan tinggi dan memotong bahan plastik menjadi serpihan-serpihan kecil atau butiran-butiran dengan ukuran yang diinginkan.

#### 4. Pengaturan Ukuran *Output*

Beberapa mesin pencacah plastik dilengkapi dengan pengaturan yang memungkinkan pengguna untuk mengontrol ukuran akhir dari serpihan plastik yang dihasilkan. Ini dapat dilakukan dengan mengatur kecepatan putaran pisau-pisau pemotong atau sistem pemotongan, sehingga menghasilkan serpihan dengan ukuran yang diinginkan.

#### 5. Pemisahan dan Pembersihan

Setelah proses pemotongan selesai, serpihan plastik yang dihasilkan kemudian dipisahkan dari material lainnya, seperti debu atau kontaminan, menggunakan saringan atau sistem pemisahan lainnya. Proses

pembersihan juga mungkin diperlukan untuk memastikan kualitas serpihan plastik yang dihasilkan.

#### 6. Penyimpanan atau Pengolahan Selanjutnya

Serpihan plastik yang dihasilkan kemudian siap untuk disimpan atau diproses lebih lanjut. Mereka dapat digunakan sebagai bahan baku dalam proses daur ulang plastik atau produksi produk baru dari bahan plastik daur ulang.

Tahapan-tahapan ini terjadi secara berurutan dan membentuk proses pemotongan pada mesin pencacah plastik. Dengan melalui tahapan-tahapan ini secara efisien dan akurat, mesin pencacah plastik dapat menghasilkan serpihan plastik dengan ukuran dan kualitas yang diinginkan.

### 2.6 Jenis-Jenis Pisau

Mata pisau adalah bagian dari pisau yang berfungsi sebagai tepi pemotong yang langsung berinteraksi dengan material yang akan dipotong. Pada mesin pencacah plastik atau *crusher*, mata pisau sangat penting untuk melakukan pemotongan material plastik dengan tepat dan efisien. Mata pisau adalah bagian dari pisau yang berfungsi sebagai tepi pemotong yang langsung berinteraksi dengan material yang akan dipotong. Pada mesin pencacah plastik atau *crusher*, mata pisau sangat penting untuk melakukan pemotongan material plastik dengan tepat dan efisien. Pisau *crusher* terdiri dari dua macam pisau yaitu pisau gerak (*Reel*) dan pisau diam (*Bedknife*), pisau gerak yaitu pisau yang posisinya terdapat pada poros/as tang bergerak mengikuti arah putaran poros (*as*) atau *shaft*, sedangkan pisau diam yaitu pisau yang posisinya menempel pada bodi/rangka mesin dan tidak bergerak seperti pisau gerak. Dalam mesin pencacah *plastic crusher* memiliki beberapa model sebagai berikut (SaVri, N. L., 2022):



**Gambar 2.14** Jenis-Jenis Pisau

(Sumber : Adhiharto, R. and A. I. Komara 2019)

### 1. *Type Flat Blade*

*crusher* jenis "*Flat*" adalah salah satu tipe *crusher* yang memiliki konstruksi yang relatif sederhana dan umumnya digunakan untuk menghancurkan material yang tidak terlalu keras. *crusher* tipe ini seringkali digunakan dalam aplikasi pemrosesan limbah plastik, kertas, kardus, dan material ringan lainnya. *crusher* tipe "*flat*" memiliki desain yang relatif sederhana, dengan satu atau dua poros dan pisau penghancur datar atau berbentuk piring. Pisau penghancur pada *crusher* tipe ini dirancang untuk memotong material dengan cara datar, sehingga menghasilkan serpihan atau potongan material yang datar.

### 2. *Type Claw*

*crusher* jenis "*Claw*" adalah salah satu tipe *crusher* yang memiliki struktur yang dirancang untuk menghancurkan material dengan efektif, terutama material plastik. *crusher* tipe "*Claw*" juga dikenal sebagai *crusher* jenis "*Claw Cutter*" atau "*Claw Blade*". *crusher* tipe "*Claw*" menggunakan pisau yang dirancang seperti cakar (*claw*) untuk memotong dan menghancurkan material. Pisau ini biasanya memiliki bentuk segitiga dengan gigi-gigi tajam di sepanjang tepinya. Pisau cakar pada *crusher* tipe ini bekerja dengan cara berulir atau merobek material menjadi potongan-potongan kecil. Ini memungkinkan *crusher* untuk menghancurkan material dengan cepat dan efisien.

### 3. *Type Flake*

*crusher* jenis "*Flake*" adalah tipe *crusher* yang digunakan khusus untuk menghasilkan serpihan (*flake*) dari material plastik. *crusher* ini sering digunakan dalam industri daur ulang plastik untuk menghancurkan botol plastik, gelas plastik, atau potongan plastik lainnya menjadi serpihan-serpihan kecil yang memiliki ukuran seragam. Pisau jenis ini di belakang kuku (mata pisau bentuknya kurva atau cekungan seperti pada tipe *claw* hanya saja bentuk cekungannya tidak sedalam seperti tipe *claw*). Pisau pada *crusher* tipe "*flake*" bekerja dengan cara berulir atau menggiling material plastik menjadi serpihan-serpihan kecil. Proses ini menghasilkan serpihan plastik yang memiliki ukuran dan bentuk seragam.

## 2.7 Geometri Pisau

Geometri pisau pada mesin pencacah plastik sangat penting untuk memastikan pemotongan yang efisien dan akurat. Bentuk mata pisau dapat bervariasi tergantung pada jenis material yang akan dipotong dan kecepatan pemotongan yang diinginkan. Beberapa bentuk mata pisau yang umum meliputi mata pisau lurus, mata pisau bergigi, mata pisau tirus, atau kombinasi dari beberapa bentuk tersebut. Sudut kemiringan pada mata pisau memiliki pengaruh besar terhadap kinerja pemotongan. Sudut yang lebih kecil akan menghasilkan pemotongan yang lebih tajam, sementara sudut yang lebih besar dapat memberikan kekuatan yang lebih besar pada pemotongan. Sudut kemiringan juga harus dipilih dengan memperhatikan jenis material yang akan dipotong. Sudut sisi pisau merujuk pada sudut yang dibentuk antara sisi gesekan pisau dan bahan yang dipotong. Sudut sisi pisau yang optimal dapat mengurangi gesekan dan pemanasan yang berlebihan selama pemotongan, serta memperpanjang umur pisau. Radius ujung pisau juga dapat memengaruhi kinerja pemotongan. Radius yang lebih besar cenderung menghasilkan pemotongan yang lebih kasar, sementara radius yang lebih kecil menghasilkan pemotongan yang lebih halus. Ketebalan pisau juga merupakan faktor penting dalam geometri pisau. Pisau yang terlalu tipis mungkin rentan terhadap keausan atau patah, sementara pisau yang terlalu tebal dapat menghasilkan gesekan berlebihan dan mempengaruhi kualitas pemotongan. Jarak antara pisau juga harus dipertimbangkan dengan baik. Jarak yang terlalu kecil dapat menyebabkan tumpang tindih dan mengganggu aliran bahan plastik, sementara jarak yang terlalu besar dapat mengurangi efisiensi pemotongan (SaVri, N. L., 2022).

Proses *shearing* adalah metode pemotongan material dengan mendorong pisau tajam melawan benda kerja. Prinsip dasar dari proses *shearing* adalah menerapkan gaya gesekan yang cukup besar pada area yang kecil dari material sehingga material tersebut terputus. Proses *shearing* melibatkan penerapan gaya gesekan yang besar pada area kecil dari material yang akan dipotong. Gaya ini dihasilkan oleh pisau tajam yang ditekan secara vertikal atau *horizontal* terhadap benda kerja. Gaya gesekan diterapkan pada suatu

titik atau area kecil pada material yang akan dipotong. Ini menyebabkan deformasi plastis pada material di sekitar area kontak, yang selanjutnya menghasilkan pecahan atau pemutusan material. Proses *shearing* memusatkan energi pada titik pemotongan, yang menyebabkan material mengalami deformasi lokal dan akhirnya terputus. Energi yang diterapkan pada area kecil ini memungkinkan material untuk dipotong tanpa memerlukan pemotongan pada seluruh permukaan. Kecepatan gerakan pisau dan benda kerja memiliki peran penting dalam proses *shearing*. Kecepatan yang tepat dapat meningkatkan efisiensi pemotongan dan menghasilkan permukaan potongan yang lebih bersih. Pisau yang digunakan dalam proses *shearing* harus cukup tajam dan kuat untuk menahan gaya yang diterapkan dan memotong material dengan tepat. Kekuatan dan kekerasan pisau memainkan peran penting dalam menentukan kualitas potongan dan umur pemotongan (Adhiharto, R.,2019).



**Gambar 2.15** Geometri *Shear Plate*  
(Sumber : Adhiharto, R. and A. I. Komara 2019)



**Gambar 2.16** Geometri *Shear Plate*  
(Sumber : Adhiharto, R. and A. I. Komara 2019)

Sudut kemiringan adalah sudut antara tepi pemotongan pisau dan permukaan benda kerja. Sudut ini harus dipilih dengan hati-hati untuk memastikan pemotongan yang efisien. Sudut kemiringan yang diterapkan dari gambar di atas menunjukkan bahwa *shear angle* yang baik untuk *blade shredder* pada

kisaran  $0^{\circ}$  -  $5^{\circ}$ . Sudut sisi pisau adalah sudut antara sisi gesekan pisau dan benda kerja. Sudut ini mempengaruhi kemampuan pisau untuk memotong material tanpa menyebabkan gesekan berlebihan atau pemanasan yang berlebihan. Sudut sisi pisau yang umum berkisar antara 10 hingga 15 derajat. Sudut penyempitan adalah sudut antara permukaan samping pisau dan permukaan benda kerja. Sudut ini memastikan bahwa material yang dipotong terlepas dengan lancar dari tepi pemotongan pisau. Sudut penyempitan yang umum berkisar antara 10 hingga 20 derajat. Sudut serong adalah sudut antara sisi atas pisau dan permukaan benda kerja. Sudut ini memengaruhi kemampuan pisau untuk menembus material dengan efisien. Sudut serong yang umum berkisar antara 20 hingga 30 derajat.

## **2.8 Material Pisau Mesin Pencacah Plastik**

Material pisau pada mesin pencacah plastik harus memenuhi beberapa persyaratan penting, seperti kekuatan, ketahanan aus, ketajaman, dan ketahanan terhadap korosi. Sifat mekanik adalah karakteristik fisik yang memengaruhi respons material terhadap gaya eksternal atau beban. Beberapa sifat mekanik yang penting dalam konteks pembuatan bahan pisau untuk mesin pencacah plastik meliputi:

### **1. Kekerasan:**

Kekerasan adalah kemampuan material untuk menahan penetrasi atau deformasi permanen. Pisau yang keras dapat mempertahankan ketajaman tepi pemotongan dan mencegah keausan berlebihan.

### **2. Ketangguhan:**

Ketangguhan adalah kemampuan material untuk menahan retakan atau patah saat terkena beban. Ketangguhan yang baik penting untuk mencegah kerusakan pisau yang dapat terjadi akibat pembebanan yang tinggi.

### **3. Kekuatan Tarik:**

Kekuatan tarik adalah kemampuan material untuk menahan gaya tarik sebelum mengalami deformasi permanen atau patah. Pisau yang memiliki kekuatan tarik yang tinggi dapat menahan beban yang berat saat digunakan.

4. Kekuatan Tekan:

Kekuatan tekan adalah kemampuan material untuk menahan gaya tekan sebelum mengalami deformasi permanen atau patah. Kekuatan tekan yang baik penting untuk menjaga integritas struktural pisau saat digunakan dalam mesin pencacah plastik.

5. Ketahanan Aus:

Ketahanan aus adalah kemampuan material untuk mempertahankan kekerasan dan kekuatan saat terkena gesekan atau abrasi. Pisau yang tahan aus dapat mempertahankan ketajaman tepi pemotongan selama mungkin tanpa perlu penggantian yang sering.

6. Ketahanan Terhadap Korosi:

Ketahanan terhadap korosi adalah kemampuan material untuk menahan kerusakan akibat paparan lingkungan yang korosif. Pisau yang tahan korosi dapat digunakan dalam lingkungan yang basah atau berpotensi korosif tanpa mengalami kerusakan struktural.

Material *Special K* (K110) adalah jenis material yang mempunyai kekerasan dan keuletan yang baik, termasuk *cold work tool steel* (baja untuk proses pengerjaan dingin). Biasa digunakan pada proses *blanking*, *punching* dan *shearing*. Komposisi kimia material *Special K* (K110) adalah 2% C; 0,25% Si; 0,35% Mn; 11,5% Cr. Baja K110 memiliki beberapa karakteristik yang membuatnya sesuai sebagai material untuk pisau pencacah, terutama karena kekerasan dan ketahanan aus yang tinggi. Salah satu keunggulan utama dari baja K110 adalah ketahanan aus yang tinggi. Ini memungkinkan pisau yang terbuat dari baja K110 untuk mempertahankan ketajaman tepi pemotongan dalam kondisi pemakaian yang intensif. Baja K110 dapat mencapai tingkat kekerasan yang tinggi setelah perlakuan panas yang sesuai. Kekerasan yang tinggi ini memungkinkan pisau untuk memotong material plastik dengan akurat dan efisien. Meskipun baja K110 memiliki kekerasan yang tinggi, ia juga memiliki ketangguhan yang cukup untuk menahan tekanan yang diterapkan saat pemotongan. Ini membantu mencegah patah atau retakan pada pisau saat digunakan. Baja K110 memiliki toleransi yang baik terhadap deformasi panas. Ini merupakan keuntungan dalam aplikasi di mana gesekan

atau panas yang dihasilkan oleh proses pemotongan dapat memengaruhi sifat fisik pisau.

## 2.9 Dasar-Dasar Perhitungan

Perhitungan mata potong pada mesin pencacah plastik didasarkan pada beberapa faktor kunci, termasuk jenis material plastik yang akan dipotong, kebutuhan ukuran serpihan, dan desain serta spesifikasi mesin pencacah. Berikut ini adalah beberapa dasar perhitungan yang biasanya digunakan (Putra, D. J. 2017):

### 1. Gaya Pemotong

Gaya pemotong pada mesin pencacah plastik merujuk pada gaya atau tekanan yang diterapkan oleh mata potong pada material plastik untuk memotongnya menjadi bagian-bagian yang lebih kecil. Gaya pemotong ini sangat penting dalam menentukan efisiensi dan kualitas proses pemotongan. Berikut rumus yang digunakan:

$$P = \frac{t \times L \times 0,5 \sigma_{yp}}{10} \dots\dots\dots(2.3)$$

Dimana :

*Thickness* (t) = Ketebalan lembar material yang dipotong (mm)

*Length* (L) = Panjang pemotongan (mm)

*Yield strength* ( $\sigma_{yp}$ ) = Kekuatan luluh bahan yang dipotong (kg/mm<sup>2</sup>)

### 2. Gaya Potong

Gaya potong merujuk pada gaya atau tekanan yang diterapkan oleh mata potong pada material saat proses pemotongan berlangsung. Gaya potong ini sangat penting dalam menentukan efisiensi, akurasi, dan kualitas hasil pemotongan. Berikut adalah

$$F = A \cdot fs \dots\dots\dots(2.3)$$

Dimana :

F = Gaya yang bekerja pada mata pisau (N)

A = Luas penampang plastik yang akan dipotong (mm)

$fs^2$  = Tegangan geser bahan yang akan dipotong (N/m<sup>2</sup>)

### 3. Torsi

Torsi pada mesin pencacah plastik merujuk pada gaya putar yang dihasilkan oleh motor atau unit penggerak utama mesin tersebut. Torsi ini diterapkan pada bagian-bagian mesin pencacah yang berputar, seperti poros atau pisau pemotong, untuk menggerakkan dan memotong material plastik yang dimasukkan ke dalam mesin. Pengukuran torsi pada mesin pencacah plastik penting untuk memastikan bahwa mesin beroperasi dengan baik dan dapat menangani beban kerja yang diinginkan. Terlalu rendahnya torsi dapat menyebabkan mesin tidak mampu memotong material dengan baik, sementara terlalu tingginya torsi dapat menyebabkan kelebihan beban pada komponen mesin dan mengakibatkan kerusakan. Rumus yang digunakan adalah sebagai berikut:

$$T = F \cdot r \dots\dots\dots(2.3)$$

Dimana :

T = Torsi pada pisau (Nm)

F = Gaya Pemotong (N)

r = Panjang Lengan (r)

n = Putaran Poros (rpm)

n<sup>2</sup> = putaran poros

$\pi = 3.14$

#### 2.10 State Of Art

Penelitian ini menggunakan referensi dari beberapa jurnal dan buku sebagai literatur dalam penulisan. *State of art* ini akan disajikan dalam bentuk tabel yang berisikan penjelasan terkait perbedaan peneliti terdahulu yang nantinya akan menjadi acuan dalam penelitian kali ini. Berikut adalah tabel *state of art* yang digunakan sebagai acuan.

**Tabel 2.1 State Of Art**

No.	Deskripsi Jurnal (Judul, Peneliti, Tahun)	Objek Penelitian	Hasil dan Pembahasan
1	RANCANG BANGUN MESIN	Merancang mesin menggunakan	<b>Hasil penelitian :</b>

No.	Deskripsi Jurnal (Judul, Peneliti, Tahun)	Objek Penelitian	Hasil dan Pembahasan
	<p style="text-align: center;"><b>PENGHANCUR SAMPAH ALAT SUNTIK</b></p>	<p>sistem pemakanan tiga pisau yang dipasang sejajar dan diletakkan di rumah pisau dengan cara dibaut sehingga mudah dalam perawatan mata pisau</p>	<p>Pada penelitian kali ini Telah didapat desain pisau dan rumah pisau untuk mesin Penghancur Sampah Alat Suntik dengan Pisau berbahan ST 90 untuk menghancurkan tabung plastik (sput) bekas yang berupa 3 pisau yang diletakkan di rumah pisau dan satu pisau diam .</p>
2	<p style="text-align: center;"><b>MANUFAKTUR DAN UJI KERJA MATA POTONG TIPE CRUSHER DENGAN MATERIAL MILD STEEL PADA MESIN PENCACAH PLASTIK</b> (Syhada. D., 2023)</p>	<p>Menghasilkan pecahan plastik PET dengan berbagai massa menggunakan gerinda tangan sebagai alat pemotong, dimana waktu yang dibutuhkan untuk mengolah gelas plastik PET berbobot 20 gram adalah 121 detik, menghasilkan pecahan dengan</p>	<p><b>Hasil Penelitian:</b> Pengujian mata potong pencacah plastik dalam mencacah gelas plastik berbobot 20 gram memakan waktu 121 detik, untuk yang berbobot 30 gram memakan waktu 268 detik, dan untuk yang berbobot 40 gram memakan waktu 426 detik. Hasilnya adalah cacahan dengan dimensi paling kecil sebesar 43mm x 36mm.</p>

No.	Deskripsi Jurnal (Judul, Peneliti, Tahun)	Objek Penelitian	Hasil dan Pembahasan
		ukuran 43mm x 36mm.	
3	<p align="center"><b>Perancangan Mesin Pencacah Sampah Botol Plastik Skala Rumah Tangga</b> ( Saputra, A. 2021)</p>	<p>Merencanakan mesin penghancur botol plastik untuk digunakan di rumah tangga, yang akan menghasilkan serpihan yang dapat didaur ulang menjadi produk cetakan plastik.</p>	<p><b>Hasil Penelitian :</b> Desain Pemotong Pencacah terdiri dari 23 pisau putar berdiameter 90 mm dan tebal 5 mm, serta 45 pisau tetap, semuanya terbuat dari bahan S45C. Mesin Pencacah ini memiliki kapasitas produksi sebesar 2 kg/jam, dengan perancangan yang efektif dan efisien untuk memastikan kemudahan dan keamanan dalam pengoperasiannya.</p>