

## BAB II TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Limbah

Limbah merupakan bahan sisa yang sudah tidak terpakai jika tidak dikelola dengan baik maka akan berdampak negatif bagi masyarakat. Bahan yang sering dijumpai dalam limbah biasanya terdapat senyawa organik yang dapat terbiogradasi atau dapat diurai oleh *mikroorganisme* pengurai, sedangkan senyawa anorganik sulit terurai dan busuk secara alami secara alami oleh *mikroorganisme* pengurai (Pradana, Haq, & Kurniawan, 2019).



Gambar 2. 1 Limbah

Sumber: (Muhriyah Fatimura, 2019)

Berdasarkan wujudnya limbah tersebut digolongkan menjadi 3 sebagai berikut:

#### 1. Limbah Padat

Limbah padat adalah limbah yang memiliki wujud padat, limbah tersebut dihasilkan dari kegiatan industri dan kegiatan rumah tangga yang memiliki wujud yang padat seperti plastik, potongan kayu, ampas dari kegiatan industri, sisa-sisa makanan, dan sayuran.

#### 2. Limbah Cair

Limbah cair merupakan sisa dari kegiatan usaha dan kegiatan yang memiliki wujud cair. Limbah tersebut cenderung larut ke saluran air dan juga selalu berpindah-pindah. Contoh dari limbah cair ini adalah limbah bekas cucian piring, limbah bekas cuci baju atau pakaian dan limbah-limbah yang berasal dari industri contohnya seperti industri pembuatan tahu.

#### 3. Limbah Gas

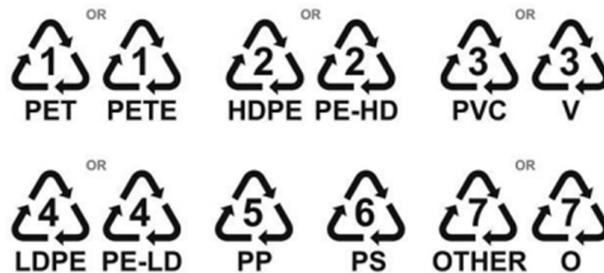
Limbah gas adalah limbah yang wujudnya seperti gas. Limbah gas memanfaatkan udara sebagai media secara alami udara mengandung unsur-unsur kimia. Limbah tersebut biasanya tidak terlihat hanya saja seperti uap dan penyebarannya begitu cepat dibanding limbah padat maupun cair. Contoh dari limbah tersebut yaitu bekas buangan gas buang dari motor ataupun mobil, buangan gas dari perindustrian contohnya industri minyak dan gas yang banyak di perkotaan yang besar mungkin limbah yang satu ini banyak menimbulkan penyakit contohnya gangguan pernafasan.

## 2.2 Plastik

Plastik merupakan bahan yang biasa digunakan pada industry makanan dan minuman, kemasan berbagai macam produk, proses bingkai plastik bisa juga disebabkan harga murah, dan bisa juga diolah kembali dan mudah didapatkan. Akan tetapi apa yang terjadi apabila semua plastik tersebut digunakan sekali pakai saja, maka sampah plastik tersebut akan dibuang begitu saja. Contohnya seperti botol bekas minum air mineral, dan plastik, yang akan dibuang setelah digunakan dan juga perabotan rumah tangga dari bahan plastik yang sudah rusak akan dibuang sehingga terjadi penumpukan limbah dari bahan plastik. (Sutowo, Diniardi, & Maryanto). Plastik dibedakan menjadi 2 jenis sebagai berikut:

1. *Termoplastik* memiliki sifat dapat didaur ulang ketika material ini dipanaskan maka akan terpisah dalam bentuk ikatan baru sehingga mudah dibentuk kembali.
2. *Termoset* memiliki sifat tidak dapat didaur ulang dan ketika material jenis ini dipanaskan maka tidak akan terpisah sehingga tidak dapat dilakukan pembentukan daur ulang.

Berdasarkan klasifikasi plastik dibagi menjadi 7 jenis plastik berdasarkan kode bahan baku plastik dengan kode bahan plastik yang memiliki karakteristik masing-masing sesuai dengan penggunaannya dapat dilihat pada gambar 2. 2



Gambar 2. 2 Kode bahan Baku Plastik

Sumber: (Jatmiko Wahyudi, 2018)

Berikut ini adalah klasifikasi jenis dan kode bahan baku plastik sebagai berikut:

1. PET atau PETE (*Polyethylene Terephthalate*)

Plastik ini berjenis PET atau PETE (*Polyethylene Terephthalate*) sering digunakan untuk botol plastik, berwarna jernih atau transparan seperti botol air mineral, botol jus, dan wadah makanan. Botol jenis PET atau PETE ini hanya sekali pakai.



Gambar 2. 3 Jenis Plastik PET

Sumber: (Jatmiko Wahyudi, 2018)

## 2. HDPE (*High Density Polyethylene*)

Plastik ini berjenis HDPE (*High Density Polyethylene*) sering kali digunakan untuk botol susu yang berwarna putih susu, *tupperware*, galon air minum, kursi lipat, dan lain-lain. Plastik jenis HDPE memiliki sifat bahan yang lebih kuat, keras, buram dan lebih tahan lama terhadap suhu tinggi.



Gambar 2. 4 Jenis Plastik HDPE

Sumber: (Jatmiko Wahyudi, 2018)

## 3. PVC (*Polyvinyl Chloride*)

PVC (*polyvinyl chloride*) plastik jenis ini sering ditemukan dilingkungan sekitar seperti *cling wrap* dan botol-botol selain itu bahan ini mengandung klorin yang mudah terbakar sehingga bisa mengeluarkan racun.



Gambar 2. 5 Jenis Plastik PVC

Sumber: (Jatmiko Wahyudi, 2018)

## 4. LDPE (*Low Density Polyethylene*)

Plastik jenis LDPE (*low density polyethylene*) yaitu jenis plastik yang terbuat dari minyak bumi, sering digunakan untuk wadah makanan, plastik kemasan, botol-botol yang lembek, pakaian, dan mebel. Sifat mekanis jenis LDPE ini adalah kuat, tembus pandang, fleksibel dan permukaannya agak berlemak, pada suhu 60° sangat *resisten* terhadap reaksi kimia, daya proteksi terhadap uap air tergolong baik, dapat didaur ulang serta baik untuk barang-barang yang memerlukan fleksibilitas tapi kuat.



Gambar 2. 6 Jenis Plastik LDPE  
Sumber: (Jatmiko Wahyudi, 2018)

5. PP (*Polypropylene*)

Plastik jenis PP (*Polypropylene*) jenis plastik ini sering digunakan pada botol transparan yang tidak jernih. Plastik ini juga lebih kuat dan ringan dengan daya tembus uap yang lebih rendah dengan ketahanan yang baik terhadap lemak, dan kestabilan terhadap suhu tinggi dan cukup mengkilap. Plastik jenis ini adalah bahan plastik yang baik untuk tempat makanan dan minuman seperti tempat menyimpan makanan, botol minum dan terpenting botol minum untuk bayi.



Gambar 2. 7 Jenis Plastik PP  
Sumber: (Jatmiko Wahyudi, 2018)

6. PS (*Polystyrene*)

Plastik jenis PS (*Polystyrene*) sering dipakai pada bahan tempat minum sekali pakai, dan lain-lain. Plastik jenis ini adalah polimer aromatik yang dapat mengeluarkan bahan *styrene* ke dalam makanan ketika makanan tersebut bersentuhan.



Gambar 2. 8 Jenis Plastik PS  
 Sumber: (Jatmiko Wahyudi, 2018)

7. *OTHER (Polycarbonate)*

*OTHER* plastik *Other* jenis ini dibagi menjadi 4 bagian, yaitu:

1. SAN (*styrene acrylonitrile*)
2. ABS (*acrylonitrile butadiene styrene*)
3. PC (*polycarbonate*)
4. Nylon

Sering dijumpai pada lingkungan sekitar contohnya botol minum, suku cadang mobil, perabotan rumah tangga, komputer, alat-alat elektronik dan lain-lain.



Gambar 2. 9 Jenis Plastik OTHER  
 Sumber: (Jatmiko Wahyudi, 2018)

### 2.3 Mesin Pencacah Plastik

Mesin pencacah plastik ini merupakan alat yang digunakan untuk menghancurkan sampah plastik menjadi serpihan kecil dengan ukuran tertentu. Mesin pencacah plastik sangat banyak beragam bentuk seperti ukuran kapasitas, dan bentuk mata pisau yang memiliki fungsi yang sama. Dengan prinsip kerja mesin pencacah plastik ini dengan menggerakkan pisau putar menggunakan daya dari motor listrik. Daya dukung mesin ini disalurkan melalui *pulley* dan *belt* lalu sampah plastik yang sudah dibersihkan dimasukkan ke dalam mesin melalui *hopper* atas sehingga mengenai pisau pencacah kemudian cacahan plastik keluar melalui saringan bawah dan *hopper* bawah (Syamsiro, Hadiyanto, & Mufrodi, 2016).



Gambar 2. 10 Mesin Pencacah Plastik  
Sumber: (Mochamad Syamsiro,2016)

## 2.4 Mata Pisau

Mata pisau adalah komponen utama pada mesin pencacah, mesin pencacah plastik menggunakan dua jenis mata pisau yaitu mata pisau gerak, dan mata pisau diam. Mata pisau gerak bergerak memutar mengikuti gerakan dari poros mata pisau gerak berfungsi untuk mencacah plastik yang awalnya berukuran besar menjadi serpihan kecil dan mata pisau diam menempel pada rangka mesin pencacah. Proses tercacahnya plastik terjadi saat pisau gerak dan pisau diam berhimpitan. Pisau bergerak pada kedudukan yang dipasang sehingga as poros berputar. As poros ini ditopang oleh 2 buah *bearing* dari sisi kiri dan kanan poros (Priono, et al., 2019). Dengan proses pemotongan (*shearing*) pada saat mata pisau bergerak yang bergerak kebawah, sehingga keduanya akan dilakukan proses pemotongan material hingga melebihi dari batas tegangan geser. Proses pemotongan ini dapat dikatakan berhasil jika ketebalan 30-60% material. (Adhiharto, Komara, & Annisa, 2019)



Gambar 2. 11 Mata Pisau  
Sumber: (Handoko Priono, 2019)

Adapun rumus untuk menghitung kecepatan putaran potong yaitu (Subhidin, Djatmiko, & Maulana, 2020):

$$v = \frac{\pi \times d \times n}{1000 \times 60} \dots\dots\dots (2.1)$$

Dimana:

$v$  = Kecepatan putaran potong (m/s)

$d$  = Jarak antar pisau (mm)

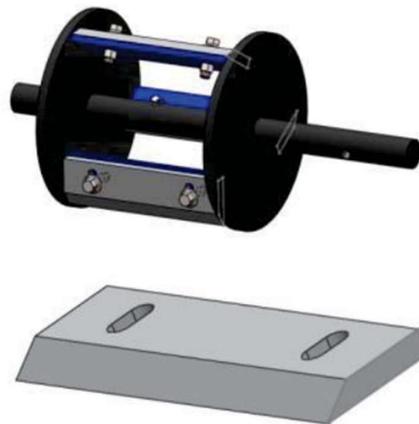
$n$  = Putaran poros (rpm)

### 2.4.1 Jenis-Jenis Mata Pisau Pencacah Plastik

Adapun beberapa jenis-jenis mata pisau mesin yang sering digunakan pada mesin pencacah sampah plastik sebagai berikut:

#### 1. Mata pisau tipe gunting atau tipe *flute*

Untuk mata pisau jenis ini biasa digunakan untuk mencacah jenis kantong plastik, bungkus kemasan makanan, dan lain-lain. Mata pisau ini biasanya berbentuk persegi panjang yang mana ujung dari mata pisau tersebut memiliki sudut ketajam tertentu. dan mata pisau ini dibantu dengan mata pisau diam untuk menggantung sampah plastik hingga menjadi ukuran yang diinginkan (Anggraeni & latief, 2018).



Gambar 2. 12 Mata Pisau Tipe gunting atau *Flute*  
Sumber: (Nuha Desi Anggraeni, 2018)

#### 2. Mata pisau tipe *claw blade*

Mata Pisau *claw blade* biasa disebut juga mata pisau kuku macan yang disebabkan oleh bentuk dari pisau pemotong yang sama dengan bentuk kuku hewan macan dengan karakteristik yang memiliki ujung tajam pada bagian belakangnya. Mata pisau juga ini baik digunakan untuk mencacahan pada sampah plastik seperti ember, kursi, dan helm. Desain mata pisau ini bertujuan agar bisa mengurangi beban dari dinamo penggerak/motor listrik ketika pisau menyentuh sampah plastik (Wensen, 2021).



Gambar 2. 13 Mata Pisau Tipe *Claw Blade*  
 Sumber: (Harry Oktavianus Wensen, 2021)

#### 2.4.2 Kelebihan dan Kekurangan Mata pisau

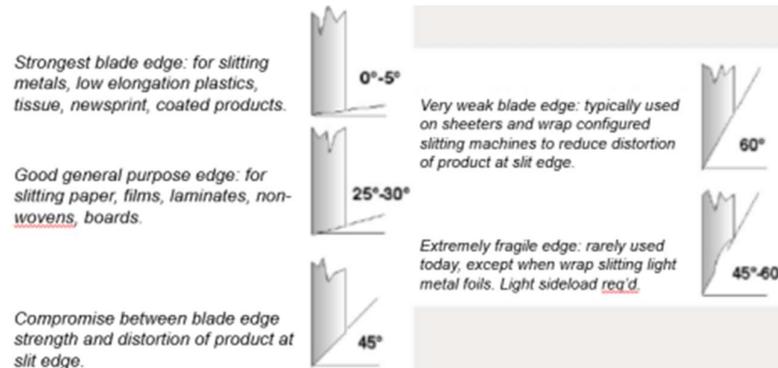
Berdasarkan jenis-jenisnya, mata pisau juga memiliki kelebihan dan kekurangannya masing-masing dapat dilihat pada tabel 2.1

Tabel 2. 1 Kelebihan dan Kekurangan Mata pisau Pencacah  
 Sumber: (Anonim, 2019)

No	Jenis Mata Pisau	Kelebihan	Kekurangan
1	Mata Pisau Tipe Gunting atau Tipe <i>Flate</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Perawatan yang lebih mudah.</li> <li>• Sistem Kerjanya cepat.</li> <li>• Ukuran hasil cacahan sesuai yang diinginkan.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Hanya mampu mencacah Plastik dengan material tidak terlalu keras seperti PET, LDPE, PP, dan PS.</li> </ul>
2	Mata Pisau Tipe <i>Claw Blade</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mampu mencacah plastik dengan material yang keras seperti HDPE.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Perawatan yang lebih sulit</li> <li>• Sistem kerjanya Lambat</li> </ul>

#### 2.5 Sudut Ketajaman Mata Pisau

Mencacah botol plastik diperlukan mata pisau, mata pisau haruslah memiliki kekuatan dan ketajaman yang sesuai agar dapat mencacah plastik menjadi serpihan kecil. Mata pisau memiliki sudut yang ideal, dimana mata pisau tidak boleh memiliki sudut yang terlalu lancip akan menyebabkan mata pisau tersebut cepat rusak begitu pula sebaliknya apa bila memiliki sudut yang terlalu tumpul maka botol plastik sulit tercacah (Azhari & Maulana, 2018).



Gambar 2. 14 Sudut Mata Pisau

Sumber: (Riky Adhiharto, 2019)

Adapun tiga contoh variasi mata pisau sebagai berikut (Sugiarto, Ilham, & Fauzi, 2020):

1. Sudut  $10^\circ$  mata pisau ini mempunyai bentuk lurus runcing dengan bentuk segitiga sama kaki. Mata pisau ini memiliki kontak yang lebih besar pada sampah plastik.
2. Sudut  $30^\circ$  mata pisau ini mempunyai bentuk melengkung. Bagian yang memotong adalah bagian luar dari mata pisau. Mata pisau ini memotong dengan cara mengiris pada pangkal sampah sampai dengan ujung dan mungkin tidak seluruhnya mengalami kontak dengan sampah plastik.
3. Sudut  $45^\circ$  mata pisau ini mempunyai bentuk melengkung posisi lebih miring dari pada mata pisau  $30^\circ$ , mata pisau ini mencacah mulai ujung dan tidak mengalami kegagalan bidang sampah.

## 2.6 Baja

Baja merupakan logam yang banyak digunakan dibidang perindustrian. Penggunaan baja sangat beragam tergantung dengan keperluan dan sifat-sifat dari baja. Salah satu sifat baja terpenting adalah sifat mekaniknya. Baja (*steel*) ialah paduan antara besi (Fe) dan karbon, dengan kandungan kurang lebih 1.7%. Produk ini secara teknik dan disebut sebagai baja karbon (Nasution & Nasution, 2020).

Karbon merupakan unsur penguat baja yang sering digunakan, struktur baja terdiri atas tiga macam sebagai berikut:

1. Ferit (*ferrite*) adalah kristal besi murni rapat saling berdempetan dan tidak teratur bentuk maupun besarnya. Ferit adalah bagian dari baja yang paling lunak.
2. Perlit (*pearlite*) adalah campuran erat antara ferit dan sementit dengan kandungan karbon kurang lebih 0,8%. Kristal ferit terdiri dari serpihan sementit halus yang memperoleh penempatan saling berdempetan pada lapisan tipis mirip lamel.
3. Karbida besi ( $Fe_3C$ ) adalah suatu senyawa kimia antara besi (Fe) dengan karbon (C) sebagai unsur struktur tersendiri dinamakan sementit dan mengandung kurang lebih 6,7% karbon. Sementit dalam baja adalah unsur paling keras.

Adapun jenis-jenisnya baja karbon dikelompokkan menjadi 3 jenis, berikut adalah penjelasan dari setiap jenis baja karbon (Anwar, 2018):

#### 1. Baja Karbon Rendah

Baja karbon rendah adalah baja memiliki kandungan yang rendah sekitar 0,3%. Sehingga memiliki kandungan karbon yang rendah maka sifat besi ini sangat lunak, akan mempunyai keuletan yang tinggi. Baja karbon ini dapat dituangkan pada permukaan (*case hardening*) dan sangat mudah dilas dan ditempa sehingga diaplikasikan pada konstruksi jembatan, mur, baut, pelat, kawat, roda gigi, pipa dan sebagainya.

#### 2. Baja Karbon Sedang

Baja karbon sedang adalah baja karbon yang memiliki kandungan karbon sekitar 0,3 sampai dengan 0,7%. Baja karbon ini lebih kuat dibanding baja karbon rendah. Sifat dari baja ini adalah ini adalah dapat dikeraskan, distempering, dilas, dikerjakan mesin dengan baik. Pengaplikasian baja ini hampir sama dengan baja karbon rendah. Perancangan konstruksi pembebanan yang lebih berat yang memerlukan kekuatan dan kekerasan tinggi, maka baja karbon sedang lebih tepat.

#### 3. Baja Karbon Tinggi

Baja karbon tinggi adalah baja yang memiliki kandungan karbon sekitar 0,3 sampai dengan 1,7%. Kekerasannya lebih tinggi bandingkan dengan kedua jenis baja karbon diatas. Baja karbon ini tingkat keuletanya sangat rendah. Baja ini bersifat tahan aus, contoh penggunaannya adalah untuk pahat, kayu dan kikir.

### 2.6.1 Baja AISI 1045

AISI 1045 merupakan baja karbon yang memiliki kandungan karbon sekitar 0,43% sampai dengan 0,50% yang termasuk pada baja karbon menengah. Baja ini sering digunakan pada komponen automotif seperti komponen roda gigi kendaraan bermotor. Baja AISI 1045 disebut sebagai baja karbon karena sesuai dengan pengkodean internasional, yaitu seri 10xx berdasarkan nomenklatur yang dikeluarkan oleh AISI dan SAE (*Society of Automotive Engineers*) dengan angka 10 pertama ialah kode yang menunjukkan *plain carbon* kemudian dengan kode xx setelah angka 10 menunjukkan komposisi karbon *plain carbon steel* yang mempunyai komposisi karbon sebesar 0,45% (Pramono, 2011).

### 2.7 Penelitian Terdahulu

Adapun penelitian-penelitian terdahulu atau referensi yang digunakan penulis sebagai berikut:

1. Penelitian (Nur, Nofriadi, & Rusmardi, 2014), dengan hasil penelitian mendapatkan hasil dari ukuran cacahan sampah plastik dengan sistem *crusher* sebesar 2-4 cm dan sistem silinder pemotong tipe *reel* yaitu 0,5-1,5 cm.
2. Penelitian (Anggraeni & latief, 2018), dengan hasil penelitian mendapatkan hasil desain mesin pencacah dengan tipe gunting sudut potong mata pisau 35° menghasilkan ukuran 10 mm.

3. Penelitian (Asroni, Djiwo, & Setyawan, 2018), dengan hasil penelitian mendapatkan hasil model rancangan pisau bentuk V (sistem *crusher*) penggunaan putaran mesin 800 rpm dengan kapasitas 1000 gr/menit.
4. Penelitian (Adhiharto, Komara, & Annisa, 2019), dengan hasil penelitian mendapatkan hasil ukuran sampah plastik sebesar 12 mm dengan bentuk cacahan yang tidak seragam.
5. Penelitian (Silitonga, Kardiman, & Hanifi, 2020), dengan hasil pengujian yang dilakukan 1kg gelas plastik dapat dicacah dalam waktu 2 menit, sedangkan untuk 1kg botol plastik dapat dicacah dalam waktu 1,5 menit. Ukuran hasil cacahan mencapai 10-20mm.
6. Penelitian (Yetri, Sawir, & Rahmi, 2016), dengan hasil penelitian ini adalah Dari hasil untuk cup minuman dengan ketebalan 0,3 mm hasilnya tidak mencapai kapasitas yang diinginkan (20kg/jam) dikarenakan terlalu tipis sehingga sulit untuk terpotong. Sedangkan plastik dengan ketebalan 2mm dapat mencapai kapasitas(21kg/jam).
7. Penelitian (Azhari & Maulana, 2018), dengan hasil penelitian ini adalah Hasil perancangan mesin pencacah plastik kapasitas 50 kg/jam menggunakan motor listrik. Untuk menghasilkan kapasitas cacahan plastik yang direncanakan maka diperlukan enam (6) buah mata pisau, yaitu empat (4) buah pisau dinamis dan dua (2) buah pisau statis, Sebagai penggerak utama mesin pencacah plastik ini dibutuhkan motor listrik 1 hp dengan putaran motor 1400 rpm dan sistem transmisi menggunakan sabuk-V dan puli.
8. Penelitian (Syamsiro, Hadiyanto, & Mufrodi, 2016), dengan hasil pengujian menunjukkan bahwa mesin dapat bekerja dengan baik pada kapasitas 14 kg/jam.
9. Penelitian (Upingo, Djamalu, & Botutihe, 2016), dengan hasil penelitian ini diperoleh hasil produksi dari mesin pencacah plastik pada 2 kali proses pencacahan masing-masing 1 kg sampah plastik, semakin lama waktu proses yang di butuhkan untuk pencacahan plastik yakni 10,24 menit. Begitu juga sebaliknya semakin tipis material plastik, semakin cepat proses waktu proses yang di butuhkan untuk pencacahan plastik yakni 08,15 menit.
10. Penelitian (Putra & Nurwathi, 2018), dengan hasil penelitian ini adalah diperoleh hasil gilingan plastik yang cukup baik sesuai yang ada di pasaran. Dengan melakukan pengujian 20 kg sampah plastik membutuhkan waktu 30 menit, sehingga menyingkat waktu dari proses pencacahan dengan menggunakan gunting.

## 2.8 Kapasitas hasil Cacahan Mata Pisau

Untuk mengetahui kapasitas mesin dapat dihitung menggunakan persamaan 2.2 sebagai berikut (Anis Siti Nurrohkayati, 2022):

$$\begin{aligned}
 \text{Kapasitas Mesin} &= n \times \text{Volume output} \dots\dots\dots(2.2) \\
 n &= \frac{1 \text{ Jam}}{t} \text{ (kali)}
 \end{aligned}$$

dimana,

$n$

= jumlah yang keluar dalam satuan waktu

$t$

= waktu kerja mesin mencacah