

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1. Limbah**

Limbah secara umum adalah bahan sisa yang dihasilkan oleh kegiatan produksi baik untuk skala rumah tangga, industri, maupun pertambangan. limbah yang tidak dapat dikendalikan dengan baik dapat menimbulkan dampak negatif bagi kehidupan manusia (Satriawi, Tini, & Iqbal, 2019). Pada umumnya limbah dianggap sebagian orang sebagai bahan yang tidak berguna dan tidak dapat dimanfaatkan kembali. Limbah organik dapat dilihat pada gambar 2.1 berikut.



Gambar 2.1 Limbah Sampah Organik

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

Berdasarkan asalnya, limbah dapat digolongkan sebagai, limbah organik dan limbah anorganik. Limbah organik terdiri dari bahan-bahan penyusun tumbuhan dan hewan yang diambil dari alam atau dihasilkan dari kegiatan manusia seperti pertanian, perikanan dan lain sebagainya. Limbah organik mudah diuraikan dengan proses alami dan untuk limbah anorganik membutuhkan waktu yang sangat lama untuk proses penguraiannya (Bachtiar, Muzakkir, Takwin, Gusty, & Nur, 2021). Limbah yang termasuk kedalam limbah organik misalnya, sampah dari dapur, sayur-sayuran, kulit tanaman, dedaunan, dan lain sebagainya. Sedangkan untuk limbah anorganik berasal dari sumber daya alam yang tidak terbaharukan seperti mineral, hasil industri, ataupun hasil pertambangan. Beberapa jenis bahan seperti ini tidak dihasilkan dari alam, seperti plastik dan aluminium. Sebagian zat anorganik secara keseluruhan tidak dapat diuraikan oleh alam, sedangkan sebagian lainnya hanya dapat diuraikan dalam waktu yang sangat lama. Limbah jenis ini dalam skala rumah tangga itu, berupa kantong plastik, botol plastik, kaleng minuman (Kanusa & Iyabu, 2020).

## 2.2. Konsep Pengolahan Limbah

Limbah merupakan bahan sisa produksi yang mengandung bahan-bahan yang dapat menimbulkan polusi yang mengganggu kesehatan. Pada saat ini proses pengolahan limbah yang biasa dilakukan oleh kelompok masyarakat adalah dengan membuang limbah pada tempat pembuangan dan dibakar. Jika kegiatan pembuangan sampah terus dilakukan maka akan terjadi penumpukan pada tempat pembuangan sampah (Fuadi, 2020).

Pengelolaan limbah dengan cara membuang dan memanfaatkannya dapat menjadi solusi dalam menyelesaikan permasalahan penumpukan limbah. Konsep umum yang digunakan dalam pengelolaan limbah yang ada pada lingkungan masyarakat Indonesia adalah 4R, yaitu *reduce* (mengurangi), *reuse* (menggunakan kembali), *recycle* (mendaur ulang), dan *replace* (Mengganti). Tujuan dari konsep ini adalah meminimalkan penggunaan limbah anorganik dari asalnya, sehingga dapat memperkecil pencemaran lingkungan dan kesehatan bagi masyarakat dan dapat memberikan nilai ekonomis pada limbah (Gunadi, et al., 2021). Sedangkan untuk pengolahan limbah organik dapat diolah menjadi pupuk kompos dan pakan ternak. Dengan cara ini dapat mengatasi masalah lingkungan sebab bisa mengubah lingkungan yang awalnya berbau, kotor, dan sebagai hinggap lalat menjadi lingkungan yang bersih (Sunge, Djafar, & Antu, 2019).

Dalam pengolahannya limbah organik untuk menjadi pakan ternak dan pupuk kompos pertama-tama dilakukan pemisahan antara limbah organik dan anorganik. Untuk mencegah tercampurnya bahan anorganik dalam proses pembuatan pakan ternak, yang nantinya dapat membahayakan bagi hewan ternak. Setelah dipisahkan limbah organik akan dicacah menggunakan mesin pencacah untuk mengubah ukuran dari limbah agar bentuknya lebih kecil sehingga memudahkan untuk diolah menjadi pakan ternak, dan juga mempercepat proses pembusukan dengan ukuran yang lebih kecil (Gunadi, et al., 2021). Limbah yang diolah menjadi pupuk kompos dan pakan ternak dapat dilihat pada gambar 2.2 berikut.



Gambar 2.2 Limbah Organik Diolah Menjadi Pupuk Kompos Organik Dan Pakan Ternak

Sumber: (R. Andi Ahmad Gunadi, 2021).

### 2.3. Pupuk Organik dan Pakan Ternak

Pupuk organik berasal dari bahan alami seperti dari sisa tanaman dan hewan. Pupuk organik mengandung beberapa keutamaan seperti kadar unsur hara tinggi, kemampuan menyerap dan melepaskan serta larut dalam air sehingga mudah diserap oleh tanaman. Keistimewaan dari pupuk organik adalah pemakaiannya yang sedikit, praktis, dan hemat dalam pengangkutan komposisi unsur hara, efek kerjanya cepat sehingga mempengaruhi laju pertumbuhan tanaman (Harahap, Gusmeizal, & Pane, 2020).

Pupuk organik dibuat dengan proses pengomposan, yaitu dengan cara merubah bahan-bahan organik sisa, menjadi bahan yang lebih sederhana dengan dilakukannya aktivitas mikroba. Proses pembuatan pupuk organik dapat dilakukan pada kondisi aerobik (dengan Oksigen) dan anaerobik (Tanpa Oksigen). Faktor yang mempengaruhi proses pembuatan pupuk organik adalah nilai perbandingan Karbon dengan Nitrogen (Nilai C/N), ukuran bahan, campuran bahan, mikroorganisme yang berkerja, kelembaban, aerasi, temperatur, dan keasaman (pH) (Nur, Noor, & Elma, 2016).

Kompos yang bermutu adalah kompos yang telah terdekomposisi dengan sempurna serta tidak menimbulkan dampak yang merugikan bagi pertumbuhan tanaman. Penggunaan kompos yang belum matang akan menyebabkan terjadinya persaingan bahan nutrient antara tanaman dengan mikroorganisme tanah yang mengakibatkan terhambatnya pertumbuhan tanaman. Karakteristik dari kompos yang baik adalah pupuk kompos berwarna coklat tua, tidak larut dalam air, nilai perbandingan karbon dengan nitrogen antara 10-20 dari bahan baku dan derajat *humifikasinya*, memberikan efek baik jika diaplikasikan pada tanah, dan memiliki suhu yang hampir sama dengan lingkungan, serta tidak berbau (Antu & Djamilu, 2018). Gambar dari pupuk kompos dilihat pada gambar 2.3 berikut.



Gambar 2.3 Pupuk Kompos

Sumber: (Risky Sunge, Romi Djafar, dan Evi Sunarti Antu, 2019)

Kemudian untuk pakan ternak sendiri merupakan salah satu faktor yang dapat meningkatkan produktivitas ternak. Maka dari itu jenis pakan harus bermutu baik dan dalam jumlah yang produksi yang cukup besar dalam usaha ternak. Hijauan pakan ternak lokal dan limbah pertanian belum dimanfaatkan secara optimal, dan

sebagian besar digunakan sebagai bahan bakar, pupuk organik dan bahan baku industri (Budiari & Suyasa, 2019).

Untuk memenuhi kebutuhan gizi, ternak harus diberi ransum yang terdiri dari campuran berbagai bahan baku pakan. Bahan baku dapat diklasifikasikan ke dalam beberapa kelompok berdasarkan kualitas nutrisinya. Kualitas nutrisi bahan pakan merupakan faktor utama dalam memilih dan menggunakan bahan makanan sebagai sumber zat makanan untuk memenuhi kebutuhan hidup dan produksi dari hewan ternak. Kualitas nutrisi bahan pakan terdiri dari komposisi nilai gizi, serat, energi, dan aplikasinya pada nilai palatabilitas dan daya cernanya. Beberapa hasil sampingan sisa pertanian banyak digunakan sebagai sumber energi dan protein bagi pakan ternak karena harganya yang murah (Budiari & Suyasa, 2019). Gambar pakan ternak diperlihatkan pada gambar 2.4 berikut.



Gambar 2.4 Pakan Ternak  
Sumber: ([www.pertanianku.com](http://www.pertanianku.com))

#### **2.4. Mesin Pencacah**

Mesin pencacah adalah alat yang digunakan untuk mencacah atau merajang objek yang ingin diubah ukuran awal yang lebih besar menjadi lebih kecil. Tujuan dibuatnya mesin pencacah adalah untuk mempermudah pekerjaan manusia. Contohnya pada proses pengomposan terhadap bahan sisa pertanian atau rumah tangga. Awalnya hanya dilakukan secara manual, dengan cara dicincang menggunakan parang yang mana hasil dan waktu pengerjaannya masih terbatas, kini dapat dilakukan dengan lebih cepat dan hasil cacahan lebih banyak dengan bantuan dari mesin pencacah (Sunge, Djafar, & Antu, 2019). Perkembangan dari mesin pencacah disesuaikan dengan banyaknya kebutuhan terhadap jenis pekerjaan yang dilakukan oleh manusia, sehingga banyak dibuat jenis dari mesin pencacah.

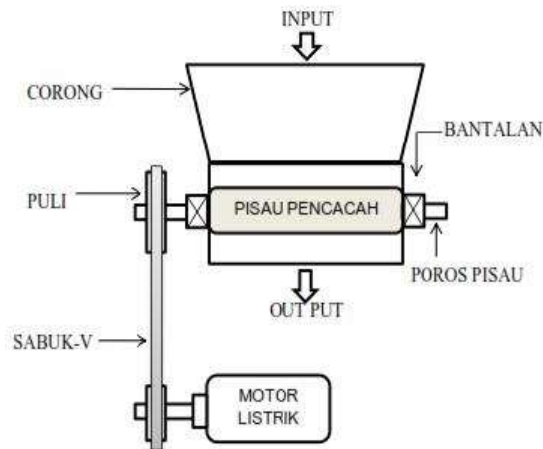
Secara umum mesin pencacah terdiri dari motor penggerak sebagai penggerak utama, poros, *pulley* dan *reducer* sebagai alat penghubung gerakan yang dihasilkan motor listrik, rangka sebagai tumpuan dari mekanisme mesin pencacah, saringan untuk menyaring hasil cacahan, *hopper input* sebagai tempat masuknya bahan yang akan dicacah dan *hopper output* tempat keluarnya hasil cacahan (Sari, Iqbal, & Achmad, 2018). Prinsip kerja dari mesin pencacah adalah motor sebagai penggerak utama dari poros pisau yang dihubungkan oleh *pulley* dan *belt*. *Pulley*

yang diputar oleh motor akan menghubungkan putaran ke poros mata pisau yang nantinya akan memutar pisau sehingga pisau dapat mencacah objek yang nantinya akan dimasukkan kedalam *hopper input*. Setelah objek dicacah, hasil cacahannya akan keluar dari *hopper output* (Sunge, Djafar, & Antu, 2019). Gambar dari mesin pencacah diperlihatkan pada gambar 2.5 berikut.



Gambar 2.5 Mesin Pencacah  
Sumber: (www.ahlimesin.com)

Dalam proses pencacahan terdapat beberapa tahap pengerjaan, yaitu tahap pertama bahan yang dicacah dimasukkan kedalam mesin melalui *hopper input* yang terdapat pada mesin pencacah kemudian bahan tadi akan dihancurkan oleh pisau untuk diubah menjadi ukuran yang lebih kecil. Objek akan terus tercacah sampai menjadi ukuran yang kecil hingga dapat tersaring melalui saringan dan kemudian keluar melalui *hopper output*. Ilustrasi dari mekanisme kerja mesin pencacah dapat dilihat pada gambar 2.6 berikut (Azhari & Maulana, 2018; Sunge, Djafar, & Antu, 2019).



Gambar 2.6 Mekanisme Mesin Pencacah  
Sumber: (Chusnul Azhari, dan Diki Maulana, 2018).

## 2.5. Tipe Mesin Pencacah

Mesin pencacah banyak digunakan dalam berbagai skala rumahan hingga skala industri. Dengan skala yang berbeda maka kapasitas dari mesin juga berbeda-beda. Kapasitas yang digunakan biasanya disesuaikan dengan pekerjaan yang dibutuhkan. Mesin pencacah dibedakan dari berbagai aspek seperti, jenis penggerak, ada menggunakan motor listrik dan motor berbahan bakar BBM, berdasarkan jenis mata pisau, ada yang berbentuk *crusher*, *gunting*, *rectangular* dll (Pranoto, Yatnikasari, Asnan, & Yaqin, 2020). Kemudian berdasarkan dari bahan yang dapat dicacah, secara garis besar mesin pencacah dibagi menjadi 2 yaitu:

### 2.5.1. Mesin Pencacah Plastik (Anorganik)

Mesin pencacah anorganik mesin yang banyak digunakan mencacah bahan yang terbuat dari hasil produksi yang terbuat dari bahan yang bukan organik. Contoh mesin pencacah anorganik adalah mesin pencacah plastik. Mesin pencacah plastik merupakan mesin yang digunakan untuk mencacah plastik menjadi ukuran yang lebih kecil. Jenis bahan yang dicacah menggunakan mesin ini adalah limbah anorganik yang terbuat dari plastik, seperti botol dan gelas plastik bekas minuman. Proses pencacahan plastik diubah menjadi serpihan dilakukan melalui beberapa tahap yaitu pertama bahan plastik dimasukkan kedalam mesin melalui corong yang terdapat pada mesin kemudian plastik tersebut akan dicacah/dihancurkan oleh pisau menjadi serpihan kecil lalu akan disaring, serpihan yang masih berukuran besar akan kembali dicacah menjadi serpihan yang lebih kecil agar dapat melewati saringan (Azhari & Maulana, 2018). Hasil cacahan dari plastik dapat digunakan dalam bidang industri, dan digunakan sebagai bahan campuran dalam pembuatan beton, sebagai bahan bakar dalam teknologi pirolisis (Syamsiro, Hadiyanto, & Mufrodi, 2016). Pencacah plastic dapat dilihat pada gambar 2.7 berikut.



Gambar 2.7 Mesin Pencacah Plastik

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

### 2.5.2. Mesin Pencacah Organik

Mesin pencacah organik adalah mesin yang digunakan untuk mencacah bahan organik. Bahan yang dicacah oleh mesin ini dapat berupa kayu, dedaunan, sisa-sisa sayuran, dll. Hasil cacahan dari mesin pencacah organik biasanya dimanfaatkan sebagai campuran pupuk atau pun pakan ternak. Karena dalam pengolahan pupuk ataupun pakan ternak bahan campuran yang dibuat perlu untuk dicacah menjadi lebih kecil agar mudah diolah (Hermanto & Fitriani, 2019; Gunadi, et al., 2021). Mesin pencacah bahan organik banyak digunakan pada sector pertanian maupun perkebunan. Untuk membantu mengecilkan ukuran dari bahan organik yang nantinya akan dimanfaatkan dalam suatu proses yang berhubungan dengan proses pengolahan bahan organik menjadi produk pertanian maupun perternakan (Nur, Noor, & Elma, 2016; Sari, Iqbal, & Achmad, 2018). Gambar dari mesin pencacah organik diperlihatkan pada gambar 2.8 berikut.



Gambar 2.8 Mesin Pencacah Organik

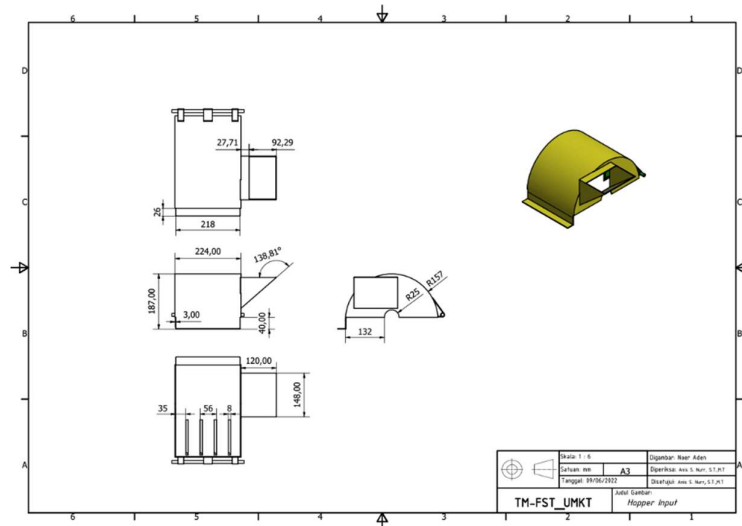
Sumber: (Lukasz Wargula, 2020 & Noviyanti Nugraha, 2019)

### 2.6. Rancang Bangun

Rancang bangun adalah kegiatan awal dalam suatu rangkaian kegiatan proses pembuatan suatu produk. Pada tahap rancang bangun dibuat ketentuan-ketentuan yang akan menjadi penentu dari hasil produk yang dibuat. Rancang bangun merupakan penggambaran, perencanaan, dan pembuatan skema dari alat yang dirancang untuk memenuhi kebutuhan manusia (Nurrohmayati, Bahry, & Khairul, 2020).

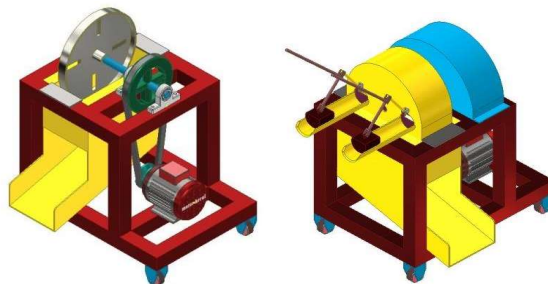
Dalam kegiatan rancang bangun suatu produk diperlukan inovasi baru untuk menjadi pembeda dari produk sebelumnya, tentunya pembeda disini mengarah pada pembaruan untuk menunjukkan hal yang lebih dari hasil yang sudah dibuat sebelumnya. Dalam rancang bangun perlu disertakan spesifikasi peralatan dan bahan yang akan digunakan dalam proses rancang bangun untuk mendapatkan gambaran proses pemesinan yang akan dilakukan. Penggambaran proses rancang bangun dapat dilakukan dengan menggambarkan *blueprint* atau sketsa bagian-

bagian dari produk yang dibuat dalam bentuk 2 dimensi agar dapat dipahami saat pembuatan produk. Perangkat lunak CAD dapat digunakan dalam membuat desain dari produk yang ingin dibuat (Saputro, Adriana, & Persada, 2021). Gambar dari rancangan suatu produk dapat dilihat pada gambar 2.9 berikut.



Gambar 2.9 Sketsa Dari Bagian Produk Yang Dibuat Kedalam Gambar 2 Dimensi  
Sumber: (www.pinterest.com)

Tentunya selain dari sketsa dari produk yang dibuat, perlu ditentukan pula kapasitas dari produk rancang bangun yang akan dibuat. Kapasitas produk merupakan suatu kemampuan atau estimasi hasil yang dapat dicapai oleh produk dalam satuan tertentu. Misalnya dalam proses perancangan mesin perajang singkong yang telah dilakukan oleh Anis S. Nurrohkayati pada tahun 2020, dengan menentukan kapasitas hasil potongan berdasarkan perhitungan spesifikasi mesin yang dirancang didapatkan kapasitas mesin sekitar 1080 *gr/menit* atau sekitar 65 *kg/jam* hasil potongan singkong yang dapat dihasilkan oleh mesin yang dirancang. Rancangan dari mesin yang dibuat oleh Anis S. Nurrohkayati ditampilkan pada gambar 2.10 berikut.



Gambar 2.10 Mesin Perajang Singkong Dengan Kapasitas Meisn 1080 *gr/menit*  
Sumber:(Anis S. Nurrohkayati, N.A. Bahry, dan M. Khariul, 2020)



Perhitungan dari kapasitas mesin dapat dengan menghitung waktu yang dibutuhkan mesin untuk mencacah limbah yang dimasukkan dengan jumlah yang sudah ditentukan. Untuk rumus perhitungan dari kapasitas mesin dapat dilihat pada persamaan 2.1 adalah sebagai berikut.

$$Q = n \times \text{Volume Output} \dots\dots\dots(2.1)$$

dimana,

$Q$  = Kapasitas Potongan (kg/jam)

$n$  =  $\frac{1 \text{ Jam}}{t}$  (kali)

$t$  = waktu yang dibutuhkan untuk mencacah

Untuk mengetahui persentase dari jumlah hasil yang keluar dihitung dengan persamaan 2.2 sebagai berikut:

$$\% \text{ Hasil} = \frac{\text{Volume output}}{\text{volume input}} \times 100\% \dots\dots\dots(2.2)$$

## 2.7. Komponen Mesin Pencacah

Komponen dari mesin pencacah merupakan bagian-bagian yang akan menentukan kapasitas dari mesin yang akan dibuat. Komponen itu terdiri dari motor penggerak, jenis dan jumlah mata pisau, ukuran *pulley*, jenis *v-belt*, sampai pada rangka. Berikut adalah komponen yang digunakan dalam mendapatkan kapasitas mesin pencacah.

### 2.7.1. Motor Penggerak

Motor penggerak adalah salah satu bagian utama dalam perancangan mesin pencacah. Motor penggerak merupakan sumber dari energi mekanik yang digunakan memutar poros pisau mesin pencacah (Nurroh kayati, Bahry, & Khairul, 2020). Energi mekanik dapat diperoleh dari proses pembakaran, dan juga berasal dari energi listrik yang dikonversi menjadi energi mekanik. Berdasarkan sumber energinya motor penggerak dibedakan menjadi 2 dua yaitu motor penggerak dengan tenaga pembakaran bahan bakar, dan juga dengan tenaga listrik (Sari, Iqbal, & Achmad, 2018; Azhari & Maulana, 2018).

#### A. Motor Listrik

Motor listrik merupakan alat yang digunakan untuk mengubah energi listrik menjadi energi mekanik atau energi gerak. Motor listrik mengubah energi mekanik menjadi energi listrik dengan memanfaatkan gaya tarikan dan gaya tolakan antar kutub magnet yang ada pada motor listrik (Sumiarti, 2018). Jenis motor listrik dapat dibedakan berdasarkan arah arus listrik yang diterapkan pada motor listrik, yaitu:

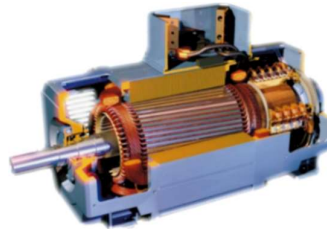
##### 1. Motor listrik DC

Motor listrik DC adalah motor listrik yang menghasilkan arah arus searah yang disebut dengan *direct current*. Motor listrik DC digunakan

pada pekerjaan yang membutuhkan torsi dan kecepatan yang cukup besar. Motor listrik DC memerlukan suplai tegangan searah dari kumparan medan untuk diubah menjadi energi mekanik. Pada motor DC terdapat dua kumparan yaitu kumparan medan yang berfungsi menghasilkan medan magnet dan kumparan jangkar yang berfungsi sebagai tempat terbentuknya gaya gerak listrik. Pada saat arus dalam kumparan jangkar berinteraksi dengan medan magnet akan menghasilkan torsi yang dapat memutar motor (Nugroho & Agustina, 2015).

## 2. Motor Listrik AC

Motor listrik jenis AC adalah motor listrik yang menghasilkan arus dengan arah bolak-balik atau arus dua arah yang disebut *alternating current*. Motor listrik tersebut mempunyai dua bagian yaitu stator dan rotor. Cara kerja dari motor listrik AC adalah mengubah energi listrik arus bolak-balik menjadi energi mekanik yang menghasilkan putaran pada poros motor (Alfons, Argo, & Lutfi, 2015). Gambar motor listrik diperlihatkan pada gambar 2.11 berikut.



Gambar 2.11 Motor Listrik

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

## B. Motor Bakar

Motor bakar adalah penggerak yang menggunakan energi hasil pembakaran dari bahan bakar berupa bensin atau solar. Motor bakar dikelompokkan kedalam mesin pembakaran dalam dan pembakaran luar. Pada motor bakar kalor proses pembakarannya terjadi didalam motor, sehingga gas pembakaran yang terjadi sekaligus sebagai fluida kerjanya. Motor bakar dibagi menjadi 2 yaitu motor bakar bensin dan motor bakar solar.

Pada motor bensin terdapat busi yang berfungsi untuk membakar campuran udara-bensin, dan karburator sebagai tempat bercampurnya udara dengan bensin. Campuran udara dan bensin tadi kemudian masuk kedalam silinder yang telah dinyalakan percikan api oleh busi saat langkah akhir kompresi. Sedangkan prinsip kerja dari motor diesel adalah merubah energi kimia menjadi energi mekanis. Energi kimia diperoleh dari proses reaksi kimia (pembakaran) dari bahan bakar (solar) dan oksiden (udara) didalam silinder ruang bakar. pembakaran terjadi akibat adanya kenaikan temperature antara campuran udara dan bahan bakar akibat kompresi torak hingga mencapai

temperature nyala (Sanjaya, 2017). Motor bakar dapat diperlihatkan pada gambar 2.1.2 berikut.



Gambar 2.12 Motor Bakar  
Sumber: ([www.autoexpose.org](http://www.autoexpose.org))

Dalam rancang bangun mesin pencacah, motor penggerak merupakan komponen utama penggerak pada system mesin pencacah. Kapasitas yang dapat dihasilkan mesin pencacah tergantung daya yang dihasilkan oleh motor penggerak. Untuk menentukan besaran kapasitas maka dibutuhkan spesifikasi dari motor penggerak yang dapat memenuhi besaran kapasitasnya. Pada umumnya besaran yang dapat dihasilkan oleh motor penggerak adalah *horsepower* (HP). *Horsepower* (HP) adalah daya yang didapatkan dengan torsi dikalikan dengan laju putaran motor penggerak. Torsi merupakan energi yang dibutuhkan untuk memutar, menggerakkan, atau memutar benda atau objek pada sumbunya. Torsi dikalikan dengan laju putaran mesin (rpm) akan mendapatkan tenaga atau *horsepower* (HP) (Soeryanto, Budijono, & Ardiansyah, 2019).

### **2.7.2. Reducer**

*Reducer* adalah alat yang digunakan untuk menyesuaikan daya atau torsi dari motor penggerak yang berputar. *Reducer* juga berfungsi untuk meningkatkan daya dari motor penggerak menjadi lebih besar. Prinsip kerja dari *reducer* adalah dengan menghubungkannya putaran dari motor penggerak dengan poros, lalu hasil putaran poros tadi akan dikonversikan putarannya dengan roda gigi yang ada pada *reducer*, kemudian poros yang terhubung dari roda gigi akan berputar dengan putaran yang memiliki daya dan torsi yang lebih besar (Nur, Nofriadi, & Rusmardi, 2014; Nurrohkayati, Bahry, & Khairul, 2020). Ilustrasi dari *reducer* diperlihatkan pada gambar 2.13 berikut.



Gambar 2.13 *Reducer*

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

### 2.7.3. Poros

Poros merupakan elemen mesin yang berfungsi untuk meneruskan putaran yang dihasilkan oleh motor penggerak untuk memutar pisau potong. Poros merupakan komponen yang berbentuk silindris. Poros dapat menerima beban lenturan, beban tarikan, beban tekan atau beban puntir yang berkerja pada poros. Pada poros biasanya terpasang komponen seperti roda gigi, *pulley*, *flywheel*, engkol, *sprocket* dan elemen transmisi lainnya (Asroni, Djiwo, & Setyawan, 2018). Berdasarkan pembebanannya poros dibedakan menjadi tiga macam, yaitu (Mananoma, Sutrisno, & Tangkuman, 2016):

#### 1. Poros Transmisi

Poros transmisi adalah poros yang mengalami jenis pembebanan puntir (torsion), pembebanan lentur murni maupun kombinasi dari pembebanan torsion dengan lentur. Poros transmisi merubah laju putaran penggerak yang awalnya tinggi menjadi lebih rendah untuk mendapatkan torsi dan menjadikan putarannya lebih bertenaga. Pada poros transmisi daya ditransmisikan melalui kopling, roda gigi, *pulley*, v-belt, atau rantai. Poros transmisi diperlihatkan pada gambar 2.14 berikut.



Gambar 2.14 Poros Transmisi

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

#### 2. Poros *Spindle*

Poros *spindle* merupakan poros transmisi dengan dimensi yang lebih pendek. Pada poros *spindle* hanya mengalami pembebanan puntir biasa. Pada

pengaplikasiannya poros *spindle* digunakan pada mesin perkakas, seperti mesin bubut, mesin *frais*, dll. Poros *spindle* dapat dilihat pada gambar 2.15 berikut.



Gambar 2.15 Poros *Spindle* Pada Mesin Perkakas  
Sumber: (id.pipethreadlathe.com)

### 3. Poros Gandar

Poros ini digunakan pada kereta api. Poros gandar tidak berputar, yang berputar pada poros ini adalah roda yang menopang poros. Poros gandar tidak mengalami beban puntir. Ilustrasi dari poros gandar diperlihatkan pada gambar 2.16 berikut.



Gambar 2.16 Poros Gandar  
Sumber: (www.indonesiaports.com)

Pada dasarnya, terdapat 2 jenis pembebanan yang terjadi pada poros, yaitu pembebanan puntiran akibat beban torsi dan *bending* karena beban transversal pada roda gigi, *pulley*, atau *sprocket*. Beban yang dapat terjadi pada poros dapat berupa kombinasi dari kedua jenis beban torsi dan transversal. Jenis pembebanan yang terjadi dapat berupa konstan, bervariasi terhadap waktu, ataupun kombinasi dari keduanya (Mananoma, Sutrisno, & Tangkuman, 2016).

Pada umumnya jenis beban yang terjadi pada poros adalah beban *bending*, *transverse*, torsi dan beban aksial. Pembebanan yang terjadi pada poros ditentukan dari besarnya daya dan putaran dari motor penggerak yang dipengaruhi oleh gaya yang diakibatkan oleh komponen-komponen yang ikut berputar dengan poros. Beban yang dihasilkan dari daya dan putaran motor penggerak disebut dengan beban puntir, sedangkan untuk baban yang ditimbulkan oleh gaya radial dan aksial disebut dengan beban lentur dan beban aksial (Rahman, Islami, Asnawi, & Safrizal, 2021).

#### 2.7.4. *Bearing*

*Bearing* merupakan elemen yang berfungsi untuk mengurangi gesekan angular antara benda yang bergerak relatif sama, satu dengan yang lain, yaitu poros dan sumbu putar selain itu *bearing* sebagai tumpuan benda putar. Konsep dasar dari kerja *bearing* adalah benda yang akan berputar akan lebih baik dan bergerak secara bergeser. *Bearing* mampu menurunkan gaya gesekkan didasarkan pada beberapa factor yaitu, kehalusan *metal ball* atau *roller* yang digunakan, kehalusan dari *inner surface* dan *outer surface* untuk menerima gerakan dari *metal ball* atau *roller* yang berfungsi sebagai penerima beban dari luar (Masirawan, Susilo, & Kurniawan, 2020). *Bearing* dibedakan pada beberapa jenis berdasarkan dari kebutuhan dan kegunaan yang diperlukan. Jenis *bearing* diantaranya adalah sebagai berikut:

##### 1. *Ball Bearing*

Ball Bearing merupakan bearing yang umum ditemukan dan sering digunakan pada benda yang mendapatkan beban kerja yang tidak terlalu besar dengan putaran yang tinggi. Bola-bola yang ada pada ball bearing menerima beban yang disalurkan dari bagian luar bearing ke bagian dalam bearing. Dengan bentuk bola yang bulat menghasilkan kontak antara bagian luar dan dalam bearing menjadi sangat kecil sehingga bearing dapat berputar dengan sangat halus. Kelemahan dari ball bearing adalah tidak mampu untuk menerima beban yang berlebih. Gambar dari ball bearing dapat dilihat pada gambar 2.17 berikut.



Gambar 2.17 *Ball Bearing*

Sumber: (Masirawan, Trisno Susilo, dan Edi Kuniawan, 2020)

## 2. *Roller Bearing*

Jenis *bearing* ini pada umumnya ditemukan pada *roller conveyor*. *Roller bearing* dapat menerima beban jenis radial, dan dengan beban yang cukup besar. *Roller* yang ada pada *roller bearing* berbentuk silinder dan memiliki kontak permukaan yang lebih besar antara bagian dalam dan luar dari *bearing*. *Roller bearing* dapat menerima beban yang lebih besar dari pada *ball bearing*. *Roller bearing* yang biasa disebut *needle bearing* ini memiliki kelemahan yaitu tidak dapat menerima beban yang besar. *Roller bearing* dapat dilihat pada gambar 2.18 berikut.



Gambar 2.18 *Roller Bearing*

Sumber: (Masirawan, Trisno Susilo, dan Edi Kuniawan, 2020)

## 3. *Thrust Ball Bearing*

*Bearing* tipe ini dirancang untuk menerima beban yang berkerja secara vertikal, sehingga jenis beban radial yang terlalu besar tidak mampu ditahan oleh *bearing* ini. Penerapan *bearing* ini digunakan untuk kecepatan putaran rendah. *Bearing* jenis ini digunakan banyak digunakan pada meja putar, kursi putar dan alat-alat lain yang menahan beban secara vertical namun memiliki putaran rendah. Gambar dari *thrust ball bearing* diperlihatkan pada gambar 2.19 berikut.

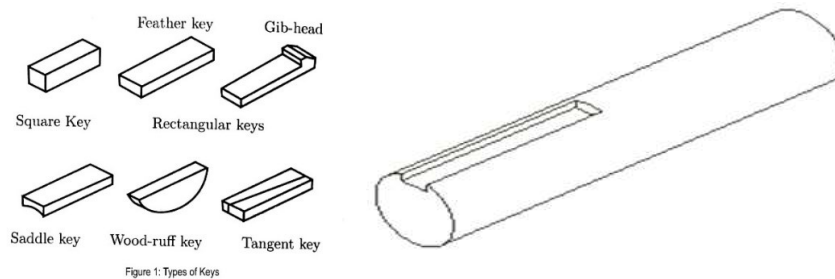


Gambar 2.19 *Thrust Ball Bearing*

Sumber: (Masirawan, Trisno Susilo, dan Edi Kuniawan, 2020)

### 2.7.5. Pasak

Pasak adalah elemen mesin yang berbentuk silindris, balok, dan silindris tirus. Pasak berfungsi untuk mengunci elemen-elemen mesin seperti roda gigi, *sprocket*, *pulley*, kopling, dan poros. Prinsip kerja pasak adalah sebagai pengunci yang terpasang antara poros dan *pulley* atau roda gigi, sehingga poros dan *pulley*, atau roda gigi dapat terkunci dan tersambung dengan kuat, sehingga dapat meneruskan momen putar atau torsi. Pasak dipasangkan dengan dibenamkan pada alur yang sudah dibuat pada poros dan *pulley* atau roda gigi, sebagai *mounting* pasak yang memanjang dan searah dengan sumbu poros (Suryono, Darmaatmadja, & Margono, 2021). Ilustrasi dari macam-macam pasak dan alur dapat dilihat pada gambar 2.20 berikut.



Gambar 2.20 Pasak dan Alur Pasak

Sumber: (Edy Suryono, N.W. Darmaatmadja, dan Bambang Margono, 2021)

### 2.7.6. Pisau Potong

Pisau potong adalah komponen pada mesin pencacah yang berfungsi sebagai bagian yang akan mencacah objek yang akan dicacah. Pisau potong merupakan salah satu komponen penting dalam perancangan mesin pencacah. Bentuk mata pisau disesuaikan dengan jenis kerja yang dapat dilakukan oleh mesin pencacah (Anggraeni & Latief, 2017). Dalam perancangan mesin pencacah jenis pisau disesuaikan dengan bahan yang akan dicacah. Pemilihan jenis pisau pencacah terdiri dari bentuk dan jenis material yang digunakan. Gambar dari mata pisau mesin pencacah dapat dilihat pada gambar 2.21 berikut.



Gambar 2.21 Mata Pisau Mesin Pencacah

Sumber: (www.intranusamandiri.id)



Besaran kapasitas yang dihasilkan oleh mesin pencacah ditentukan oleh gaya potong dan torsi yang dihasilkan oleh laju putaran poros pisau. Torsi poros menentukan seberapa besar tenaga yang dihasilkan oleh putaran dari poros putar dalam satuan N.mm atau kgf.mm. Untuk menghitung torsi pada poros pisau dapat menggunakan persamaan 2.3 sebagai berikut (Sularso & Suga, 2004).

$$T = \frac{63,000 \times P}{n} \dots\dots\dots(2.3)$$

dimana,

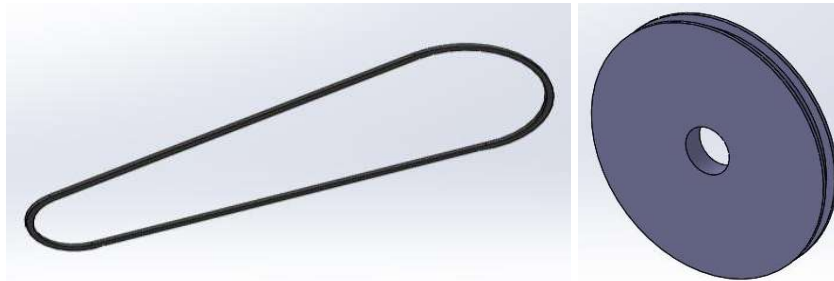
$T$  =Torsi Poros (kgf.mm)

$P$  = Daya Motor Penggerak (kW)

$n$  =Jumlah putaran poros (rpm)

**2.7.7. Belt dan pulley**

*Belt* dan *pulley* merupakan komponen transmisi yang ada pada suatu mesin. *Belt* dan *pulley* berfungsi untuk mentransmisikan putaran motor penggerak ke poros yang ingin diputar. *Pulley* yang dihubungkan dengan poros motor listrik akan melanjutkan putaran kepada poros yang ingin diputar dengan bantuan *belt*, sebagai penghubung antara *pulley* motor listrik dan *pulley* poros yang ingin diputar. Pemilihan rasio perbandingan diameter *pulley* diperlukan untuk mendapatkan laju putaran yang diinginkan. Material *pulley* biasanya terbuat dari besi tuang, baja cor, dan aluminium (Sularso & Suga, 2004). *Pulley* berbentuk bulat dan memiliki lubang dan jalur pasak untuk mengunci poros yang disambungkan (Pradana & Yunus, 2015). Ilustrasi dari *pulley* dan *v-belt* dapat dilihat pada gambar 2.22 berikut.

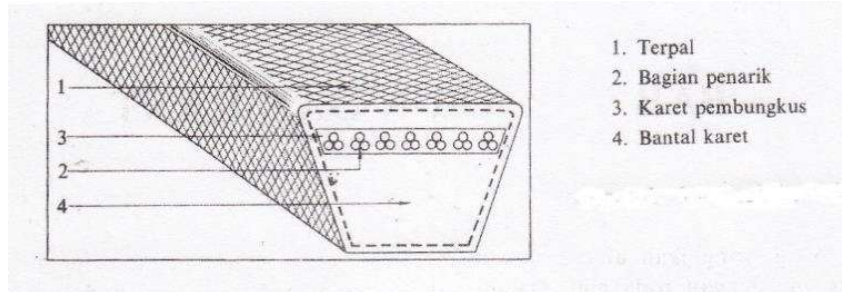


Gambar 2.22 *Belt* dan *Pulley*

Sumber: (Risky Sunge, Romi Djafar, dan Evi Sunarti Antu, 2019)

*V-belt* dibuat dari kain dan benang. Biasanya terbuat dari katun rayon atau nilon yang diresapi karet dan memiliki penampang berbentuk trapezium. Tenunan tetoron digunakan sebagai inti belt untuk menghantarkan tarikan yang besar. *V-belt* dibelitkan pada keliling alur *pulley* yang berbentuk V. Bagian *belt* yang membelit *pulley* mengalami lengkungan sehingga bagian dalam *belt* bertambah besar. Gaya gesekan bertambah besar akibat pengaruh dari bentuk baji *belt*. Dengan bertambahnya gaya gesekan akan menghasilkan transmisi daya yang besar dengan

tegangan yang relatif rendah (Novitasari, 2018). Konstruksi dari *v-belt* dapat dilihat pada gambar 2.23 berikut.



Gambar 2.23 Konstruksi *V-belt*  
 Sumber: (Sularso dan Kiyokatsu Suga, 2004)

### 2.7.8. Perencanaan *Belt* dan *Pulley*

Perencanaan *belt* dan *pulley* untuk dilakukan untuk mendapatkan kapasitas dah hasil yang diinginkan. Perencanaan dibutuhkan untuk memperhitungkan diameter *pulley* kecepatan keliling *pulley*, gaya keliling *pulley*, tegangan *belt*, panjang *belt*, jumlah putaran *belt*, dan Umur *belt*. Untuk melakukan perencanaan *belt* dan *pulley* dapat menggunakan persamaan-persamaan dibawah (Nurrohkayati, Bahry, & Khairul, 2020).

1. Diameter *pulley*

$$\frac{n_1}{n_2} = \frac{d_2}{d_1} \dots \dots \dots (2.4)$$

dimana,

- $d_2$  = Diameter *Pulley* Yang Digerakkan (mm)
- $d_1$  = Diameter *Pulley* Motor Penggerak (mm)
- $n_2$  = Putaran *Pulley* Yang Digerakkan (rpm)
- $n_1$  = Putaran *Pulley* Motor Penggerak (rpm)

2. Kecepatan keliling *pulley*.

$$v = \frac{\pi \times D \times n}{60 \times 1,000} \dots \dots \dots (2.5)$$

dimana,

- $v$  = Kecepatan Keliling *Pulley* (m/s)
- $n$  = Putaran Motor Penggerak (rpm)
- $D$  = Diameter *Pulley* Penggerak (mm)

3. Gaya keliling *belt*

$$F_{rated} = \frac{102 \times P}{V} \dots \dots \dots (2.6)$$

dimana,

- $F_{rated}$  = Gaya Keliling *Belt* (kg)
- $P$  = Daya Motor (kW)
- $V$  = Kecepatan Keliling *Pulley* (m/s)

4. Panjang *belt*

$$L = 2 \times a + \frac{\pi}{2} (d_2 - d_1) + \frac{(d_2 - d_1)^2}{4 \times a} \dots \dots \dots (2.7)$$

dimana,

- $L$  = Panjang *Belt* (mm)
- $a$  = Jarak Antar Poros (mm)
- $d_1$  = Diameter *Pulley* Motor Penggerak (mm)
- $d_2$  = Diameter *Pulley* Yang Digerakkan (mm)

5. Tegangan *belt*

$$\sigma_a = 2 \times \varphi \times \sigma_0 \dots \dots \dots (2.8)$$

dimana,

- $\sigma_a$  = Tegangan Yang Timbul Pada *Belt* (kg/cm<sup>2</sup>)
- $\varphi$  = Faktor Tarikan
- $\sigma_0$  = Tegangan Awal (kg/cm<sup>2</sup>)

6. Menghitung jumlah *belt*

$$Z = \frac{F_{rated}}{\sigma_a \times A} \dots \dots \dots (2.9)$$

dimana,

- $Z$  = Jumlah *Belt* (buah)
- $F_{rated}$  = Gaya Keliling *belt* (kg)
- $\sigma_a$  = Tegangan *Belt* (kg/cm<sup>2</sup>)
- $A$  = Luas Penampang *Belt* (cm<sup>2</sup>)

7. Tegangan maksimum *belt*

$$\sigma_{max} = \sigma_0 + \frac{F}{2 \times A} + \frac{\gamma \times v^2}{10 \times g} + Eb \frac{h}{D_{min}} \dots \dots \dots (2.10)$$

dimana,

- $\sigma_{max}$  = Tegangan Yang Timbul Pada *Belt* (kgf/cm<sup>2</sup>)
- $\sigma_0$  = Tegangan Awal *Belt* (kg/cm<sup>2</sup>)
- $\gamma$  = Massa Jenis (kg/cm<sup>3</sup>)
- $Eb$  = Modulus Elastisitas Bahan *Belt* (kg/cm<sup>3</sup>)
- $h$  = Tebal *Belt* (mm)
- $D_{min}$  = Diameter *Pulley* Yang Terkecil (mm)

8. Jumlah putaran *belt*

$$u = \frac{v}{L} \dots \dots \dots (2.11)$$

dimana,

- $u$  = Jumlah Putaran *Belt*
- $v$  = Kecepatan Keliling *Pulley* (m/s)
- $L$  = Panjang *Belt* (m)

9. Umur *belt*

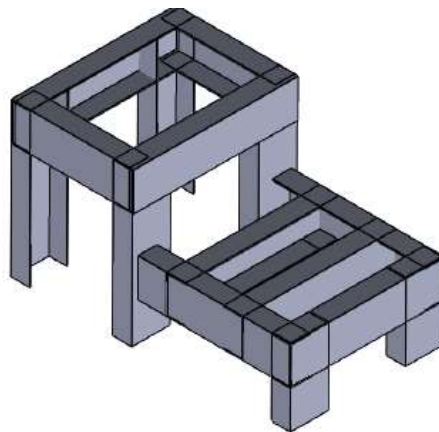
$$H = \frac{N_{base}}{3600 \times u \times X} \left[ \frac{\sigma_{fat}}{\sigma_{max}} \right]^m \dots\dots\dots(2.12)$$

dimana,

- $H$  = Umur *Belt* (jam)
- $N_{base}$  = Basis Dari *Fatigue Test* (107) *Cycle*
- $\sigma_{max}$  = Tegangan Maksimum *Belt* (kg/cm<sup>2</sup>)
- $X$  = Jumlah *Pulley* Yang Diputar (biji)
- $u$  = Jumlah Putaran *Belt* (rad/s)
- $\sigma_{fat}$  = *Fatigue Limit* (90 kg/cm<sup>2</sup> Untuk *V-Belt*)
- $m$  = Jenis *Belt* (8 untuk *v-belt*)

**2.7.9. Frame**

*Frame* atau rangka merupakan elemen mesin berupa konstruksi yang terdiri dari sambungan batang baja dengan profile tertentu yang berfungsi sebagai tempat komponen mesin lain dan berfungsi untuk menerima beban dan gaya yang bekerja pada suatu mesin. Selain sebagai tumpuan, *frame* juga berfungsi untuk meredam getaran selama proses produksi mesin, dan juga memperkuat mesin (Selan, Maliwemu, & Boimau, 2021). Dalam perencanaan pembuatan perlu diperhitungkan bentuk dari rangka dan juga jenis material yang akan digunakan dalam pembuatan rangka untuk dapat memenuhi kinerja dari mesin yang dibuat. Material yang digunakan untuk rangka mesin biasanya besi cor, dan baja dengan profile yang sudah dibentuk (Subhidin, Djatmiko, & Maulana, 2020). Dalam pemilihan material harus memperhatikan kekuatan, ketahanan korosi, berat dan ukuran material, dan biaya yang dibutuhkan. Rangka dari mesin pencacah dapat dilihat pada gambar 2.24 berikut.

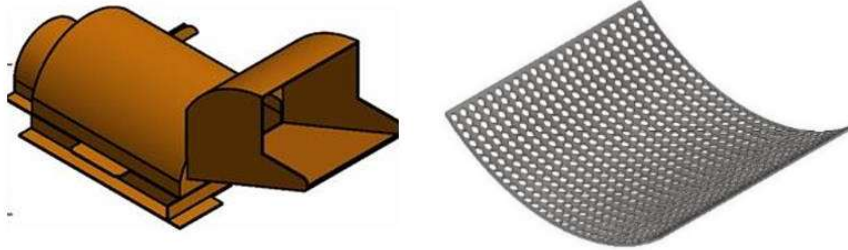


Gambar 2.24 Rangka mesin

Sumber: (Risky Sunge, Romi Djafar, dan Evi Sunarti Antu, 2019)

### 2.7.10. *Hopper input / output* dan Saringan

*Hopper* merupakan komponen mesin pencacah tempat masuk dan keluar objek yang akan dicacah oleh mesin. *Hopper* terbuat dari plat besi yang disambungkan dengan dilas pada tiap sisinya. Sedangkan saringan adalah komponen yang ada pada mesin pencacah untuk menyaring hasil cacahan yang nantinya akan keluar dari *hopper output* (Nurrohkayati, Bahry, & Khairul, 2020).



Gambar 2.25 *Hopper* dan Saringan

Sumber: (Wahyu K Sugandi, Zaida dan Devi Maulida, 2018)