

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Desain dan Rancang bangun**

Desain dan rancang bangun merupakan penggambaran, perencanaan, dan pembuatan sketsa pada suatu alat atau mesin yang kita rancang sesuai dengan ketentuan. Sebuah koefisien yang sangat luas dan generasi yang efektif dan pengembangan ide melalui proses yang mengarah pada model desain tersebut (Nurrohkeyati, Bahry, & Khairul, 2020). Perancangan adalah kegiatan awal dari suatu rangkaian kegiatan dalam proses pembuatan produk dalam tahap perancangan tersebut dibuat keputusan penting yang mempengaruhi kegiatan-kegiatan yang menyusul lainnya. Setelah desain dan perancangan selesai langkah selanjutnya adalah pembuatan produk.

Pada rancang bangun sebuah mesin pencacah limbah, untuk jenis material yang dipakai seharusnya yang sangat penting untuk merancang sebuah mesin. Karena sebuah mesin harus mempunyai sifat jenis material yang unggul karena nanti terpengaruh pada saat mesin beroperasi dan mempengaruhi kinerja mesin baik kualitas maupun kuantitas (Subhidin, Djatmiko, & Maulana, 2020). Perancangan alat merupakan salah satu metode teknik dimana pembuatan perancangan teknik. Rancang bangun bisa dikatakan perancangan sistem dimana merancang dan membangun aplikasi merupakan sebuah kesatuan.

Perancangan sebuah mesin atau sistem alat harus memerlukan ide baru untuk mencari pembeda dari mesin yang sudah ada. Maka rancangan menyertakan spesifikasi peralatan yang digunakan untuk menjelaskan bahwa perancangan didefinisikan sebagai gambar, pembuatan sketsa dan mengatur atau membangun beberapa elemen yang terpisah kedalam bentuk kesatuan yang sudah dirancang dan memiliki fungsi tertentu. Tujuan dari perencanaan sistem yaitu memenuhi kebutuhan perancang atau pemakai sistem yang memberikan sumber gambaran yang jelas. Dari penjabaran tersebut dapat disimpulkan bahwa rancang bangun merupakan kegiatan menterjemah hasil analisa yang menghasilkan atau menciptakan sistem yang sudah ada sebelumnya (Saputro, Adriana, & Persada, 2021).

Kebutuhan peralatan atau mesin yang menggunakan sistem teknologi yang berkembang dengan pesat yang nilai gunanya tinggi khususnya pemecahan pengolahan limbah organik. Terutama untuk meningkatkan produksi dan kualitas hasil yang dibuat. Pada umumnya pengolahan limbah organik sudah merupakan produk yang sangat banyak dijumpai dipasaran. Limbah organik yang banyak dijumpai yaitu limbah kulit singkong dan pisang karena dikalangan umum, makanan ringan berupa keripik singkong dan pisang dan sebagai makanan sampingan yang diminati masyarakat, berbagai macam untuk melakukan pengolahan pembuatan keripik tersebut untuk pemotongan kadang menggunakan sistem manual dan sistem kerja mesin (Faujiyah & Sidik, 2020).

Seiring perkembangan teknologi tepat guna serta kebutuhan mesin-mesin yang dapat meningkatkan produksi hasil pertanian atau pengrajin makanan ringan terutama hasil olahan yang berupa umbi-umbian, buah-buahan, dan lain-lain. Maka keharusan kebutuhan suatu alat yang dapat meringankan pekerjaan pengolahan industri makanan ringan dengan hasil yang secara optimal serta harganya lebih terjangkau atau relatif murah (Sajuli & Hajar, 2017).

## **2.2 Mesin Pencacah**

Mesin pencacah adalah sebuah alat yang digunakan untuk mencacah atau menghancurkan bahan-bahan atau jenis partikel yang sebelumnya berukuran besar menjadi lebih kecil karena hasil proses cacahan. Mesin pencacah sendiri banyak modelnya, ada tiga jenis mesin pencacah yaitu pencacah plastik, pencacah kayu, pencacah organik. Mesin yang dirancang yaitu mesin pencacah limbah organik. Hasil cacahan tersebut dapat digunakan para pengusaha sebagai bahan daur ulang sampai dengan kompos tanaman yang biasanya untuk menyuburkan tanah. Untuk hasilnya nanti berupa pupuk kompos organik.

*Crusher* atau mata pisau untuk mencacah adalah merupakan mesin yang dirancang untuk mengurangi volume benda-benda yang masih utuh kemudian dijadikan lebih kecil atau potongan kecil (Subhidin, Djatmiko, & Maulana, 2020). *Crusher* dapat juga digunakan untuk mengurangi ukuran atau mengubah bentuk bahan, sehingga bahan tersebut dapat lebih mudah dan efisien digunakan untuk tujuan tertentu. Mata pisau *crusher* didesain dengan fungsi untuk mempermudah untuk membelah, memotong dan kombinasi difungsikan untuk mencacah limbah organik supaya lebih halus dan maksimal untuk proses cacahannya (Anggry & Subkhan, 2019). Plastik yang dihancurkan adalah jenis-jenis limbah kulit umbi-umbian atau buah-buahan atau plastik bekas minuman yang terdapat pada bak sampah yang ada di masyarakat, hal ini terkait untuk pengolahan sampah yang sudah direncanakan oleh pihak industri rumah tangga atau dalam bentuk masyarakat kecil, sampah tersebut untuk di daur ulang kembali. Maka dirancang mesin penghancur atau mencacah sampah yang efektif dan efisien serta yang ramah lingkungan.

## **2.3 Jenis-jenis Mesin Pencacah**

Dibidang perindustrian saat ini sudah umum dengan namanya mesin pencacah dan banyak dipakai diberbagai rumahan dan jenis yang beredar dipasaran bermacam-macam mulai dari yang berkapasitas sedang hingga yang besar dengan bentuk pisau yang berbedah dan sesuai kebutuhan yang di hancurkan atau dicacah. Ada juga mesin penghancur plastik yang dapat digunakan untuk menghancurkan berbagai jenis limbah plastik. Aneka bahan yang sudah menjadi limbah yang bisa dihancurkan misalnya saja botol, tutup botol, karung bekas, gelas bekas, kayu, karet, sabut kelapa, kulit buatan, sepatu kulit, pakaian kulit, tas tangan kulit dan sebagainya. Jenis-jenis mesin pencacah adalah sebagai berikut:

## 1. Mesin pencacah plastik

Mesin pencacah plastik adalah mesin yang sudah sering digunakan dibidang perindustrian yang digunakan untuk mengolah sampah menjadi olahan berupa cacahan yang lebih kecil. Jenis plastik yang dicacah adalah botol dan gelas plastik bekas minuman dan untuk mesin pencacah sampah plastik tersebut banyak jenisnya dan yang membedakan adalah jenis kapasitas kg/jam nya yang sudah dirumuskan. Plastik adalah jenis sampah plastik yang semakin hari terus meningkat (Subhidin, Djatmiko, & Maulana, 2020). Hal tersebut dapat disimpulkan bahwa sampah plastik sangat paling digemari karena dari segi bahan plastik sendiri, yang bersifat kuat dan tahan lama serta mudah untuk dibawah, dibanding bahan pembantu bawaan lainnya. Sudah banyak dikalangan yang memakai produk tersebut kemudian sekali pakai langsung dibuang serta mengakibatkan banyaknya sampah plastik terus meningkat dan berdampak buruk terhadap lingkungan dan kesehatan (Windarta, Hidayat, & Chaerudin, 2019).



Gambar 2.1 Mesin Pencacah Plastik  
Sumber: (Mochamad Syamsiro, 2016)

## 2. Mesin Pencacah Kayu

Mesin pencacah kayu biasanya digunakan dibidang industri kayu yang berfungsi untuk menghancurkan kayu yang dapat di olah kembali dan hasilnya menjadi serpihan-serpihan kayu yang lumayan kecil meskipun belum halus. Mesin pencacah kayu dirancang untuk dapat menghancurkan hampir semua jenis kayu seperti, ranting, batang gelondong, maupun akar dapat dihancurkan dan dihaluskan oleh mesin tersebut. Khususnya teruntuk kebutuhan rumah tangga yaitu seperti perabotan yang ada didalam rumah. Maka, dibutuhkannya teknologi yang mendukung untuk memproduksi pembuatan atau pengolahan hasil cacahan kayu. Salah satu jenis proses hasil cacahan kayu yang diolah yaitu MDF (*Midle Dencity Fiberboard*). Merupakan jenis olahan kayu yang dibuat dari serpihan kayu yang dipadatkan (Mufti, Saifudin, & Rachman, 2019).



Gambar 2.2 Mesin Pencacah Kayu  
Sumber: (Mohammad Mufti, 2019)

### 3. Mesin Pencacah Organik

Mesin pencacah organik adalah mesin yang dibuat untuk menghancurkan material organik seperti daun-daunan, limbah sayur-sayuran dari dapur, limbah kebun atau sawah, limbah kebun dan segala macam limbah organik lainnya. Mesin pencacah organik ini memiliki kapasitas yang telah ditentukan. Selain itu keluaran dari mesin tersebut bisa dimanfaatkan untuk pembuatan pengolahan dasar kompos, yang nantinya kompos tersebut berguna untuk tanaman yang ada di sekitar yang membutuhkan perawatan supaya cepat berkembang dengan baik (Nugraha, Pratama, Sopian, & Roberto, 2019).



Gambar 2.3 Mesin Pencacah Organik  
Sumber: (Noviyanti Nugraha, 2019)

## 2.4 Komponen Mesin Pencacah

Adapun komponen-komponen penting dalam mesin pencacah dari sistem penggerak sampai rangka atau frame yang nanti di rakit menjadi sebuah mesin yang dipergunakan untuk proses pencacah plastik yang sudah ditentukan komponennya sebagai berikut:

### 2.4.1 Motor listrik

Motor listrik itu sendiri merupakan alat untuk mengubah energi listrik menjadi energi mekanik atau energi gerak. Begitu juga dengan sebaliknya yaitu alat untuk mengubah energi mekanik menjadi energi listrik yang biasanya disebut dengan sebutan generator atau dinamo. Pada motor listrik tersebut tenaga yang dihasilkan yaitu tenaga mekanik yang dimana perubahan ini dilakukan dengan mengubah tenaga listrik menjadi magnet yang biasanya disebut dengan elektro magnet. Yang telah kita ketahui magnet sendiri ada bagian-bagiannya yaitu kutub tarik menarik dan tolak menolak. Yang dimana kutub magnet senama yaitu saling tolak dan kutub yang tidak senama bakal saling menarik. Dengan adanya proses tersebut, kejadian yang dialami oleh poros yaitu sebuah kinerja poros itu sendiri yang dapat berputar karena adanya alat motor listrik (Pattiapon, Rikumahu, & Jamlaay, 2019).

Adapun jenis-jenis motor listrik antara lain yaitu:

#### 1. Motor Listrik DC

Motor listrik DC yaitu motor listrik yang arah arusnya searah atau disebut juga menggunakan arus searah (*direct current*). Jenis motor tersebut, digunakan pada penggunaan khusus yang dimana menentukan torsi dan percepatan yang luas. Contoh dari motor listrik tersebut yaitu sebuah dinamo yang arusnya searah dan sistem kerjanya adalah mengubah energi dengan mengambil daya listrik melalui arus searah yang kemudian diubah menjadi rotasi mekanis.

#### 2. Motor AC

Motor listrik jenis AC yaitu arah arusnya yang bolak-balik atau arus dua arah. Motor listrik tersebut mempunyai dua bagian yaitu stator dan rotor. Rotor sendiri merupakan komponen pada motor listrik yang berguna untuk memutar poros motor listrik. Kalau dibanding dengan motor DC untuk faktor kecepatan motor AC sulit dikendalikan. Untuk mengatasi faktor pada motor tersebut, motor AC dapat dilengkapi dengan penggerak lainnya untuk meningkatkan kendali motor tersebut serta dapat menurunkan daya pada motor listrik tersebut. Motor AC merupakan motor listrik yang paling populer dibidang perindustrian, karena kehandalannya dan lebih mudah untuk perawatannya. Cara kerja motor AC mengubah tenaga listrik arus bolak-balik menjadi tenaga gerak atau tenaga mekanik yang berupa putaran. Untuk daya dari motor AC sendiri bisa lebih besar daripada daya pada motor DC (Parsa, Bagia, & Made, 2017).

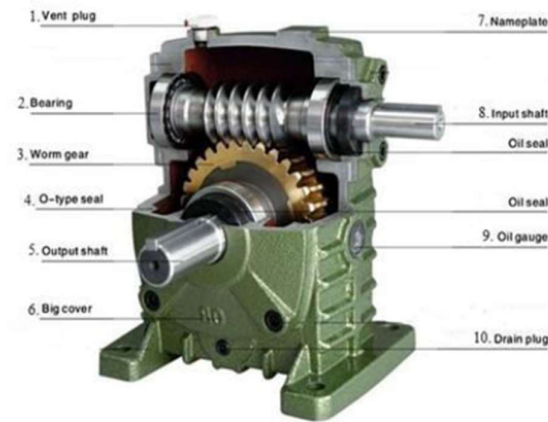


Gambar 2.4 Motor AC

Sumber: (Denny R. Pattiapon, 2019)

### 2.4.2 Reducer

*Reducer* adalah sebuah komponen utama pada sebuah mesin produksi yang berguna untuk mengendalikan dan menjaga tekanan gas keluar tetap konstan dibawah laju perubahan aliran serta tekanan masuk. *Reducer* sendiri berguna untuk memperkecil putaran yang terjadi pada motor listrik. *Reducer* yang digunakan dalam perencanaan yaitu 1:10 (Yuvenda, Sudarmanta, & Alwi, 2017).



Gambar 2.5 Reducer

Sumber: (Dori Yuvenda, 2017)

### 2.4.3 Bearing atau Bantalan

*Bearing* atau bantalan adalah suatu komponen elemen mesin yang menumpu poros berbeban, sehingga putaran atau gerakan bolak-baliknya dapat berjalan dengan halus dan tentu sangat lebih aman serta umur pada poros tersebut sangat panjang. Pada bantalan tersebut banyak jenis dan bentuk lainnya (Kyokatsu & Ir, 2013).



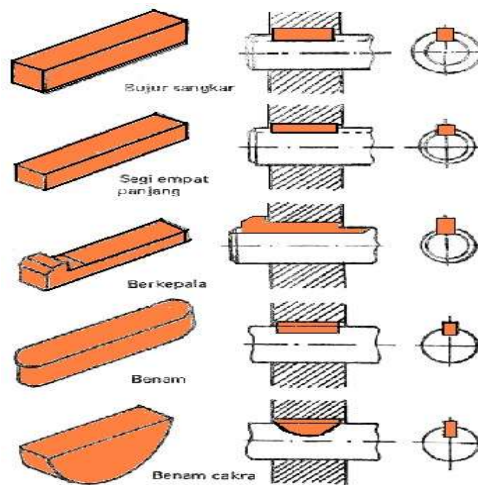
Gambar 2.6 Bantalan Bearing

Sumber: (Politeknik Manufaktur Astra, 2013)

#### 2.4.4 Pasak

Pasak atau alur pasak adalah salah satu koneksi yang berada di poros hub yang sudah umum digunakan. Untuk aturan desainnya dibuat secara standar yang hampir setengah abad, dan sebagian besar hasil yang dilaporkan dalam kajian literature berdasarkan pada analisis yang telah ditentukan yaitu fotoelastik eksperimental. Proses tersebut menunjukkan proses analisis elemen dari pasak tersebut sehingga dapat menghasilkan konsentrasi tegangan pada alur pasak. Hal ini menunjukkan bahwa untuk bentuk alur pasak sangat berpengaruh pada kekuatan *fatigue* material. Hal tersebut guna untuk mengoptimalkan bentuk dari pasak yang sederhana dan menunjukkan bahwa alur pasak bisa ditingkatkan dengan mengurangi tegangan maksimum sampai 50%. (Suyadi, 2016).

Untuk penyebab kegagalan poros yaitu dari faktor alur pasak tersebut. Dilakukan dengan berbagai penelitian uji coba terhadap poros mesin pencacah yang sudah ada. Metode yang digunakan yaitu dalam proses yaitu beraga, antara lain bahan material, inspeksi visual, analisa metallografi, mengukur kekerasan, serta analisis elemen hingga. Hasil pada kerusakan alur pasak yaitu dari poros tersebut, selain oksidasi dan inklusi pada material, geometri alur pasak menjadi penyebab utama pada poros karena geometri alur yang salah. Maka dari itu didalam pembuatan pasak dengan memberikan koreksi terhadap geometri, serta pasak tersebut dibuat lebih halus, lebar, tinggi setadiperhatikan radiusnya. Dari khusus tersebut alur pasak sangat mempengaruhi terhadap kegagalan suatu poros (Fahmiansyah, Sunardi, & Listijorini, 2020).



Gambar 2.7 Pasak atau sepi

Sumber: (Dicky A. Sandrawan, 2015)

#### 2.4.5 Poros

Poros adalah elemen mesin yang berbentuk batang dan umumnya berpenampang lingkaran, berfungsi untuk memindahkan atau menruskan putaran atau mendukung sesuatu beban atau meneruskan daya. Perencanaan poros

mengacu pada kekuatan bahan poros. Gaya yang bekerja pada poros adalah gaya dorong dari *pulley* sehingga dapat menimbulkan putaran pada poros tersebut. Momen torsi akibat putaran *pulley*, berat *pulley*, dan berat dari pada poros itu sendiri (Yulianto & Ariesta, 2019).

Akibat gaya-gaya yang ditimbulkan, maka poros tersebut harus mampu menahan gaya-gaya yang diberikan pada poros, sehingga poros tidak mengalami deformasi saat poros tersebut beroperasi atau saat sedang dijalankan. Sifat material, sifat geometris dan proses manufaktur dapat mempengaruhi kualitas suatu desain, sehingga pemilihan material yang tepat untuk poros propeller dapat mempengaruhi kinerjanya dalam sistem propulsi kapal. Adapun jenis-jenis poros menurut (Andri, Sudia, & Samhuddin, 2018) pembebanannya yaitu sebagai berikut:

1. Poros transmisi

Poros transmisi adalah sistem yang berfungsi untuk mengkonversi torsi serta kecepatan yang berbeda-beda yang diteruskan ke penggerak akhir. Proses transmisi tersebut dapat mengubah kecepatan putar yang sebelumnya tinggi menjadi lebih rendah dan lebih bertenaga. Poros jenis ini mendapatkan beban punter yang murni atau disebut juga punter lentur. Untuk daya yang bisa ditransmisikan yaitu kopling, roda gigi, *pulley* dan *belt* serta seproket rantai.

2. Poros spindel

Poros spindel yaitu poros transmisi yang relatif pendek umurnya, dimana beban utama yaitu berupa puntiran yang disebut spindel. Syarat atau ketentuan yang harus dipenuhi poros tersebut yaitu aturan deformasi harus yang sesuai yaitu lebih kecil serta bentuk dan ukurannya harus lebih teliti.

3. Poros gandar

Poros gandar yaitu poros yang satu ini bisa dikatakan berbeda karena poros yang satu ini tidak mendapat beban punter. Bahkan kadang-kadang poros tersebut tidak boleh berputar. Poros tersebut biasanya digunakan pada kereta barang yang di pasang diantara roda-roda kereta. Karena poros tersebut hanya mendapat beban lentur saat beroperasi, kecuali jika digerakkan oleh penggerak dimana penggerak mengalami proses beban punter.





Gambar 2.8 Poros  
Sumber: (Misar, 2018)

Adapun untuk memperoleh gaya-gaya yang diterima poros, maka rumus gaya yang diterima oleh poros sebagai berikut (Misar, Sudarsono, & Samhuddin, 2018).

Untuk menghitung putaran poros yaitu:

$$n_2 = \frac{n_1 \times d_1}{d_2} \dots\dots\dots (2.1)$$

Dimana:

$n_1$  = Putaran penggerak (rpm)

$n_2$  = Putaran yang digerakkan (rpm)

$d_1$  = Diameter *pulley* penggerak (mm)

$d_2$  = Diameter *pulley* digerakkan (mm)

#### 2.4.6 Mata pisau

Mata pisau merupakan komponen yang utama dalam proses pencacahan yaitu untuk menghancurkan limbah atau sampah plastik dan mata pisau tersebut harus mempunyai ketajaman dan kekuatan yang sesuai agar dapat menghancurkan botol plastik agar menjadi potongan-potongan dengan ukuran kecil (Sutowo, Diniardi, & Maryanto, 2015).



Gambar 2.9 Mata Pisau  
Sumber: (Adhe Anggry, 2019)

Adapun rumus perhitungan mata pisau yang telah ditentukan sebagai berikut (Nurrohkayati, Bahry, & Khairul, 2020) :

Untuk menghitung kecepatan putaran potong yaitu:

$$v = \frac{\pi \times d \times n}{1000 \times 60} \dots\dots\dots (2.2)$$

Dimana:

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

$d$  = Jarak antar pisau (mm)

$n$  = Putaran poros (rpm)

#### 2.4.7 Belt dan Pulley

*Pulley* adalah suatu komponen pada mesin pencacah yang digunakan untuk meneruskan daya dari motor listrik dan dibantu dengan adanya *belt*. *Pulley* saat beroperasi melakukan dengan mengubah arah yang diberikan, serta meneruskn gerak dan mengubah arah rotasi. Bahan yang dipakai membuat *pulley* biasanya tersebut dari besi cor, baja cor, baja pres atau aluminium. Bentuk *pulley* biasanya bulat dengan ketebalan yang ditentukan sesuai kebutuhan, ditengah tengah *pulley* terdapat lubang poros dan jalur sepi untuk mengikat poros. *Pulley* pada umumnya dibuat dari besi cor kelabu FC 20 atau FC 30, dan ada pula yang terbuat dari baja (Samhuddin, Hasbi, & Jamiluddin, 2018).



Gambar 2.10 *Belt Pulley*  
 Sumber: (Jerry R. Pangayow, 2016)

Adapun perhitungan rumus-rumus yang sudah diterapkan sebagai berikut (Nurrohkayati, Bahry, & Khairul, 2020) :

1. Perhitungan diameter *pulley*

Adapun untuk menghitung besar diameter *pulley*, dapat menggunakan rumus perbandingan putaran dibawah tersebut:

$$d_2 = \frac{n_1 \times d_1}{n_2} \dots\dots\dots (2.3)$$

- Keterangan:  $d_1$  = *Pulley input* (mm)  
 $d_2$  = *Pulley output* (mm)  
 $n_1$  = Putaran *pulley* penggerak (rpm)  
 $n_2$  = Putaran *pulley* yang digerakkan (rpm)

2. Perhitungan panjang *belt*

Jarak kedua poros dan panjang *belt* saling berhubungan dan ditentukan dengan rumus dibawah ini:

$$L = 2 \times a + \frac{\pi}{2} (d_2 + d_1) + \frac{(d_2 + d_1)^2}{4 \times a} \dots\dots\dots (2.4)$$

- Dimana:  
 L = panjang *belt* (mm)  
 a = jarak antar poros (mm)  
 $d_2$  = diameter *pulley* yang digerakkan (mm)  
 $d_1$  = diameter *pulley* penggerak (mm)

**2.4.8 Rangka atau *Frame***

Merupakan salah satu hal yang penting dalam proses pembuatan alat dengan beban yang mungkin bisa dibidang berat dan untuk mengurangi getaran pada motor listrik. Karena rangka merupakan landasan utama atau bisa disebut komponen utama dalam sebuah mesin (Subhidin, Djatmiko, & Maulana, 2020). Hal yang pertama dalam melakukan perancangan pada rangka adalah menentukan

desain konstruksi pada alat yang mau dibuat tersebut. Rancang bangun mesin pencacah khususnya pada komponen rangka yaitu komponen yang paling penting karena pada rangka kalau terlalu tipis bisa mengakibatkan mesin bergetar saat beroperasi. Perancangan sangat tentu harus memenuhi syarat-syarat teknis yang harus terpenuhi sebagaimana yang sudah mengacu pada strukturnya. Beberapa yang harus diperhatikan adalah kekuatan, ketahanan korosi, serta berat dan ukuran, dan biaya manufaktur (Faujiyah & Sidik, 2020).



Gambar 2.11 Rangka atau *Frame*  
 Sumber: (Cahya Sutowo, 2015)

### 2.5 Kapasitas potongan

Perhitungan estimasi kapasitas potongan limbah kulit yang sudah direncanakan dari awal. Estimasi hasil kapasitas potongan untuk mesin pencacah limbah kulit pisang dan singkong sebagai berikut:

$$Q = m \times n \times z \dots\dots\dots (2.5)$$

Dimana:

$Q$  = Kapasitas pemotongan (kg/jam)

$m$  = Massa jenis yang dicacah (kg)

$n$  = Putaran *pulley* (m/min)

$z$  = Jumlah potongan

### 2.6 Cara Kerja Mesin Pencacah

Prinsip kerja dari mesin pencacah tersebut yaitu dengan menggerakkan mata pisau dengan sistem putar dengan menggunakan motor listrik (motor sinkron) mesin tersebut saling berkaitan dengan elemen-elemen pendukung yang lain, sehingga menghasilkan prinsip yang sederhana dan mekanisme yang kompak. Rancangan tersebut biasanya menggunakan sistem *crusher* dan silinder pemotong tipe *rell*. Daya atau kekuatan dari mesin tersebut ditransmisikan menggunakan *pulley* dan sabuk yang berupa *belt*. Fungsi dari *pulley* itu sendiri yaitu untuk mereduksi putaran mesin sesuai dengan kebutuhan. Material limbah atau sampah yang sudah dibersihkan terlebih dahulu habis itu langsung dimasukkan ke dalam mesin pencacah plastik tersebut. Cacahan limbah atau sampah plastik kemudian

keluar melalui saringan bawah dan corong keluarannya (Syamsiro, Hadiyanto, & Mufrodi, 2016).

## 2.7 Desain Mesin

Proses mendesain sebuah mesin terlebih dahulu diketahui soal perancangannya mulai dari sketsanya, kemudian rangka konstruksi, konsep, dan komponen-komponen yang ada pada mesin tersebut dan digunakanlah *Software Autodesk Inventor* membantu seorang desainer berimajinasi didalam *Software* tersebut. Mesin tersebut didesain dari *part-part* yang ingin dibuat, lalu dirakit atau menggabungkan yang biasanya disebut juga dengan proses *assemble* lalu terbentuklah sebuah mesin yang direncanakan (Negara & Putra, 2016).

## 2.8 Software Autodesk Inventor

*Autodesk Inventor* yaitu *software* yang sudah sering digunakan oleh seorang *desainer*. Didalam *software* tersebut ada *parametric design* yaitu sebuah permodelan 3 dimensi pada sistem *CAD* dengan menggunakan parameter sebagai acuan pada desain. Setiap perubahan bentuk model terhadap part, assembly bahkan gambar kerja secara otomatis kemungkinan kesalahan gambar kerja dapat diminimalisasi dan proses ini dihasilkan secara cepat dan *real time*. Pada *Software Autodesk Inventor* terdiri dari berbagai macam bentuk file, hal ini bertujuan untuk memudahkan desainer dalam melakukan pembuatan *part* sampai dengan penggabungan atau yang disebut *assamble* serta bisa melakukan simulasi gerak pada *part* yang sudah dibuat dan digabungkan. Sebuah komponen rakitan dari sebuah produk terdiri dari berbagai jenis benda dan rakitan, maka dari metode ini dapat dikembangkan atau diadopsi dalam *software* tersebut (Utama & Widya, 2014).



Gambar 2.12 Software Autodesk Inventor

Sumber: (Utama, 2014)

## 2.9 Software Abaqus

*Abaqus* merupakan salah satu *software* yang digunakan untuk melakukan Analisis atau simulasi pada part yang sudah dibuat didalam *software Autocad*

maupun *Autodesk inventor* atau biasanya disebut dengan *Finite Element Analysis (FEA)*. *Software* tersebut dapat melakukan pembuatan *part* sekaligus simulasi beban, contohnya beban mata pisau. Dalam *software* tersebut kita dapat mengatur segala kondisi yang dimiliki oleh material, seperti elastisitas dan plastisitas. Permodelan yang telah dibuat dapat menghasilkan reaksi yang benar-benar sesuai dengan keadaan aslinya pada saat *running*. *Software* tersebut memiliki beberapa fasilitas, salah satu fasilitas yang dapat difungsikan *software* tersebut menjadi program analisis elastis dan plastis (Sihua, Ze, & Li, 2015).

Kemampuan analisa *multiphysics* yang dimiliki Abaqus dapat digunakan dalam berbagai bidang sesuai dengan kebutuhan penelitian. Selain itu kita dapat melakukan tes dengan memasukan data secara manual dalam *input file*. Pengembangan bahasa program dalam *Abaqus* memungkinkan para desainer lebih mudah dalam memilih metode yang digunakan dalam melakukan proses simulasi dan analisis. Pada *software abaqus* tersebut peneliti mendapatkan beberapa nilai yang didapatkan setelah melakukan hasil simulasi. Nilai yang didapatkan sebagai berikut (Pranoto, Yatnikasari, Asnan, & Yaqin, 2020):

### 2.9.1 Deformasi dan Modulus Elastisitas (*Young's Modulus*)

Deformasi merupakan suatu perubahan yang terjadi karena disebabkan oleh suatu gaya yang menekan benda tersebut sehingga benda mengalami perubahan bentuk. Deformasi dibagi menjadi 2 yaitu deformasi plastis dan deformasi elastis. Deformasi plastis adalah perubahan bentuk yang terjadi pada suatu benda dan tidak dapat kembali ke bentuk semula. Hal ini dikarenakan tekanan yang terjadi melebihi *yield point* sehingga bentuk tidak kembali ke bentuk semula. Sementara deformasi elastis adalah perubahan bentuk karena suatu tekanan tetapi dapat kembali ke bentuk semula. Ini disebabkan karena tekanan tidak melebihi *yield point* suatu benda (Souisa & Matheus, 2015).

Tabel 2.1 *Common systems of consistent units*

<i>Quantity</i>	SI	SI (mm)	US unit (ft)	US unit (inch)
<i>Length</i>	m	mm	ft	in
<i>Force</i>	N	N	lbf	lbf
<i>Mass</i>	kg	Tonne (10 <sup>3</sup> kg)	slug	lbf s <sup>2</sup> /in
<i>Time</i>	s	s	s	s
<i>Stress</i>	Pa (N/m <sup>2</sup> )	Mpa (N/mm <sup>2</sup> )	lbf/ft <sup>2</sup>	psi (lbf/in <sup>2</sup> )
<i>Energy</i>	J	mJ (10 <sup>-3</sup> J)	ft lbf	in lbf
<i>Density</i>	kg/m <sup>3</sup>	tonne/mm <sup>3</sup>	slug/ft <sup>3</sup>	lbf s <sup>2</sup> /in <sup>4</sup>

### 2.9.2 Displacement

*Displacement* merupakan bentuk geometri yang berubah akibat dari perubahan yang diterimanya. Untuk mengetahui nilai yang diterimanya yaitu setelah melakukan sebuah simulasi pada proses analisis untuk mendapatkan nilai

tegangan yang diterima oleh mata pisau (Pranoto, Yatnikasari, Asnan, & Yaqin, 2020).

### **2.9.3 Von Mises Stress**

Tegangan atau dalam istilah lain *stress* adalah besaran pengukuran intensitas gaya atau reaksi yang timbul per satuan luas. Tegangan dapat dibagi menjadi 2 yaitu *Engineering Stress* dan *True Stress*. Satuan untuk pengukuran ini adalah  $N/mm^2$  (Mpa). Jika benda dikenakan suatu beban maka terjadi pertambahan panjang suatu nilai tertentu. Proses analisis dilakukan dengan adanya 3 perbedaan variasi pada pembebanan mata pisau yang telah ditentukan pada pembahasan berikut. Menunjukkan dalam kemampuan mata pisau dalam menerima beban saat proses mencacah limbah organik. Hal ini supaya untuk mengetahui perbedaan distribusi tegangan *von misses* pada mata pisau saat kondisi operasional kerja mesin (Pranoto, Yatnikasari, Asnan, & Yaqin, 2020).

### **2.9.4 Safety Factor**

*Safety factor* merupakan tingkat keamanan yang ada dalam suatu benda. *Safety factor* salah satu parameter penting dalam melakukan sebuah desain dan pengujian terhadap tegangan pada sebuah model yang di analisis, apakah objek tersebut aman atau tidak aman. Nilai *safety factor* yang bagus adalah jika nilai minimum yang sudah di analisis lebih besar dari 1 jadi nilai tersebut yang lebih baik (Pranoto, Yatnikasari, Asnan, & Yaqin, 2020).

## **2.10 Finite Element Analysis (FEA)**

*Finite Element Analysis (FEA)* atau Metode Elemen Hingga yang biasanya digunakan dalam melakukan simulasi dalam menentukan metode. Jadi metode yang digunakan adalah untuk menentukan *von mises stress*, *displacement*, dan *safety factor* sebagai acuan sebelum proses pembuatan mesin dilakukan. Metode elemen ini digunakan untuk menyelesaikan masalah yang sulit dipecahkan oleh metode yang sudah ada. Analisis ini digunakan untuk menunjukkan apakah ada masalah pada suatu produk atau alat, misal pecah, aus atau produk tersebut sudah baik atau tidak. *Output* dari analisis ini adalah hasil prediksi yang nantinya terjadi pada saat produk tersebut diproses maupun digunakan. *Software* yang dapat digunakan untuk menggunakan metode ini adalah *Abaqus*, *Ansys*, dll (Pranoto, Yatnikasari, Asnan, & Yaqin, 2020).

## **2.11 Limbah**

Limbah adalah kumpulan jenis sampah yang sudah banyak dikalangan masyarakat yang sudah tidak asing lagi. Sampah berbagai jenis pasti mengandung bahan berbahaya atau beracun yang karena sifat, konsentrasi, dan jumlahnya, baik yang secara langsung maupun tidak langsung dan dapat membahayakan lingkungan, kesehatan, kelangsungan hidup manusia dan makhluk hidup lainnya seperti tanaman dll (Mahida, 1984). Bahan yang sering ditemukan dalam limbah antara lain senyawa organik yang dapat terbiodegradasi, senyawa organik yang

mudah menguap, senyawa organik yang sulit terurai, logam berat yang toksik, padatan tersuspensi, nutrien, mikrobia pathogen, dan parasite (Pradana, Haq, & Kurniawan, 2019).

Berdasarkan wujudnya limbah tersebut digolongkan menjadi 3 yaitu:

1. Limbah padat

Limbah padat adalah limbah yang memiliki wujud atau tekstur yang padat dan bersifat kering dan tidak mudah untuk dapat dipindah kecuali dipindahkan. Limbah padat tersebut biasanya berasal dari sisa-sisa makanan, sayuran, potongan kayu, ampas hasil industri baik industri besar maupun kecil.

2. Limbah cair

Limbah cair adalah limbah yang memiliki wujud cair. Limbah tersebut biasanya cenderung larut dalam air dan selalu berpindah kecuali limbah tersebut didalam wadah atau bak. 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 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 sesak napas dll.

## 2.12 Pupuk Organik

Pupuk organik menurut *American Plant Food Control Officials (AAPFCO)* merupakan bahan yang mengandung banyak karbon dan mengandung sedikit unsur hara selain H dan O yang esensial untuk pertumbuhan tanaman bahan non organik tidak termasuk (Raksun & Ahmad, 2016). Menurut USEPA, pupuk organik adalah pupuk kompos yang diaplikasikan ke tanaman sebagai sumber unsur hara bagi tanahnya supaya berkembang dengan baik. Berbagai definisi diatas yaitu menjerumus kedalam inti yang dimana, pupuk organik mengandung unsur karbon dan unsur hara lainnya yang berkombinasi dengan karbon (Hartatik, Husnain, & Widowati, 2015). Pupuk organik merupakan pupuk yang berasal dari jenis tumbuhan mati, kotoran hewan atau bagian-bagian hewan atau limbah organik lainnyayang sudah melalui proses rekayasa dalam bentuk padat maupun cair dan dapat bermanfaat untuk meningkatkan kandungan hara dan bahan organik tanah serta untuk memperbaiki sifat fisik, kimia, dan biologi tanah.