

## BAB II

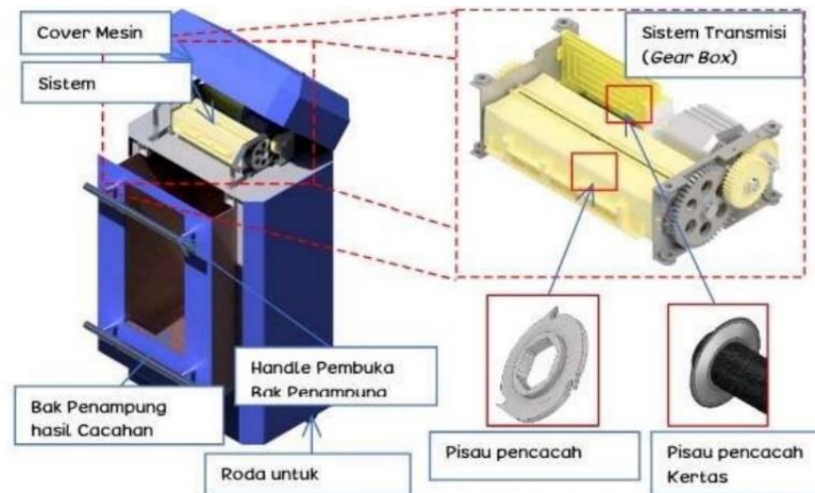
### TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI

#### 2.1 Tinjauan Pustaka

Dwi Utomo Okta Priyana dkk., (2014) merancang dan membuat mesin pemotong kertas tipe pemotongan lurus meliputi : perhitungan data perancangan untuk memperoleh kapasitas 10 kg/jam dengan jenis bahan uji kertas HVS A4 ukuran 210 x 297 mm. Merancang bentuk dan menentukan dimensi komponen-komponen mesin pemotong kertas. Memilih dan menentukan bahan yang sesuai kebutuhan. Menghitung gaya dan tegangan yang diizinkan pada komponen rangka mesin pemotong kertas. Dan hasil yang diperoleh adalah motor listrik dengan daya 450 Watt, 220Volt, 1 phase dengan kecepatan putaran 1400 rpm. Sebagai penerus daya dari motor ke reducer digunakan sabuk-V tipe-A sedangkan puli penggerak berdiameter 50 mm dan puli yang digerakkan 75mm dengan perbandingan gearbox (speedreducer) 1 : 30. Rangka mesin dengan kapasitas 10 Kg/jam terbuat dari besi siku dengan dimensi 40 x 40 x 3mm mampu menahan beban sebesar 250,155 N dengan nilai kelenturan sebesar 44,6 N/mm<sup>2</sup>, sedangkan tegangan lentur yang diizinkan untuk beban 250,155 N adalah sebesar 50 N/mm<sup>2</sup>. Jadi rangka mesin dinyatakan aman dan layak untuk digunakan.

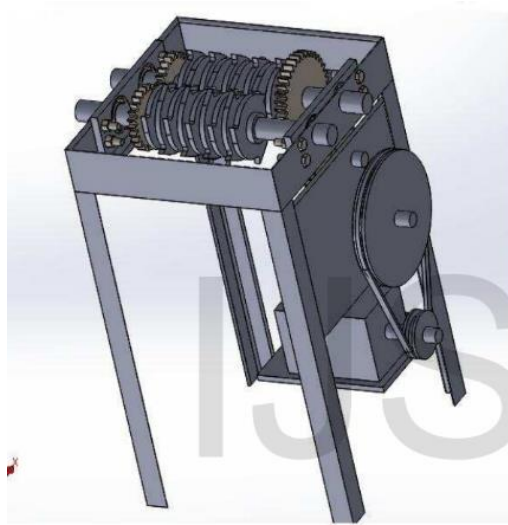
Kurniawan dkk.,(2021) modifikasi yang dilakukan pada mesin dimaksudkan untuk mengoptimalkan fungsi dari mesin pencacah kertas, yakni yang semula hanya dapat melakukan pencacahan kertas saja, dimodifikasi dan ditambahkan fungsi pencacah kartu dan CD/DVD. Berdasarkan perhitungan yang telah dilakukan maka dapat disimpulkan secara keseluruhan mesin pencacah yang didesain ini memiliki kapasitas total sebesar 54,3 kg/jam dengan catatan bahwa semua blade/pisau bekerja bersamaan dan jumlah kertas sekali operasi sebanyak 13 lembar. Mesin pencacah membutuhkan daya total sebesar 0,27 HP atau 200 watt. Setelah melalui perhitungan poros, diketahui poros yang didesain mampu menahan total gaya yang bekerja sebesar 771,49 N. Gaya yang bekerja ini adalah gaya akibat pembebanan ketika proses mencacah kertas. Diameter poros A sebesar 15 mm dan diameter poros B sebesar 8 mm. Tipe bearing yang digunakan untuk sistem transmisi ini adalah 6002 dan F608ZZ. Pada rangkaian sistem transmisi diketahui putaran

output dari sepasang poros A sebesar  $28,46 = 30$  rpm dan poros B sebesar  $40,1 = 40$  rpm.



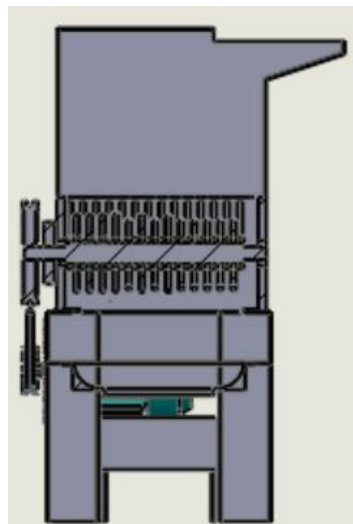
Gambar 2. 1 Mesin pencacah kertas(Kurniawan dkk., 2021)

Alves dkk.,(2017) membahas tentang studi & prosedur mendesain mesin penghancur kertas. Diantaranya yaitu untuk merumuskan studi tentang elemen yang berbeda dari mesin pencacah seperti mata potong, rangka, transmisi sistem, dll. Untuk merancang mesin yang akan menghasilkan bunyi bising dan getaran yang minim. Untuk membuat mesin yang akan menghancurkan 20 lembar kertas ukuran A4 sekaligus. Untuk menjaga biaya konstruksi serendah mungkin tanpa mengurangi hasil akhir. Hasilnya terlihat bahwa kertas terpotong dengan baik tetapi kertas yang tercacah ada yang menempel di pisau. Ini tidak memungkinkan untuk memasukan lembar lainnya. Jika lembar lain dimasukkan, mesin yang digunakan berhenti secara otomatis. Masalah ini dihilangkan dengan bantuan sebuah komponen yang disebut sebagai *Stripper Fingers*. Bentuknya mirip dengan tangan sisir. Jari-jari ini membatasi jalur kembalinya kertas. Sehingga pisau penghancur bersih dari kertas yang masih menempel dan tidak jatuh ke tempat penampung sampah.



Gambar 2. 2 Mesin penghancur kertas(Alves dkk., 2017)

Subhidin et al., (2020) Mesin ini menggunakan sistem *crusher* dan memiliki kapasitas 1500 g/menit, gaya potong pisau 108,864 N, torsi 8,16 Nm, daya pada motor 2,460 kW, torsi pada poros  $8,16 \times 10^3$  N.mm, daya rencana 3,69 kW, momen rencana 1247,94 kg.m, tegangan geser poros 0,09 kg/mm<sup>2</sup>, tegangan geser diizinkan 4,33 kg/mm<sup>2</sup>, kecepatan putar potong 6,03 m/s, kecepatan hasil pemotongan 361 m/min, kapasitas pemotongan 75 kg/jam, panjang belt 945,203 mm, kecepatan belt 3,46 m/s.



Gambar 2. 3 Mesin penghancur plastik (Subhidin dkk., 2020)

Dahlan dkk.,(2016) Mesin pengolah limbah kertas dan kain dengan kapasitas mesin *crusher* sebanyak 1200 gr/putaran, sebagai bahan baku eternit untuk meningkatkan kapasitas produksi industri eternit. Mesin pengolah limbah kertas dan kain sebagai bahan baku eternit, mempunyai kemampuan tenaga penggerak menggunakan motor listrik 6 PK, 3 phase putaran 1400 rpm, sehingga kapasitas maksimal mesin *crusher* sebesar 120 kg/jam.



Gambar 2. 4 Mesin penghancur kertas(Dahlan & Slamet, 2016)

## **2.2 Landasan Teori**

### **2.2.1 Definisi Sampah**

Sampah merupakan material sisa yang sudah tidak dipakai, tidak disenangi atau sesuatu yang harus dibuang, yang umumnya berasal dari kegiatan yang dilakukan oleh manusia tetapi bukan kegiatan biologis. Dalam berkegiatan, manusia memproduksi sampah. Karena semakin banyaknya sampah yang dihasilkan manusia perlu melakukan pengelolaan sampah, dengan tujuan mengubah sampah menjadi material yang memiliki nilai ekonomis atau mengolah sampah agar menjadi material yang tidak membahayakan bagi lingkungan hidup. (Fadhilah dkk., 2011)

### **2.2.2 Pengolahan Sampah**

Berikut adalah prinsip-prinsip yang bisa diterapkan dalam pengolahan sampah. Prinsip-prinsip ini dikenal dengan nama 5M (Nugroho, 2013), yaitu:

1. Mengurangi (*Reduce*)

Mengurangi penggunaan barang-barang habis pakai yang dapat menimbulkan sampah. Karena semakin banyak barang terbuang maka akan semakin banyak sampah.

#### 2. Menggunakan kembali (*Reuse*)

Mengusahakan untuk mencari barang-barang yang bisa dipakai kembali, dan menghindari pemakaian barang-barang yang sekali pakai guna memaksimalkan umur suatu barang.

#### 3. Mendaur ulang (*Recycle*)

Selain mencari barang yang dapat dipakai kembali, dapat pula mencari barang yang dapat didaur ulang. Sehingga barang tersebut dapat dimanfaatkan bukan menjadi sampah.

#### 4. Mengganti (*Replace*)

metode ini dapat dilakukan dengan melakukan pengamatan disekitar. Ganti barang sekali pakai dengan barang yang lebih tahan lama, serta menggunakan barang yang ramah lingkungan.

#### 5. Menghargai (*Respect*)

Metode ini menggunakan rasa kecintaan pada alam, sehingga akan menimbulkan sikap bijaksana sebelum memilih.

### **2.2.3 Perancangan**

Perancangan adalah merumuskan suatu rancangan dalam memenuhi kebutuhan manusia. Pada mulanya, suatu kebutuhan tertentu mungkin dengan mudah dapat diutarakan secara jelas. Sebelum sebuah produk dibuat terlebih dahulu dilakukan proses perancangan yang nantinya menghasilkan sebuah gambar sketsa atau gambar sederhana dari produk yang akan dibuat. (Shigley dkk, 1999)

Gambar sketsa yang sudah dibuat kemudian digambar kembali dengan aturan gambar sehingga dapat dimengerti oleh semua orang yang ikut terlibat dalam proses pembuatan produk tersebut. Gambar hasil perencanaan adalah hasil akhir dari proses perencanaan dan sebuah produk dibuat dengan gambar-gambar rancangannya, dalam hal ini dinamakan sebagai gambar kerja.

Perancangan merupakan suatu kegiatan awal dari suatu rangkaian kegiatan dalam proses pembuatan produk. Dalam pembuatan produk sangat diperlukan

suatu gambaran yang digunakan untuk dasar-dasar dalam melangkah atau bekerja. Gambaran ini dapat disajikan dalam bentuk diagram-diagram alir sebagai metode dalam perencanaan dan perancangan. Metode perencanaan dan perancangan memodifikasi dan merujuk dari metode perencanaan menurut Pahl dan Beitz. Sedangkan perancangan mesin berarti perencanaan dari sistem dan segala yang berkaitan dengan sifat mesin–mesin, produk, struktur, alat-alat, dan instrumen.

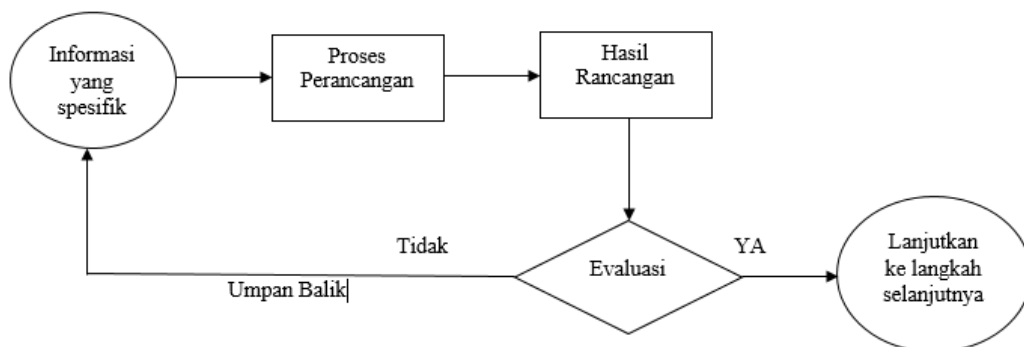
Perancangan produk adalah kegiatan awal dari suatu rangkaian kegiatan dalam proses pembuatan produk. Dalam tahap perancangan tersebut dibuat keputusan-keputusan penting yang mempengaruhi kegiatan-kegiatan lain yang menyusulnya. Diantara keputusan penting tersebut, termasuk keputusan yang membawa akibat apakah industri dalam negeri dapat berpartisipasi atau tidak dalam suatu pembangunan proyek. Dalam melaksanakan tugas merancang, perancang memakai dan memanfaatkan ilmu pengetahuan, ilmu dasar teknik, pengetahuan empirik, hasil-hasil penelitian, informasi dan teknologi, yang semuanya dalam versi perkembangan dan kemajuan mutakhir. Dalam bentuk yang paling sederhana, hasil rancangan dapat berupa sebuah sketsa atau gambar sederhana dari produk yang akan dibuat. Dalam hal si pembuat produk adalah si perancang sendiri, maka sketsa atau gambar yang dibuat cukup sederhana saja asalkan dapat dimengertinya sendiri. (Ruswandi, 2004)

Pada zaman modern ini, sebagian besar produk merupakan benda teknik yang rumit yang mempunyai banyak komponen dan pada umumnya sudah tidak dapat lagi dibuat oleh hanya satu orang saja. Gambar yang dibuat pun sudah tidak sederhana lagi tetapi cukup rumit dan harus dibuat dengan aturan dan cara menggambar yang jelas agar dapat dibaca dan dimengerti oleh semua orang yang terlibat dalam kegiatan pembuatan produk. Gambar hasil rancangan produk adalah hasil akhir proses perancangan dan sebuah produk barulah dapat dibuat setelah dibuat gambar-gambar rancangannya. Gambar adalah alat penghubung atau alat komunikasi antara perancang dan pembuat produk. Bahkan gambar adalah bahasa universal yang dipakai dalam kegiatan dan komunikasi antara orang-orang teknik.

Tentang gambar rancangan produk ini perlu dijelaskan beberapa hal berikut. Dalam bentuk tradisionalnya atau bentuk klasiknya, gambar rancangan

produk berupa informasi digital yang disimpan dalam memori komputer. Gambar digital tersebut dapat dikeluarkan dalam bentuk gambar pada kertas *hardcopy* menjadi gambar tradisional atau ditampilkan pada layar monitor sebuah komputer. Gambar digital tersebut dapat pula dibaca oleh sebuah *software* dan hasil bacaannya diteruskan ke alat pembuat produk. (Ruswandi, 2004)

Merancang adalah serangkaian proses yang dilakukan untuk memecahkan masalah yang dihadapi dengan mengubah suatu yang lama menjadi lebih baik atau membuat sesuatu yang baru. Dalam proses merancang ini tidak ada sesuatu ketentuan yang baku yang harus diikuti oleh setiap perancang. Setiap perancang akan memiliki prosesnya sendiri untuk mencapai tujuan. Secara umum proses perancangan dapat dilihat seperti Gambar 2.1 di bawah ini. (Ruswandi, 2004)



Gambar 2.5 Diagram Alir Proses Perancangan Secara Umum. (Ruswandi, 2004)

Banyak metode perancangan yang dikeluarkan oleh para perancang, maka proses yang selalu ada pada setiap metode perancangan dan bisa dikatakan proses yang umum yang dilakukan yaitu:

- a) Menyelidiki alternatif sistem yang bisa memenuhi spesifikasi yang diinginkan.
- b) Menformulasikan model matematika dari konsep sistem yang terbaik.
- c) Menjelaskan spesifikasi komponen untuk membuat komponen subsistem.
- d) Memilih material yang akan digunakan dalam pembuatan komponen.

#### 2.2.4 Mesin Penghancur Kertas

Mesin penghancur kertas merupakan sebuah alat bantu untuk menghancurkan sampah kertas atau kertas-kertas yang sudah kadaluawarsa. Dibandingkan dengan cara manual menggunakan tenaga manusia, menggunakan mesin penghancur kertas ini dapat lebih efisien. Mesin ini terdiri dari rangka, poros, transmisi, motor listrik, mata pisau.(Dwi Utomo Okta Priyana dkk., 2014)

#### 2.2.5 Pisau penghancur

Pisau penghancur atau *shredder* berfungsi untuk menghancurkan kertas menjadi serpihan-serpihan kertas kecil. Pisau terdiri dari dua macam pisau yaitu pisau gerak/rotor dan pisau diam/stator. Pisau gerak ada pada poros/as yang bergerak mengikuti arah putar poros/as atau shaft. Sedangkan pisau diam menempel pada bodi (*cover*) mesin.(Subhidin dkk., 2020)

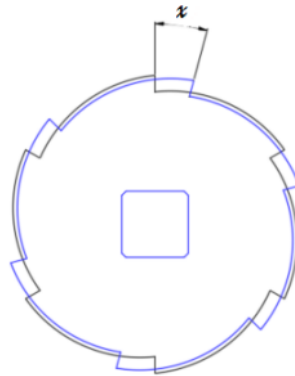
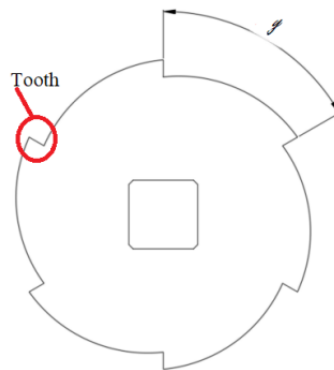
Untuk penerapan yang berbeda membutuhkan hasil penenghancuran (*shredded particles*) yang berbeda, beberapa diantaranya membutuhkan ukuran *shredded particles* yang besar, medium dan halus. Ukuran *shredded particles* tergantung dengan jarak pisau antar pisau dan sudut pisau, sedangkan *rate of shred* atau banyaknya *shredded particles* yang di hasilkan dalam per satuan waktu tergantung dari kecepatan rotasi pisau, sudut mata pisau dan banyaknya gigi pada pisau.

Untuk mendapatkan ukuran partikel yang konsisten, maka perlu memiliki keseragaman dalam hal-hal yang tercantum di bawah ini (Dattatraya Raut & Bhalgat, 2020) :

- 1) Jumlah gigi pada setiap bilah harus sama
- 2) Sudut pisau pemotong harus seragam di seluruh perakitan
- 3) Sudut gigi harus sama untuk setiap bilah.
- 4) Jarak bebas antar pisau harus sama di seluruh bagian perakitan.
- 5) Kecepatan putaran kedua poros harus sama.

Pada perancangan pisau, ukuran *cutter blade angle* yang digunakan secara umum di industri adalah 10 – 20 derajat serta jumlah gigi pada setiap pisau berjumlah 1 – 3 buah atau 9 – 12 buah. Untuk rumus perancangan yang digunakan adalah sebagai berikut :



Gambar 2. 6 *Cutter blade angle*Gambar 2. 7 *Teeth angle*

$$y = \frac{360}{z} \quad (2.1)$$

Dimana :

$y = \text{teeth angle}$

$x = \text{cutter blade angle } (10 - 20^\circ)$

$z = \text{jumlah gigi}$

### 2.2.6 Poros

Poros merupakan salah satu bagian yang terpenting dari setiap mesin. Hampir semua mesin meneruskan tenaga bersama-sama dengan putaran. Peranan utama dalam transmisi seperti itu dipegang oleh poros. Macam macam poros :

#### a. Poros Transmisi

Poros macam ini mendapat beban puntir murni atau puntir dan lentur. Daya ditransmisikan kepada poros ini melalui kopling, roda gigi, puli sabuk atau sproket rantai, dll.

#### b. Spindel

Poros transmisi yang relative pendek, seperti poros utama mesin perkakas, dimana beban utamanya berupa puntiran, disebut spindle. Syarat yang harus dipenuhi poros ini adalah deformasinya harus kecil dan bentuk serta ukurannya harus teliti.

c. Gandar

Poros seperti yang dipasang pada roda roda kereta barang, dimana tidak mendapat beban punter, bahkan kadang kadang tidak boleh berputar, disebut gandar. Gandar ini hanya mendapat beban lentur, kecuali jika digerakkan oleh penggerak mula akan mengalami beban punter juga.

d. Poros ( *Shaft* )

Poros yang ikut berputar untuk memindahkan daya dari mesin ke mekanisme yang digerakkan. Poros ini mendapat beban puntir murni dan lentur.

e. Poros Luwes ( *Flexible shaft* )

Poros yang berfungsi untuk memindahkan daya dari dua mekanisme, dimana putaran poros dapat membentuk sudut dengan poros lainnya, daya yang dipindahkan biasanya kecil

### 2.2.6.1 Hal-hal Penting dalam Perencanaan Poros

Untuk merencanakan sebuah poros, hal-hal berikut ini perlu diperhatikan :

1. Kekuatan poros

Suatu poros transmisi dapat mengalami beban puntir atau lentur atau gabungan antara puntir dan lentur seperti telah diutarakan di atas. Juga ada poros yang mendapat beban tarik atau tekan seperti poros baling-baling kapal atau turbin, dll. Kelelahan, tumbukan atau pengaruh konsentrasi tegangan bila diameter poros diperkecil (poros bertangga) atau bila poros mempunyai alur pasak, harus diperhatikan. Sebuah poros harus direncanakan hingga cukup kuat untuk menahan beban-beban diatas.

2. Kekakuan poros

Meskipun sebuah poros mempunyai kekuatan yang cukup tetapi jika lenturan puntirannya terlalu besar akan mengakibatkan ketidak-telitian (pada mesin perkakas) atau getaran dan suara (misalnya pada turbin dan kotak roda

gigi). Karena itu, disamping kekuatan poros, kekakuannya juga diperhatikan dan disesuaikan dengan macam mesin yang akan dilayani poros tersebut.

### 3. Putaran kritis.

Jika putaran mesin dinaikkan dan menimbulkan getaran yang cukup besar maka getaran itu disebut putaran kritis. Oleh sebab itu maka poros harus direncanakan sedemikian rupa sehingga putaran poros lebih rendah dari putaran kritis.

### 4. Korosi

Bahan – bahan anti korosi harus dipilih untuk propeller dan pompa bila terjadi kontak dengan media yang korosif. Demikian pula untuk poros yang terjadi kavitasi pada poros mesin yang berhenti lama. (Sularso & Suga, 2008)

Berikut ini adalah rumus perencanaan poros yang akan digunakan pada mesin pencacah kertas :

#### a. Daya rencana

$$P_d = F_c \cdot P \quad (2.2)$$

Keterangan :

$P_d$  = Daya rencana (kW)

$F_c$  = Faktor koreksi

$P$  = Daya nominal motor listrik (kW)

#### b. Momen puntir rencana

$$T = 9,74 \cdot 10^5 \times \frac{Pd}{n1} \quad (2.3)$$

Dimana:

$T$  = Momen puntir (kg.mm)

$Pd$  = Daya rencana (kW)

$n1$  = Putaran (rpm)

#### c. Tegangan geser izin

$$\tau a = \frac{\sigma B}{sf1 \times sf2} \quad (2.4)$$

Di mana:

$\sigma B$  = Tegangan tarik poros (kg/mm<sup>2</sup>)

$\tau$  = Tegangan geser izin (kg/mm<sup>2</sup> )

$sf1$  = Faktor keamanan (6,0)

$sf2$  = Faktor keamanan (1,3 – 3,0)

d. Mencari diameter poros

$$d_s \geq \left[ \frac{5,1}{\tau_a} \sqrt{(K_m M)^2 + (K_t T)^2} \right]^{\frac{1}{3}} \quad (2.5)$$

Dimana:

$d_s$  = diameter poros [mm]

$\tau_a$  = tegangan geser yang diizinkan [kg/mm ]

$K_t$  = Faktor koreksi momen lentur

$K_m$  = Faktor Koreksi momen puntir

$T$  = momen rencana [kg·mm]

### 2.2.7 Proses Produksi

Proses produksi diartikan sebagai suatu cara, metode dan teknik bagaimana sesungguhnya sumber-sumber (tenaga kerja, mesin, bahan dan dana) yang ada diubah untuk memperoleh suatu hasil. Produksi adalah kegiatan untuk menciptakan atau menambah kegunaan barang atau jasa. Proses juga diartikan sebagai cara, metode ataupun teknik bagaimana produksi itu dilaksanakan. Produksi adalah kegiatan untuk menciptakan dengan menambah kegunaan (*utility*) suatu barang dan jasa. (Rochim, 2007)

### 2.2.8 Proses Bubut

Proses bubut adalah proses pemesinan untuk menghasilkan bagian-bagian mesin berbentuk silindris yang dikerjakan dengan menggunakan mesin bubut. Prinsip dasarnya dapat didefinisikan sebagai proses pemesinan permukaan luar benda silindris atau bubut rata. (Widarto, 2008)

Berikut rumus perhitungan proses bubut untuk mengetahui waktu pembubutan pada material (Rochim, 2007) :

a. Kecepatan potong

$$V_c = \frac{\pi \times d \times n}{1000} \quad (2.6)$$

Dimana

$V_c$  = kecepatan potong (m/menit)

$n$  = putaran spindel (rpm)

$d$  = diameter benda kerja (mm) =  $(d_o + d_m) / 2$

$d_o$  = diameter awal (mm)

$d_m$  = diameter akhir (mm)

b. Kecepatan makan

$$V_f = f \times n \quad (2.7)$$

Dimana :

$V_f$  = kecepatan makan (mm/menit)

$f$  = gerak makan (mm/putaran)

$n$  = putaran spindel (rpm)

c. Waktu pemotongan

$$t_c = \frac{lt}{V_f} \quad (2.8)$$

Dimana :

$t_c$  = waktu pemotongan (menit)

$V_f$  = kecepatan makan (mm/menit)

$l_t$  = panjang pemesinan (mm) =  $l_v + l_w + l_n$

$l_v$  = panjang langkah awal pemotongan (mm)

$l_w$  = panjang pemotongan benda kerja (mm)

$l_n$  = panjang langkah akhir pemotongan (mm)

### 2.2.9 Proses Produksi

Proses produksi diartikan sebagai suatu cara, metode dan teknik bagaimana sesungguhnya sumber-sumber (tenaga kerja, mesin, bahan dan dana) yang ada diubah untuk memperoleh suatu hasil. Produksi adalah kegiatan untuk menciptakan atau menambah kegunaan barang atau jasa. Proses juga diartikan sebagai cara, metode ataupun teknik bagaimana produksi itu dilaksanakan. Produksi adalah kegiatan untuk menciptakan dengan menambah kegunaan (utility) suatu barang dan jasa (Rochim., 2007).

### 2.2.10 Proses Pemotongan

Proses pemotongan adalah proses yang paling dasar dilakukan, baik pada awal proses ataupun akhir proses. Dalam proses pemotongan ini dilakukan dengan menggunakan mesin gergaji potong.

Mesin gergaji potong merupakan mesin yang digunakan untuk memotong benda kerja dengan tujuan tertentu. Prinsip kerja mesin gergaji adalah pisau gergaji bergerak maju dan mundur, ketika bersentuhan dengan benda kerja akan terjadi pengikisan.



Gambar 2. 8 Mesin gergaji potong

Berikut rumus perhitungan pemotongan untuk mengetahui perkiraan waktu pemotongan material:

1. Waktu total pemotongan

$$T = \frac{T_{\text{rata-rata}}}{A} \times I \quad (2.9)$$

$$T_c = T \times A \times I$$

$$= \frac{T_{\text{rata-rata}}}{A} \times A \times I$$

$$T_c = T_{\text{rata-rata}} \times I$$

Dimana :

$T_c$  = Waktu total pemotongan (detik)

$T_{\text{rata-rata}}$  = Waktu rata-rata (detik)

$I$  = Jumlah benda

### 2.2.11 Proses Frais

Mesin frais adalah mesin perkakas yang dalam kerja proses pemotongannya dengan menyayat atau memakan benda kerja menggunakan alat potong bermata banyak yang berputar. Pada saat alat potong berputar, giginya menyentuh permukaan benda kerja yang dijepit pada ragum meja frais sehingga terjadilah pemotongan atau penyayatan dengan kedalaman sesuai penyettingan sehingga

menjadi benda produksi sesuai dengan gambar kerja yang dikehendaki atau telah dibuat. Perhitungan pada proses frais dapat dituliskan dengan persamaan sebagai berikut. (Rochim, 2007)

1) Kecepatan potong (2.10)

$$v = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000}$$

Dimana :

V = Kecepatan potong (mm/min)

d = diameter pahat (mm)

2) Gerak makan per gigi

$$f_z = \frac{v_f}{(z \cdot n)} \quad (2.11)$$

Keterangan:

fz = gerak makan per gigi (mm/gigi)

Vf = kecepatan makan (mm/min)

z = jumlah gigi

n = putaran spindel (rpm)

3) Waktu pemotongan

$$t_c = \frac{l_t}{v_f} \quad (2.12)$$

Dimana :

tc = waktu pemotongan (menit)

lt = panjang pemesinan (mm)

### 2.2.12 Gambar Teknik

Gambar merupakan sebuah alat untuk menyatakan maksud dari seorang perancang. Gambar teknik sering disebut sebagai bahasa teknik atau bahasa untuk *engineer*. Adapun fungsi gambar adalah sebagai berikut (Sujianto, 2000) :

a. Penyampaian informasi

Gambar mempunyai tugas meneruskan maksud dari perancang dengan tepat kepada orang-orang yang bersangkutan, kepada perencanaan proses, pembuatan, pemeriksaan, perakitan.

b. Pengawetan, penyimpanan dan penggunaan keterangan.

Gambar merupakan data teknis yang sangat ampuh, dimana teknologi dari suatu perusahaan dipadatkan dan dikumpulkan.

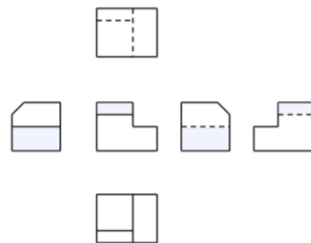
c. Cara-cara pemikiran dalam penyampaian informasi

Dalam perencanaan, konsep abstrak yang melintas dalam pikiran diwujudkan dalam bentuk gambar melalui proses. Masalah pertama-tama dianalisa dan disintesa dengan gambar. Kemudian gambarnya diteliti dan dievaluasi. Proses ini di ulang-ulang, sehingga dapat dihasilkan gambar-gambar yang sempurna.

Gambar teknik memiliki beberapa arah pandangan dalam proses menggambar yang disebut proyeksi. Adapun beberapa proyeksi dalam gambar teknik sebagai berikut :

a. Proyeksi Eropa

Proyeksi Eropa disebut juga proyeksi sudut pertama atau proyeksi kuadran I, Dapat dikatakan bahwa Proyeksi Eropa ini merupakan proyeksi yang letak bidangnya terbalik dengan arah pandangannya. Gambar 2.4 dibawah ini merupakan gambar tata letak proyeksi eropa seperti berikut :

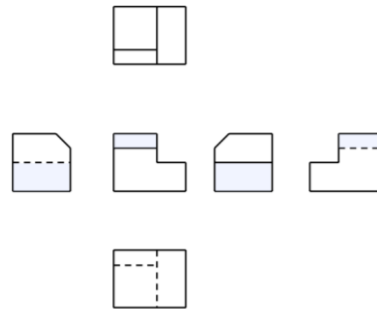


Gambar 2. 9 Tata letak proyeksi eropa (Anwari, 1997)

b. Proyeksi Amerika

Proyeksi Amerika dikatakan juga proyeksi sudut ketiga atau proyeksi kuadran III. Proyeksi Amerika merupakan proyeksi yang letak bidangnya sama dengan arah pandangannya. Gambar 2.5 dibawah ini merupakan gambar tata letak proyeksi eropa sebagai berikut :

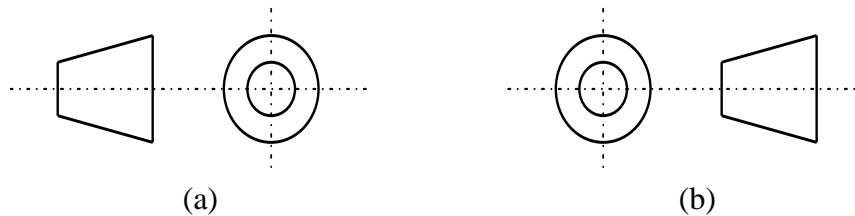




Gambar 2. 10 Tata letak proyeksi amerika (Anwari, 1997)

### c. Lambang Proyeksi

Untuk membedakan proyeksi Eropa dan proyeksi Amerika, perlu diberi lambang proyeksi. Dalam standar ISO, telah ditetapkan bahwa cara kedua proyeksi boleh dipergunakan. Dalam sebuah gambar tidak diperkenankan terdapat gambar dengan menggunakan kedua proyeksi secara bersamaan. Simbol proyeksi ditempatkan disisi kanan bawah kertas gambar. Gambar 2.6 dibawah ini merupakan lambang proyeksi eropa dan amerika seperti berikut :



Gambar 2. 11 (a) Simbol proyeksi eropa dan (b) Simbol proyeksi amerika  
(Anwari, 1997)

### 2.2.13 Solidworks

*Solidworks* adalah program *computer-aided design* (CAD) dan *computer-aided engineering* (CAE) yang dapat digunakan pada *Microsoft Windows* yang dibuat oleh perusahaan *Dassault Systemes*. *Solidworks* digunakan untuk merancang sebuah desain produk dari yang sederhana sampai kompleks seperti komponen permesinan atau susunan komponen yang berupa *assembling* dengan tampilan model solid 3D untuk merepresentasikan komponen sebelum dibuat dan tampilan 2D (*drawing*) untuk gambar dalam proses pemesinan. (Ruswandi, 2004)

#### a. Fungsi-fungsi *Solidworks*

*Solidworks* merupakan salah satu opsi diantara *software* desain lainnya seperti *catia*, *inventor*, *Autocad*, dan lain-lain. File dari *Solidworks* ini bisa diekspor ke *software* analisis semisal *Ansys*, *Flovent*, dan lain-lain. Desain yang telah dibuat juga bisa disimulasikan, dianalisis kekuatan dari desain secara sederhana, maupun dibuat animasinya

b. Tampilan *Solidworks*

Tampilan *software Solidworks* tidak jauh berbeda dengan *software* lain yang berjalan diatas windows, jadi tidak ada yang akan merasa aneh dengan tampilan dari *Solidworks*. Gambar 2.7 di bawah merupakan tampilan awal dari *Solidworks* seperti berikut :

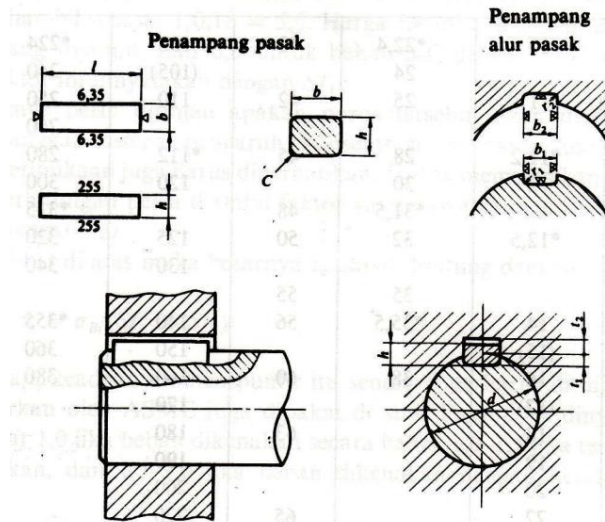


Gambar 2. 12 Tampilan awal Solidworks 2017 (Sumber: Dokumentasi pribadi)

*Solidworks* merupakan program yang digunakan dalam *computer-aided design* (CAD) dan *computer-aided engineering* (CAE) oleh perancang dalam mendesain suatu produk.

#### 2.2.14 Pasak

Pasak adalah suatu elemen mesin yang dipakai untuk menetapkan bagian- 18 bagian mesin seperti roda gigi, sproket, puli, kopling, dll pada poros. Ukuran dan bentuk standar pasak diberikan dalam tabel 1.8. Untuk pasak umumnya dipilih bahan yang mempunyai kekuatan tarik lebih dari 60 (Kg/mm<sup>2</sup> ), lebih kuat dari pada porosnya. Kadang-kadang sengaja dipilih bahan yang lemah untuk pasak, sehingga pasak akan lebih dahulu rusak daripada porosnya. Ini disebabkan harga pasak yang murah serta mudah menggantinya.



Gambar 2. 13 Ukuran pasak (Sularso & Suga, 2008)

Ukuran nominal pasak $b \times h$	Ukuran standar $b, b_1,$ dan $b_2$	Ukuran standar $h$		$C$	$l^*$	Ukuran Standar $t_1$	Ukuran standar $t_2$			$r_1$ dan $r_2$	Referensi	
		Pasak prismatis Pasak lurus	Pasak tirus				Pasak prismatis	Pasak lurus	Pasak tirus		Diameter poros yang dapat dipakai $d^{**}$	
2 x 2	2	2		0,16-0,25	6-20	1,2	1,0		0,5	0,08-0,16	Lebih dari	6-8
3 x 3	3	3			6-36	1,8	1,4		0,9		"	8-10
4 x 4	4	4			8-45	2,5	1,8		1,2		"	10-12
5 x 5	5	5			10-56	3,0	2,3		1,7		"	12-17
6 x 6	6	6			14-70	3,5	2,8		2,2		"	17-22
(7 x 7)	7	7	7,2	0,25-0,40	16-80	4,0	3,0	3,5	3,0	0,16-0,25	"	20-25
8 x 7	8	7			18-90	4,0	3,3		2,4		"	22-30
10 x 8	10	8			22-110	5,0	3,3		2,4		"	30-38
12 x 8	12	8			28-140	5,0	3,3		2,4		"	38-44
14 x 9	14	9			36-160	5,5	3,8		2,9		"	44-50
(15 x 10)	15	10	10,2	0,40-0,60	40-180	5,0	5,0	5,5	5,0	0,25-0,40	"	50-55
16 x 10	16	10			45-180	6,0	4,3		3,4		"	50-58
18 x 11	18	11			50-200	7,0	4,4		3,4		"	58-65
20 x 12	20	12			56-220	7,5	4,9		3,9		"	65-75
22 x 14	22	14			63-250	9,0	5,4		4,4		"	75-85
(24 x 16)	24	16	16,2	0,60-0,80	70-280	8,0	8,0	8,5	8,0	0,40-0,60	"	80-90
25 x 14	25	14			70-280	9,0	5,4		4,4		"	85-95
28 x 16	28	16			80-320	10,0	6,4		5,4		"	95-110
32 x 18	32	18			90-360	11,0	7,4		6,4		"	110-130

Gambar 2. 14 Tabel ukuran pasak (Sularso & Suga, 2008)