

## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI

#### 2.1. Tinjauan Pustaka

Indra (2020), telah melakukan rancang bangun dan pengujian dengan judul “Rancang Bangun dan Pengujian Kinerja Mesin Pemisah Isi Biji Buah Durian”. Pembuatan mesin pemisah isi biji buah durian ini berpedoman pada desain yang telah di buat sesuai dengan perhitungan terutama pada bagian transmisi. Transmisi yang digunakan pada mesin ini adalah transmisi puli dan sabuk-v. *Gearbox* digunakan untuk mengurangi kecepatan putaran mesin. Mesin ini memiliki kapasitas 20 kg/produksi dengan menggunakan mesin Robin EY 20 JD 5 HP dengan bahan bakar bensin yang mampu memperoleh kapasitas kerja mesin (KKM) sebesar 1 kg/menit dengan nilai rendemen pemisahan isi dan biji buah durian sebesar 87%.



**Gambar 2.1** Mesin Pemisah Isi dan Biji Buah Durian (Indra, 2020)

Surbakti (2020), telah melakukan pengujian pada mesin pemisah isi biji buah durian dengan judul “Uji Kinerja Alat Pemisah Daging dan Biji Durian (*Durio Zibethinus, Murr*)”. Hasil penelitian menunjukkan bahwa hasil kapasitas efektif alat terbesar dijumpai pada percobaan ketiga dengan hasil rata-rata sebesar 55,15 kg/jam, sedangkan hasil paling kecil dijumpai pada percobaan pertama dengan hasil rata-rata sebesar 7,27 kg/jam. Hasil rata-rata rendemen terbesar ditunjukkan oleh percobaan pertama dengan hasil sebesar 44,33% dan hasil rata-rata rendemen paling kecil pada percobaan kedua sebesar 41,33%. Biji lolos paling banyak pada percobaan ketiga sebesar 0,20 kg dan paling kecil pada percobaan pertama sebesar

0,03 kg. Biji tidak lolos paling besar pada percobaan pertama sebesar 1,5 kg dan paling kecil pada percobaan ketiga sebesar 1,35 kg.



**Gambar 2.2** Mesin Pemisah Isi dan Biji Buah Durian (Surbakti, 2020)

Situmorang (2019), telah melakukan rancang bangun dan pengujian pada mesin pemisah isi biji buah durian dengan judul “Rancang Bangun Alat Pemisah Biji dan Daging Durian (*Durio Zibethinus*)”. Alat ini dirancang dengan menggunakan motor listrik dengan daya 3/4 HP, 1325 rpm, sebagai sumber penggerak dan puli dan sabuk-v sebagai sistem transmisi dengan bantuan *gearbox* sebagai pengatur kecepatan putaran. Dari hasil penelitian alat ini memiliki kapasitas efektif sebesar 43,85 kg/jam dengan rendemen sebesar 45,66%.

## 2.2. Landasan Teori

### 2.2.1. Durian

Durian (*Durio zibethinus*, *Murr*) merupakan salah satu tanaman hasil perkebunan yang tinggal di hutan belantara beriklim panas (tropis). Pengembangan budidaya tanaman durian yang paling baik adalah di daerah dataran rendah sampai ketinggian 800 meter di atas permukaan laut dan keadaan iklim basah dengan suhu udara antara 25-32°C, kelembaban udara (RH) sekitar 50-80% dan intensitas cahaya matahari 45-50%. Bagian utama dari tanaman durian yang mempunyai nilai ekonomi yang cukup tinggi adalah buahnya. Buah yang telah matang selain enak dikonsumsi segar, juga dapat diolah lebih lanjut menjadi berbagai jenis makanan maupun pencampur minuman seperti dibuat kolak, bubur, keripik, dodol, tempoyak, atau penambah cita rasa *ice cream*. Disamping itu, buah durian mengandung gizi cukup tinggi dan komposisinya lengkap (Wiryanta, 2008).



**Gambar 2.3** Buah Durian (Surbakti, 2020)

### **2.2.2. Pemisahan**

Proses pemisahan biji atau ekstraksi biji merupakan kegiatan yang bertujuan untuk memisahkan biji dari daging buah, kulit biji, kulit buah, polong, tongkol, malai, dan sebagainya agar biji tersebut dapat digunakan untuk bahan tanaman yang memenuhi syarat. Ekstraksi biji diperlukan karena biasanya biji tidak dipanen secara langsung, biasanya pemanenan terhadap buahnya (Gultom, 2019).

### **2.2.3. Mesin pemisah daging buah dari biji durian**

Mesin pemisah daging buah dari biji durian merupakan mesin yang berfungsi untuk memisahkan daging durian dari bijinya sehingga daging durian bersih dari bijinya. Cara kerja mesin ini adalah dengan memutar buah durian dalam  *bowl*  yang mana sisi  *bowl*  tersebut terdapat celah-celah pengeluaran daging durian selama proses pemutaran berlangsung. Daging durian akan keluar melalui corong keluaran dan ditampung pada bak penampung, sedangkan biji durian tertinggal di dalam  *bowl* . Kemudian pada akhir proses, biji dikeluarkan melalui pintu keluaran biji.

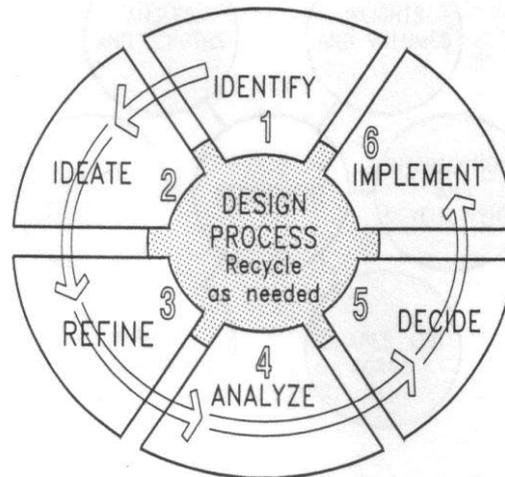
### **2.2.4. Perancangan**

Perancangan adalah suatu proses yang bertujuan untuk menganalisis, menilai memperbaiki dan menyusun suatu sistem, baik sistem fisik maupun non fisik yang optimum untuk waktu yang akan datang dengan memanfaatkan informasi yang ada. Adapun perancangan lainnya adalah tahapan perancangan ( *design* ) yang bertujuan untuk mendesain sistem baru yang dapat menyelesaikan masalah-masalah yang dihadapi untuk memperoleh pemilihan alternatif sistem yang terbaik (Nur dan Suyuti, 2017).

### **2.2.5. Metode Perancangan James H. Earle**

Sebelum sebuah produk dibuat terlebih dahulu dilakukan proses perancangan yang nantinya menghasilkan sebuah gambar sketsa atau gambar sederhana dari

produk yang akan dibuat. Metode perancangan yang digunakan dalam proses perancangan mesin pemisah daging buah dari biji durian adalah dengan menggunakan pendekatan metode perancangan James H. Earle.



**Gambar 2.4** Metode perancangan James H. Earle (Pujono, 2019)

Dari Gambar 2.4 dapat dijelaskan sebagai berikut :

1. Identifikasi masalah (*identify*)

Identifikasi masalah adalah kegiatan mengenal/mencari tahu suatu kebutuhan dan merupakan langkah awal ketika seorang perancang menyelesaikan suatu masalah. Pertama yang dilakukan adalah mengenal kebutuhan selanjutnya mengusulkan kriteria rancangan.

a. Daerah identifikasi masalah

Ada dua daerah identifikasi masalah yaitu mengenai pengenalan kebutuhan dan identifikasi kriteria. Pada rancang bangun ini untuk identifikasi masalahnya mengenai pengenalan kebutuhan. Untuk mengenal sebuah kebutuhan bisa di mulai dengan pengamatan sebuah masalah atau kerusakan pada produk ataupun dari sistem yang perlu diperbaiki, diantaranya yaitu:

- 1) Kelemahan rancangan
- 2) Kebutuhan akan solusi
- 3) Peluang pasar
- 4) Penyelesaian yang lebih baik

## b. Langkah Identifikasi Masalah

Langkah identifikasi masalah diperlukan untuk menetapkan tuntutan, keterbatasan, dan informasi pendukung yang lain tanpa terlibat dalam penyelesaian masalah. Langkah identifikasi masalah meliputi:

### 1) Mencari kedudukan masalah

Menggambarkan masalah untuk memulai proses berpikir.

### 2) Membuat daftar tuntutan

Merupakan daftar kondisi-kondisi yang harus perancang penuhi.

### 3) Membuat sketsa dan catatan

Sketsa merupakan ide desainer yang dituangkan dalam visual 2 dimensi atau 3 dimensi. Sketsa dibuat untuk ide yang disertai dengan catatan, sehingga ide ini nantinya dapat dipelajari dan dibicarakan bersama.

### 4) Mengumpulkan data

Kegiatan mengumpulkan data berdasarkan kecenderungan masyarakat, rancangan yang berhubungan, sifat fisik, laporan penjualan, mempelajari pasar.

## 2. Ide Awal

Ide awal merupakan tahapan pengumpulan ide sebanyak mungkin untuk menyelesaikan masalah. Dalam tahapan ini tidak ada batasan dalam berinovasi, mencoba, dan tantangan. Pada tahap selanjutnya dari proses desain, kebebasan kreatifitas dikurangi dan kebutuhan akan informasi semakin bertambah.

### 3. Perbaiki Ide

Perbaikan dari ide-ide rancangan awal merupakan permulaan dari kreativitas dan imajinasi yang tidak terbatas. Seseorang perancang harus memberikan pertimbangan utama pada fungsi dan kegunaannya. Diskusi merupakan jalur yang baik untuk mengumpulkan ide yang bagus. Sket kasar, catatan, dan komentar dapat menangkap dan mempertahankan persiapan ide untuk penyaringan lebih lanjut. Selanjutnya, persiapan ide yang baik dapat dipilih dengan penyaringan untuk menentukan yang terbaik.

### 4. Analisa Rancangan

Analisa rancangan adalah pengevaluasian dari sebuah rancangan yang didasarkan atas pemikiran objektif dan merupakan aplikasi teknologi. Analisa

rancangan merupakan langkah dimana ilmu pengetahuan digunakan dengan intensif untuk mengevaluasi desain terbaik dan membandingkan kelebihan setiap desain dengan membandingkan kelebihan dengan perhatian kepada biaya, kekuatan, fungsi, dan permintaan pasar. Analisa termasuk pengevaluasian dari :

a. Fungsi

Fungsi adalah karakteristik penting dari sebuah rancangan karena sebuah produk yang tidak berfungsi sebagaimana mestinya adalah sebuah kegagalan dari keistimewaan produk yang diinginkan.

b. Faktor manusia

Ergonomi adalah suatu rancangan dari produk dan cocok diperuntukan kepada orang-orang yang menggunakan rancangan produk tersebut. Keselamatan dan kenyamanan adalah hal yang penting untuk efisien, produktivitas, dan keuntungan. Oleh karena itu, perancang harus mempertimbangkan fisik, mental, keamanan, kebutuhan, emosional dari pengguna dan bagaimana memberikan kepuasan terbaik kepada mereka.

c. Pasar produk

Informasi pasar harusnya dikumpulkan untuk dipelajari mengenai kelompok usia, golongan pendapatan, dan lokasi geografis dari calon pembeli produk. Informasi ini membantu dalam perencanaan kampanye iklan untuk meraih konsumen potensial.

d. Spesifikasi fisik

Sepanjang langkah perbaikan, seorang perancang merincikan berbagai ukuran, seperti panjang, area, bentuk, dan sudut untuk produk. Selama tahapan analisa perancang menggunakan geometri produk dan material untuk menghitung ukuran bagian dan dimensi, berat, volume, kapasitas, kecepatan, jarak pengoperasian, pengepakan, dan kebutuhan penggapaian dan informasi sejenis.

e. Kekuatan

Kebanyakan analisa dalam perancangan suatu produk yang diperlukan adalah analisa kekuatan sebuah produk untuk menahan beban produk maksimum, menahan kejutan khusus, dan kepentingan menahan gerakan berulang.

#### f. Faktor ekonomi

Para perancang harus bersaing secara ekonomi untuk mempunyai sebuah kesempatan menjadi sukses. Oleh karena itu, sebelum mengeluarkan sebuah produk untuk diproduksi, seorang perancang harus menganalisa biaya produk tersebut dan memperkirakan batas keuntungan. Dua metode dari pemberian harga sebuah produk adalah perincian dan perbandingan harga.

#### g. Model

Model adalah bantuan yang efektif untuk menganalisa sebuah rancangan dalam tingkat akhir dari pengembangan model tersebut. Para perancang menggunakan model 3 dimensi untuk mempelajari sebuah proporsi produk, pengoperasian, ukuran, fungsi, dan daya guna. Tipe dari model yang sering digunakan adalah model konseptual, *mock-ups*, *prototype*, dan model *layout system*, model material, model skala, model *test*.

### 5. Keputusan

Setelah perancang menyusun analisa perbaikan dan pengembangan untuk beberapa desain, kemudian salah satu dari desain tersebut harus dipilih untuk diimplementasikan. Proses pengambilan keputusan untuk menentukan semua kesimpulan tentang penemuan-penemuan signifikan, keistimewaan, perkiraan-perkiraan dan rekomendasi-rekomendasi desain tersebut dimulai dengan presentasi dari perancang (tim perancang).

### 6. Implementasi

Implementasi adalah langkah terakhir dalam proses desain, dimana sebuah desain menjadi nyata. Perancang mendetailkan produk dalam gambar kerja dengan spesifikasi dan catatan untuk fabrikasi. Metode grafik sangat penting dalam proses implementasi, karena semua produk diproses berdasarkan gambar kerja dan spesifikasinya. Implementasi juga melibatkan pengemasan, pergudangan, distribusi, dan penjualan hasil produk.

#### a. Gambar kerja

Gambar kerja dengan pandangan ortografik, dimensi-dimensi dan beberapa catatan menggambarkan bagaimana caranya membuat suatu bagian dari produk. Pengoperasian secara tepat dari gambar kerja dapat memastikan hasil produk akan

dapat diidentifikasi apabila instruksi-instruksi di dalam gambar diikuti, tanpa memperhatikan tempat dimana produk tersebut dibuat.

b. Spesifikasi

Spesifikasi adalah catatan-catatan dan instruksi-instruksi tertulis yang mendukung informasi yang ditunjukkan dalam gambar-gambar tersebut. Spesifikasi mungkin saja dipersiapkan sebagai dokumen-dokumen yang dibuat secara terpisah yang mendukung/menyertai gambar-gambar atau berdiri sendiri manakala gambaran grafik tidak diperlukan.

c. Gambar rakitan

Gambar rakitan mengilustrasikan bagaimana bagian-bagian tunggal apabila disatukan untuk menjadikannya produk akhir. Gambar rakitan dapat digambarkan dengan gambar 3 dimensi atau pandangan ortografik dalam keadaan terakit penuh, benar-benar terpisah atau sebagian terpisah (Pujono, 2019).

### **2.2.6. Gambar teknik**

Gambar merupakan sebuah alat untuk menyatakan maksud dari seorang perancang. Oleh karena itu, gambar sering disebut juga sebagai “bahasa teknik”. Fungsi gambar adalah sebagai bahasa teknik dan pola informasi. Selain itu, fungsi gambar teknik digolongkan dalam tiga golongan, yaitu penyampaian informasi, pengawetan, penyimpanan, dan penggunaan keterangan, serta cara-cara pemikiran dalam penyiapan informasi (G. Takeshi Sato, 2008).

### **2.2.7. Solidworks**

*Solidworks* adalah salah satu *software* CAD 2D dan 3D yang sangat mudah digunakan (*easy to use*). *Software* tersebut adalah *software* Automasi Desain yang berbasis *parametric* yang akan memudahkan penggunaanya dalam mengedit file-file gambar yang sudah dibuat. Dengan *solidworks* mendesain gambar menjadi sangat intuitif. *Software* ini banyak digunakan oleh para mahasiswa, *designer*, *engineer*, dan para profesional untuk membuat gambar *part* dan *assembly*. Selain itu, *solidworks* juga biasa digunakan untuk membuat gambar sederhana maupun gambar-gambar yang kompleks atau rumit (Prabowo, 2009).



**Gambar 2.5** Tampilan *user interface* pada *solidworks*

*Solidworks* menyediakan 3 *template* utama, yaitu:

a. *Part*

*Part* adalah sebuah *object* 3D yang terbentuk dari *feature-feature*. Sebuah *part* bisa menjadi sebuah komponen pada suatu *assembly*, dan juga bisa digambarkan dalam 2D pada sebuah *drawing*. *Extention* file untuk *part Solidworks* adalah SLDPRT.

b. *Assembly*

*Assembly* adalah sebuah dokumen *part* yang disatukan/dipasangkan menjadi satu-kesatuan. *Extention* file untuk *part Solidworks* adalah SLDASM.

c. *Drawing*

*Drawing* adalah sebuah *template* yang digunakan untuk membuat gambar kerja 2D/3D, dari *single component (part)* maupun *assembly* yang sudah dibuat. *Extention* file untuk *part Solidworks* adalah SLDDRW.

### 2.2.8. Motor listrik

Motor AC adalah sebuah motor penggerak *Alternating Current* atau arus bolak balik (AC). Umumnya, motor AC terdiri dari dua komponen utama, yaitu stator dan rotor. Stator adalah bagian yang diam dan letaknya berada di luar dan mempunyai coil yang di aliri oleh arus listrik bolak balik dan nantinya akan menghasilkan medan magnet yang berputar. Rotor adalah bagian yang berputar dan letaknya berada di dalam (di sebelah dalam stator) dan bisa bergerak karena adanya torsi yang bekerja pada poros yang dihasilkan oleh medan magnet yang berputar (Parsa, 2018).



**Gambar 2.6** Motor listrik AC (Parsa, 2018)

Berikut rumus menghitung kebutuhan daya motor penggerak yang digunakan untuk menggerakkan sistem transmisi pada mesin (Mott, 2009):

- a) Menghitung torsi

$$T = F \cdot r \quad (2.1)$$

Dimana:

$$T = \text{torsi} \quad (\text{N.m})$$

$$F = \text{gaya} \quad (\text{N})$$

$$r = \text{jari-jari} \quad (\text{m})$$

- b) Menghitung kecepatan sudut

$$\omega = \frac{2\pi n}{60} \quad (2.2)$$

Dimana:

$$\omega = \text{kecepatan sudut} \quad (\text{rad/detik})$$

$$\pi = \text{konstanta}$$

$$n = \text{putaran poros yang digerakkan (rpm)}$$

- c) Daya yang berputar

$$P = T \cdot \omega \quad (2.3)$$

Dimana:

$$T = \text{torsi} \quad (\text{N.m})$$

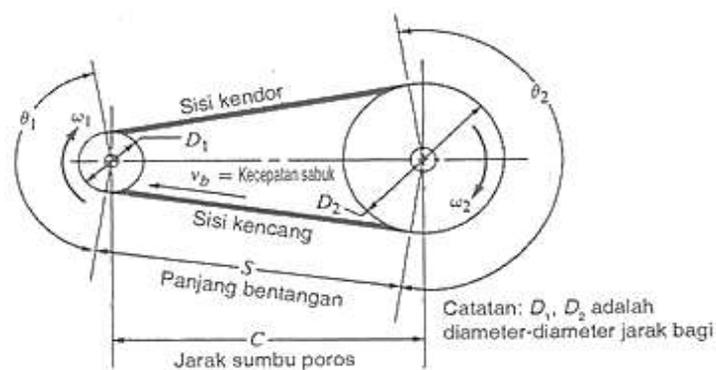
$$P = \text{daya penggerak (Watt)}$$

$$\omega = \text{kecepatan sudut (rad/detik)}$$

### 2.2.9. Puli dan sabuk-v

Sabuk adalah elemen transmisi daya yang fleksibel yang dipasang secara ketat pada puli atau cakra. Puli kecil dipasang pada poros yang berkecepatan tinggi,

seperti poros motor listrik, sedangkan puli besar dipasang pada mesin yang akan digerakkan. Sabuk dirancang untuk mengitari dua puli tanpa slip dan dipasang dengan menempatkannya mengitari dua puli setelah jarak pusat antara keduanya. Kemudian kedua puli digeser menjauh sampai sabuk memiliki tegangan tarik awal yang cukup tinggi. Ketika sabuk memindahkan daya, gesekan menyebabkan sabuk mencekram puli penggerak, sehingga menaikkan tegangan tarik pada satu sisi, yang disebut sisi kencang. Gaya tarik pada sabuk menimbulkan gaya tangensial pada poros yang digerakkan, sehingga menghasilkan gaya torsi pada puli yang digerakkan (Mott, 2009).



**Gambar 2.7** Dasar-dasar geometri transmisi sabuk (Mott, 2009)

Berikut rumus dan tahapan perhitungan puli dan sabuk-v untuk mengetahui spesifikasi komponen sistem transmisi mesin yang dibutuhkan (Mott, 2009):

- a) Menghitung daya rancangan

$$H_d = PK_l \quad (2.4)$$

Dimana:

$H_d$  = daya rancangan (HP)

$P$  = daya nominal motor (HP)

$K_l$  = faktor layanan

- b) Memilih jenis sabuk

Didasarkan pada diagram perbandingan antara daya rancangan dan putaran poros penggerak dapat dilihat pada lampiran.

- c) Memilih puli kecil

Diameter puli kecil yang disarankan dapat melihat tabel pada lampiran

d) Menghitung diameter puli besar

$$\frac{n_1}{n_2} = \frac{d_2}{d_1} \quad (2.5)$$

Dimana:

$n_1$  = putaran poros penggerak (rpm)

$n_2$  = putaran poros yang digerakkan (rpm)

$d_2$  = diameter puli besar (inchi)

$d_1$  = diameter puli kecil (inchi)

e) Menghitung putaran aktual poros yang digerakkan

$$\frac{n_1}{n_2} = \frac{d_2}{d_1} \quad (2.6)$$

Dimana:

$n_1$  = putaran poros penggerak (rpm)

$n_2$  = putaran poros yang digerakkan (rpm)

$d_2$  = diameter puli besar (inchi)

$d_1$  = diameter puli kecil (inchi)

f) Periksa kecepatan sabuk

$$v_b = \frac{\pi \cdot d_1 \cdot n_1}{12} \quad (2.7)$$

Dimana:

$v_b$  = kecepatan linier sabuk-v (ft/menit)

$\pi$  = konstanta

$d$  = diameter puli terkecil (inchi)

$n_1$  = putaran puli terkecil (rpm)

g) Menghitung panjang sabuk

$$L = 2C_s + 1,57(d_2 + d_1) + \frac{(d_2 - d_1)^2}{4C_s} \quad (2.8)$$

Dimana:

$L$  = panjang sabuk (inchi)

$d_1$  = diameter puli kecil (inchi)

$d_2$  = diameter puli besar (inchi)

$C_s$  = jarak antar sumbu poros ( $d_2 < C_s < (d_2 + d_1)$ ), inchi)

h) Menghitung jarak antar sumbu poros sementara

$$C_S = d_2 < C_S < (d_2 + d_1) \quad (2.9)$$

Dimana:

$d_1$  = diameter puli kecil (inchi)

$d_2$  = diameter puli besar (inchi)

$C_S$  = jarak antar sumbu poros (inchi)

i) Menghitung jarak antar sumbu poros aktual

$$C = \frac{B + \sqrt{B^2 - 32(d_2 - d_1)^2}}{16} \quad (2.10)$$

$$B = 4L - 6,28(d_2 + d_1)$$

Dimana:

$C$  = jarak antar sumbu poros aktual (inchi)

$d_1$  = diameter puli kecil (inchi)

$d_2$  = diameter puli besar (inchi)

j) Menghitung transmisi daya per sabuk

$$H_a = K_1 K_2 H_{tab} \quad (2.11)$$

Dimana:

$H_a$  = transmisi daya per sabuk (HP/sabuk)

$K_1$  = sudut kontak puli terhadap sabuk-v (°)

$K_2$  = faktor koreksi panjang sabuk-v

$H_{tab}$  = rating daya sabuk-v

k) Menghitung jumlah sabuk-v

$$N_b \geq \frac{H_d}{H_a} \quad (2.12)$$

Dimana:

$H_d$  = daya rancangan (HP)

$H_a$  = transmisi daya per sabuk (HP/sabuk)

l) Menghitung sudut kontak puli

$$\theta_1 = 180^\circ - 2 \sin^{-1} \left[ \frac{D_2 - D_1}{2C} \right] \quad (2.13)$$

$$\theta_2 = 180^\circ + 2 \sin^{-1} \left[ \frac{D_2 - D_1}{2C} \right]$$

Dimana:

$\theta_1$  = sudut kontak puli motor penggerak ( $^\circ$ )

$\theta_2$  = sudut kontak puli poros ( $^\circ$ )

$D_1$  = diameter puli kecil (inchi)

$D_2$  = diameter puli besar (inchi)

### 2.2.10. Poros

Poros adalah suatu komponen alat mekanis yang menransmisikan gerak berputar dan daya. Poros merupakan satu kesatuan dari suatu sistem mekanis yang mentransmisikan daya dari penggerak utama, misalnya motor listrik atau motor bakar, ke bagian lain yang berputar dari sistem. Poros bisa menerima beban lenturan, beban tarikan, beban tekan atau beban puntiran yang bekerja sendiri-sendiri atau berupa gabungan satu dengan lainnya (Mott, 2009). Berikut rumus dan tahapan perhitungan poros untuk komponen sistem trasmisi mesin yang dibutuhkan (Khurmi, 2005):

- a) Menentukan material

Dapat dilihat dari tabel sifat-sifat material pada lampiran.

- b) Menghitung tegangan tarik ijin

$$\sigma_a = 0,36\sigma_u \quad (2.14)$$

Dimana:

$\sigma_a$  = tegangan tarik ijin ( $\text{N/mm}^2$ )

$\sigma_u$  = ultimate tensile strength dari material yang akan digunakan ( $\text{kg/mm}^2$ )

- c) Menghitung tegangan geser ijin

$$\tau_a = 0,18\sigma_u \quad (2.15)$$

Dimana:

$\tau_a$  = tegangan geser ijin ( $\text{N/mm}^2$ )

$\sigma_u$  = ultimate tensile strength dari material yang akan digunakan ( $\text{kg/mm}^2$ )

- d) Menghitung momen

$$M = F \cdot d \quad (2.16)$$

Dimana:

$M$  = momen (N.m)

$F$  = gaya (N)

$d$  = jarak (m)

e) Menghitung total momen lentur

$$\Sigma M = M_A + M_B + M_C \quad (2.17)$$

Dimana:

$\Sigma M$  = Total momen lentur (N.m)

$M_A$  = Momen lentur pada posisi A (N.m)

$M_B$  = Momen lentur pada posisi B (N.m)

$M_C$  = Momen lentur pada posisi C (N.m)

f) Menghitung torsi

$$T = \frac{P}{\omega} \quad (2.18)$$

Dimana:

$T$  = torsi (N.m)

$P$  = daya penggerak (watt)

$\omega$  = kecepatan sudut (rad/detik)

g) Menghitung kecepatan sudut

$$\omega = \frac{2\pi n}{60} \quad (2.19)$$

Dimana:

$\omega$  = kecepatan sudut (rad/detik)

$\pi$  = konstanta

$n$  = putaran poros penggerak (rpm)

h) Menghitung gaya tarik sabuk

$$F_t = \frac{T}{r} \quad (2.20)$$

Dimana:

$F_t$  = gaya tarik sabuk (N)

$T$  = torsi (N.m)

$r$  = jari-jari pengaduk (m)

- i) Menghitung torsi ekuivalen gabungan

$$T_e = \sqrt{(K_m \times M)^2 + (K_t \times T)^2} \quad (2.21)$$

Dimana:

$T_e$  = torsi ekuivalen gabungan (N.m)

$K_m$  = faktor kombinasi kejut dan fatik untuk bending momen

$K_t$  = faktor kombinasi kejut dan fatik untuk torsi

$M$  = momen lentur terbesar yang bekerja pada poros (N.m)

$T$  = Torsi yang bekerja pada poros (N.m)

- j) Menghitung momen ekuivalen gabungan

$$M_e = \frac{1}{2} [(K_m \times M) + T_e] \quad (2.22)$$

Dimana:

$M_e$  = momen ekuivalen gabungan (N.m)

$T_e$  = torsi ekuivalen gabungan (N.m)

$K_m$  = faktor kombinasi kejut dan fatik untuk bending momen

$M$  = momen lentur terbesar yang bekerja pada poros (N.m)

- k) Menghitung diameter poros berdasarkan torsi ekuivalen

$$d_T = \left( \frac{16T_e}{\pi\tau_a} \right)^{1/3} \quad (2.23)$$

Dimana:

$d_T$  = diameter poros pejal (mm)

$T_e$  = torsi ekuivalen gabungan (N.mm)

$\tau_a$  = tegangan geser ijin (N/mm<sup>2</sup>)

$\pi$  = konstanta

- l) Menghitung diameter poros berdasarkan momen ekuivalen

$$d_M = \left( \frac{32M_e}{\pi\sigma_a} \right)^{1/3} \quad (2.24)$$

Dimana:

$d_M$  = diameter poros pejal (mm)

$M_e$  = momen ekuivalen gabungan (N.mm)

$\sigma_a$  = tegangan tarik ijin (N/mm<sup>2</sup>)

$\pi$  = konstanta

m) Membandingkan diameter

$$d_M: D_T \text{ (diambil nilai yang paling besar)} \quad (2.25)$$

Dimana:

$d_M$  = diameter poros pejal berdasarkan momen ekuivalen (mm)

$d_T$  = diameter poros pejal berdasarkan torsi ekuivalen (mm)

### 2.2.11. Pasak

Pasak adalah sebuah komponen pemesinan yang ditempatkan diantara poros dan naf elemen pemindah daya. Pasak dapat dilepas untuk pemasangan dan pelepasan sistem poros. Pasak dipasang pada alur aksial yang dibuat pada poros yang disebut *keyseat* (Mott, 2009).



**Gambar 2.8** Pasak ([www.driv-lok.com](http://www.driv-lok.com))

Berikut rumus dan tahapan perhitungan pasak yang dibutuhkan (Mott, 2009):

a) Menentukan tinggi dan lebar pasak

Dapat ditentukan dengan melihat tabel ukuran pasak berdasarkan diameter pada lampiran.

b) Pemilihan jenis material

Dapat ditentukan dengan melihat tabel material pasak pada lampiran.

c) Menghitung tegangan geser ijin

$$\tau_d = \frac{0,5S_y}{N} \quad (2.26)$$

Dimana:

$\tau_d$  = tegangan geser ijin (MPa)

$S_y$  = *yield strength material* (MPa)

$N$  = faktor perancangan (*design factor*)

- d) Menghitung tegangan tekan ijin

$$\sigma_d = \frac{S_y}{N} \quad (2.27)$$

Dimana:

$\sigma_d$  = tegangan geser ijin (MPa)

$S_y$  = *yield strength material* (MPa)

$N$  = faktor perancangan (*design factor*)

- e) Menghitung panjang minimum pasak berdasarkan tegangan geser ijin

$$L_{min} = \frac{2T}{\tau_d DW} \quad (2.28)$$

Dimana:

$L_{min}$  = panjang minimum pasak (mm)

$T$  = torsi (N.mm)

$\tau_d$  = tegangan geser ijin (MPa)

$D$  = diameter poros (mm)

$W$  = lebar pasak (mm)

- f) Menghitung panjang minimum pasak berdasarkan tegangan tekan ijin

$$L_{min} = \frac{4T}{\sigma_d DH} \quad (2.29)$$

Dimana:

$L_{min}$  = panjang minimum pasak (mm)

$T$  = torsi (N.mm)

$\sigma_d$  = tegangan tekan ijin (MPa)

$D$  = diameter poros (mm)

$H$  = tinggi pasak (mm)

- g) Menghitung panjang minimum pasak (jika material pasak paling lemah)

$$L_{min} = \frac{4TN}{DWS_y} \quad (2.30)$$

Dimana:

$L_{min}$  = panjang minimum pasak (mm)

$T$  = torsi (N.mm)

$D$  = diameter poros (mm)

$W$  = lebar pasak (mm)

$S_y = \text{yield strength material (MPa)}$

- h) Ambil nilai L minimal dari perhitungan panjang minimum pasak berdasarkan tegangan geser dan tekan

$$L_{\min}(\tau): L_{\min}(\sigma) \quad (2.31)$$

Dimana:

$L_{\min}(\tau) = \text{panjang minimum pasak berdasarkan tegangan geser (mm)}$

$L_{\min}(\sigma) = \text{panjang minimum pasak berdasarkan tegangan tekan (mm)}$

### 2.2.12. Bantalan

Bantalan gelinding (*bearing*) dipergunakan untuk menumpu sesuatu beban dengan tetap memberikan keleluasaan gerak relatif antara dua elemen dalam sebuah mesin. Jenis bantalan yang umum digunakan untuk menahan sebuah poros yang berputar, menahan beban radial murni atau gabungan beban radial dan aksial. Beberapa bantalan dirancang hanya untuk menahan beban aksial. Kebanyakan bantalan digunakan dalam banyak aplikasi yang berkaitan dengan gerakan berputar, tapi beberapa lainnya digunakan dalam aplikasi gerakan lurus (Mott, 2009).



**Gambar 2.9** Blok alas bantalan bola (Mott, 2009)

Berikut rumus dan tahapan perhitungan bantalan yang dibutuhkan (Mott, 2009):

- a) Menghitung reaksi di bantalan

Ambil reaksi terbesar dari perhitungan aksi reaksi.

- b) Menentukan umur rancangan bantalan

Ditentukan berdasarkan penggunaannya dapat dilihat dari tabel umur rancangan pada lampiran.

c) Menghitung jumlah putaran rancangan

$$L_d = hn60 \quad (2.32)$$

Dimana:

$L_d$  = jumlah putaran rancangan (putaran)

$h$  = umur rancangan (jam)

$n$  = putaran poros (rpm)

d) Menghitung beban dinamis

$$C = P_d \left( \frac{L_d}{10^6} \right)^{1/k} \quad (2.33)$$

Dimana:

$C$  = beban dinamis (kN)

$P_d$  = beban (reaksi) terbesar pada bantalan (kN)

$L_d$  = jumlah putaran rancangan (putaran)

$k$  = 3 untuk bantalan bola

= 3,33 untuk bantalan roll

e) Memilih bantalan berdasarkan diameter poros dan beban dinamis

Dapat ditentukan dengan melihat dari tabel bantalan pada lampiran

### 2.2.13. Proses produksi

Proses produksi adalah kegiatan untuk menciptakan atau menambah kegunaan suatu barang atau jasa dengan menggunakan faktor-faktor yang ada seperti tenaga kerja, mesin, bahan bakar, dan dana agar lebih bermanfaat bagi kebutuhan manusia. Selain itu, juga harus mempunyai beberapa pertimbangan tentang biaya yang dikeluarkan, karena adanya kegiatan produksi tersebut. Maka dari itu, dibutuhkan manajemen yang handal untuk mengolah proses produksi yang ada dalam perusahaan (Herawati dan Mulyani, 2016).

### 2.2.14. Proses pengukuran

Kegiatan mengukur dapat diartikan sebagai proses perbandingan suatu objek terhadap standar yang relevan dengan mengikuti peraturan-peraturan terkait dengan tujuan untuk dapat memberi gambaran yang jelas tentang objek ukurnya. Manfaat melakukan proses pengukuran, yaitu membuat gambaran melalui karakteristik suatu objek atau prosesnya, mengadakan komunikasi antar perancang, pelaksana

pembuatan, pengujian mutu, dan berbagai pihak yang terkait lainnya, memperkirakan hal-hal yang akan terjadi dan melakukan pengendalian agar sesuatu yang akan terjadi dapat sesuai dengan harapan perancang (Asmadi dan Suharno, 2012).

### 2.2.15. Proses bubut

Proses bubut merupakan salah satu proses dari berbagai macam proses pemesinan. Proses pemesinan sendiri adalah proses pemotongan logam yang bertujuan untuk mengubah bentuk suatu benda kerja dengan pahat potong yang dipasang pada mesin perkakas. Jadi, proses bubut dapat didefinisikan sebagai suatu proses pemesinan yang biasa dilakukan pada mesin bubut seperti menggunakan pahat bermata potong tunggal pada mesin bubut dan bergerak menyayat benda kerja yang berputar. Dalam hal ini pahat bermata tunggal adalah melakukan gerak potong dan gerak translasi pahat adalah gerak makan atau sayat (Rochim, 2007).



**Gambar 2.10** Mesin bubut standar (Parsa, 2018)

Berikut rumus perhitungan proses bubut guna mengetahui estimasi waktu produksi (Rochim, 2007):

a) Kecepatan potong

$$v = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000} \quad (2.34)$$

Dimana:

$v$  = kecepatan potong (m/menit)

$\pi$  = konstanta

$n$  = putaran spindel (rpm)

$d$  = diameter rata-rata (mm,  $d = \frac{d_0 + d_m}{2}$ )

$d_0$  = diameter awal (mm)

$d_m$  = diameter akhir (mm)

b) Kecepatan makan

$$v_f = f \cdot n \quad (2.35)$$

Dimana:

$v_f$  = kecepatan makan (mm/menit)

$f$  = gerak makan (mm/r)

$n$  = putaran spindel (rpm)

c) Waktu pemotongan

$$t_c = \frac{l_t}{v_f} \quad (2.36)$$

Dimana:

$t_c$  = waktu pemotongan (menit)

$l_t$  = panjang pembubutan (mm)

$v_f$  = kecepatan makan (mm/menit)

### 2.2.16. Proses freis

Proses freis adalah suatu proses pemesinan pada umumnya menghasilkan bentuk bidang datar bidang datar ini terbentuk karena pergerakan adanya kontak antara alat potong yang berputar pada *spindle* dengan benda kerja yang tercekam pada meja mesin. Mesin freis dapat menghasilkan beberapa bentukan-bentukan lain yang sesuai dengan tuntutan produksi, misal uliran, spiral, roda gigi, cam, *drum scale*, poros bintang, poros cacing, dan lain-lain (Rhomadan, 2018).



**Gambar 2.11** Mesin freis

Berikut rumus perhitungan proses freis guna mengetahui estimasi waktu produksi (Rochim, 2007):

a) Kecepatan potong

$$v = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000} \quad (2.37)$$

Dimana:

$v$  = kecepatan potong (m/menit)

$\pi$  = konstanta

$n$  = putaran spindel (rpm)

$d$  = diameter luar (mm)

b) Gerak makan per mata potong

$$f_z = \frac{v_f}{z \cdot n} \quad (2.38)$$

Dimana:

$f_z$  = gerak makan per gigi (mm/gigi)

$v_f$  = kecepatan makan (mm/menit)

$z$  = jumlah mata potong (gigi)

$n$  = putaran spindel (rpm)

c) Waktu pemotongan

$$t_c = \frac{l_t}{v_f} \quad (2.39)$$

Dimana:

$t_c$  = waktu pemotongan (menit)

$l_t$  = panjang pengefreisan (mm,  $l_t = l_v + l_w + l_n$ )

$l_v$  = panjang langkah awal pemotongan (mm)

$l_w$  = panjang pemotongan benda kerja (mm)

$l_n$  = panjang langkah akhir pemotongan (mm)

$l_n = d/2$ , untuk mengefreis tegak (mm)

$v_f$  = kecepatan makan (mm/menit)

### 2.2.17. Proses gurdi

Proses gurdi adalah proses permesinan yang paling sederhana diantara proses pemesinan lainnya. Biasanya proses ini dinamakan dengan proses bor, tetapi istilah ini kurang tepat. Proses gurdi yang dimaksudkan sebagai proses pembuatan lubang bulat menggunakan mata bor (*twist drill*). Sedangkan proses bor (*boring*) adalah

proses meluaskan dan memperbesar lubang yang dilakukan dengan menggunakan batang bor (*boring bar*) yang tidak hanya dilakukan pada mesin gurdi, tetapi bisa dengan mesin bubut dan mesin frais (Rochim, 2007).



**Gambar 2.12** Mesin gurdi

Berikut rumus perhitungan proses gurdi guna mengetahui estimasi waktu produksi (Rochim, 2007):

- a) Kecepatan potong

$$v = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000} \quad (2.40)$$

Dimana:

$v$  = kecepatan potong (m/menit)

$\pi$  = konstanta

$n$  = putaran spindel (rpm)

$d$  = diameter gurdi (mm)

- b) Gerak makan per mata potong

$$f_z = \frac{v_f}{z \cdot n} \quad (2.41)$$

Dimana:

$f_z$  = gerak makan per gigi (mm/gigi)

$v_f$  = kecepatan makan (mm/menit)

$z$  = jumlah mata potong (gigi)

$n$  = putaran spindel (rpm)

- c) Waktu pemotongan

$$t_c = \frac{l_t}{v_f} \quad (2.42)$$

Dimana:

$t_c$  = waktu pemotongan (menit)

$l_t$  = panjang penggurdian (mm,  $l_t = l_v + l_w + l_n$ )

$l_v$  = panjang langkah awal pemotongan (mm)

$l_w$  = panjang pemotongan benda kerja (mm)

$l_n$  = panjang langkah akhir pemotongan (mm)

$l_n = d/2 \tan k_r$  (mm)

$k_r$  = sudut potong utama ( $^\circ$ )

$v_f$  = kecepatan makan (mm/menit)

### 2.2.18. Proses perakitan

Perakitan adalah suatu proses penyusunan dan penyatuan beberapa bagian komponen menjadi suatu alat atau mesin yang mempunyai fungsi tertentu. Pada prinsipnya perakitan dalam proses manufaktur terdiri dari pemasangan semua bagian-bagian komponen menjadi suatu produk, proses pengencangan, proses inspeksi dan pengujian fungsional, pemberian nama atau label, pemisahan hasil perakitan yang baik dan hasil perakitan yang buruk, serta pengepakan dan penyiapan untuk pemakaian akhir (Akbaruddin, 2020).

### 2.2.19. Proses pengujian

Pengujian atau *testing* merupakan proses pengekseskusion untuk menemukan kesalahan-kesalahan yang terdapat di dalam sistem, kemudian dilakukan pembenahan. Tahap ini merupakan tahap yang penting dalam pengembangan sistem karena pada tahap ini merupakan tahapan untuk memastikan bahwa suatu sistem terbebas dari kesalahan. Penguji juga dilakukan dengan memerhatikan konsep pengembangan (Sommerville, 2001).