

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI**

#### **2.1 Tinjauan Pustaka**

Perancangan sistem penarik dan pemotong besi beton pada mesin pembuat begel merupakan hasil survei yang penulis lakukan dan tugas akhir yang sudah ada yang berhubungan dengan tugas akhir yang akan dilakukan.

Anzip, dkk (2018), melakukan penelitian yang berjudul Rancang Bangun Mesin Pembuat Sengkang Persegi Dengan Sistem Hidrolik. Berdasarkan hasil observasi yang telah dilakukan pada UKM pembuatan sengkang tulangan pondasi di kota Surabaya masih menggunakan cara manual. Baja tulangan dipotong sesuai ukuran yang dibutuhkan kemudian dilakukan proses bending secara bertahap sehingga menjadi sengkang. Proses tersebut selain membutuhkan tenaga manusia yang besar dan juga sengkang yang dihasilkan kurang seragam karena pada proses pembuatannya masih menggunakan perasaan. Untuk memperbaiki kelemahan-kelemahan tersebut maka akan dirancang mesin pembuat sengkang dengan sistem hidrolik sebagai pengganti proses bending dengan tenaga manusia yang dapat meningkatkan efisiensi tenaga dan sengkang yang dihasilkan seragam.

Safriana, dkk. (2021), melakukan penelitian Tugas Akhir yang berjudul Rancang Bangun Mesin Pembuat Begel Berdiameter 6 mm dengan sistem pneumatik. Metode penelitian yang digunakan dalam penelitian ini dimulai melalui proses perancangan desain mesin begel dengan menggambar mesin sesuai standar dengan menggunakan *software solidworks* dilanjutkan dengan pembuatan prototype mesin begel dengan sistem pneumatik yang memiliki dimensi  $1000 \times 875 \times 1032$  mm, dan melakukan perhitungan kapasitas mesin guna mengetahui kinerja mesin. Metode pelaksanaan dalam pembuatan mesin pembuat begel berdiameter 6mm dengan sistem pneumatik. Penarik pada mesin ini berupa roller yang berfungsi menggerakkan material ke arah penekuk untuk dilakukan pengerjaan berikutnya, pemotongan ataupun penekukan. Pemotong pada mesin ini berupa pisau beton berbentuk persegi yang dihubungkan dengan sebuah lengan

yang akan dikaitkan dengan silinder pneumatik yang berfungsi memotong material ketika telah tiba di akhir langkah pembentukan satu buah begel.

Rusman dan Wijaya (2021), melakukan penelitian yang berjudul Realisasi Mesin Pemotong Kawat Pada Pembuatan Senggang Berbasis Pneumatik. Dari penelitian yang telah dilakukan dengan mengubah mekanisme pemotongan langsung ke mekanisme dengan lengan dapat meningkatkan kekuatan pemotongan hingga kawat 5 mm. Penggunaan quick exhaust pada silinder pneumatik tidak memberikan kekuatan pemotongan yang signifikan, akan tetapi dapat mempercepat pergerakan silinder. Percobaan pemotongan kawat dengan tekanan 8 bar dan menggunakan quick exhaust belum mampu memotong kawat dengan diameter 6 mm meskipun secara perhitungan seharusnya kawat 6 mm dapat terpotong. Untuk gambar pemotong kawat bisa dilihat pada Gambar 2.1.



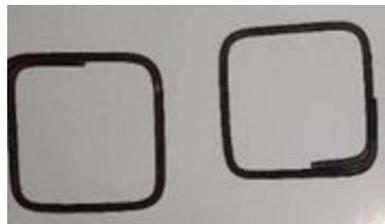
**Gambar 2. 1** Hasil pembuatan alat pemotong kawat kedua dengan penambahan *quick exhaust* (Rusman dan Wijaya. 2021)

Setelah penulis melakukan review terkait jurnal mesin pembuat begel dapat disimpulkan bahwa mesin pembuat begel yang akan dibuat terdapat 3 mekanisme yaitu : pengumpan, penekuk dan pemotong. Dari 3 mekanisme tersebut akan digerakan oleh *flywheel*. Untuk sumber penggeraknya sendiri menggunakan motor listrik AC (arus bolak-balik). Karena mesin yang akan dibuat memiliki beban yang berat sehingga untuk sistem transmisi menggunakan rantai dan *sprocket*.

## 2.2 Landasan Teori

### 2.2.1 Begel

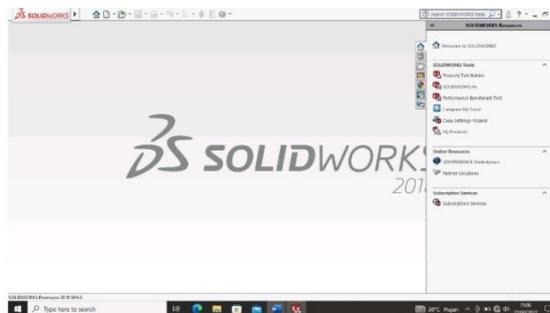
Begel (sengkang) adalah tulangan yang digunakan untuk menahan tegangan geser dan torsi dalam suatu komponen struktur, terbuat dari batang tulangan, kawat baja atau jaring kawat baja las polos atau ulir, berbentuk kaki tunggal atau dibengkokkan dalam bentuk L, U atau persegi dan dipasang tegak lurus atau membentuk sudut, terhadap tulangan longitudinal, dipakai pada komponen struktur lentur balok (Safriana, dkk. 2021). Berikut gambar begel pada Gambar 2.2.



**Gambar 2. 2** Begel (Safriana, E. dkk. 2021)

### 2.2.2 Solidworks

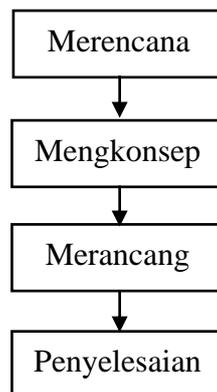
*Solidworks* adalah salah satu CAD *software* yang dibuat oleh *Dassault Systemes*. *Software Solidworks* digunakan untuk merancang *part* pemesinan atau susunan *part* pemesinan yang berupa *assembling* dengan tampilan 3D untuk merepresentasikan *part* sebelum *real part*-nya dibuat atau tampilan 2D (*drawing*) untuk gambar proses pemesinan (S Rahmat, 2019). Berikut gambar tampilan awal *Solidworks* pada gambar 2.3.



**Gambar 2. 3** Tampilan awal *solidworks*

### 2.2.3 Metode Perancangan VDI 2222

VDI merupakan singkatan dari *Verein Deutsche Ingenieuer* yang artinya Persatuan Insinyur Jerman. Perancangan menurut VDI 2222 lebih sederhana dan lebih singkat. Tahapan perancangan menurut VDI 2222 ditunjukkan pada Gambar 2. 4.



**Gambar 2. 4** Alur metode perancangan VDI 2222 (Pujono, 2019)

Perancangan menurut VDI 2222 lebih sederhana dan lebih singkat. Dari gambar 2.4 dapat dijelaskan sebagai berikut (Pujono, 2019) :

#### 1. Merencana

Yaitu merencanakan desain apa yang akan dibuat. Tahap ini berisi tentang masukan desain dan rencana realisasi desain tersebut. Tahapan ini sama dengan tahap input desain dan rencana desain.

#### 2. Mengkonsep

Memberikan sketsa dan spesifikasi teknis terhadap ide desain yang sudah ditetapkan.

#### 3. Merancang

Memberikan desain wujud dan desain rinci terhadap ide desain. Ide ini sudah melewati analisa, pemilihan dan penentuan ide desain.

#### 4. Penyelesaian

Melakukan *finishing* terhadap rancangan desain, dengan melakukan verifikasi terhadap konsumen/marketing dan menyiapkan dokumen untuk disampaikan kepada lini produksi.

### 2.2.4 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 (Sujiyanto, 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.

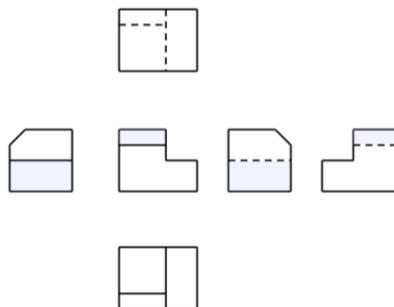
#### c. Cara-cara pemikiran dalam penyiapan informasi

Dalam perencanaan, konsep abstrak yang melintas dalam pikiran diwujudkan dalam bentuk gambar melalui proses pemikiran dari perencanaan dan gambar.

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

#### a. Proyeksi Eropa

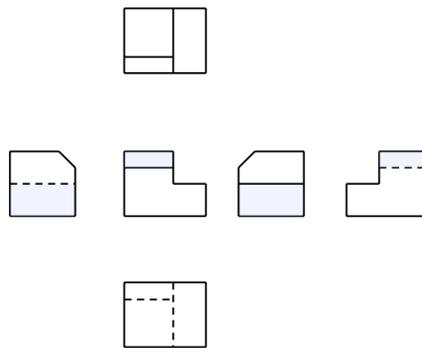
Proyeksi Eropa disebut juga proyeksi sudut pertama atau proyeksi kuadran I, Dapat dikatakan bahwa Proyeksi Eropa ini merupakan proyeksi yang letak bidangnya terbalik dengan arah pandangannya. Gambar 2.5 dibawah ini merupakan gambar tata letak proyeksi eropa seperti berikut :



**Gambar 2. 5** Tata letak proyeksi eropa (Anwari, 1997)

### b. Proyeksi Amerika

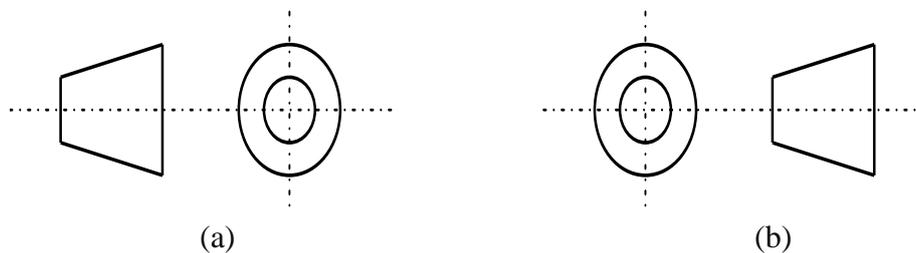
Proyeksi Amerika dikatakan juga proyeksi sudut ketiga atau proyeksi kuadran III. Proyeksi Amerika merupakan proyeksi yang letak bidangnya sama dengan arah pandangannya. Gambar 2.6 dibawah ini merupakan gambar tata letak proyeksi eropa sebagai berikut :



**Gambar 2. 6** 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 2.7 dibawah ini merupakan lambang proyeksi eropa dan amerika seperti berikut :

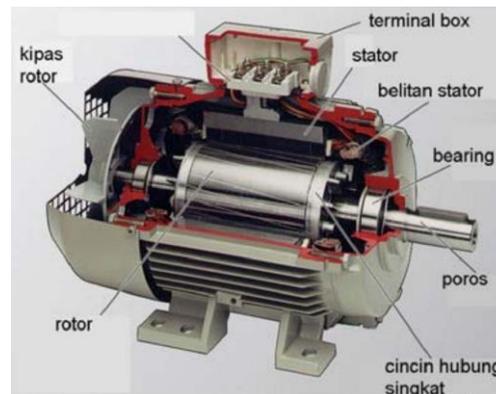


**Gambar 2. 7** (a) Simbol proyeksi eropa dan (b) Simbol proyeksi amerika  
(Anwari, 1997)

## 2.2.5 Komponen-komponen Elemen Mesin

### 1. Motor listrik

Motor listrik adalah alat untuk mengubah energi listrik menjadi energi mekanik. Adapun gambar motor listrik pada Gambar 2.8.



**Gambar 2. 8** Motor listrik (Siswoyo. 2008)

Berdasarkan sumber arus listrik yang dibutuhkan motor listrik dapat dibedakan menjadi 2 jenis yaitu (Bagja dkk, 2018) :

a. Motor listrik arus bolak-balik (AC)

Motor listrik arus bolak-balik menggunakan arus listrik yang membalikan arahnya secara teratur pada rentang waktu tertentu.

b. Motor listrik arus searah (DC)

Motor listrik arus searah adalah suatu mesin yang berfungsi mengubah tenaga listrik arus searah menjadi tenaga gerak, tenaga gerak tersebut berupa putaran dari rotor. Motor arus searah pada jaman dahulu (sebelum di kenal menghasilkan tenaga mekanik berupa kecepatan atau putaran).

Berikut ini merupakan rumus perhitungan daya yang akan digunakan pada mekanisme pengumpan begel sebagai berikut :

a. Perhitungan massa

$$\rho = \frac{m}{V} \quad (2.1)$$

Dimana :

$\rho$  = massa jenis baja ( $7850/m^3$ )

$V$  = volume ( $m^3$ )

$m = \text{massa (kg)}$

b. Perhitungan gaya

$$f_n = m \times g \quad (2.2)$$

Dimana :

$f_n = \text{gaya normal (N)}$

$g = \text{percepatan gravitasi (10m/s}^2\text{)}$

$m = \text{massa (kg)}$

c. Perhitungan gaya gesek

$$F = \mu_k \times f_n \quad (2.3)$$

Dimana :

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

$\mu_k = \text{koefisien gesekan}$

$f_n = \text{gaya normal (N)}$

d. Perhitungan daya

$$P = F \times V \quad (2.4)$$

Dimana :

$P = \text{daya (Kw)}$

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

$V = \text{kecepatan (m/s)}$

Berikut ini merupakan rumus perhitungan daya yang akan digunakan pada mekanisme pemotong begel sebagai berikut :

a. Perhitungan tegangan geser

$$\tau_a = \frac{\sigma_b}{(S_{f1} \times S_{f2})} \quad (2.5)$$

Dimana :

$\tau_a = \text{tegangan geser (kg/)}$

$\sigma_b = \text{kekuatan tarik (N/mm}^2\text{)}$

$S_{f1} = \text{faktor keamanan}$

$S_{f2} = \text{konsentrasi tegangan}$

b. Perhitungan gaya

$$F = \tau_a \times A \quad (2.6)$$

Dimana :

$F$  = gaya (N)

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

$A$  = luas penampang (mm<sup>2</sup>)

c. Perhitungan torsi

$$T = F \times I \quad (2.7)$$

Dimana :

$T$  = torsi (N.m)

$F$  = gaya (N)

$I$  = jarak (m)

d. Perhitungan kecepatan sudut (Mott, 2009)

$$\omega = \frac{2 \times \pi \times n}{60} \quad (2.8)$$

Dimana :

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

$n$  = putaran poros pemutar (rpm)

e. Perhitungan daya (Mott, 2009)

$$P = T \times \omega \quad (2.9)$$

Dimana :

$P$  = daya (kW)

$T$  = torsi (N.m)

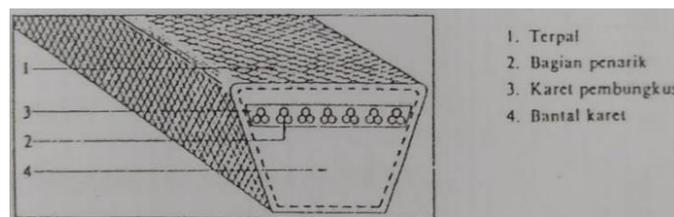
$\omega$  = kecepatan sudut (rad/s)

## 2. Pulley dan V-belt

*Pulley V-belt* merupakan salah satu elemen mesin yang berfungsi untuk mentransmisikan daya seperti halnya *sprocket* rantai dan roda gigi. Bentuk *pulley* adalah bulat dengan ketebalan tertentu, di tengah-tengah *pulley* terdapat lubang poros. *Pulley* pada umumnya dibuat dari besi cor kelabu FC 20 atau FC 30 dan ada pula yang terbuat dari baja. *Pulley* digunakan untuk mengubah arah gaya yang digunakan, meneruskan gerak rotasi, atau memindahkan beban yang berat. Fungsi dari *Pulley* untuk memindahkan daya, torsi dan kecepatan, serta dapat

memindahkan beban yang berat dengan variasi diameter yang berbeda (Sularso & Suga, 2008).

Sabuk adalah alat yang meneruskan daya dari satu poros ke poros yang lain melalui dua puli dengan kecepatan rotasi sama maupun berbeda. Sabuk-V terbuat dari karet dan mempunyai penampang trapesium. Tenunan teturon atau semacamnya digunakan sebagai inti sabuk untuk membawa tarikan yang besar. Sabuk-V dibelitkan di keliling alur puli yang berbentuk V pula. Bagian sabuk yang membelit ini mengalami lekungan sehingga bagian lebar dalamnya akan bertambah besar. Gaya gesekan juga akan bertambah karena pengaruh bentuk baji, yang akan menghasilkan transmisi daya yang besar pada tegangan yang relatif rendah. Hal ini merupakan keunggulan sabuk -V yang tertera pada Gambar 2.9 di bawah ini (Sularso & Suga, 2008).



**Gambar 2. 9** Kontruksi sabuk-V (Sularso dan Suga 2008)

Berikut ini merupakan rumus perhitungan *pulley* dan *v-belt* yang akan digunakan pada mesin pembuat begel, dapat menggunakan rumus persamaan berikut (Sularso & Suga, 2008) :

a. Perhitungan perbandingan *pulley*

$$\frac{n_1}{n_2} = \frac{D_p}{d_p} \quad (2.10)$$

Dimana :

$n_1$  = putaran poros pertama (rpm)

$n_2$  = putaran poros kedua (rpm)

$d_p$  = diameter *pulley* penggerak (mm)

$D_p$  = diameter *pulley* yang digerakkan (mm)

b. Perhitungan kecepatan linear sabuk

$$v = \frac{\pi \times d_p \times n_1}{60 \times 1000} \quad (2.11)$$

Dimana :

$v$  = kecepatan linear sabuk (m/s)

$d_p$  = diameter *pulley* penggerak (mm)

c. Perhitungan panjang sabuk

$$L = 2C + \frac{\pi}{2} (d_p + D_p) + \frac{1}{4 \times C} (D_p - d_p)^2 \quad (2.12)$$

Dimana :

$L$  = panjang sabuk (mm)

$C$  = panjang sumbu poros (mm)

$d_p$  = diameter *pulley* penggerak (mm)

$D_p$  = diameter *pulley* yang digerakkan (mm)

d. Perhitungan jarak sumbu poros ( $C$ )

$$C = \frac{b + \sqrt{b^2 - 8(D_p - d_p)^2}}{8} \quad (2.13)$$

Dimana :

$L$  = panjang sabuk (mm)

$d_p$  = diameter *pulley* penggerak (mm)

$D_p$  = diameter *pulley* yang digerakkan (mm)

e. Perhitungan sudut kontak *pulley*

$$\theta = 180^\circ - \frac{57(D_p - d_p)}{C} \quad (2.14)$$

Dimana :

$\theta$  = sudut kontak ( $^\circ$ )

$d_p$  = diameter *pulley* penggerak (mm)

$D_p$  = diameter *pulley* yang digerakkan (mm)

$C$  = jarak sumbu poros (mm)

f. Perhitungan gaya tarik sabuk

$$F = \frac{T}{r} \quad (2.15)$$

Dimana :

$F$  = gaya tarik sabuk (N)

$T$  = torsi pada poros (kg.mm)

$r$  = radius *pulley* (mm)

### 3. Gearbox

Dalam beberapa unit mesin memiliki sistem pemindah tenaga yaitu *reducer* yang berfungsi untuk menyalurkan tenaga atau daya mesin ke salah satu bagian mesin lainnya. Dalam perencanaan ini *reducer* yang digunakan sebagai penurunan dari putaran motor listrik ( $n_1$ ) dan *output reducer* ( $n_2$ ).

$$i = \frac{n_1}{n_2} \quad (2.16)$$

Dimana :

$i$  = perbandingan putaran reducer

$n_1$  = putaran *input* pada *reducer*

$n_2$  = putaran *output* pada *reducer*

### 4. Poros

Poros (*shaft*) adalah suatu bagian stasioner yang berputar, biasanya berpenampang bulat, di mana terpasang elemen-elemen seperti roda gigi, *pulley*, roda gila (*flywheel*), engkol, gigi jentera (*sprocket*) dan elemen pemindah daya lainnya. Poros bisa menerima beban-beban lenturan, tarikan, tekan, atau puntiran yang bekerja sendiri-sendiri atau berupa gabungan satu dengan lainnya.

Kata-kata “poros” mencakup berbagai variasi, seperti *as (axle)* dan gelondong (*spindle*). Sebuah *as (axle)* adalah poros, yang tidak mendapat beban puntir. Suatu poros berputar yang pendek sering disebut gelondong (*spindle*) (Joseph dan Larry, 1984).

Adapun langkah perancangan poros dengan pembebanan puntir murni sebagai berikut (Khurmi & Gupta, 2005):

- a. Menentukan jenis material dan kekuatan tarik material
- b. Menghitung tegangan tarik yang diijinkan ( $\sigma_a$ )

$$\sigma_a = 0,36 \sigma_u \quad (2.17)$$

Dimana :

$\sigma_u$  = kekuatan tarik dari material (kg/mm<sup>2</sup>).

- c. Menghitung tegangan geser yang diijinkan ( $\tau_a$ )

$$\tau_a = 0,18 \sigma_u \quad (2.18)$$

d. Perhitungan torsi

$$T = \frac{P \times 60}{2\pi \times n_2} \quad (2.19)$$

Dimana :

T = torsi (N.m)

P = daya rencana (kW)

$n_2$  = putaran poros (rpm)

e. Perhitungan torsi ekuivalen

$$T_e = \sqrt{(K_m + M)^2 + (K_t + T)^2} \quad (2.20)$$

Dimana :

$T_e$  = torsi ekuivalen (N.m)

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

$K_t$  = faktor kombinasi kejut dan fatik untuk momen puntir

M = momen (N.m)

T = torsi (N.m)

f. Perhitungan diameter poros berdasarkan torsi ekuivalen

$$d_T = \left( \frac{16 T_e}{\pi \tau_a} \right) \quad (2.21)$$

Dimana :

$d_T$  = diameter poros berdasarkan torsi (mm)

$T_e$  = torsi ekuivalen (N.mm)

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

g. Perhitungan momen ekuivalen

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

Dimana :

$M_e$  = torsi ekuivalen gabungan (Nm)

M = momen (N.m)

$T_e$  = torsi ekuivalen gabungan (Nm)

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

h. Perhitungan diameter poros berdasarkan momen ekuivalen

$$d_M = \left( \frac{32M_e}{\pi \sigma_a} \right)^{1/3} \quad (2.23)$$

Dimana :

$d_M$  = diameter poros berdasarkan torsi ekuivalen (mm)

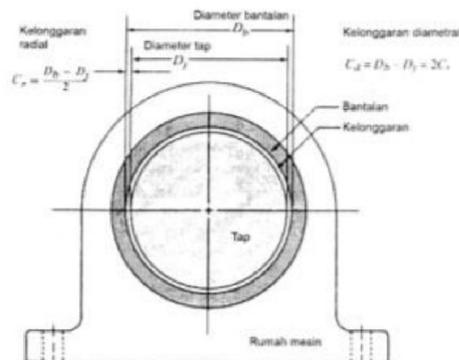
- i. Membandingkan diameter

$$(d_T) : (d_M) \quad (2.24)$$

Ambilah diameter poros dengan nilai ukuran terbesar.

### 5. Bantalan atau *Bearing*

Bantalan berfungsi untuk menopang suatu beban tetapi tetap memberikan kemungkinan terjadinya gerakan relatif di antara dua elemen dalam sebuah mesin. Bantalan merupakan elemen mesin yang menumpu poros sehingga putarannya dapat berlangsung dengan halus, aman dan berumur panjang. Prinsip kerja bantalan adalah memperkecil gesekan antara poros dengan penyangganya (Mott, 2009). Adapun gambar bantalan pada Gambar 2.10.



**Gambar 2. 10** Bantalan (Mott, 2009)

Perancangan bantalan dapat melalui tahapan sebagai berikut (Mott, 2009):

- Menentukan umur rancangan bantalan.
- Menghitung jumlah putaran rancangan

Jumlah putaran rancangan bantalan dapat dihitung dengan persamaan berikut :

$$L_d = h \times n \times 60 \quad (2.25)$$

Dimana :

$L_d$  = jumlah putaran rancangan (putaran)

$h$  = umur rancangan (jam)

$n$  = putaran poros (rpm)

c. Menghitung beban dinamis

Beban dinamis bantalan dapat dihitung menggunakan persamaan sebagai berikut :

$$C = P_d \times \left( \frac{L_d}{10^6} \right)^{\frac{1}{k}} \quad (2.26)$$

Dimana :

$C$  = beban dinamis (kN)

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

$L_d$  = jumlah putaran rancangan (putaran)

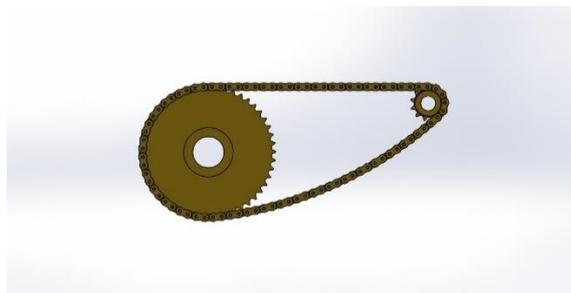
$k$  = 3 untuk bantalan bola

= 3,3 untuk bantalan rol

d. Memilih bantalan berdasarkan diameter poros dan beban dinamis.

## 6. Rantai dan *sprocket*

Rantai adalah elemen transmisi daya yang tersusun sebagai sebuah deretan penghubung dengan sambungan pena. Rancangan ini menyediakan fleksibilitas sehingga memungkinkan rantai mentransmisikan gaya tarik yang besar. Ketika mentransmisikan daya antara poros – poros yang berputar, rantai berhubungan terpadu dengan roda bergerigi yang disebut *sprocket* (Mott, 2009). Rantai dan *sprocket* dapat dilihat pada Gambar 2.11.



**Gambar 2. 11** Rantai dan *sprocket*

Perhitungan rantai dan *sprocket* dapat dilakukan menggunakan persamaan dibawah ini (Mott, 2009) :

a. Menghitung daya rancangan

Daya rancangan merupakan perkalian antara daya motor/penggerak dengan factor layanan :

$$H_d = P \times S_f \quad (2.27)$$

Dimana :

$H_d$  = daya rancangan (hp)

$P$  = daya nominal motor/penggerak (hp)

$S_f$  = faktor layanan untuk transmisi rantai

b. Memilih jumlah gigi dan *pitch sprocket* kecil

Pilih jumlah gigi pada tabel *horse power rating* berdasarkan data *input* berupa putaran pada *sprocket* (poros penggerak) dan daya rancangan.

c. Menghitung jumlah gigi *sprocket* besar

Jumlah gigi pada *sprocket* besar dapat dihitung dengan persamaan berikut:

$$\frac{n_1}{n_2} = \frac{N_2}{N_1} \quad (2.28)$$

Dimana:

$n_1$  = putaran poros penggerak (rpm)

$n_2$  = putaran poros yang digerakkan (rpm)

$N_1$  = jumlah gigi *sprocket* yang digerakkan (gigi)

$N_2$  = jumlah gigi *sprocket* penggerak (gigi)

d. Menghitung diameter jarak bagi *sprocket*

Diameter jarak bagi *sprocket* penggerak dan yang digerakkan dihitung dengan rumus :

$$D_1 = \frac{p}{\sin\left(\frac{180^\circ}{N_1}\right)} \quad (2.29)$$

$$D_2 = \frac{p}{\sin\left(\frac{180^\circ}{N_2}\right)} \quad (2.30)$$

Dimana :

$p$  = *pitch*/jarak bagi rantai (*inch*)

$D$  = Diameter jarak bagi *sprocket* (*inch*)

e. Menentukan jarak antar sumbu poros

Nilai jarak antar sumbu poros *sprocket* berkisar antara 30 – 50 kali jarak baginya. Jika jarak antar sumbu poros *sprocket* telah ditentukan sebelumnya

dalam satuan panjang (*inch*), maka nilai jarak antar sumbu poros *sprocket* adalah nilai jarak sumbu yang direncanakan  $\times$  *pitch* dalam satuan *inch*.

f. Menentukan panjang rantai

Panjang rantai dalam satuan kelipatan *pitch* (mata rantai) dihitung dengan rumus :

$$L_p = 2C + \frac{N_2 + N_1}{2} + \frac{(N_2 - N_1)^2}{4\pi^2 C} \quad (2.31)$$

$$L = L_p \times p \quad (2.32)$$

Dimana :

$L_p$  = Panjang rantai dalam kelipatan *pitch*, harus bulat dan genap

$L$  = Panjang rantai aktual (*inch*)

$p$  = *pitch* / jarak bagi (*inch*)

g. Menentukan jarak antar sumbu poros *sprocket* aktual

Jarak antar sumbu poros *sprocket* aktual dihitung dengan rumus :

$$C_p = \frac{1}{4} \left[ L_p - \left( \frac{N_2 + N_1}{2} \right) + \sqrt{\left( L_p - \frac{N_2 + N_1}{2} \right)^2 - \frac{8(N_2 - N_1)^2}{4\pi^2}} \right] \quad (2.33)$$

Dimana :

$C$  = jarak antar sumbu poros aktual (*inch*)

h. Menghitung gaya pada rantai

Gaya yang terjadi akibat tarikan pada sisi kancang rantai dihitung dengan rumus :

$$F = \frac{T}{r} \quad (2.34)$$

Dimana :

$F$  = gaya pada rantai (N)

$T$  = torsi (N.m)

$r$  = jari – jari sprocket penggerak (m)

### 2.2.6 Proses produksi

Proses diartikan sebagai cara, metode ataupun teknik bagaimana produksi itu dilaksanakan. Produksi adalah kegiatan untuk menciptakan dan menambah kegunaan (*utility*) suatu barang dan jasa.

Proses produksi adalah, cara metode ataupun menambah kegunaan suatu barang dan jasa dengan menggunakan faktor produksi yang ada. Produksi merupakan kegiatan untuk menciptakan atau menambah kegunaan suatu barang atau jasa dengan menggunakan faktor-faktor yang ada seperti tenaga kerja, mesin, bahan/material dan dana agar lebih bermanfaat bagi kebutuhan manusia.

### 2.2.6.1 Pengukuran

Proses pengukuran merupakan proses membandingkan ukuran (dimensi) dari benda kerja dengan gambar kerja (desain) yang telah dibuat sekaligus memberikan penandaan (marking) pada benda kerja sebelum benda kerja diproses. Tujuan dilakukan pengukuran salah satunya supaya benda kerja yang diproses memiliki ukuran (dimensi) yang sama dengan gambar kerja (desain) yang telah direncanakan. Alat yang digunakan contohnya yaitu jangka sorong dan meteran sebagai alat ukur, penitik dan penggores sebagai alat untuk memberikan penandaan (marking) (Widarto dkk, 2008). Berikut salah satu gambar alat ukur meteran *roll* dapat dilihat pada Gambar 2.12.



**Gambar 2. 12** *Roll* meter

### 2.2.6.2 Proses pemotongan

Proses pemotongan adalah proses memisahkan suatu bagian menjadi beberapa bagian sesuai dengan kebutuhan dan proses pembentukan material sesuai bentuk yang di butuhkan.

Berikut rumus perhitungan proses pemotongan untuk mengetahui waktu pemotongan pada material (Rochim 2007) :

- a. Perhitungan waktu per satuan luas

$$t = \frac{t_{rata-rata}}{A} \quad (2.29)$$

Dimana :

$t$  = Waktu per satuan luas (detik/cm<sup>2</sup>)

$t_{rata-rata}$  = Waktu rata-rata (detik)

$A$  = Luas penampang potong (cm<sup>2</sup>)

- b. Perhitungan waktu total pemotongan

$$t_c = t \times A \times n \quad (2.30)$$

Dimana :

$n$  = jumlah benda

### 2.2.6.3 Proses bubut

Proses bubut merupakan salah satu dari berbagai macam proses permesinan dimana proses permesinan 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 proses permesinan yang biasa dilakukan pada mesin bubut dimana pahat bermata potong tunggal pada mesin bubut bergerak memakan benda kerja yang berputar, dalam hal ini pahat bermata potong tunggal adalah gerak potong dan gerak translasi pahat adalah gerak makan (Rochim, 2007). Mesin bubut dapat dilihat pada Gambar 2.13.



**Gambar 2. 13** Mesin bubut

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

- a. Kecepatan potong

$$v_c = \frac{\pi \times d \times n}{1000} \quad (2.31)$$

Dimana :

$v_c$  = kecepatan potong (mm/menit)

$d$  = diameter pahat (mm)

$n$  = putaran spindle (rpm)

- b. Kecepatan makan

$$V_f = f \times n \quad (2.32)$$

Dimana :

$V_f$  = Kecepatan makan (m/menit)

$f$  = Gerak makan (mm/putaran)

- c. Waktu pemotongan

$$t_c = \frac{l_t}{V_f} \quad (2.33)$$

Dimana :

$V_f$  = kecepatan makan (mm/menit)

$l_t$  = panjang pemesinan (mm)

#### 2.2.6.4 Proses frais (*milling process*)

Proses frais adalah proses pengikisan suatu permukaan benda kerja dengan perkakas/pahat frais bermata jamak yang berputar. Mesin frais (*milling machine*) adalah suatu mesin perkakas yang digunakan untuk mengerjakan benda kerja dimana pisau atau pahat frais berputar pada poros utama mesin dan benda kerja dihantarkan ke pisau tersebut, baik dalam arah horizontal, melintang maupun vertikal. Pengefraisan biasanya dilakukan untuk membuat benda dengan dimensi balok dan kubus, serta dapat juga untuk membuat alur dan sudut (Widarto dkk, 2008). Berikut gambar mesin frais dapat dilihat pada Gambar 2.14.



**Gambar 2. 14** Mesin frais

Berikut rumus perhitungan proses frais untuk mengetahui waktu pengefraisan pada material (Rochim, 2007) :

g. Kecepatan potong

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

Dimana :

$V_c$  = kecepatan potong (m/menit)

$n$  = putaran spindel (rpm)

$d$  = diameter mata potong (mm)

h. Waktu pemotongan

$$t_c = \frac{I_t}{V_f} (I_t = I_v + I_w + I_n) \quad (2.35)$$

Dimana :

$t_c$  = waktu pemotongan (menit)

$V_f$  = kecepatan makan (mm/menit)

$I_t$  = panjang pemesinan (mm)

$I_v$  = panjang pengawalan (mm)  $1_v \geq 0$

$I_w$  = panjang pemotongan sesungguhnya (mm)  $1_v > 0$

$I_n$  = panjang pengakhiran (mm)  $1_n > d/2$

### 2.2.6.5 Proses gurdi

Proses gurdi adalah proses pemesinan yang paling sederhana diantara proses pemesinan lainnya. Biasanya di bengkel atau *workshop* proses ini dinamakan proses bor, walaupun istilah ini sebenarnya kurang tepat (Rochim,

2007). Adapun mesin gurdi yang dilakukan untuk membantu proses produksi mesin pembuat begel ditunjukkan pada Gambar 2.15.



**Gambar 2. 15** Mesin gurdi

Berikut rumus perhitungan proses gurdi untuk mengetahui waktu pengguridian pada material (Rochim 2007) :

- a. Perhitungan kecepatan potong

$$v = \frac{\pi \times d \times n}{1000} \quad (2.36)$$

Dimana:

$v$  = kecepatan potong (m/menit)

$d$  = diameter gurdi (mm)

- b. Perhitungan gerak makan per mata potong

$$f_s = \frac{V_f}{z \times n} \quad (2.37)$$

Dimana :

$f_s$  = gerak makan per mata potong (mm/putaran)

$V_f$  = kecepatan makan (mm/menit)

$n$  = putaran spindle (rpm)

$Z$  = jumlah gigi (mata potong)

- c. Perhitungan waktu pemotongan

$$t_c = \frac{l_t}{V_f} \quad (2.38)$$

Dimana :

$t_c$  = waktu pemotongan (menit)

$V_f$  = kecepatan makan (mm/menit)

$l_t$  = panjang pemesinan (mm)

$$= lv + lw + ln$$

$lv$  = panjang langkah awal pemotongan (mm)

$lw$  = panjang pemotongan benda kerja (mm)

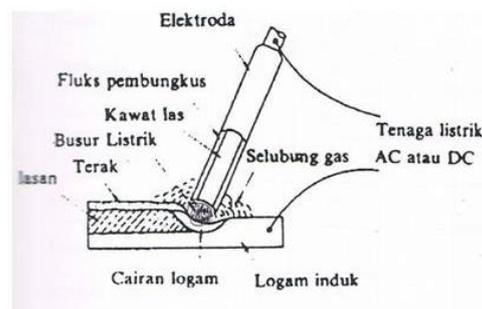
$ln$  = panjang langkah akhir pemotongan (mm)

$$= (d/2) / \tan kr ; \text{sudut potong utama} = \frac{1}{2} \text{ sudut}$$

### 2.2.6.6 Proses pengelasan

Pengelasan (*welding*) dapat didefinisikan sebagai Teknik penyambungan logam secara permanen dari dua buah komponen atau lebih dengan mencairkan logam induk dan logam pengisi. Pengelasan dilakukan dengan atau tanpa tekanan serta menggunakan atau tanpa menggunakan logam penambah (Wahyuningsih dan Saputra, 2022).

Adapun jenis las yang digunakan dalam proses penyambungan rangka adalah jenis las busur listrik dengan elektroda terbungkus. Las listrik dengan elektroda terbungkus merupakan cara pengelasan yang paling banyak digunakan. Pengelasan ini menggunakan kawat elektroda logam yang dibungkus dengan fluks. Dalam Gambar 2.16 dapat dilihat bahwa busur listrik terbentuk diantara logam induk dan ujung elektroda. Karena panas dari busur ini maka logam induk dan ujung elektroda tersebut mencair dan kemudian membeku bersama (Harsono dan Okumura, 2008).



**Gambar 2. 16** Las busur dengan elektroda terbungkus (Harsono dan Okumura, 2008)

Dalam las elektroda terbungkus, busurnya ditimbulkan dengan menggunakan listrik arus bolak balik (AC) atau listrik arus searah (DC). Penggunaan listrik AC lebih banyak digunakan karena pertimbangan harga,

mudah penggunaannya dan perawatan yang sederhana. Sementara itu, keunggulan penggunaan listrik DC adalah mantapnya busur yang ditimbulkan, sehingga sangat sesuai untuk pengelasan pelat-pelat yang amat tipis.

Berikut ini merupakan rumus perhitungan pengelasan yang akan digunakan untuk membuat rangka pada Mesin Pembuat Begel dan menyambungkan komponen :

- a. Perhitungan jumlah elektroda

$$G = \frac{\Sigma P}{P_k} \quad (2.39)$$

Dimana :

$G$  = Jumlah elektroda/bahan tambah (batang)

$\Sigma P$  = Total panjang pengelasan

$P_k$  = Panjang las per elektroda (mm/batang)

- b. Estimasi waktu pengelasan

$$t_p = G \times t \quad (2.40)$$

Dimana :

$t_p$  = Waktu pengelasan (menit)

$t$  = Waktu pengelasan per batang elektroda (menit)