

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Pengertian *Forging* (Penempaan)

Forging atau Penempaan adalah salah satu proses pembentukan logam dimana logam berubah bentuk secara plastis menjadi bentuk dan ukuran yang lain yang dilakukan secara konvensional atau dengan bantuan mesin tempa dengan suhu pengerjaan tertentu. (H.N Gupta, 2009)

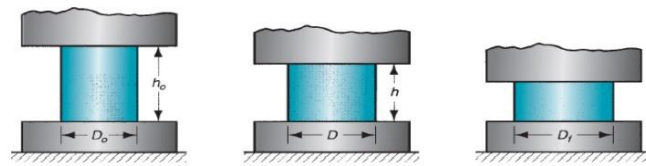
Dalam proses penempaan, logam dan paduan dideformasi menjadi bentuk yang ditentukan dengan penerapan pukulan berulang dari sebuah alat tempa atau palu. Biasanya dalam proses penempaan dilakukan pemanasan pada logam, meskipun terkadang penempaan juga dapat dilakukan dengan pengerjaan dingin. Bahan baku logam yang digunakan berupa sebuah potongan melintang bulat atau persegi dengan volume yang sedikit lebih besar dari volume komponen jadi atau hasil penempaan. (H.N Gupta, 2009)

2.2 Jenis- jenis *Forging* (Penempaan)

2.2.1. Penempaan berdasarkan jenis pembentukan benda kerja

1. *Open Die Forging*

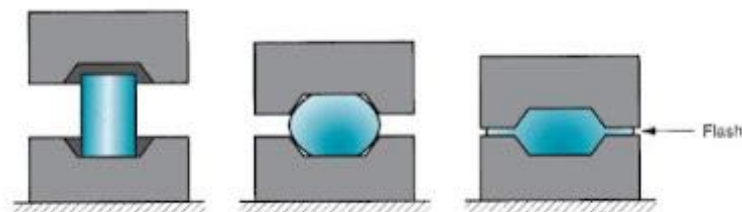
Dalam *open die forging* (penempaan cetakan terbuka), benda kerja dikompresi dua buah dua pelat datar sehingga memungkinkan logam mengalir tanpa ada pembatasan kearah samping relatif terhadap permukaan cetakan. Contoh paling sederhana dari *open die forging* adalah kompresi billet antara dua cetakan datar. Pada proses *open die forging* tinggi benda kerja akan berkurang karena tekanan yang diberikan sehingga diameter benda kerja menjadi bertambah. Dalam kondisi ideal, dimana tidak ada gesekan antara billet dan permukaan cetakan, maka akan terjadi deformasi homogen. dalam hal ini diameter bertambah secara seragam sepanjang ketinggiannya.



Gambar 2. 1 *open die forging*
(H.N Gupta, 2009)

2. *Closed die forging*

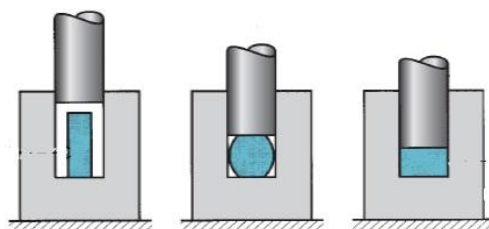
Dalam proses *closed die forging*, menggunakan cetakan dengan bentuk tertentu pada permukaannya. bentuk yang diberikan pada permukaan cetakan akan membatasi aliran logam secara signifikan. namun pada proses ini menghasilkan bahan di luar cetakan yang disebut flash yang akan dihilangkan pada proses permesinan.



Gambar 2. 2 *Closed die forging*
(H.N Gupta, 2009)

3. *Flashless forging*

Dalam penempaan tanpa flash (*flashless forging*), benda kerja yang ditempa sepenuhnya dibatasi didalam cetakan dan tidak ada flash yang dihasilkan. dalam penempaan flashless yang harus diperhatikan adalah volume benda kerja awal harus sama dengan ruang pada rongga cetakan dalam toleransi yang sangat dekat. jika ukuran awal billet terlalu besar, tekanan yang berlebihan akan menyebabkan kerusakan pada cetakan dan penekan. sedangkan jika ukuran billet terlalu kecil maka rongga cetakan tidak akan terisi sempurna.



Gambar 2. 3 *flashless forging*
(H.N Gupta, 2009)

2.2.2. Penempaan berdasarkan jenis alat tempa yang digunakan

1. *Forging hammer*

Forging hammer bekerja dengan menerapkan beban kejut pada benda kerja. proses ini sering kali dikenal dengan *drop hammer* karena caranya memberikan energi impact. Ketika cetakan atas mengenai benda kerja menyebabkan bagian tersebut mengikuti bentuk rongga cetakan. terkadang dibutuhkan beberapa pukulan untuk mencapai perubahan bentuk yang diinginkan.

Drop hammer diklasifikasikan menjadi dua jenis yaitu :

- a. *Gravity drop hammers*, yaitu jika energi yang dihasilkan oleh palu karena beban pada palu tersebut akibat gaya gravitasi. besar kecilnya beban kejut yang dihasilkan bergantung pada ketinggian posisi palu dan beban palu tersebut.
- b. *Power drop hammer*, yaitu beban kejut yang dihasilkan dengan menggunakan bantuan tekanan udara atau uap.

2. *Presses forging*

Presser forging adalah penempaan dengan gaya yang diberikan pada bilet tempa secara bertahap, dan tidak seperti gaya tumbukan. berdasarkan mekanismenya *presses forging* dibagi menjadi tiga jenis yaitu:

a. Tekanan mekanis

Dalam mekanisme ini, gerakan berputar dari motor pergerak diubah menjadi gerakan translasi pada penekan. proses mekanis beroperasi dengan cara eksentrik, engkol, atau penekan mekanis biasanya mencapai kekuatan yang sangat tinggi *knuckle joints* dibagian bawah pukulan mencapai kekuatan yang sangat tinggi di bagian bawah pukulan tempa (*buttom forging stroke*).

b. Tekanan hidrolis

Dalam mekanisme ini, piston digerakkan dengan menggunakan sistem hidrolis sehingga mekanisme untuk menggerakkan penekan.

c. Penekan sekrup

Dalam mekanisme ini, gaya diberikan dengan menggunakan mekanisme sekrup yang menggerakkan penekan secara vertikal. baik penggerak sekrup

maupun penggerak hidrolis beroperasi pada kecepatan penekanan yang relatif rendah.

2.3 Faktor Pemilihan Bahan

Pemilihan bahan sangatlah dalam pembuatan suatu alat rancang bangun. Adapun tujuan dari pemilihan bahan yang direncanakan dalam membuat rancang bangun dapat menekan estimasi biaya seefisien mungkin dalam setiap pembuatannya dan sebisa mungkin komponen yang digunakan dapat berfungsi dengan baik tanpa mengalami kehausan disetiap bagiannya.

Adapun hal pokok yang dapat diperhatikan dalam pemilihan bahan baku komponen suatu mesin sebagai berikut:

1. Fungsi bagian

Fungsi bagian yang dimaksud disini adalah fungsi dari setiap komponen yang direncanakan, dimanabahan yang akan digunakan harus kuat dan mampu menahan beban yang akan terjadi pada bagian tersebut.

2. Sifat mekanis bahan

Dalam perencanaan, kita harus mengetahui sifat mekanis bahan sehingga dapat mengetahui kemampuan dalam menerima beban, tegangan, gaya yang terjadi, dan lainnya. Sifat mekanis bahan berupa tarik, tegangan gesek, modulus elastisitas dan lain-lain.

3. Sifat fisis bahan

Untuk menentukan bahan apa yang akan digunakan kita juga harus mengetahui sifat-sifat fisis bahan. Sifat-sifat fisis bahan adalah kekasaran, ketahanan terhadap korosi, titik leleh, dan lain-lain.

4. Sifat teknis bahan

Kita juga harus mengetahui sifat-sifat teknis bahan agar kita dapat mengetahui apakah bahan yang dipilih dapat dikerjakan dengan permesinan atau tidak.

5. Mudah di dapat

Dalam memilih bahan kita juga harus memperhatikan apakah bahan yang kita pilih mudah di dapat di pasaran sehingga apa yang kita rencanakan dapat diselesaikan tepat waktu dan tidak mengalami kesulitan.

2.4 Komponen utama alat

Dalam penyusunan laporan akhir Rancang Bangun Alat Bantu proses Tempa Dengan Menggunakan Generator Penggerak Berkapasitas 1/2 Horse Power ini tentunya tak lepas dari rumus-rumus yang digunakan ataupun diaplikasikan ke rancang bangun tersebut yang tidak lain adalah rumus-rumus yang didapat dari mata kuliah kami sendiri sebagai mahasiswa teknik mesin politeknik negeri sriwijaya.

1. Motor penggerak

Motor penggerak biasanya menggunakan motor listrik atau motor bakar, dimana kedua motor tersebut memiliki keuntungan dan kerugian masing-masing.

a. DC (*direct current* atau searah)

Direct current adalah arus listrik yang arah alirannya selalu menjadi satu arah. Arus ini keluar dari kutub positif menuju kutub negatif tegangan DC. Arus DC dapat dihasilkan oleh sumber arus searah. Contoh sumber arus searah antara lain, elemen volta, elemen *daniel*, elemen *leclane*, dan akumulator(aki).

b. AC (*alternating current* atau arus bolak balik)

Alternating current adalah arus listrik yang arah alirannya senantiasa berbalik arah secara periodik. pembalikan arah arus secara periodik ini terjadi sangat cepat dalam bentuk frekuensi. Misalkan , frekuensi listrik pln sebesar 60hz, maksudnya dalam 1 detik terjadi pembalikan arah aliran arus bolak balik sebanyak 60 kali. Arus AC dihasilkan oleh sumber AC misalnya generator dan trafo.

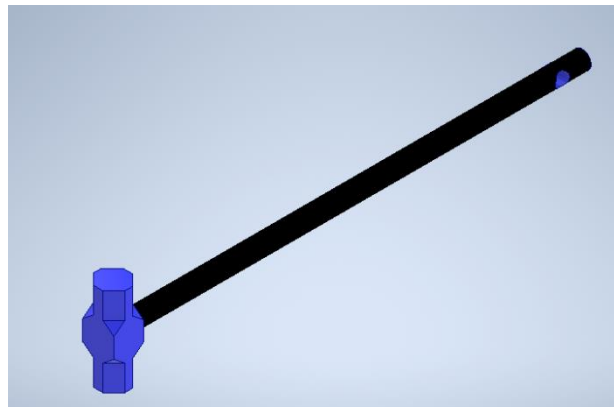
Dalam rancang bangun ini, penulis menggunakan motor penggerak jenis motor listrik dengan daya yang direncanakan adalah 1/2 HP dengan putaran 1400 rpm.



Gambar 2. 4 Motor penggerak
(Agus Prayitno Andreas, 2016)

2. *Hammer* 5 Kg

Hammer 5 Kg adalah salah satu komponen utama dalam dalam alat bantu forging ini. *Hammer* berfungsi sebagai penumbuk benda kerja atau juga pembentuk benda kerja yang sudah dipanaskan dan telah dibentuk sesuai dengan apa yang dibutuhkan.



Gambar 2. 5 *Hammer* 5 kg
(Keven,2023)

3. *Pulley* dan *V-Belt*

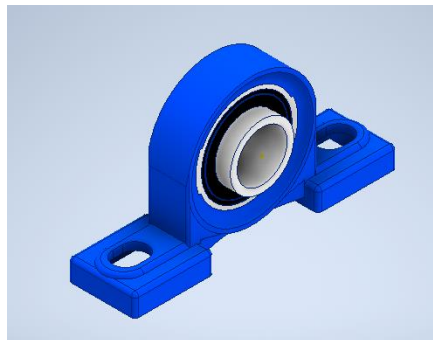
Pulley salah satu komponen yang berbentuk lingkaran berfungsi untuk mentransmisikan daya putaran antara dua poros input dan output putaran untuk memindahkan daya putaran, *Pulley* dilengkapi dengan sabuk atau *V-belt* sebagai penyambung antara kedua *pulley*.



Gambar 2. 6 *pulley* dengan sabuk atau *V- Belt*
(Djaja Halim, 2020)

4. *Bearing Shaft* 1 inch

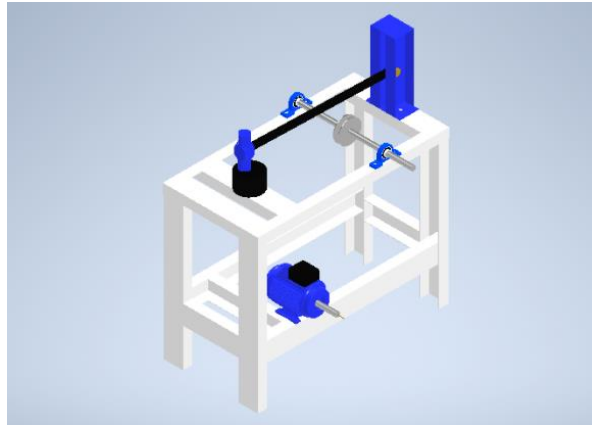
Bearing Shaft 1 inch salah satu komponen yang berfungsi untuk membuat gerakan sistem rotating antara *Pulley* dan Motor Penggerak. Selain itu komponen ini juga berfungsi sebagai penyeimbang motor penggerak. Komponen ini juga adalah tempat terpasangnya *pulley* ke motor penggerak.



Gambar 2. 7 *Bearing shaft* 1 inch
(Keven,2023)

5. Rangka

Rangka adalah konstruksi yang mampu menahan komponen lain yang berfungsi sebagai penopang dalam suatu rancang bangun mesin atau alat.



Gambar 2. 8 Rangka
(Keven,2023)

6. Landasan Pukul

Landasan pukul berfungsi untuk menahan beban pukulan dari palu atau hammer 5 kg ke benda kerja.

7. Poros Engkol atau *Flywheel*

Poros engkol atau *Flywheel* adalah perangkat utama dalam rancang bangun mesin tempa ini yang berputar untuk menggerakkan palu atau hammer secara otomatis.

8. Pegas atau Per

Pegas atau Per adalah benda yang bersifat elastis yang digunakan untuk menyimpan energi mekanis. Pegas yang digunakan pada mesin tempa ini berfungsi sebagai menyimpan energi mekanis dari putaran yang didapat antara kedua pulley ke Poros engkol.

9. Baut dan Mur

Baut dan Mur merupakan alat pengikat yang sangat penting untuk mencegah kecelakaan pada mesin ataupun rangka lainnya. Pemilihan baut dan mur sebagai alat pengikat harus dilakukan secara cermat untuk mendapatkan ukuran yang sesuai dengan yang dibutuhkan.

10. Kabel

Sebagai penghubung motor ke listrik agar motor dapat bergerak.

2.5 Gaya Pukul

Gaya pukul adalah gaya yang dihasilkan ketika sebuah objek atau benda terkena oleh pukulan atau tumbukan dari objek atau benda lain. Gaya pukul adalah

gaya kontak yang bekerja dalam waktu yang sangat singkat selama tumbukan, dan ukurannya tergantung pada seberapa kuat dan cepat tumbukan tersebut terjadi.

Gaya yang dihasilkan oleh alat bantu proses tempa ini adalah "gaya pukul". Gaya ini terjadi ketika mesin menggerakkan hammer (palu) yang memiliki massa 5 kg dan panjang lengan 800 mm untuk melakukan pukulan pada suatu objek. Tetapi untuk mencari perhitungan gaya pada alat bantu proses tempa ini perlu mencari torsi yang dihasilkan oleh motor penggerak.

Rumus Mencari Gaya:

$$F = m \cdot a \dots\dots\dots(2.1 \text{ Lit } 8)$$

Keterangan:

F = Gaya (N)

m = Massa Benda (Kg)

a = Percepatan (m/s^2)

Rumus mencari torsi yang dihasilkan:

$$T = F \cdot r \dots\dots\dots(2.2 \text{ Lit.3 Hal } 169)$$

Keterangan:

T = Torsi yang dihasilkan oleh motor penggerak (Nm)

F = Gaya diukur dalam satuan Newton (N)

r = Jarak diukur dalam satuan Meter (m)

Menghitung Gaya yang Dihasilkan oleh Hammer, dengan nilai torsi (30 Nm) dan panjang lengan hammer (800 mm = 0.8 meter). Gaya yang dihasilkan oleh hammer dapat dihitung menggunakan rumus:

$$F = \frac{T}{\ell} \dots\dots\dots(2.3 \text{ Lit. } 8)$$

Keterangan:

F = Gaya (N)

T = Torsi (Nm)

ℓ = panjang lengan hammer dalam satuan meter (m).

2.6 Rumus-Rumus Perhitungan pada Komponen

1. Perhitungan Kecepatan Potong

$$V_c = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000 \cdot 60} \dots\dots\dots(2.4 \text{ Lit } 13)$$

Keterangan:

V_c = Kecepatan Potong (m/s)

d = Diameter Poros (mm)

n = Putaran Poros (rpm)

2. Perhitungan *V-Belt* dan *Pulley*

Menghitung rasio kecepatan

$$i = \frac{D_2}{D_1} \geq 1 \dots\dots\dots (2.5 \text{ Lit. 15 Hal.42 })$$

Keterangan:

i = Rasio Kecepatan

D_2 = Diameter *Pulley* Besar

D_1 = Diameter *Pulley* Kecil

Menghitung Panjang *V-Belt* atau Sabuk

$$L_s = 2C + \frac{\pi}{2} (D_1 + D_2) + \frac{1}{4C} (D_2 - D_1)^2 \dots\dots\dots (2.6 \text{ Lit. 15 Hal. 42})$$

Keterangan:

L_s = Panjang *V-Belt* atau Sabuk (mm)

C = Jarak Antara *V-Belt* atau Sabuk (mm)

D_2 = Diameter *Pulley* Besar

D_1 = Diameter *Pulley* Kecil

Menghitung Kecepatan *Pulley* besar

$$n = \frac{n_1}{n_2} = \frac{D_1}{D_2} \dots\dots\dots (2.7 \text{ Lit. 8})$$

Keterangan:

n_1 = Putaran *pulley* penggerak (rpm)

n_2 = Putaran *pulley* pengikut (rpm)

D_1 = Diameter *pulley* kecil (mm)

D_2 = Diameter *pulley* besar (mm)

Menghitung Kecepatan *V-Belt* atau Sabuk

$$V = \frac{\pi D_2 n}{60} \dots\dots\dots(2.8 \text{ Lit.10 Hal. 26})$$

Keterangan:

V = Kecepatan *V-belt* atau Sabuk (m/s)

n = Putaran *Pulley* Besar

D_2 = Diameter *Pulley* Besar

Koefisien Gesek antara *Pulley* dan *V-Belt* atau Sabuk

$$\mu = \frac{T}{r_1} \dots\dots\dots (2.9 \text{ Lit.10 Hal. 6 })$$

Keterangan:

μ = Koefisien Gesek

T = Torsi yang dihasilkan *pulley* (Nm)

r_1 = Jari-jari *pulley* penggerak dalam satuan meter (m)

3. Perhitungan Daya Motor Listrik

Daya motor listrik dapat diperoleh menggunakan pendekatan perhitungan dengan menggunakan rumus:

$$T = \frac{p}{n} \dots\dots\dots (2.10 \text{ Lit. 3 Hal.169 })$$

Keterangan:

T = Torsi Motor (Nm)

P = Daya Motor

n = putaran motor (rpm)

Menghitung Torsi Motor

$$T = F_r \cdot r \dots\dots\dots (2.11 \text{ Lit. 3 Hal. 169 })$$

Keterangan:

T = Torsi Motor (Nm)

F_r = Gaya untuk memutar motor

r = Jari-Jari (mm)

Pada rancang bangun alat bantu tempa ini menggunakan motor 1/2 Hp dengan rpm 1400. Adapun daya yang dibutuhkan untuk memutar mesin tempa dipakai persamaan:

$$P_d = f_c \cdot p \dots\dots\dots (2.12 \text{ Lit. 3 Hal.169 })$$

Keterangan:

P_d = Daya Rencana

F_c = Faktor Koreksi

P = Daya Nominal Penggerak.

Rumus menghitung tenaga mekanik yang dihasilkan oleh motor.

$$W = F \cdot d \dots\dots\dots (2.13 \text{ Lit. 3 Hal 169})$$

Keterangan:

W = Tenaga mekanik (joule)

F = Gaya (Newton)

d = Jarak Pemindahan Benda (m)

Rumus menghitung daya mekanik yang dihasilkan motor

$$P = F \cdot v \dots\dots\dots (2.14 \text{ Lit. 3 Hal 168})$$

Keterangan:

P = Daya Mekanik (watt)

F = Gaya (N)

v = Kecepatan benda yang digerakkan (m/s)

Mencari rumus kecepatan sudut motor listrik dalam satuan radian per detik (rad/s), dan didapat persamaan:

$$\omega = \frac{V \cdot 2\pi}{60} \dots\dots\dots (2.15 \text{ Lit. 8})$$

Keterangan:

ω = Kecepatan Sudut (rad/s)

V = Kecepatan Putaran dalam /menit (rpm)

4. Perhitungan Poros

Menghitung Torsi

$$P = T \cdot \omega \dots\dots\dots (2.16 \text{ Lit. 2})$$

Keterangan:

P = Daya yang digunakan untuk menggerakkan poros engkol atau *Flywheel*.

T = Torsi (Nm)

ω = Kecepatan Sudut (rad/.s)

$$T = I \cdot a \dots\dots\dots (2.17 \text{ Lit. 2})$$

Keterangan:

T = Torsi (Nm)

I = Momen Inersia (kg.m²)

a = Percepatan (rad.s)

Menghitung Momen Inersia

$$I = w \cdot r^2 \cdot g \dots\dots\dots (2.18 \text{ Lit. } 13)$$

Keterangan:

I = Momen Inersia

w = Massa Poros engkol

r = Jari-Jari

g = Gaya Gravitasi

5. Perhitungan Pemotongan Gerinda

$$t_m = \frac{t_g \times l \times t_b}{S_r \times n} \dots\dots\dots (2.19 \text{ Lit } 1)$$

Keterangan:

n = Putaran Mesin (rpm)

t_m = Waktu Pengerjaan (menit)

t_g = Tebal Mata Gerinda (2 mm)

l = Panjang Bidang Pemotongan (mm)

t_b = Ketebalan Benda Kerja (mm)

S_r = Ketebalan Pemakanan (mm/putaran)

2.7 Keselamatan dan Kesehatan Kerja Dalam Pekerjaan Tempa

Dalam proses tempa penerapan K3 harus benar-benar diperhatikan. Dalam praktiknya, kita seharusnya sudah mengetahui apa saja resiko yang dapat disebabkan oleh pekerjaan ini. Bahaya-bahaya dalam proses pekerjaan tempa ialah sebagai berikut:

- a. Kecepatan tumbuk Hammer yang digerakkan mesin
- b. Benda kerja yang panas
- c. Tangan yang masuk kedalam area landasan penumbukan.

d. Benda kerja yang terlempar

Setelah mengetahui bahaya-bahaya atau kecelakaan kerja yang dapat ditimbulkan pada proses pengerjaan tempa tersebut pencegahan yang dapat kita lakukan ialah mematuhi k3 pada pengerjaan tempa, sebagai berikut:

- a. Gunakan pakaian pelindung diri
- b. Gunakan sarung tangan pelindung
- c. Gunakan apron setiap proses pengerjaan tempa
- d. Menggunakan kaca mata pelindung
- e. Menggunakan *Safety shoes* yang berkualitas
- f. Saat melakukan pekerjaan pastikan benda kerja berada pada area landasan yang tepat.
- g. Gunakan alat pencapit untuk memegang benda kerja.