

Perencanaan Mesin Tempa Logam Dengan Sistem Forging Hammer

Antonnius¹, Afdal², Mukhnizar³, Risal Abu⁴, Azmil Azman⁵

¹²³⁴⁵Prodi Teknik Mesin, Fakultas Teknik dan Perencanaan, Universitas Ekasakti, Indonesia

* Corresponding-Author. Email: antonnius0110@gmail.com

Abstrak

Penempaan (*forging*) adalah proses pembentukan logam secara plastis dengan mempergunakan gaya tekan untuk mengubah bentuk atau ukuran dari logam yang dikerjakan. Proses tempa ini bias dilakukan dengan 3 cara yaitu pengerjaan dingin (*cold working*), pengerjaan hangat (*warm*) dan pengerjaan panas (*hot working*) dimana parameter dasarnya adalah temperature rekristalisasi. Tujuan Penelitian Perencanaan Mesin Tempa Logam Dengan Sistem Forging Hammer adalah untuk mempermudah pekerjaan manusia untuk meningkatkan produktifitas dan waktu yang relative cepat. Mesin ini menggunakan daya yang dihasilkan oleh motor listrik, karena adanya daya motor listrik sehingga poros dapat berputar dan berfungsi sebagai pemutar noken penekan, sehingga lengan ayun dan hammer / palu naik turun menempa logam material. Cara kerja mesin tempa logam dengan sistem forging hammer, digerakkan oleh mesin listrik melalui pulley dan sabuk menghasilkan lengan ayun dan hammer (palu) turun naik sehingga menempa logam material dengan bentuk yang diinginkan. Daya motor mesin tempa logam dengan sistem forging hammer ini menggunakan daya 1 HP dengan 2900 rpm dan diameter poros lengan ayun $\varnothing 12$ mm dan diameter noken penekan $\varnothing 35$ mm, panjang lengan ayun 650 mm dan tinggi palu 136,5 mm dengan berat 2 kg, untuk hasil mesin tempa logam, mesin ini mampu menempa logam material Plat ST 37 dengan ketebalan 3 mm sampai 5 mm.

Kata kunci: mesin tempa logam, *forging hammer*, penempaan mesin tempa

Abstract

Forging is the process of plastically forming metal by using a compressive force to change the shape or size of the metal being worked on. This forging process can be carried out in 3 ways, namely cold working, warm working and hot working where the basic parameter is the recrystallization temperature. The research objective of Planning Metal Forging Machines With Forging Hammer Systems is to facilitate human work to increase productivity and relatively fast time. This machine uses the power generated by an electric motor, due to the power of the electric motor so that the shaft can rotate and function as a suppressor noken player, so that the swing arm and hammer / hammer go up and down forging metal material. The workings of a metal forging machine with a forging hammer system, driven by an electric machine through a pulley and belt, produce a swing arm and a hammer (hammer) up and down so that it forges metal material with the desired shape. The motor power of this metal forging machine with a forging hammer system uses 1 HP with 2900 rpm and the diameter of the swing arm shaft is 12 mm and the pressure nozzle diameter is 35 mm, the length of the swing arm is 650 mm and the hammer height is 136.5 mm and weighs 2 kg. for metal forging machines, this machine is capable of forging metal plate ST 37 material with a thickness of 3 mm to 5 mm.

Keywords: metal forging machine, *forging hammer*, *forging machine*

PENDAHULUAN

Dalam proses penempaan logam di industri pengolahan logam sangat membutuhkan suatu alat yang dapat membantu dalam melakukan proses

penempaan secara kontinyu yang mampu membantu penempa agar logam yang dibentuk masih dalam keadaan panas agar logam dapat mudah di bentuk (Nurbarokah, 2019). Benda-benda yang dikerjakan

Submitted
23-10-2022

Accepted
18-11-2022

Published
18-11-2022

 <https://doi.org/10.56248/marostek.v1i2.29>

dengan proses penempaan akan lebih kuat. Bentuk-bentuk benda kerja yang rumit dapat diproduksi lebih mudah dan murah, pembentukan yang dilakukan dengan penempaan tidak terjadi pemotongan, maka jumlah logam yang hilang atau terbuang akan lebih sedikit (Satito, SUPandi & Kristiawan, 2022; Supena & Wardoyo, 2018).

Disamping itu pada saat ini telah banyak produk tempa yang dihasilkan dengan kepresisian yang sangat tinggi, tidak kalah juga dengan permesinan seperti pembuatan roda gigi, dan pembuatan kunci-kunci komponen kendaraan, komponen industri dan lain lain. Untuk menghasilkan produk tempa umumnya melakukan beberapa proses yaitu: pelunakan material bahan pada tungku pembakaran ini menggunakan bara api dari batu bara, penempaan dengan pukulan palu besi, pengerasan, dan finishing dengan gerinda (Akbar, Andrijono & Mardjuki, 2017; Fauzan et al., 2022).

Proses penempaan logam tempa dengan sistem manual ini mempunyai beberapa kelemahan yang membuat proses kerja tidak efisien (Darmawan, Sugianto & Idia, 2022) antara lain:

- a. Proses penempaan dengan pukulan palu dilakukan secara berulang kali memerlukan tenaga lebih dari 1 orang.
- b. Kemampuan pekerja terbatas untuk mengerakkan palu secara berulang kali (± 20 pukulan/menit).
- c. Proses pembentukkan dan pemotongan tidak dapat dilakukan dengan kontiyu.
- d. Kapasitas produk tempa yang dihasilkan sangat terbatas .
- e. Dalam satu kali pukulan kedalaman benda yang dikurangi $\pm 0,2$ mm.

Penempaan adalah proses pengolahan logam dengan keadaan deformasi dalam panas dengan sistem pukulan (Anam, Syuhri & Sutjahjono, 2018; Sidik, Arief & Armila, 2022). Beberapa produk yang dihasilkan oleh industri pandai besi tempa seperti parang, pisau, cangkul, dodos, perkakas, dan perlengkapan untuk pertanian dan perkebunan (Anditha, Kabul & Ym,

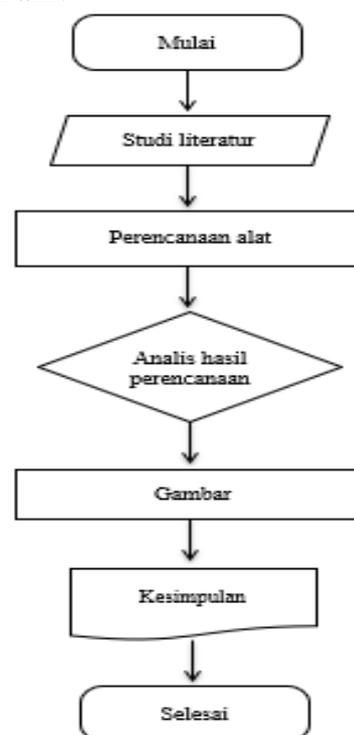
2017). Pada umumnya produksi usaha pandai besi sangat terbatas dan belum memenuhi semua standar kualitas yang dipersyaratkan, hal ini terkendala dalam proses penempaan produk penempaan masih dilakukan secara manual dengan pukulan hammer berulang-ulang yang digerakkan dengan tangan.

Maka timbullah keinginan untuk merancang suatu alat yang dapat menempa benda dengan memanfaatkan putaran mesin secara mekanis agar memudahkan penempa logam saat melakukan pembentukan benda kerja sederhana dan skala produksi kecil serta dapat bermanfaat bagi laboratorium teknik mesin Universitas Ekasakti.

METODE

Metode pengumpulan data yaitu dengan 1). studi literatur, 2). metode survey, dan 3). metode bimbingan.

Proses perencanaan alat merupakan suatu kegiatan awal dari suatu rangkaian kegiatan dalam proses produk. Kegiatan yang dilakukan disusun dalam beberapa tahap sesuai petunjuk pada gambar 1, diagram alir.

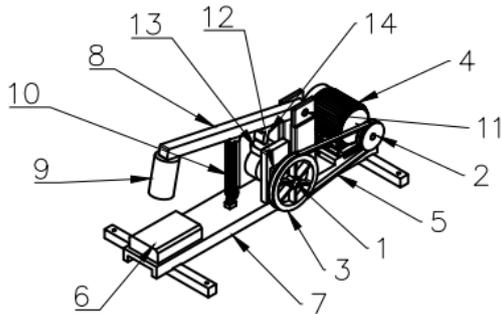


Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil

Desain gambar alat perencanaan mesin tempa logam dengan sistem forging hammer dapat di lihat pada gambar 2, sebagai berikut :



Gambar 2. Desain Mesin Tempa Logam Dengan Sistem Forging Hammer

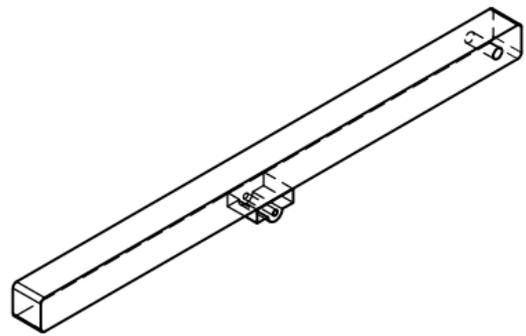
Keterangan Gambar 2 :

1. Poros Noken
2. Pulley Kecil
3. Pulley Besar
4. Motor listrik
5. Belt atau Sabuk
6. Landasan Tempa
7. Rangka Mesin Tempa Logam
8. Lengan Ayun
9. Hammer atau Palu Pukul
10. Pegas
11. Poros Lengan Ayun
12. Bearing
13. Noken Penekan
14. Batang Tekan

Ada beberapa perencanaan metode yang dipakai dalam perencanaan ini diantaranya :

1. Lengan Ayun

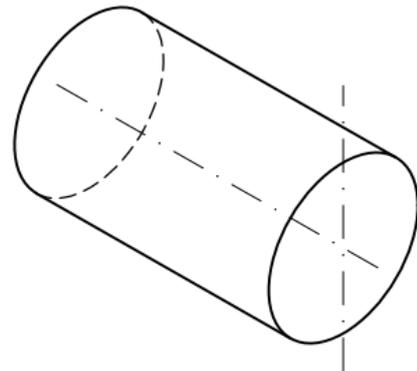
Lengan ayun berfungsi untuk menggerakkan naik turunnya palu (*hammer*), besi yang digunakan untuk lengan ayun adalah besi baja padu yang memiliki panjang 650 mm.



Gambar 3. Lengan Ayun

2. *Hammer* atau Palu Pukul

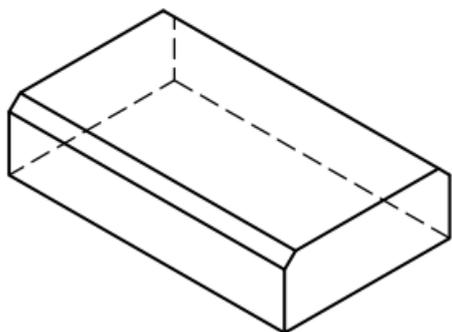
Palu berfungsi untuk memukul logam yang akan dikerjakan. Palu yang digunakan besi Baja Padu yang memiliki diameter 40 mm dan tinggi 136,5 mm.



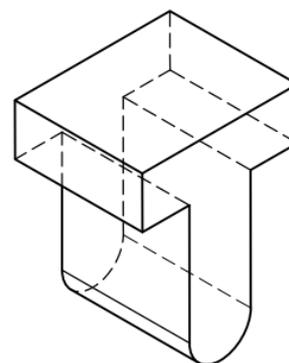
Gambar 1. *Hammer*

3. Landasan Tempa

Landasan atau "*paron*" digunakan sebagai alas pada waktu besi yang membara akan di pukul dengan martil. Untuk memegang besi panas tersebut kita gunakan peralatan tang dan untuk memukulnya diperlukan martil yang bentuknya bermacam-macam juga landasan pembantu juga bermacam-macam bentuknya tergantung bentuk benda dikerjakan dan akan membuat bentuk apa. Landasan tempa yang digunakan besi baja yang memiliki lebar 150 mm Dan tinggi besi baja 60 mm dan panjang 250 mm.



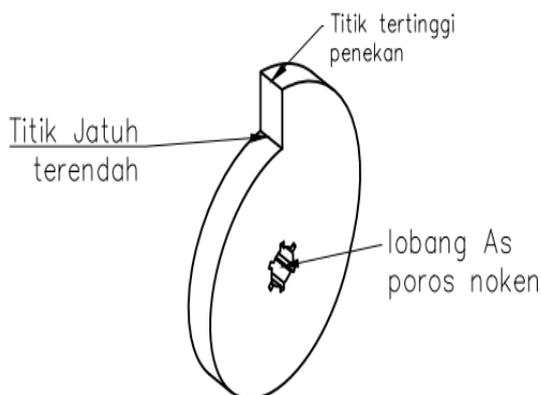
Gambar 2. Landasan Tempa



Gambar 4. Batang Noken

4. Noken Penekan

Noken penekan berfungsi untuk menggerakkan poros lengan ayun. Noken penekan yang digunakan besi baja padu yang memiliki diameter 30 mm dan tinggi 250 mm.



Gambar 3. Noken Penekan

5. Batang Noken

Batang Noken ialah suatu mekanisme yang memungkinkan sebuah batang terdorong keatas dengan waktu tertentu dan kembali lagi ke bawah agar dapat dimanfaatkan dalam bentuk mekanisme dorong dan hentakan sesuai putaran motor agar terjadinya siklus permukulan benda kerja.

7. Bantalan (*Bearing*)

Bantalan adalah elemen mesin yang berfungsi untuk menahan (*mensupport*) beban pada saat dua elemen mesin saling bergerak relatif. Perancangan atau pemilihan bantalan pada perancangan konstruksi mesin penempa logam dilakukan setelah mendapatkan dimensi poros yang dirancang. Pemilihan juga disesuaikan dengan beban atau gaya yang terjadi pada tumpuan poros.

Diameter poros lengan ayun yang dirancang sebesar 17 mm dan panjang poros sebesar 70 mm dan poros noken yang dirancang sebesar 25 mm dan panjang poros sebesar 200 mm. beban/gaya yang dapat ditahan oleh bantalan berupa gaya radial. Sebelum melakukan pemilihan jenis bantalan yang ingin dipakai, terlebih dahulu mengitung gaya yang ditahan oleh bantalan.



Gambar 5. Bantalan (*Bearing*)

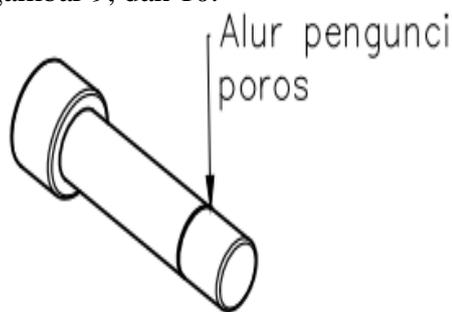
- Beban ekuivalen bantalan :

$$P = X.V.F_r + Y.F_a \dots\dots\dots(3.1)$$
 Keterangan :
 X = faktor beban radial
 V = faktor putaran

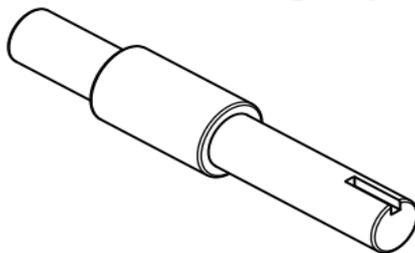
F_r = beban radial
 F_a = beban aksial

9. Poros

Dalam perencanaan poros harus diperhatikan berapa diameter poros yang akan digunakan dan beberapa momen puntir yang akan diterima oleh poros, aman atau tidaknya poros tersebut saat digunakan. Dirancangan desain poros mesin menempa logam menggunakan poros lengan ayun yang diameter 12 mm dan poros nokan yang diameter 35 mm terlihat pada gambar 9, dan 10.



Gambar 6. Poros Lengan Ayun



Gambar 7. Poros Nokan

Proses perencanaan poros sebagai berikut :

a. Menentukan momen puntir.

$$T = 9,74 \cdot 10^5 \frac{pd}{n_1} \dots\dots\dots(3.2)$$

Di mana :

T = momen puntir (kg.mm).

b. Menentukan Tegangan Geser yang diizinkan (τ_a).

$$\tau_a = \sigma_B / (Sf_1 \times Sf_2) \dots\dots\dots (3.3)$$

Di mana :

σ_B = kekuatan tarik.

τ_a = tegangan geser yang diizinkan.

c. Menentukan diameter poros.

$$d_s = \left[\frac{5,1}{\tau_a} K_t C_b \right]^{1/3} \dots\dots\dots (3.4)$$

Di mana :

d_s = diameter poros (mm)

K_t = faktor koreksi untuk momen puntir

C_b = faktor koreksi untuk beban lentur (1,2-2,3)

T = momen puntir pada poros (kg.mm)

τ_t = tegangan geser yang diizinkan

1,0 = untuk beban dikenakan secara halus

1,5-3,0= untuk beban kejutaan dan tumbukan

10. Pulley

Pulley adalah cakera (*disc*) yang dilengkapi dengan tali (*rope*), terbuat dari logam atau non logam, misalnya besi tuang, kayu atau plastik. Dasar kerjanya dari sabuk atau *pulley*. Sabuk biasanya meneruskan daya dari *pully* yang dipasang pada motor listrik ke *pulley* pada alat yang digerakkan oleh motor penggerak tersebut. Seperti pada gambar pada 11.



Gambar 8. Pulley

1. Dasar-dasar perencanaan pulley

Dasar-dasar yang perlu diperhatikan dalam perencanaan *pulley*

• Diameter *pulley*

$$\frac{n_1}{n_2} = i = \frac{d_1}{d_2} \dots\dots\dots(3.5)$$

Di mana :

i = perbandingan reduksi

n_1 = putaran *pulley* penggerak (rpm)

n_2 = putaran *pulley* yang digerakkan (rpm)

d_1 = diameter *pulley* penggerak (mm)

d_2 = diameter *pulley* yang digerakkan (mm)

• Lebar *pulley*

Jika lebar belt yang akan digunakan (b) sudah diketahui maka lebar *pully* (b) dieumuskan :

$$B = 1,25 \times b \dots\dots\dots(3.6)$$

- Daya atau momen

$$P_d = f_c \cdot P \dots\dots\dots(3.7)$$

Di mana :

P_d = Daya perencanaan (kW)

f_c = Faktor koreksi

P = Daya motor yang dihasilkan (kW)

- Torsi

$$T = 974000 \frac{P}{n} \dots\dots\dots(3.8)$$

Di mana :

T = Torsi (kgf.mm)

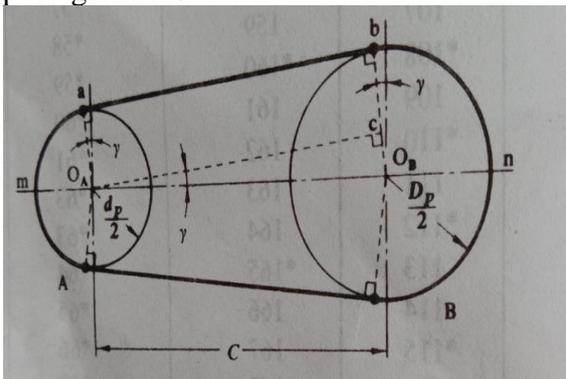
P = Daya (kW)

n = Putaran poros (rpm)

11. Sabuk -V

Sabuk yang akan digunakan pada perencanaan ini adalah sabuk-V yang dipasang pada pully yang juga berbentuk V.

Pehitungan panjang keliling ssabuk dan sudut profil sabuk yang ditunjukkan pada gambar 3.12.



Gambar 9. Sabuk-V

Di bawah ini terdapat perencanaan pemakaian sabuk-V

1. Ukuran panjang sabuk.

$$L = 2C + \frac{\pi}{2}(d_p + D_p) + \frac{1}{4C}(D_p + d_p)^2 \dots\dots(3.9)$$

2. Menentukan jarak sumbu poros sebenarnya.

$$C = \frac{b + \sqrt{b^2 - 8(D_p - d_p)^2}}{8} \dots\dots(3.10)$$

Di mana :

$$b = 2L - 3,14$$

3. Menghitung kecepatan linear sabuk.

$$v = \frac{d_p \cdot n_1}{60 \times 1000} \dots\dots\dots(3.11)$$

4. Sudut kontak.

$$\theta = 180^\circ - \frac{57(D_p - d_p)}{C} \dots\dots\dots(3.12)$$

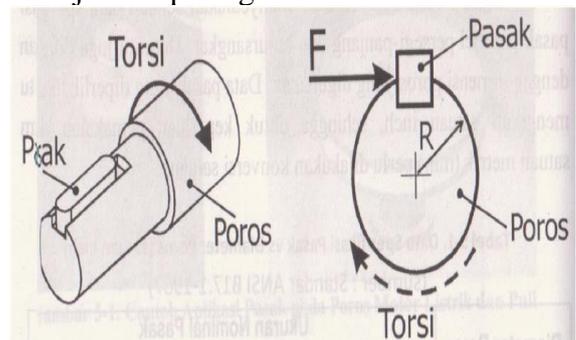
Di mana :

θ = sudut kontak

12. Pasak

Pasak atau *keys* merupakan elemen mesin yang digunakan untuk menetapkan atau mengunci bagian-bagian mesin seperti: roda gigi, pulli, kopling dan sporket pada poros sehingga bagian-bagian tersebut ikut berputar dengan poros.

Berikut contoh pasak seperti yang ditunjukkan pada gambar 13.



Gambar 10. Pasak

Hal-hal penting dalam perencanaan pasak

Hal-hal penting yang harus diperhatikan dalam perencanaan pasak :

- Bahan pasak yang dipilih harus lebih lemah/lunak daripada bahan poros atau elemen mesin lainnya yang harus ditahan oleh pasak.
- Gaya tangensial yang bekerja pada pasak:

$$T = F_t \cdot \frac{d}{2} \dots\dots\dots(3.13)$$

Di mana :

T = Torsi (Nmm)

F_t = Gaya tangensial (N)

d = diameter poros (mm)

- Tegangan geser yang bekerja pada penampang mendarat :

$$\tau = \frac{F_s}{A_s} \dots\dots\dots(3.14)$$

Di mana :

τ = Tegangan geser

F_s = Gaya geser

A_s = Luas bidang geser

- Tegangan bidang permukaan

$$P_a = \frac{F}{Lh_1} \dots\dots\dots(3.15)$$

Di mana :

F = Gaya bidang

h_1 = Tinggi pasak bagian atas

L = Panjang pasak

- Gaya-gaya bekerja pada pasak

Saat poros digunakan untuk mentransmisikan daya maka pasak akan bekerja gaya-gaya seperti :

1. Gaya Radial (FR)

Gaya yang memberikan tekanan pada pasak dengan arah tegak lurus sumbu poros.

2. Gaya Tangensial (FT)

Gaya tangensial adalah gaya yang menimbulkan tegangan geser dan tekanan bidang pada pasak. Pada saat meneruskan tenaga putar pada konstruksi pasak, gaya tangensial (FT) memberikan nilai terbesar dibandingkan gaya radial (FR).

13. Pegas

Pegas banyak dipakai untuk berbagai konstruksi mesin harus mampu memberikan gaya, melunakkan tumbukan, menyerap dan menyimpan energi agar dapat mengurangi getaran. Pegas merupakan elemen elastis dimana pegas tersebut dapat terdeformasi pada waktu pembebanan dengan menyimpan energi, bila beban dilepaskan pegas akan kembali seperti seblum terbebani.

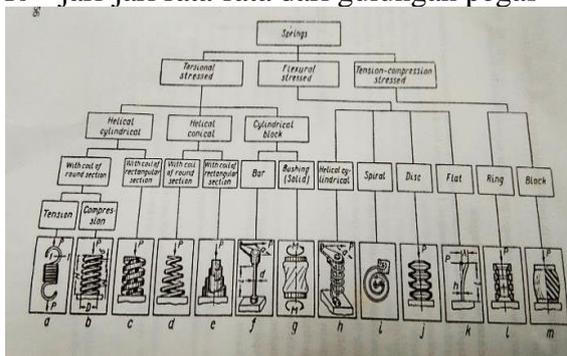
$$\delta = \frac{LPR^2}{GJ} \dots\dots\dots(3.16)$$

Di mana:

δ = lendutan

L = panjang efektif kawat

R = jari-jari rata-rata dari gulungan pegas



Gambar 11. Pegas

14. Daya dan Putaran

Pada perencanaan mesin tempa logam dengan sistem *forging hammer* ini motor yang digunakan adalah motor listrik dengan parameter 1 Hp dengan 2900 rpm.

Daya adalah kemampuan untuk melakukan kerja dan merupakan penggerak awal untuk mesin tempa logam dengan sistem *forging hammer*.

Adapun daya yang dibutuhkan untuk memutar mesin tempa logam dengan sistem *forging hammer* dipakai persamaan.

1. Daya Rencana (Pd) :

$$Pd = fc.p \dots\dots\dots(3.17)$$

Di mana:

P = daya nominal penggerak

fc = factor koreksi

2. Torsi Motor

Pengertian dari torsi adalah ukuran yang digunakan untuk gaya yang menyebabkan suatu gerak putar.

Sehingga torsi dapat diperoleh menggunakan pendekatan perhitungan dengan rumus :

$$T = Fr . r \dots\dots\dots(3.18)$$

Di mana:

T = Torsi motor (kgf.mm)

Fr = Gaya untuk memutar motor yang sudah dibebani (kgf)

r = Jari-jari (mm).

3. Gaya Motor Yang Dibutuhkan

Daya motor dapat diartikan sebagai satuan kerja per satuan waktu yang dihasilkan oleh motor tersebut, sehingga daya motor dapat diperoleh menggunakan pendekatan perhitungan dengan rumus:

$$T = \frac{P}{n} \dots\dots\dots(3.19)$$

Di mana:

T = Torsi motor (kgf.mm)

P = Daya motor (kW)

n = Putaran motor (rpm)

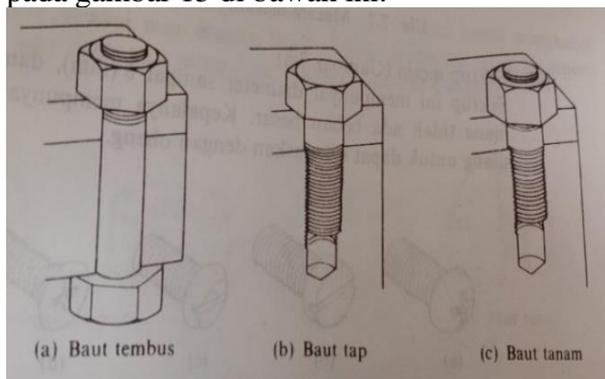
15. Baut, Mur dan Ulir

Baut merupakan alat pengikat yang sangat penting untuk mencegah kecelakaan atau kerusakan pada mesin. Pemilihan baut dan mur sebagai alat pengikat harus

dilakukan dengan seksama untuk mendapatkan ukuran yang sesuai

Baut yang dilengkapi dengan ulir dan pada ujungnya dilengkapi dengan kepala yang berbentuk segi enam atau segi empat atau bundar untuk baut L skrup. Sedangkan mur dilengkapi ulir dalam pada sisi luar dibentuk segi enam atau segi empat untuk mengecangkan.

Bentuk baut dan mur ditunjukkan pada gambar 15 di bawah ini:



Gambar 15. Baut, Mur dan Ulir

Rumus tegangan geser pada baut sebagai berikut :

$$\tau b = \frac{8T}{\pi \cdot db^2 \cdot n \cdot d1} \text{ (kg/mm}^2\text{)} \dots\dots\dots(3.18)$$

Maka :

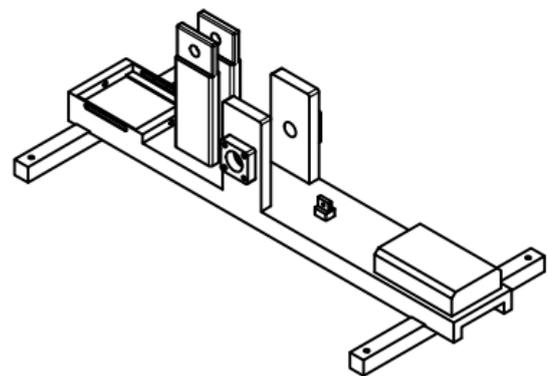
τb = tegangan geser baut (kg/mm)

T = momen (kg/mm)

Db = diameter baut.

16. Rangka Mesin Tempa Logam

Rangka mesin merupakan bagian yang berfungsi untuk menumpu berat komponen-komponen mesin, sehingga mesin bisa bekerja dengan baik. Rangka yang digunakan pada alat ini adalah Tipe besi U dengan panjang 1000 mm dan lebar 150 mm. dan juga kaki penguci sebagai alas untuk rangka, besi yang digunakan adalah besi *hollow* dengan panjang 470 mm, adapun bentuk rangka ditunjukkan pada gambar 16.



Gambar 16. Rangka Mesin Tempa

Pembahasan

Hasil Perencanaan Komponen-Komponen Mesin Tempa Logam

Elemen-elemen mesin yang dipakai untuk membangun suatu mesin tempa logam dapat di lihat pada tabel 1.

Tabel 1. Hasil Perhitungan Komponen Dan Elemen Mesin Tempa Logam Dengan Sistem Forging Hammer

No	Komponen Elemen-Elemen Mesin	Satuan	Dimensi	Bahan
1	Motor Listrik AC Daya motor Putaran Voltage Torsi	kW Rpm Volt kg.mm	0,75 2900 220 302,27	Motor Listrik AC 1Hp 1 Phase
2	Poros Lengan Ayun dan Poros Noken Gaya poros noken Gaya poros lengan ayun Diameter poros lengan ayun (ds) Diameter poros noken penekan (ds)	N N mm mm	11,772 4,90 12 35	Baja Carbon S30C
3	Pasak Tegangan Geser (τg) Tegangan geser yang diizinkan	kg/mm 2 Kg/mm 2	0,061 2,6	Baja Carbon S30C

4	Puli Diameter puli penggerak (dp) Diameter puli yang digerakkan (Dp)	mm mm	76,2 203,2	Besi Coran
5	Sabuk Kecepatan linear sabuk-V Panjang keliling sabuk (L) Sudut kontak puli (θ)	m/s Mm Derjat	11,56 1143 1790	Sabuk -V Bahan karet
6	Bantalan Beban ekuivalen dinamis (Pr) Beban ekuivalen statis (P0) Umur bantalan	kg kg Jam	0,2016 0,216 57x108	Bantalan UCF 205
7	Baut Tegangan geser baut diameter 14 mm Tegangan geser baut diameter 15 mm	Kg/mm 2 Kg/mm 2	0,09 0,04	Baut 14 Bahan besi Baut 15 Bahan stainless
8	Pegas Helix/ pegas tarik Spring rate Diameter kawat Spring indeks Bahan pegas (modulus elastis) Tegangan geser diijinkan	N/m mm mm Gpa N/mm ²	100000 10 5,0 80 480	Stainles Stel Alloy

Analisis hasil terhadap elemen mesin tempa logam disajikan dalam bentuk tabel 1, hasil perhitungan komponen elemen mesin maka diuraikan analisis hasil perencanaan elemen mesin yang meliputi:

Daya, Poros, Pasak, Puli, Sabuk, Bantalan, dan Baut ,Pegas Helix.

a. Analisis Hasil Perencanaan Daya

Hal terpenting dalam perencanaan mesin tempa logam yaitu menentukan daya yang diperlukan untuk melakukan siklus tempa berulang-ulang tanpa henti. Daya harus memiliki kekuatan (Torsi) yang lebih besar serta kecepatan (RPM) yang cepat. Maka hasil dari perhitungan yang telah dilakukan didapati bahwa kecepatan dari putaran mesin 2900 rpm dengan Torsi 302,27 kg.mm, daya motor yang di pakai yaitu 1HP 1 Phasa dengan tegangan listrik yang masuk 220 Volt.

b. Analisis Hasil Perencanaan Poros dan Pasak

Poros pada perencanaan mesin tempa logam terdapat dua bagian yaitu poros lengan ayun dimana fungsinya untuk sebagai engsel pergerakan dari lengan tempa dan poros noken fungsinya yaitu tempat meneruskan tenaga putar dari motor penggerak ke noken penekan dengan perantara puli dimana puli dikunci dengan pasak.

Poros noken haruslah mempunyai ketahanan yang cukup baik karna segala beban yang berat dari semua komponen mesin tempa logam seperti noken penekan gaya tarik puli serta berat lengan ayun ditumpu pada poros noken, oleh karnanya poros noken memakai material S30C.

Berdasarkan hasil perencanaan, diperoleh parameter poros sebagai berikut :

- 1).Tosi yang ditransfer pada poros 302,27 kg.mm selama proses siklus penempaan berlangsung.
- 2).Hasil diameter poros noken yang didapatkan pada perencanaan elemen mesin dipilih Ø35mm.

Pada poros noken terdapat alur pasak dimana digunakan untuk mengunci antara poros dengan puli besar. Penguncian puli dengan poros harus tahan kokoh dan tidak mudah rusak pada saat mesin bekerja. Hasil perencanaan pasak direncanakan bahan material sama dengan bahan poros baja carbon S30C dengan p_xl_xt =35x5x9,5 mm.

Pasak menerima tegangan geser (τ_g) 0,061 kg/mm² dari harga tegangan geser yang diisinkan (τ_{ka}) 2,6 kg/mm² maka pasak dikategorikan aman dan baik.

Poros lengan ayun difungsikan sebagai engsel untuk menjadi tumpuan gerakan lengan ayun naik dan jatuh. Hentakan pada saat pemukulan benda kerja (logam) mengakibatkan engsel harus siap menerima getaran dan hentakan dari kerja mesin, maka hasil dari perencanaan poros lengan ayun memakai material S30C.

Berdasarkan hasil perencanaan, diperoleh parameter poros sebagai berikut :

- a). Analisa gaya vertikal yang terjadi pada poros lengan ayun yaitu: $\sum FY = 4,90N$
- b). Hasil diameter poros noken yang didapatkan pada perencanaan elemen mesin dipilih $\varnothing 12\text{mm}$.

c. Analisis Hasil Perencanaan Pulley dan Sabuk

Hasil dari perencanaan pulley yang dibutuhkan untuk mesin tempa logam dalam meneruskan daya putar motor listrik ke poros noken didapatkanlah bahwa puli untuk motor listrik dipilih ukuran $\varnothing 3$ inch dengan diameter as poros $\varnothing 12\text{mm}$. Untuk puli yang berada pada poros noken didapatkan bahwa puli yang akan dipakai $\varnothing 8$ inch dengan lobang as poros $\varnothing 35\text{mm}$. Bahan material puli dipilih dari besi cor agar mampu menahan getaran dan hentakan dari siklus kerja mesin tempa logam, puli dipilih type-A1.

Sabuk yang digunakan type-V dimana cocok dengan puli dimana alur sabuk dan puli cocok. Dari hasil perhitungan elemen mesin sabuk kecepatan linear sabuk-V pada motor dan poros noken $V = 11,56\text{m/s}$, dengan panjang keliling sabuk sesuai standar nominal panjang sabuk menurut (Sularso and suga, 2000) dipilih panjang keliling sabuk 1143 mm bahan dasar sabuk yaitu karet.

d. Analisis Hasil Perencanaan Bantalan

Pada perencanaan bantalan hal yang perlu diketahui sebelum memilih bantalan

untuk sebagai tumpuan poros noken pada mesin tempa logam yaitu ketahanan, umur bantalan menerima beban ekuivalen dinamis maupun statis. Hasil dari analisa perencanaan elemen mesin bantalan bearing didapatkanlah bahwa bantalan hasil perencanaan dipilih UCF205 menerima gaya radial di titik A sebesar 3,536 N sedangkan gaya radial di titik B sebesar 28,551 N, beban ekuivalen dinamis (Pr) di titik A = 0,2016 kg dan di titik B = 1,630 kg, beban ekuivalen statis di titik A = 0,216 kg di titik B = 1,746 kg, umur masing masing bantalan terhadap beban yang diterima terjadi perbedaan jangka waktu pakai yaitu umur bantalan yang berada di titik A = 57x10¹⁰ Jam sedangkan bantalan di titik B = 11x10⁸ Jam. Maka dari perhitungan tersebut dikategorikan bahwa bantalan baik digunakan sedangkan untuk ketahanan bantalan yang paling cepat haus atau diganti yaitu bantalan di titik B karna dari hasil analisis lebih cepat haus.

e. Analisis Hasil perencanaan Baut

Baut yang digunakan pada perencanaan ini dengan diameter 14 mm berjumlah 4 buah dan baut diameter 15 mm berjumlah 8 buah dengan tegangan geser baut 14 mm sebesar 0,09 kg/mm² dan baut diameter 15 mm sebesar 0,04 kg/mm² maka dengan hasil yang di peroleh, maka baut yang digunakan pada mesin tempa logam dengan sistem forging hammer ini mampu menggabungkan antara komponen dengan komponen yang lain.

f. Analisis Hasil Perencanaan Pegas Helix

Pegas helix atau tarik hasil perencanaan elemen mesin tempa logam dipilih dari bahan material *stainles steel alloy* dengan dimensi Spring rate 100000 N/m diameter kawat $\varnothing 10\text{mm}$, spring indeks 5,0 mm, bahan pegas bermodulus 80 Gpa, untuk tegangan geser diijinkan 480 N/mm². pegas tarik yang mana fungsinya untuk menarik lengan ayun agar siklus penempaan logam lebih kuat dan menghasilkan logam tempa yang baik.

g. Analisis Hasil Perencanaan Komponen Mesin Tempa Logam

Analisis hasil perencanaan komponen-komponen mesin tempa logam dengan sistem forging hammer meliputi hammer, landasan tempa, noken penekan batang penekan, engine mounting serta konstruksi Rangka penopang mesin tempa logam tersebut sebagai berikut.

h. Analisis Hasil Perencanaan Lengan Ayun

Hasil perencanaan Lengan ayun dipilih memakai material S30C. Lengan Ayun berfungsi untuk menggerakkan naik turunnya palu (hammer), pada perencanaan mesin tempa logam akan direncanakan memakai baja padu yang berukuran panjang 650 mm dan lebar 38 mm dan tinggi 40 mm.

i. Analisis Hasil Perencanaan Hammer

Hasil perencanaan hammer (Palu pukul) logam dipilih berbahan dasar material poros pejal S45C. hammer atau palu fungsinya sebagai menempa logam (benda kerja), memperbaiki suatu benda, ataupun membentuk logam-logam menjadi suatu barang yang berguna. Palu tempa logam memiliki dimensi seperti cylinder padat dengan diameter $\varnothing 40$ mm dengan panjang 136,5 mm.

j. Analisis Hasil Perencanaan Landasan Tempa

Hasil perencanaan landasan tempa logam yaitu memakai landasan dengan muka rata, landasan muka rata memungkinkan untuk melakukan pekerjaan menekuk dan melipat benda kerja, pembentukan logam pipih yang dapat menjadi senjata tajam (parang/pisau) dan lain sebagainya. Dimensi dari landasan tempa yaitu $p \times l \times t = 250 \times 150 \times 60$ mm dengan sisi tepinya di Chamfer 14,14 mm

k. Analisis Hasil Perencanaan Noken Penekan dan Batang Tekan

Hasil dari perencanaan noken penekan dan batang penekan yaitu

menggunakan koordinat evolvente (*spiral archimedes* atau sering juga disebut Golden Ratio) sistem ini digunakan untuk mendapatkan hasil siklus penekanan dan hentakan yang dibutuhkan mekanisme mesin tempa logam pada saat bekerja. Siklus tertinggi dan terendah dari noken yang berbentuk seperti keong sama seperti poros nok atau amshaf pada mobil atau motor dengan fungsinya yaitu sebagai penekan. Batang tekan membantu noken penekan mendapatkan ketinggian yang diigini penempa logam. Titik tertinggi dan terendah dari hasil perencanaan noken penekan yaitu mempunyai dimensi dan spesifikasi sebagai berikut :

- 1). Titik tertinggi yang dapat dicapai noken penekan 50 mm.
- 2). Untuk jari-jari dari noken penekan titik tertinggi sebesar $r 126,32$ mm dari titik pusat poros.
- 3). Untuk jari-jari dari noken penekan titik terendah sebesar $r 100$ mm.
- 4). Derjat bebas penekanan lengan ayun sebesar 2520 dari siklus 3600.
- 5). Derjat mulai penekanan sampai titik tertinggi tekan sebelum jatuh ke titik bebas yaitu 1080 dari siklus 3600.
- 6). Diameter lubang as poros $\varnothing 30$ mm dengan alur keyway (pasak noken) $5 \times 5 \times 30$ mm.
- 7). Batang penekan memiliki tinggi maksimum 63,42 mm dengan lebar landasan gesek ke noken 40 mm.

Jika ditambahkan titik tertinggi noken penekan dan batang penekan maka hasil pembukaan palu hammer (jarak pukulan) dan landasan tempa berkisat ± 140 mm.

l. Analisis Hasil Perencanaan Rangka

Berdasarkan hasil dari perencanaan dimensi rangka panjang keseluruhan mesin 10000 mm dengan ketinggian maksimum mesin 312 mm dan lebar mesin total 470 mm. Rangka yang direncanakan terbentuk dari tipe besi U rangka disambung dengan menggunakan mesin las listrik untuk membentuk konstruksi sesuai gambar teknik.

Rangka menopang segala komponen dan elemen-elemen mesin terkait dengan

mesin penempa logam. Ranka yang kokoh sebagai tempat berdirinya (dipasangkannya komponen mesin) mempunyai beban yang diterima sebesar: Beban dari motor listrik diperkirakan 10 kg, puli dan sabuk 2,7 kg, landasan tempa 3 kg, palu hammer 2 kg, lengan ayun 4 kg, bantalan 1,5 kg, noken penekan 5,5 kg dan berat rangka sendiri 30 kg jadi total berat yang ditampung rangka sebesar = 28,7 kg jika ditambahkan dengan berat rangka maka hasil dari total berat mesin ialah 58,7 kg.

Berdasarkan hasil perencanaan dimensi rangka, desain rangka, maupun kontruksi, dapat dijelaskan bahwa rangka mapu menerima beban dan berfungsi maksimal dari akibat getaran dan hentakan yang ditimbulkan mesin tempa logam tersebut.

KESIMPULAN

Dalam perencanaan mesin Tempa Logam dengan Sistem Forging Hammer maka diperoleh kesimpulan bahwa prinsip kerja mesin tempa logam dengan sistem forging hammer yaitu dengan mengubah gerak putar menjadi gerak translasi sehingga palu tempa dapat bergerak naik turun. Proses tempa logam dilakukan dengan menggunakan tenaga motor listrik AC. Perencanaan pada mesin tempa logam sudah sesuai dengan dimensi gambar teknik mesin.

DAFTAR PUSTAKA

- Akbar, N., Andrijono, D., & Mardjuki, M. (2017). Variasi Media Pendinginan Terhadap Kekerasan Material Logam Hasil Tempa Panas Pandai Besi. *Transmisi*, 13(1), 145-156. <https://doi.org/10.26905/jtmt.v13i1.2004>
- Anam, K., Syuhri, A., & Sutjahjono, H. (2018). Pengaruh Waktu Tempa Dan Tekanan Tempa Terhadap Sifat Mekanik Aisi 1045 Pada Proses Friction Welding. *STATOR: Jurnal Ilmiah Teknik Mesin*, 1(1), 95-99.
- Anditha, F. I., Kabul, T. dan Ym, W. (2017) Perancangan dan Simulasi Elektro Pneumatik Holder Machinism Pada Sheet Metal Shearing Machine. *Profisiensi*, 5(1), 51–60.
- Darmawan, R., Sugianto, & Idiar. (2022). Rancangan Simulasi Mesin Penempa Parang. *Seminar Nasional Inovasi Teknologi Terapan*, 2(02), 499–501.
- Fauzan, I., Abu, R., YH, V. S., Mukhnizar, M., & Azman, A. (2022). Perencanaan Mesin Pemipih Biji Melinjo Kapasitas 650 Kg/Jam. *Jurnal Teknik, Komputer, Agroteknologi Dan Sains*, 1(2), 150–162. <https://doi.org/10.56248/marostek.v1i2.23>
- Nurbarokah, S. H. U. (2019). Peningkatan Produktivitas UKM Pande Besi Melalui Penerapan Ipteks Mesin Tempa Besi. *Seminar Nasional Inovasi Teknologi Terapan (SNITT)*, 8(1), 1-2.
- Satito, A., Supandi, S. & Kristiawan, T. A. (2022). Aplikasi Teknologi Mesin Tempa Sederhana Untuk Peningkatan Kapasitas Produksi UMKM Nuri Steel. *Prosiding Seminar Hasil Penelitian dan Pengabdian Masyarakat*, 4(1), 152-164.
- Sidik, F., Arief, R. K. & Armila. (2022). Rancang Bangun Tungku Reheating Portable Untuk Proses Forging Pada Laboratorium. *Teknosain*, 9(1), 20-28. <https://doi.org/10.37373/tekno.v9i1.140>
- Sumpena & Wardoyo. (2018). Pengaruh Variasi Temperature Hardening Dan Tempering Paduan Almgisi-Fe12% Hasil Pengecoran Terhadap Kekerasan. *Engine*, 2(1), 26–32.