



Perancangan Mesin Penempa Besi Berpenggerak Motor Listrik untuk Industri Skala Kecil dan Menengah

Rakiman¹, Muhammad Feri², Nasirwan³, Nofriadi⁴, Yuli Yetri^{5*}

^{1,2,3,4,5} Politeknik Negeri Padang, Padang

*Email: yuliyetri@pnp.ac.id

Received: 29 Juli 2026; Received in revised form: 9 Agustus 2026; Accepted: 9 Agustus 2026

Abstract

A metal forging machine driven by an electric motor has been successfully designed as an alternative to manual forging methods. A forging machine is an essential piece of equipment in the metalworking industry, as it plays a significant role in improving efficiency, productivity, and product quality. This study aims to design an electric motor-driven forging machine that is suitable for small- to medium-scale industries in West Sumatra. The machine is designed to replace manual labor with a mechanical system in order to increase productivity and reduce operator fatigue. The research methodology includes a literature review, mechanical element analysis, as well as the design and simulation of the machine's working mechanism. The results of this study include calculations of the required motor power, the design of machine elements such as shafts, bearings, pulleys, and belt transmissions, and the preparation of detailed technical drawings. The machine is designed using a 1 HP electric motor, pulleys with diameters of 12 inches and 3 inches, a V-belt type A88, and a shaft with a diameter of 25 mm. With these specifications, the forging machine is expected to support a more efficient, precise, and economical metal forging process for small- and medium-scale industries.

Keywords: *forging machine; electric motor; machine design; production efficiency; metalworking industry*

Abstrak

Telah berhasil dirancang sebuah mesin penempa besi dengan sistem penggerak motor listrik sebagai alternatif pengganti metode penempaan manual. Mesin penempa besi merupakan peralatan penting dalam industri pengerjaan logam karena berperan dalam meningkatkan efisiensi, produktivitas, dan kualitas hasil tempa. Penelitian ini bertujuan untuk merancang mesin penempa besi dengan sistem penggerak motor listrik yang sesuai untuk kebutuhan industri kecil hingga menengah di wilayah Sumatera Barat. Perancangan mesin difokuskan pada penggantian tenaga manusia dengan sistem mekanis guna mengurangi kelelahan operator serta meningkatkan kapasitas produksi. Metode penelitian meliputi studi literatur, analisis elemen mesin, serta perancangan dan simulasi mekanisme kerja mesin. Hasil penelitian berupa perhitungan kebutuhan daya motor, perancangan elemen mesin seperti poros, bantalan, puli, dan sabuk transmisi, serta pembuatan gambar kerja. Mesin dirancang menggunakan motor listrik berdaya 1 HP, puli berdiameter 12 inci dan 3 inci, sabuk V tipe A88, serta poros berdiameter 25 mm. Dengan spesifikasi tersebut, mesin penempa besi ini diharapkan mampu mendukung proses penempaan logam yang lebih efisien, presisi, dan ekonomis bagi industri skala kecil dan menengah.

Kata kunci: mesin penempa besi; motor listrik; perancangan mesin; elemen mesin; industri pengerjaan logam

1. PENDAHULUAN

Tempa merupakan proses pengolahan logam dengan perubahan bentuk dalam keadaan panas dengan sistem pukulan yang merupakan seni pengerjaan logam yang paling tua, dan mempunyai asal usul pandai besi. Beberapa produk tempa yang dihasilkan oleh industri pandai besi seperti parang,

pisau, cangkul, dodos, alat-alat kebutuhan rumah tangga, pertanian, maupun peralatan untuk hasil pertanian dan perkebunan. Disamping itu pada saat sekarang telah banyak produk tempa yang dihasilkan dengan kepresisian yang sangat tinggi yang tidak kalah dengan proses permesinan seperti pembuatan roda gigi, dan pembuatan kunci-kunci komponen kendaraan, komponen industri dan lain-lain [1]. Fenomena jaranganya pengrajin pandai besi sekarang ini dapat dijumpai.

Karena keberadaannya sudah mulai tergantikan seiring perkembangan teknologi dan tergeser oleh produk-produk pabrikan yang kemasannya lebih bagus. Pandai besi bisa menghasilkan hasil-hasil kerajinannya seperti: golok/parang, cangkul, pisau, alat pertukangan (tukang kayu) dan alat-alat pertanian lainnya. Walaupun demikian, masih ada beberapa pandai besi yang masih eksis memproduksi walaupun jumlah produksinya tidak sebanyak seperti yang di pabrik. Dari segi kualitas dan ketahanan barang atau produk buatan pandai besi, sebenarnya tidak kalah dengan buatan pabrik, hal ini dikarenakan diproduksi secara manual dan penuh perasaan dalam membuatnya [2].

Dari survey dilapangan terhadap industri pandai besi yang ada di Sumatera Barat, untuk menghasilkan produk tempa umumnya mereka melakukan beberapa proses yaitu: pelunakan bahan baku dengan proses pembakaran pada tungku pembakaran menggunakan bara api dari batu bara, penempaan dengan pukulan palu besi, pengerasan, dan finishing dengan gerinda. Pada umumnya usaha pandai besi tersebut produksinya sangat terbatas sekali dan belum memenuhi standard mutu yang diminta, hal ini terkendala dalam proses penempaan produk tempa yang masih dilakukan secara manual dengan pukulan palu secara berulang kali yang digerakkan oleh tangan [5]. Sementara permintaan dari konsumen sangat banyak sekali, seperti

alat alat pertanian dan perkebunan (pacul, garpu tanah, skop, congkrang, golok, kampak, dodos, igreg, pisau deres, dan lain-lain), alat-alat perkakas tangan (kapak, palu, pahat kayu, obeng), dan produk-produk engineering (band, paku keling, roda gigi, kunci-kunci busi dan baut, dan bakalan produk engineering lainnya). Sehingga dengan keadaan seperti ini produk-produk tempa dari negara tetangga seperti Malaysia mulai masuk. Produknya sudah banyak dipesan dan telah digunakan oleh industri kelapa sawit baik di Riau maupun yang ada di Sumatera Barat seperti untuk pemotong tandan sawit (dodos, aigrek), maupun yang dipesan oleh industri alat-alat pertanian seperti komponen mata bajak dan lain-lain. Dengan keadaan tersebut industri pandai besi Sumatera Barat semakin tidak berkembang.

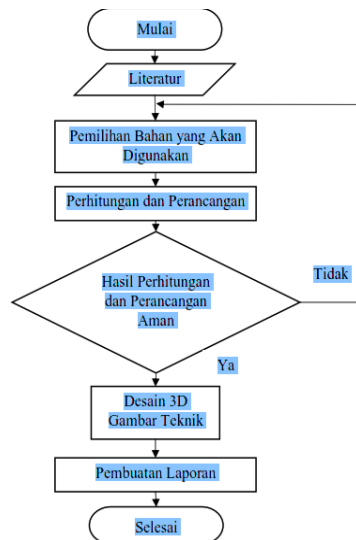
Pada saat ini Sumatera Barat sudah ada mesin tempa yang digerakkan dengan sistem hidrolis, rol gesek dan torak. Mesin ini pada umumnya digunakan oleh industri perbengkelan skala menengah dan besar dengan proses cetakan tertutup, dan untuk industri kecil pandai besi tidak memungkinkan karena proses kerja pada umumnya cetakan terbuka disamping harga dan biaya perawatannya yang mahal. Untuk meningkatkan produktifitas produk tempa pada tingkat yang menguntungkan, aplikasi teknologi untuk proses tempa perlu ditingkatkan, mudah dalam pembuatan, perawatan dan biaya. Salah satu cara untuk mengatasi permasalahan industri kecil pandai besi dalam proses tempa adalah menggantikan tenaga pukul manusia dengan tenaga mekanis dengan sistem power hammer [3]. Bentuk dan model peralatan ini sangat sederhana, mudah dalam pembuatannya.

Atas pertimbangan diatas, perancangan mesin penempa besi dengan sistem penggerak motor menjadi sebuah solusi yang dibutuhkan untuk skala menengah ke bawah. Mesin ini diharapkan mampu menggantikan metode tradisional dengan sistem yang lebih modern, dimana penggunaan motor sebagai penggerak utama akan meningkatkan efisiensi dan produktivitas. Tujuan dari perancangan mesin penempa besi dengan sistem penggerak motor ini yaitu: dapat menghitung daya motor dan elemen lainnya yang cocok digunakan pada mesin penempa besi, serta mampu membuat gambar assembly dan gambar kerja mesin tersebut.

2. METODE PENELITIAN

Metode perancangan merupakan kerangka dasar untuk mendesai suatu alat. Langkah kerjanya mencakup semua kegiatan yang dilaksanakan untuk memecahkan masalah atau proses analisa terhadap permasalahan yang diangkat. Proses perancangan dan perhitungannya dilakukan di Politeknik Negeri Padang. Diagram alir dari aktifitas yang dilakukan dalam perancangan ini dapat dilihat pada Gambar 1.

Diagram alir penelitian ini menggambarkan tahapan perancangan mesin penempa besi yang diawali dengan studi literatur dan identifikasi kebutuhan mesin. Selanjutnya dilakukan pemilihan bahan serta perhitungan dan perancangan elemen mesin. Hasil perancangan kemudian dievaluasi berdasarkan kriteria keamanan dan fungsi kerja. Apabila belum memenuhi kriteria, dilakukan perancangan ulang. Tahap akhir meliputi pembuatan desain 3D, gambar teknik, dan penyusunan laporan.

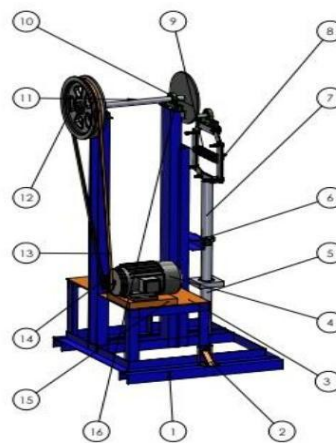


Gambar 1. Diagram Alir Perancangan

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Kontruksi Dasar Mesin Tempa

Dalam perencanaan mesin tempa ini, hal yang dilakukan adalah pembuatan desain dan prinsip kerja mesin tersebut, agar mempermudah dalam pemahaman dan proses pembuatannya. Untuk memperjelas konstruksi mesin tempa tersebut dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Kontruksi Mesin Penempa Besi

Keterangan:

- | | |
|-----------------------|-------------------|
| 1. Rangka | 9. Pegas |
| 2. Pijakan Pengontrol | 10. CAM |
| 3. Alas meja | 11. Poros |
| 4. Motor Listrik | 12. Puli 12" |
| 5. Meja Hammer | 13. Sabuk V |
| 6. Pengarah Hammer | 14. Puli 3" |
| 7. Hammer | 15. Dudukan Motor |
| 8. Lengan Ayun | 16. Bearing |

3.2 Perencanaan dan Perhitungan Motor Listrik

Dalam perencanaan Redesain Mesin tempa besi dengan sistem penggerak motor listrik ini direncanakan menggunakan penempa / hummer dengan berat 5 kg dengan lengan ayun seberat 2 kg dengan panjang hummer 400 mm dengan putaran poros yang di rencanakan sebesar 350 rpm.

- **Perhitungan Gaya.**

Gaya dapat dihitung dengan persamaan 1:

$$F = m \cdot g \quad (1)$$

$$F = 7 \text{ kg} \cdot 9,81 \text{ m/s}^2 = 68,67 \text{ N}$$

- **Torsi**

Perhitungan torsi diperoleh dari gaya dan diameter puli yang digerakan, yaitu 304,8 mm, maka perhitungan dapat diperoleh dengan persamaan 2:

$$T = F \cdot r \quad (2)$$

$$T = 68,67 \text{ N} \cdot 0,152 \text{ m} = 10,44 \text{ Nm}$$

- **Kecepatan Sudut**

Dengan diketahui $n = 350 \text{ rpm}$, maka dapat digunakan rumus pada persamaan 3:

$$\omega = \frac{2 \cdot \pi \cdot n}{60} \quad (3)$$

$$\omega = \frac{2 \cdot 3,14 \cdot 350}{60} = 36,63 \text{ rad}$$

3.3 Daya yang Diperlukan

Daya yang diperlukan dapat dihitung dengan persamaan 4.

$$P = T \cdot \omega \quad (4)$$

$$P = 10,44 \cdot 36,63$$

$$P = 382,42 \text{ watt} = 0,51 \text{ HP}$$

- **Daya Rencana**

Untuk meningkatkan kinerja mesin ini, maka daya harus dikalikan dengan faktor koreksi (f_c), yang disebut dengan daya rencana (P_d). Untuk mendapatkan nilai normal, maka faktor koreksi yang diambil sebesar 1,5 dengan perhitungan menggunakan persamaan 5:

$$P_d = P \times F_c \quad (5)$$

$$P_d = 0,51 \times 1,5 = 0,765 \text{ HP} = 0,57 \text{ kW}$$

Jadi, untuk penggunaan motor listrik dipakai dengan daya 1 HP agar lebih aman digunakan.

- **Perencanaan Pully dan Sabuk Pully**

Bila digunakan diameter puli motor 3 inchi (76,2 mm), putaran poros direncanakan: 350 rpm, dan putaran motor listrik 1400 rpm. Maka diameter puli yang digerakan dapat dihitung dengan persamaan 6:

$$D_2 = n_1 \frac{D_1}{n_2} \quad (6)$$

$$D_1 = 1400 \times \frac{76,2}{350}$$

$$D_2 = 12 \text{ inch (304,8 mm)}$$

Jadi, diameter puli digerakan yang akan digunakan adalah 12 inch

- **Sabuk**

Diketahui jarak antar pully 1 dan 2 yang direncanakan (C): 800 mm Diameter Puli

$$D_2 = 12 \text{ inch (304,8 mm)}$$

$$D_1 = 3 \text{ inch/76,2 mm}$$

- **Panjang Keliling Sabuk**

Menentukan keliling sabuk menggunakan persamaan 7.

$$L = \frac{\pi}{2} (D_1 + D_2) + 2C + \frac{(D_1 - D_2)^2}{4C} \quad (7)$$

$$= \frac{3,14}{2} (76,2 \text{ mm} + 304,8 \text{ mm}) + 2(800 \text{ mm}) + \frac{(304,8 - 76,2)^2}{4(800)} = 2.214,5 \text{ mm}$$

Berdasarkan hasil yang didapat yaitu 2.214,5 mm, maka sesuai tabel dimensi v-belt diputuskan untuk memakai v-belt type A dengan panjang 2240 mm.

- **Jarak Sumbu Poros**

Jarak sumbu poros dapat dihitung dengan persamaan 8:

$$C = \frac{B^2 + \sqrt{B^2 - 8(D_2 - D_1)^2}}{8} \quad (8)$$

$$\text{Dimana: } B = 2.L - 3,14(304,8 + 76,2) \\ = 2(2214,5) \text{ mm} - 3,14(381) \text{ mm} = 3232,66 \text{ mm}$$

$$C = \frac{3232,66 \text{ mm} + \sqrt{(3232,66 \text{ mm})^2 - 8(304,8 \text{ mm} - 76,2 \text{ mm})^2}}{8} \\ C = \frac{3232,66 \text{ mm} + \sqrt{10.450.090,7 \text{ mm}^2 - 418.063,68 \text{ mm}^2}}{8} \\ C = \frac{3232,66 \text{ mm} + 3.167,34 \text{ mm}}{2} = 800 \text{ mm} = 80 \text{ cm}$$

- **Kecepatan Linear Sabuk**

Kecepatan linear sabuk dapat dihitung dengan persamaan 9:

$$V = \frac{\pi \cdot d_p \cdot n_1}{60.1000} \quad (9) \\ = \frac{3,14 \cdot 76,2 \cdot 1400}{60.000} = 5,58 \text{ m/s}$$

- **Menentukan Sudut Kontak**

Menentukan sudut kontak dapat menggunakan persamaan 10:

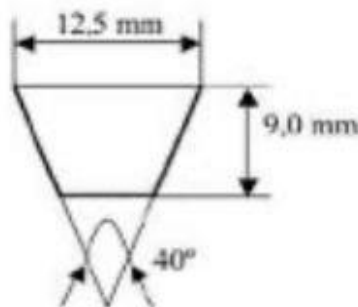
$$\theta = \frac{180^\circ - 57(D_2 - D_1)}{C} \quad (10) \\ \theta = \frac{180^\circ - 57(304,8 \text{ mm} - 76,2 \text{ mm})}{800 \text{ mm}} = 163,71^\circ = 2,85 \text{ rad}$$

3.5 Perhitungan Tegangan Sabuk V

Dalam merencanakan sebuah mesin yang menggunakan transmisi sabuk V dan puli, harus diketahui terlebih dahulu besar tegangan dan daya yang akan diperoleh sebelum perakitan alat. Beberapa perhitungannya sebagai berikut.

- **Perhitungan Luas Penampang Sabuk V**

Luas penampang sabuk dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Penampang Sabuk

Luas penampang sabuk dapat dihitung dengan persamaan 11.

$$\tan 20^\circ = \frac{x}{t} \quad (11)$$

$$x = t \cdot \tan 20$$

$$= 9 \text{ mm} \times 0,36 = 3,2$$

$$\text{mm } a = b - 2x$$

$$= 12,5 \text{ mm} - (2 \times 3,2 \text{ mm}) = 6,1 \text{ mm}$$

A = Luas

penampang A

$$= \frac{(a+b) \cdot t}{2}$$

$$= \frac{(6,1 \text{ mm} + 12,5 \text{ mm}) \cdot 9 \text{ mm}}{2} = 83,7 \text{ mm}^2$$

- **Perhitungan Tegangan Sentrifugal**

Tegangan sentrifugal pada sabuk V dapat dicari dengan mengetahui massa per meter dan kecepatan dari sabuk V tersebut. Untuk pemilihan bahan sabuk dapat dilihat Tabel 1.

<i>Materials of belt</i>	<i>Mass density in kg / m³</i>
Leather	1000
Convass	1220
(Rubber)	(1140)
Balata	1110
Single woven belt	1170
Double woven belt	1250

Gambar 4. Tabel Material Sabuk V

Perhitungan dapat dihitung menggunakan persamaan 12.

$$m = A \cdot L \cdot \rho \quad (12)$$

$$= 83,7 \text{ mm}^2 \times 2214,5 \text{ mm} \times 1,14 \times 10^{-6} / \text{kg mm}^3 = 0,211 \text{ kg}$$

$$T_c = m \cdot v^2$$

$$= 0,211 \text{ kg} \cdot (5,58)^2 = 6,5 \text{ N}$$

- **Perhitungan Tegangan Maksimal Sabuk V**

Diketahui tegangan tarik izin sabuk V sebesar 2,5 N/mm, maka perhitungan diperoleh dengan persamaan 14.

$$T_{\text{maks}} = \sigma_{\text{izin}} \cdot A$$

$$= 209,25 \text{ N}^2 \times 83,7 \text{ mm}^2 = 2,5 \text{ N / mm}^2$$

- **Perhitungan Tegangan Sisi Tegang**

Tegangan sisi tegang dapat dihitung dengan persamaan 13.

$$T_1 = T_{\text{max}} - T_c$$

$$= 209,25 \text{ N} - 6,5 \text{ N} = 202,75 \text{ N} \quad (13)$$

- **Perhitungan Tegangan Sisi Kendor**

Dapat dihitung dengan persamaan 14. Bila diketahui

$$l = \text{bilangan euler} = 2,718$$

$$\mu = \text{koefisien gesek antara sabuk dan pully} = 0,3$$

$$\theta = \text{sudut kontak} = 2,85 \text{ rad}$$

Maka perhitungan tegangan sisi kendor dapat menggunakan persamaan $T_2 = \frac{T_1}{e^{\mu \theta}}$

$$\frac{T_1}{\mu \theta} = 93,8 \text{ N} \quad (14)$$

$$T_2 = \frac{202,75 \text{ N}}{2,718^{0,3.2,85}} = 93,8 \text{ N}$$

3.6 Perhitungan Poros

Pada mesin tempa ini, beban yang terjadi pada poros adalah beban puntir dan lentur. Pada perencanaan ini poros terbuat dari bahan ST 37 dengan faktor keamanan S_{fk1} dan S_{fk2} masing-masing adalah 6 dan 1,5 dan tegangan tarik 37 Kg/mm^2 dan poros yang direncanakan sepanjang 400 mm dengan berat $1,6 \text{ kg}$, $37 \times 9,8 = 362,6 \text{ kg.m/s}^2 = 362,6 \text{ N/mm}^2$.

- Tegangan izin geser (τ_a) bahan dapat dihitung dengan persamaan 15

$$\tau_a = \frac{\sigma_B}{S_{fk1} \cdot S_{fk2}} \quad (15)$$

$$= \frac{362,6 \text{ N/mm}^2}{6 \cdot 1,5} = 40,29 \text{ N/mm}^2$$

- Momen puntir (T) dapat dihitung dengan persamaan 16

$$T = \frac{9,74 \cdot 10^5 \cdot P \cdot d}{n_1} \quad (16)$$

$$T = \frac{9,74 \cdot 10^5 \cdot 0,57 \text{ kW}}{350 \text{ rpm}} = 1.586,2 \text{ Kg.mm}$$

- Momen lentur pada poros ini.

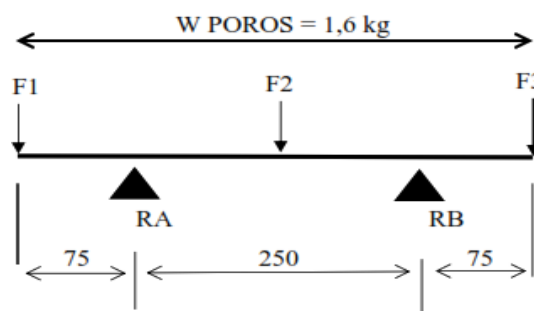
Untuk menghitung momen lentur pada poros yang akan digunakan harus dihitung lebih dahulu gaya-gayanya, seperti dapat dilihat pada Gambar 4.

$$F_1 = (T_1 + T_2) + \text{berat pully}$$

$$= (20,6 + 9,5) + 1 = 31,1 \text{ kg}$$

$$F_2 = \text{Gaya berat poros} = 1 \text{ kg}$$

$$F_3 = \text{Gaya poros penahan lengan} + \text{gaya lingkaran camshaft hummer} = 7 + 2 = 9 \text{ kg}$$



Gambar 5. Gaya yang bekerja pada bidang Reaksi

Terjadi dititik A:

$$\sum M_A = 0 \rightarrow +$$

$$F_1(75\text{mm}) + R_B(75\text{mm}) - F_2(250\text{mm}) - F_3(75) = 0$$

$$31,1\text{kg}(75\text{mm}) + R_B(75\text{mm}) - 1\text{kg}(250\text{mm}) - 9\text{kg}(75) = 0$$

$$R_B \cdot 75\text{mm} = -2362,5\text{kgmm} + 250\text{kgmm} + 675\text{kgmm}$$

$$R_B \cdot 75\text{mm} = 2362,5\text{kgmm} - 250\text{kgmm} - 675\text{kgmm}$$

$$R_B = 19,17 \text{ kg}$$

Reaksi yang terjadi dititik B:

$$\begin{aligned}\sum M_B &= 0 \rightarrow + \\ -F_1(75\text{mm}) - F_2(250\text{mm}) + F_3(75) + R_A(75) &= 0 \\ -31,1\text{kg}(75\text{mm}) - 1\text{kg}(250\text{mm}) + 9\text{kg}(75) + R_A \cdot 75\text{mm} &= 0 \\ R_A \cdot 75\text{mm} &= 2362,5\text{kgmm} + 250\text{kgmm} - 675\text{kgmm} \\ R_A &= 25,9 \text{ kg}\end{aligned}$$

Bidang momen : $\rightarrow +$

$$\begin{aligned}\text{Momen di F1} \\ M_{F1} &= R_A(75\text{mm}) = 25,9\text{kg}(75\text{mm}) = 1942,5 \text{ kgmm} \\ \text{Momen di F2} \\ M_{F2} &= F_1(325\text{mm}) - R_A(75\text{mm}) = 31,1\text{kg}(325\text{mm}) - 25,9\text{kg}(75\text{mm}) = 8165 \text{ kgmm} \\ \text{Momen di F3} \\ M_{F3} &= F_1(400\text{mm}) - R_A(325\text{mm}) + R_B(75\text{mm}) \\ &= 12400\text{kg}(400) - 8417,5\text{kg}(325) - 19,17\text{kg}(75) = 5420,25 \text{ kgmm}\end{aligned}$$

Momen bengkok maksimal terjadi di MF3, yaitu sebesar = 8.165 kgmm.

- **Diameter poros**

Poros dengan beban puntir dan lentur dapat dicari dengan persamaan 18. Bila diketahui: $\tau_a = 40,29 \text{ N/mm}^2$, $K_m = 3$, $K_t = 3$, dan $M = 8.165 \text{ kgmm}$

$$\begin{aligned}T &= 1.586,2 \text{ kgmm} \\ D_s &= \left[\frac{5,1}{\tau_a} \sqrt{(K_m \cdot M)^2 + (K_t \cdot T)^2} \right]^{1/3} \\ D_s &= \left[\frac{5,1}{40,29 \text{ N/mm}^2} \sqrt{(3 \cdot 8165 \text{ kgmm})^2 + (3 \cdot 1586,2 \text{ kgmm})^2} \right]^{1/3} \quad (18) \\ D_s &= [0,12 \times 24952,9]^{1/3} \\ D_s &= \sqrt[3]{2994,3} \\ D_s &= 14,4 \text{ mm}\end{aligned}$$

Jadi 14,4 mm adalah diameter minimum yang dapat digunakan. Jadi dalam pembuatan poros ini digunakan poros dengan diameter 25mm.

- **Perhitungan Pasak**

Perencanaan pasak pada mesin tempa ini adalah pasak benam rata, bahan pasak adalah ST 37 dengan tegangan tarik 37 kg/mm^2 dan faktor keamanan S_{fk1} dan S_{fk2} masing-masing adalah 6 dan Pasak tersebut menerima tegangan geser yang diakibatkan oleh adanya gaya tangensial yang bekerja pada permukaan poros.

- **Besarnya gaya tangensial**

$$\begin{aligned}F &= T \cdot ds/2 \\ &= 1586,2 \cdot 25/2 = 126,8 \text{ kg}\end{aligned}$$

- **Besarnya tegangan geser**

$$\begin{aligned}\tau_k &= \frac{F}{b \cdot l} \\ &= \frac{126,8}{7 \cdot 7} = 2,59 \text{ kg/mm}^2\end{aligned}$$

- **Besarnya tegangan geser izin**

$$\begin{aligned}\tau_a &= \frac{\sigma_b}{(s_{fk1} \cdot s_{fk2})} \\ &= \frac{37 \text{ kg/mm}^2}{(6 \cdot 1,5)} = 4,11 \text{ kg/mm}^2\end{aligned}$$

- Panjang Pasak

$$L = \frac{F}{b \cdot \tau_a}$$

$$= \frac{126,8 \text{ kg}}{7 \text{ mm} \cdot 4,11 \text{ kg/mm}^2} = 4,4$$

Karena tegangan geser izin lebih besar dari tegangan geser yang terjadi pada pasak, maka pasak aman digunakan.

3.7 Perhitungan Bantalan

Dari hasil perhitungan poros maka dipilih bantalan gelinding dengan jenis 6305 yang spesifikasinya dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Jenis Bantalan

No bearing	d (mm)	D (mm)	B (mm)	r (mm)	C (kg)	C ₀ (kg)
6304	20	52	15	2	1250	785
6305	25	62	17	2	1610	1080
6306	30	72	19	2	2090	1440
6307	35	80	21	2,5	2620	1840
6308	40	90	23	2,5	3200	2300
6309	45	100	25	2,5	4150	3100
6310	50	110	27	3	4850	3650

- Menghitung beban ekuivalen

$$P = XVFr + YFa$$

Dimana:

P = beban ekuivalen

(kg) X = barisan tunggal =

0,56

V = beban putar pada cincin dalam = 1

Fr = beban radial (kg)

= berat poros + beban pully besar + beban pada pusat poros lingkaran rotasi hummer

= 1,6Kg + 31,1Kg + 7Kg = 39,7 kg

Y = 0 (dianggap

no)

Fa =

diabaikan

Sehingga:

$$P = XVFr + YFa$$

$$= 0,56 \cdot 1 \cdot 39,7 \text{ kg} = 22,2 \text{ Kg}$$

- Menentukan kecepatan

$$Fn = [33,3]^{1/3}$$

n

$$= [33,3]^{1/3} = 0,45$$

350

- Menentukan faktor umur bantalan (Fh)

$$Fh = \frac{Fn}{c}$$

p

$$Fh = \frac{0,45 \cdot 1610 \text{ kg}}{22,2 \text{ kg}} = 32,6$$

- Menghitung umur nominal bantalan
 $L_h = 500 \times (32,6)$
 $= 500 \times 34642,9 = 17.321.450 \text{ jam}$

4. SIMPULAN

Berdasarkan hasil perancangan mesin penempa besi dengan sistem penggerak motor listrik, dapat disimpulkan bahwa mesin telah berhasil dirancang sesuai dengan kebutuhan teknis dan fungsional. Perancangan ini mencakup pemilihan komponen utama serta perhitungan elemen mesin yang mengacu pada kriteria kekuatan dan keamanan kerja. Adapun hasil perancangan yang diperoleh adalah sebagai berikut : 1. Mesin penempa besi dirancang menggunakan motor listrik dengan daya 1 HP dan putaran 1400 rpm, yang dinilai cukup untuk mendukung proses penempaan pada skala kecil hingga menengah. 2. Sistem transmisi menggunakan puli dengan diameter 3 inci dan 12 inci serta sabuk V tipe A88, sehingga mampu mentransmisikan daya secara efektif dan stabil. 3. Poros yang digunakan memiliki diameter 25 mm dengan momen puntir sebesar 1.586,2 kg·mm dan momen lentur maksimum sebesar 8.164 kg·mm, yang masih berada dalam batas aman terhadap beban kerja. 4. Bantalan yang digunakan adalah bantalan gelinding jenis *pillow block bearing*, yang berfungsi menopang poros serta memudahkan perawatan dan pemasangan. 5. Pasak yang digunakan adalah pasak benam rata dengan panjang 4,4 mm, di mana hasil perhitungan menunjukkan bahwa tegangan geser yang terjadi lebih kecil dari tegangan geser yang diizinkan, sehingga aman digunakan dalam sistem transmisi.

Secara keseluruhan, hasil perancangan menunjukkan bahwa mesin penempa besi berpenggerak motor listrik ini layak secara teknis, aman digunakan, serta berpotensi meningkatkan efisiensi dan produktivitas proses penempaan dibandingkan dengan metode manual.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Cholik. Abdul, 2019. Rancang Bangun Mesin Tempa Baja Menggunakan Shock Breaker. Politeknik Negeri Padang. Padang.
- [2] Darsan, Herri dkk. 2021. Pembuatan Mesin Pneumatic Power Forging Hammer untuk Meningkatkan Produktifitas Pandai Besi Tradisional Di Aceh Barat. Jurnal Pengabdian Masyarakat, 3(2):197
- [3] Pardede. P, 2002. Proses Mekanisasi Untuk Industri Kecil Pandai Besi. Balai Penelitian dan Pengembangan Industri Medan.
- [4] International Journal of Scientific and Research Publication. (2021). Defects in Hot and Cold Forging Processes and Their Prevention Mechanisms. Internnatioanl Journal of Scientific and Research Publication, 11(6), 123-130.
- [5] KBBI. 2022. Alat Tempa (online), (<https://www.kbbi.co.id/arti-kata/alat>) diakses 16 Juni 2024
- [6] Darmawan, R., Sugianto, S., & Idiar, I. (2022). Rancangan Simulasi Mesin Penempa Parang. Seminar Nasional Inovasi Teknologi Terapan, 2(02),499-501
- [7] Antonius dkk. 2022. Perencanaan Mesin Tempa Logam dengan Sistem Forging Hammer. MAROSTEK:Jurnal Teknik, Komputer, Agroteknologi, dan Sains, 1(2), 163-174.
- [8] Mustaking dkk. 2019. Pembuatan Mesin Penempa Baja Untuk Industri Kecil, Laporan Tugas Akhir, Makassar: Politeknik Negeri Ujung Pandang.
- [9] Septiawan, Abel, Mukhnizar, Zulkarnain. 2023.Pembuatan Mesin Tempa Logam dengan system Forging Hammer. MAROSTEK: Jurnal Teknik, Komputer, Agroteknologi, dan Sains, 2(1), 1-8.
- [10] Ikbal, Ahmad. 2021. Rancang Bangun Mesin Penempa Besi Dengan Sistem Penggerak Motor. (Laporan Tugas Akhir, Padang: Politeknik Negeri Padang)
- [11] Sularso, MSME dan Kiyokatsu Suga, 1997. Dasar Perancangan dan Pemilihan Elemen Mesin. PT. Pradnya Paramita. Jakarta
- [12] Mott, LR. 2009. Elemen-elemen Mesin dalam Perancangan Mekanis jilid 1. Andi, Yogyakarta.