

PERANCANGAN ALAT PENEMPA BESI UNTUK INDUSTRI KECIL

OlgaAdha Dwitama ¹, Duskiardi ²

¹Mahasiswa Prodi Teknik Mesin, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Bung Hatta

Email : olgadha@gmail.com

²Dosen Prodi Teknik Mesin, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Bung Hatta

Email: duskiardi@bunghatta.ac.id

ABSTRACT

This study aims to design an iron forging tool for small industries to enhance production capacity and efficiency. The traditional forging process, which relies heavily on manual labor, is time-consuming and physically demanding, limiting daily output. The proposed tool utilizes a 2 HP electric motor to automate the hammering process, transmitting power through a mechanical system that includes a pulley, flywheel (using a recycled car tire as an alternative), and a rotating disk to convert rotational motion into linear hammer strikes. The design was analyzed using Inventor software to evaluate stress distribution and displacement on the frame and key components, ensuring safety factors were within acceptable limits. Materials such as medium-carbon steel (AISI 1045) and low-carbon steel (AISI 4140) were selected for their strength and availability. The tool's performance was validated through theoretical calculations, demonstrating its ability to deliver consistent forging force while reducing reliance on manual labor. Results indicate that the tool can significantly increase production capacity, improve operational efficiency, and reduce physical strain on workers. The use of recycled materials also contributes to cost-effectiveness and environmental sustainability. Future recommendations include material optimization, automation enhancements, and field trials to further refine the design. This tool is expected to support small-scale blacksmithing industries by providing an affordable and practical solution for modernizing traditional forging processes.

Keyword: Forging tool, small industry, automation, mechanical design, production efficiency.

PENDAHULUAN

Pada saat ini industri kecil pengrajin besi memiliki berbagai macam hasil produk dari baja, mulai dari bahan baja lunak hingga baja keras. Industri kecil pengrajin besi banyak tersebar di Indonesia, mulai dari industri besar hingga industri menengah kebawah, (Shadiq & Kasim, 2019).

Keterbatasan tenaga manusia ini mempengaruhi kemampuan pengerjaan penekukan atau pembentukan plat dalam proses pembuatannya, Prosesnya masih dilakukan secara manual, di mana material baja yang akan dibentuk dipanaskan terlebih dahulu di dalam tungku. Di

samping tungku, terdapat juga blower yang meniupkan udara agar batu bara di dalam tungku tetap menyala. Setelah baja dipanaskan dan berubah warna menjadi merah-oranye pada suhu sekitar 1050 hingga 1500 derajat Celsius, baja tersebut kemudian dipindahkan ke platform yang terbuat dari besi padat, (Shadiq & Kasim, 2019).

Mesin penempa baja sangat penting bagi industri kecil dalam proses produksi untuk memudahkan pekerjaan penempaan secara terus-menerus. Untuk memahami apa itu mesin penempa baja, kita perlu terlebih dahulu memahami arti dari mesin, tempa, dan baja. Menurut Kamus Besar Bahasa Indonesia (2002 : 737), mesin

didefinisikan sebagai alat yang digunakan untuk menggerakkan atau membuat sesuatu, baik dengan menggunakan tenaga manusia, bahan bakar minyak, atau tenaga alam, (Shadiq & Kasim, 2019).

Salim (1991 : 968) juga menyampaikan hal yang hampir sama, yaitu bahwa “Mesin adalah alat yang memiliki daya gerak atau tenaga, baik dijalankan dengan motor listrik maupun tenaga manusia”. Dari definisi mesin yang diberikan oleh kedua sumber tersebut, terlihat bahwa sumber pertama mendefinisikan mesin sebagai kendaraan, sedangkan sumber kedua mendefinisikan mesin sebagai alat yang dapat membantu meringankan pekerjaan manusia, (Shadiq & Kasim, 2019).

Saat ini, penempaan telah menjadi salah satu teknik produksi yang paling banyak digunakan yang berkontribusi pada perkembangan umat manusia. Tentu saja proses penempaan di masa depan akan terus diperbarui dan menjadi lebih efisien. Kami percaya lebih jauh, penempaan akan menjadi metode produksi terdepan untuk semua paduan logam dengan cara yang lebih hemat biaya, (Waluyo et al., 2019).

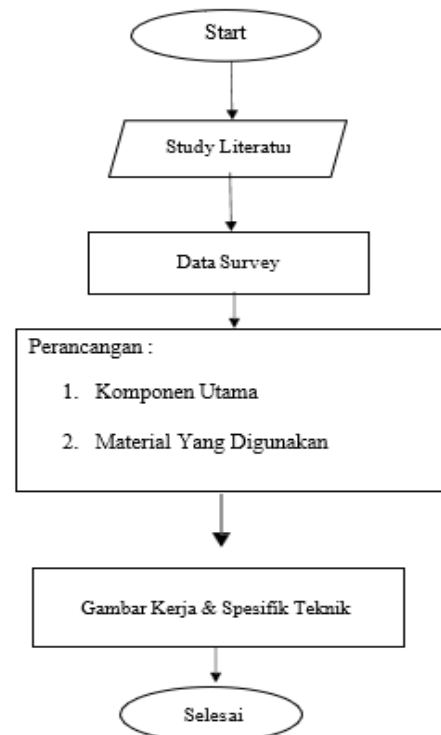


Gambar 1. Alat tempa Tradisional

METODE PENELITIAN

Diagram alir

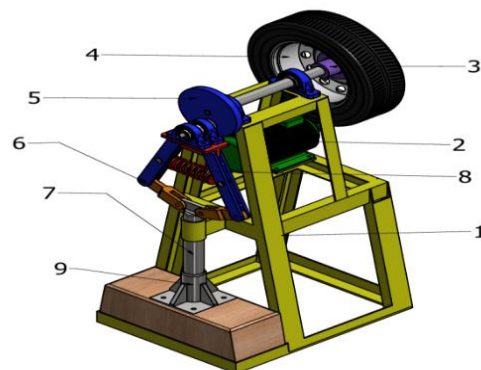
Proses perancangan alat merupakan suatu kegiatan awal dari suatu rangkaian kegiatan dalam proses pembuatan produk. Kegiatan yang dilakukan disusun dalam beberapa tahap sesuai pada gambar 3 diagram alir.



Gambar 3. Diagram Alir

Desain Gambar Teknik

Desain gambar rancangan alat penempa besi untuk industri kecil dapat dilihat pada gambar 4, sebagai berikut :



Gambar 4. Perancangan Alat Tempa Besi

Keterangan Gambar 4 :

1. Rangka
2. Motor
3. Naf
4. Ban
5. Roda Berporos / Rotor
6. Ram Hammer
7. Hammer
8. Anvil

9. Pegas

Perencanaan

Berikut adalah komponen utama serta komponen pendukung dalam perancangan alat penempa besi.

Komponen Utama

1. Rangka

Rangka berfungsi sebagai penahan, penopang, dan pendukung konstruksi dari alat dengan kokoh.

2. Motor

Motor Berfungsi sebagai daya utama penggerak untuk komponen yang bekerja secara mekanik

3. Nuf

Berfungsi sebagai penerus putaran dari Ban ke poros agar ikut berputar meneruskan gaya putar menjadi gaya translasi untuk hammer

4. Flywheel

Fly wheel berfungsi untuk menyimpan dan menyalurkan energi putar dan disalurkan Kembali ke rotor dan menambah energi tranlasi pada hammer

5. Poros

Poros berfungsi sebagai penerus energi putar yang dihasilkan oleh flywheel/ban ke roda berporos sebagai transmisi gaya yang dihasilkan

6. Roda Berporos

Roda Berporos berfungsi sebagai penyalur energi putar dari flywheel dan memanfaatkan dari perbedaan jari-jari dan juga sebagai penghubung antara energi putar dan translasi

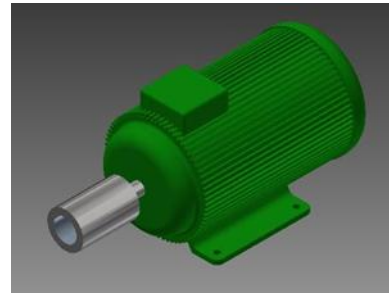
Metoda Yang digunakan Untuk Merancang

Dalam perancangan ini dilakukan dengan menganalisis teori, di mana pemilihan material dan ukuran dilakukan berdasarkan perhitungan menggunakan rumus dari buku referensi, dan perancangan secara visual dilakukan dengan bantuan software inventor.

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Daya Motor

Untuk penempaan logam pada industri kecil ataupun rumahan, motor listrik 2 Hp ini merupakan titik optimal, 1400 Rpm, dan 1 Pasa.



Gambar 5. Motor Listrik
Perhitungan Daya Motor 2 HP dalam kW Diketahui:

- Daya motor (**P**) = 2 HP
- n = 1400 Rpm Maka:

$$P(\text{kW}) = 2 \times 0,746 = 1,492 \text{ kW}$$

Jadi dalam menghitungnya digunakan rumus :

$$\text{Daya motor}(\mathbf{P}) = \frac{T \times n}{9549}$$

Dimana : T = Torsi (**Nm**)

N = Kecepatan putar motor listrik (**Rpm**)

Maka :

$$\begin{aligned} T &= \frac{9549 \times P}{n} \text{ (Nm)} \\ &= \frac{9549 \times 1492}{1400} \text{ (Nm)} \\ &= 10,17 \text{ Nm} \end{aligned}$$

2. Pulley Datar (Gesek)

Diketahui

$$T = 10,17 \text{ Nm}$$

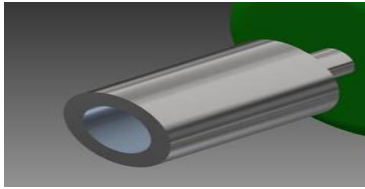
$$D = 63,5 \text{ mm}$$

Maka:

$$\begin{aligned} R1 &= \frac{D1}{2} \\ &= 31,75 \text{ mm} = 0,0375 \text{ m} \end{aligned}$$

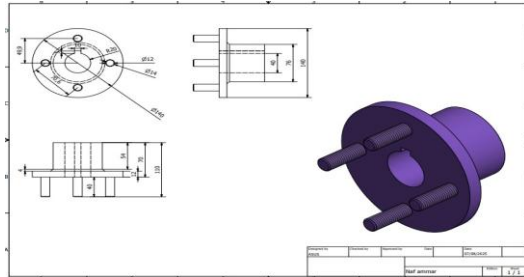
$$T1 = r1 \times F1$$

$$\begin{aligned} F1 &= \frac{T1}{r1} \\ &= \frac{10,17 \text{ Nm}}{0,03575 \text{ m}} \\ &= 320,315 \text{ N} \end{aligned}$$



Gambar 6. Pulley

3. Pendukung Transisi Gaya



Gambar 7. Naf

Dihitung gaya pada setiap baut adalah sama

$$T3 = ((Fb1+Fb2+Fb3+Fb4) \times 0,05 \text{ m})$$

$$T3 = 4(F+F+F+F \times 0,5 \text{ m})$$

$$0,05 \text{ m} \times Fb = \frac{T}{4}$$

$$0,05 \text{ m} \times Fb = \frac{86,485}{4}$$

$$0,05 \text{ m} \times Fb = 21,6 \text{ Nm}$$

$$Fb = \frac{21,6 \text{ Nm}}{0,05 \text{ m}} = 432 \text{ N}$$

4. Transmisi Gaya (Ban)

$$T2 = r2 \times F2$$

Dimana : T = Torsi (N)

r = Jari-jari (mm)

F = Gaya (N)



Gambar 8. Ban

Diketahui :

$$F2 = 320,315 \text{ N}$$

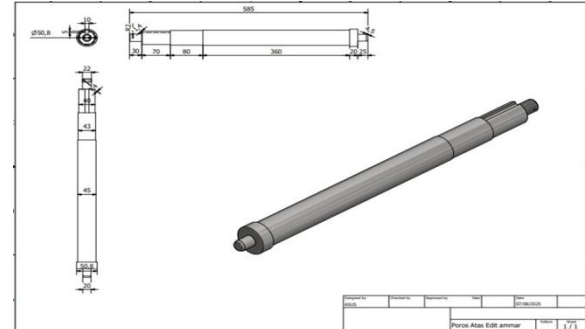
$$D2 = 540 \text{ mm}$$

Maka :

$$R2 = \frac{D2}{2}$$

$$\begin{aligned} &= \frac{540 \text{ mm}}{2} \\ &= 270 \text{ mm} = 0,27 \text{ m} \\ T2 &= 0,27 \text{ m} \times 320,315 \text{ N} \\ &= 86,485 \text{ Nm} \end{aligned}$$

5. Assy Poros bertingkat



Gambar 9. Assy Poros

Untuk mencari rumus safety factor (SF) pada Assy poros bertingkat yang digunakan adalah sebagai berikut :

$$SF = \frac{\sigma}{\tau}$$

Dimana :

τ = Tegangan (N/mm^2)

σ = Tegangan izin (N/mm^2)

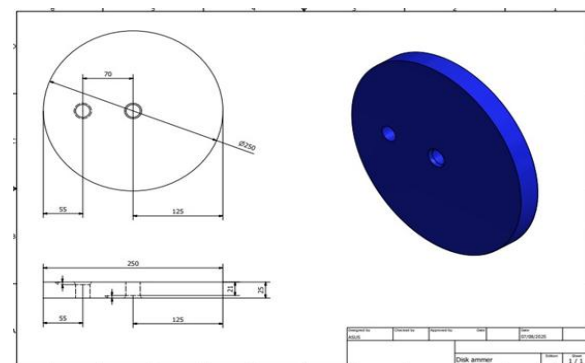
Maka :

$$\begin{aligned} &= 130 = \frac{N}{mm^2} / 4,5 \frac{N}{mm^2} \\ &= 28 \end{aligned}$$

Jadi safety factor(SF) dari baut yang digunakan berbahan Baja AISI 1045 masih aman dengan nilai 28.

Pada perancangan besi assy , bahan yang digunakan adalah baja karbon sedang seperti Baja AISI 1045.

6. Disk/Roda Berporos



Gambar 10. Roda Berporos / Rotor

Untuk mencari rumus safety factor(SF) pada Disk yang digunakan adalah sebagai berikut :

$$SF = \frac{\sigma}{t}$$

Dimana :

τ = Tegangan (N/mm²)

σ = Tegangan izin (N/mm²)

Maka :

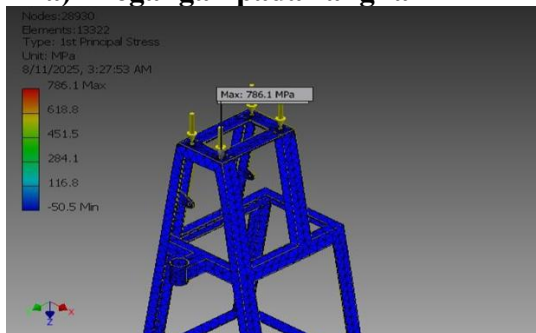
$$SF = \frac{\sigma}{t} \\ = 189 = \frac{N}{mm^2} / 3,1 \frac{N}{mm^2} \\ = 60$$

Jadi safety factor(SF) dari baut yang digunakan berbahan Baja AISI 4140 masih aman dengan nilai 60.

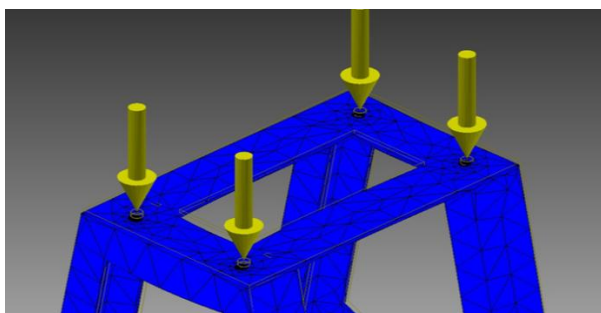
7. Rangka

Rangka mesin tempa adalah struktur penyangga utama mesin yang berfungsi menahan gaya tekan tinggi, menjaga kestabilan, dan menopang semua komponen mesin tempa. Rangka ini terbuat dari bahan yang kuat seperti baja dan hadir dalam berbagai desain, seperti rangka sisi lurus yang menawarkan kekakuan maksimal.

a) Tegangan pada rangka



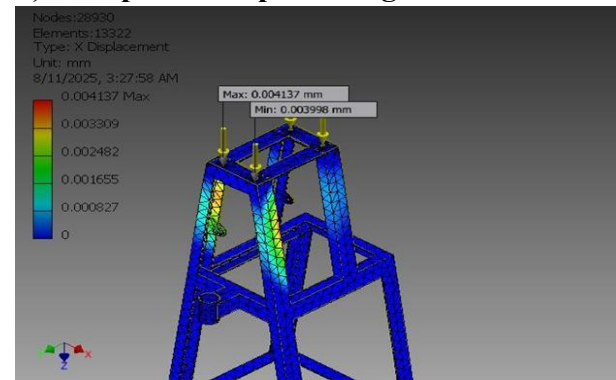
Gambar 11. Tegangan Pada Rangka Tampak Depan



Gambar 12. Tegangan Pada Rangka Tampak Atas

Pada analisis di software inventor ditemukan penakan yang terjadi pada bagian atas rangka karena pembebanan dari komponen diatasnya sehingga penekanan tersebut tampak jelas, dimana pada analisis tersebut gaya yang diberi pada bagian depan sebesar 1235,5 N ,dan gaya yang diberikan pada bagian belakang yaitu sebesar 320,315 N.

b) Perpindahan pada rangka



Gambar 13. Perpindahan Pada Batang Rangka

Pada analisis di software inventor ditemukan penakan yang terjadi pada bagian atas rangka karena pembebanan dari komponen diatasnya sehingga penekanan tersebut tampak jelas, dimana perubahan warna pada rangka menunjukkan perubahan titik yang signifikan,tetapi masih dalam batas kekuatan materialnya dimana batas maksimal dari perpindahan yang terjadi yaitu 0,004137 mm, sedangkan batas yang dikeluarkan pada analisa tersebut masih berkisar 0.003998 mm.

Rancangan Material Yang digunakan

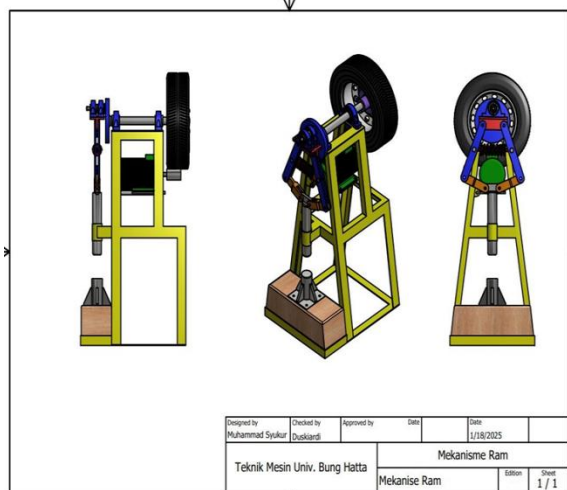
Pada alat ini semua material yang digunakan berbeda beda untuk jenis materialnya meliputi :

- 1) Rangka menggunakan baja UNP 80
- 2) Alas rangka menggunakan baja siku 40
- 3) Motor listrik 2 HP(1400 Rpm,1 Phase)
- 4) Ban mobil berukuran 13 inch

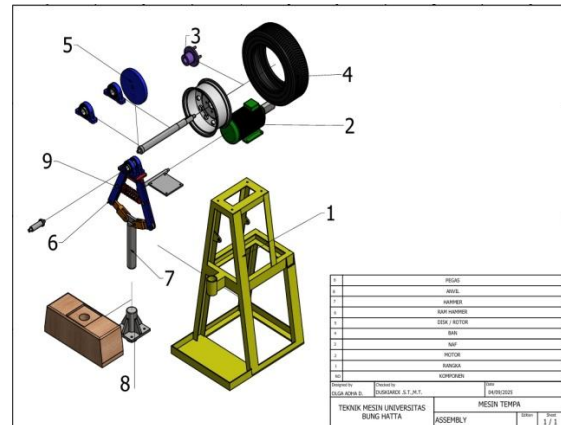
- 5) Naf dengan gabungan besi as 2,5 inch dan plat baja Paduan tebal 12
- 6) Assy poros bertingkat menggunakan baja AISI 1045 berdiameter 2 inch
- 7) Bantalan tetap berdiameter 45
- 8) Disk rotor menggunakan plat baja AISI 4140
- 9) Assy poros disk menggunakan baja AISI 1045 berdiameter 2 inch
- 10) Bantalan tetap berdiameter 35
- 11) Anvil menggunakan Baja AISI 1045 dan AISI 4140
- 12) Balok Kayu

Tabel 1. Komponen Pendukung

No	Komponen Pendukung	Bahan
1	Dudukan Anvil	Balok Kayu
2	Pillow Block Bearing	P209 (D-45)
3	Pillow Block Bearing	P207 (D-35)
4	Motor	2 HP (1400 Rpm)



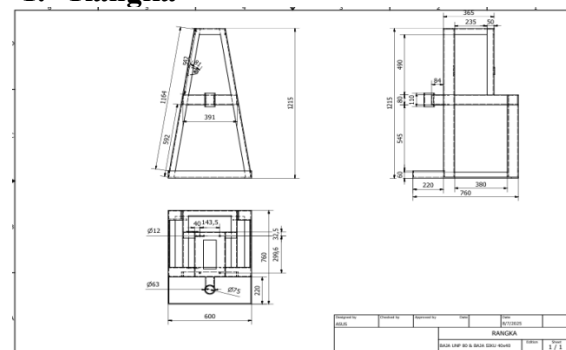
Gambar 14.Alat Penempa Baja



Gambar 15. Komponen Alat Penempa Baja

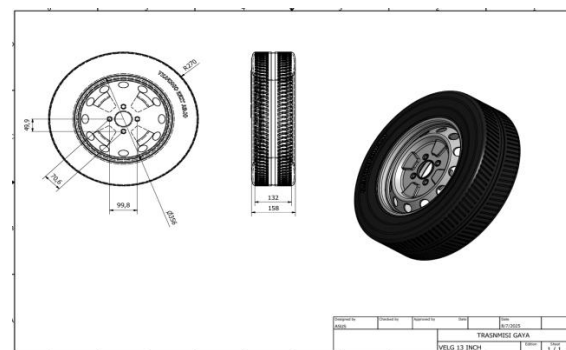
Dimensi Rancangan

1. Rangka



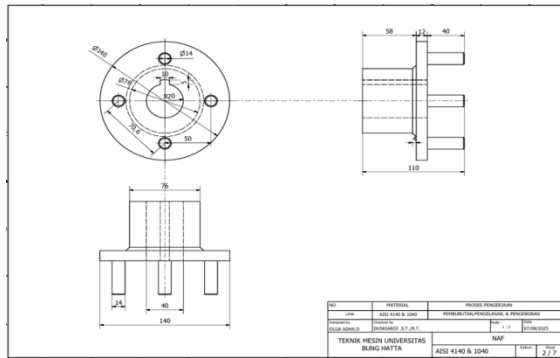
Gambar 17. Dimensi Rangka

2. Ban



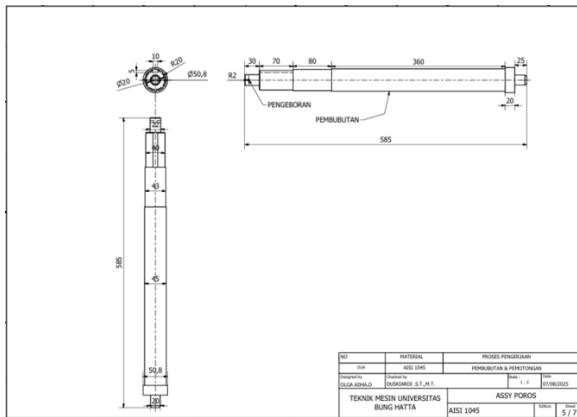
Gambar 18. Dimensi Ban

3. Naf



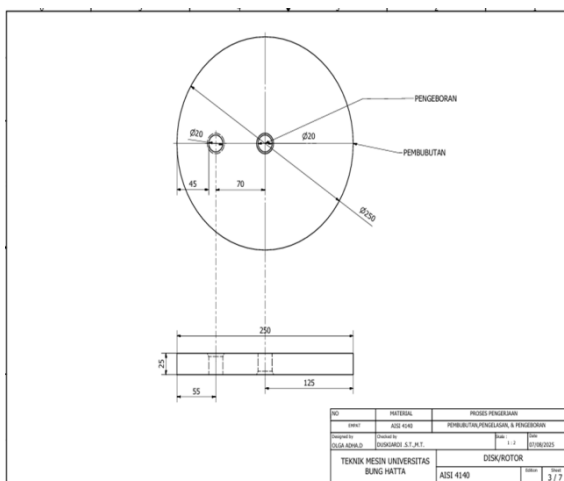
Gambar 19. Dimensi Naf

4. Assy poros Bertingkat



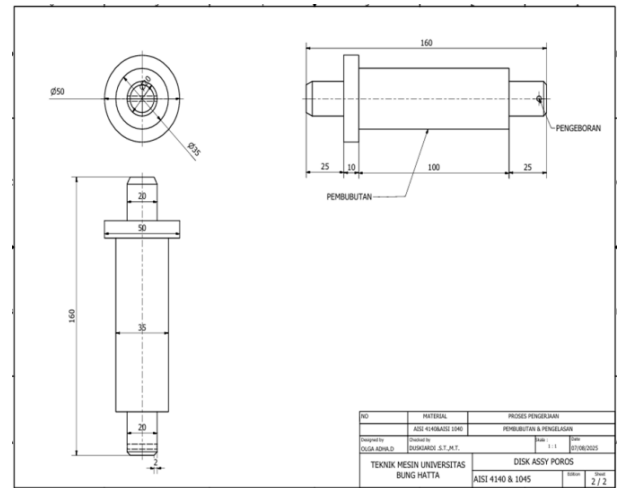
Gambar 20. Dimensi Assy Poros

5. Disk Rotor



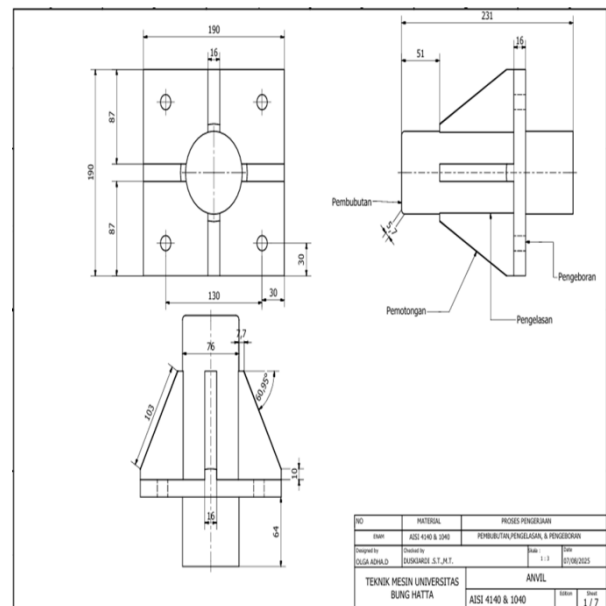
Gambar 21. Dimensi Disk

6. Disk Assy poros



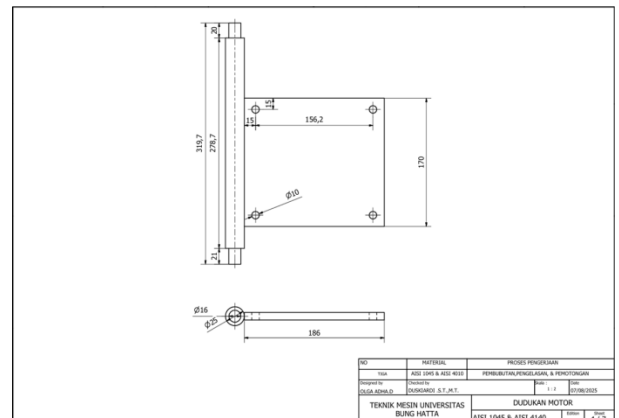
Gambar 22. Dimensi Assy Disk

7. Anvil



Gambar 23. Dimensi Anvil

8. Dudukan Motor



Gambar 24. Dudukan Motor

Tabel 2. Komponen Utama Rancangan

No	Komponen	Bahan
1	Pulley Datar	AISI 1045
2	Naf	AISI 1045 & AISI 1045
3	Pasak	ST-37
4	Assy Poros	AISI 1045
5	Disk/Rotor	AISI 4140
6	Assy Disk	AISI 1045
7	Anvil	AISI 1045 & AISI 1045
8	Rangka	UNP 80 & KS 40x40x5
9	Dudukan Motor	AISI 4140

KESIMPULAN

1. Perancangan Alat Penempa: Alat penempa besi berhasil dirancang dengan memanfaatkan teknologi tepat guna, menggunakan komponen utama seperti motor listrik 2 HP, ban sebagai pengganti flywheel, dan sistem transmisi mekanis untuk menggerakkan hammer secara otomatis. Desain alat ini mampu meningkatkan efisiensi proses penempaan dibandingkan dengan
2. metode tradisional yang mengandalkan tenaga manusia.
3. Peningkatan Kapasitas Produksi: Dengan adanya alat ini, kapasitas produksi industri kecil pengrajin besi dapat meningkat karena proses penempaan menjadi lebih cepat dan konsisten. Alat ini mengurangi ketergantungan pada tenaga manusia, sehingga jumlah produk yang dihasilkan per hari dapat lebih banyak.
4. Analisis Kekuatan dan Keamanan: Berdasarkan analisis tegangan dan perpindahan pada rangka serta komponen utama seperti poros, baut, dan rotor, alat ini memiliki faktor keamanan (safety factor) yang memadai. Material yang digunakan, seperti baja karbon rendah (AISI 4140) dan baja karbon sedang (AISI 1045), telah dipilih untuk memastikan kekuatan dan ketahanan alat selama operasi.

DAFTAR PUSTAKA

- Area, U. M. (2023). *RANCANG BANGUN SIRKULASI AIR OTOMATIS PADA SKRIPSI OLEH : FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS MEDAN AREA MEDAN SKRIPSI* Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat untuk Memperoleh Gelar Sarjana Di Fakultas Teknik Universitas Medan Area Oleh : FAKULTAS TEKNIK MEDAN.
- Darmanto, S. (2020). Aplikasi Mesin Tempa Mini Di Industri Pande Besi. *Jurnal Pengabdian ...*, 01(03), 187–190.
<https://ejournal2.undip.ac.id/index.php/jpv/article/view/7441>
- Darsan, H., Susanto, H., Murhaban, M., & Khatami, M. (2022). Analisis Numerik Desain Kerangka Mesin Pneumatik Power Forging Hammer Untuk Meningkatkan Produktivitas Pandai Besi Aceh Barat. *Jurnal Mekanova: Mekanikal, Inovasi Dan Teknologi*, 8(1), 103.
<https://doi.org/10.35308/jmkn.v8i1.4366>
- Didik, E. (2015). *ANALISA PENGARUH DEFORMASI PLASTIS TERHADAP STRUKTUR MIKRO DAN KEKERASAN PADA BAJA ST 42. XI*, 19–26.

- Fahmiansyah, B. (2022). Pengaruh Rasio Geometri Alur Pasak Poros Terhadap Kegagalan Fatigue. *Machine : Jurnal Teknik Mesin*, 7(2), 8–14. <https://doi.org/10.33019/jm.v7i2.1854>
- Handoyo, Y. (2015). Pengaruh Quenching Dan Tempering Pada Baja Jis Grade S45C Terhadap Sifat Mekanis Dan Struktur Mikro Crankshaft. *Teknik Mesin*, 3(2), 102–115. <http://ejournal.unismabekasi.ac.id/>
- Haryadi, G. D., Utomo, A. F., & Ekaputra, I. M. W. (2021). Pengaruh Variasi Temperatur Quenching Dan Media Pendingin Terhadap Tingkat Kekerasan Baja AISI 1045. *Jurnal Rekayasa Mesin*, 16(2), 255. <https://doi.org/10.32497/jrm.v16i2.2633>
- Marpaung, P. P. (2022). Analisis Putaran Puli Roda Gigi Flywheel Penggerak Beban Putaran Roda Gigi Transmisi Otomotif. *Jurnal Flywheel*, 13(2), 23–27. <https://doi.org/10.36040/flywheel.v13i2.5712>
- New, F. (n.d.). *The wide variety of NTN Bearing Units*.
- Rohmah, M., Paristiawan, P. A., & Romijarso, T. B. (2022). Effect of forging load and heat treatment process on the corrosion behavior of A588-1%NI for weathering steel application in a marine environment. *Sinergi*, 26(2), 237. <https://doi.org/10.22441/sinergi.2022.2.013>
- Rusnaldy, R., & Herlangga, H. (2017). Studi Ketahanan Balistik Baja High Strength Low Alloy Aisi 4140. *Rotasi*, 19(1), 24. <https://doi.org/10.14710/rotasi.19.1.24-28>
- Sembiring, A., Lubis, A., & Wahyudi, R. (2024). Pengujian Program Prediksi Kecepatan Poros Rotor Bertingkat Secara Eksperimental. *Austenit*, 16(2), 77–84. <https://doi.org/10.53893/austenit.v16i2.8513>
- Setyani, A., Roesma Wardhana, H., Abdul Shaleh, M., Yoshi Kristanta, S., Ismudian Syahidin, F., & Carlotta, N. (2024). Pengaruh Heat Treatment terhadap Mikrostruktur dan Kekerasan pada Material Low Carbon Steel ST-37. *Creative Research in Engineering Jurnal Creative Research in Engineering*, 4(2), 1–8.
- Shadiq, N. A., & Kasim, K. (2019). *Pembuatan Mesin Penempa Baja untuk Industri Kecil*. [http://repository.poliupg.ac.id/id/eprint/1624/1/Pembuatan Mesin Penempa Baja Untuk Industri Kecil.pdf](http://repository.poliupg.ac.id/id/eprint/1624/1/Pembuatan_Mesin_Penempa_Baja_Untuk_Industri_Kecil.pdf)
- Tua, M., Sibarani, P., Sianturi, R., Jawak, D. P., Konversi Energi, T., Mesin, T., & Medan, P. N. (2021). Analisis Daya Listrik Motor Induksi Satu Fasa Pada Mesin Penempung Gula Aren. *Prosiding Konferensi Nasional Social & Engineering Polmed (KONSEP)*, 2(1), 201–205. <https://ojs.polmed.ac.id/index.php/KONSEP2021/article/view/603>
- Waluyo, J., Pratiwi, Y., & Parwati, C. I. (2019). Rekayasa Rancangan Mesin Tempa Ramah Lingkungan Guna Meningkatkan Kapasitas Produksi Pada Kelompok Pande Besi. *Gaung Informatika*, 12(1), 2086–4221.