

**Perencanaan Proses Pembentukan Paku Tapal Kuda  
Menggunakan *Dies Upsetting, Forging, Forming & Trimming***

*Planning the Process of Forming Horseshoe Nails Using Upsetting,  
Forging, Forming & Trimming Dies*

**SKRIPSI**

oleh:  
Nama: Sandi Afriagi  
NPM : 193030031



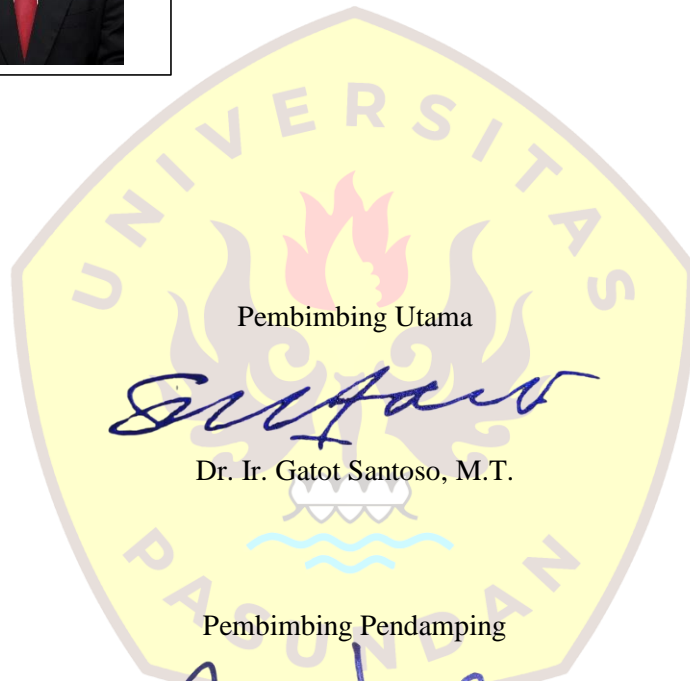
**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN  
FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS PASUNDAN  
BANDUNG  
2024**

# LEMBAR PENGESAHAN

## Perencanaan Proses Pembentukan Paku Tapal Kuda Menggunakan *Dies Upsetting, Forging, Forming & Trimming*



Nama: Sandi Afriagi  
NPM : 193030031



Pembimbing Utama



Dr. Ir. Gatot Santoso, M.T.

Pembimbing Pendamping



Dr. Ir. Ade Bagdja, M.M.E.

## ABSTRAK

Tugas akhir ini membahas mengenai **Perencanaan Proses Pembentukan Paku Tapal Kuda Menggunakan Dies Upsetting Forging Forming & Trimming**, bertujuan untuk menghasilkan paku tapal kuda yang seragam dapat bersaing dengan paku tapal kuda *import*. Untuk menghasilkan paku tapal kuda yang seragam, diperlukan tahapan-tahapan pembentukan paku yang dibagi menjadi tujuh proses. Yaitu *upsetting*, *forging*, *forming*, *trimming*, *forging*, *trimming* dan *labeling*. Metodologi pada penelitian ini yaitu identifikasi masalah, studi literatur, perencanaan tahapan proses bentuk paku tapal kuda dan survey. Paku tapal kuda yang telah dibuat sudah sesuai perencanaan dan bisa diimplementasikan serta berhasil dilakukan. Rasio pemampatan volume untuk paku kuda tahap pertama sebesar 99,9%; paku kuda tahap kedua sebesar 99,9%; paku kuda tahap ketiga sebesar 99,9%; paku kuda tahap kelima sebesar 99,8% dan paku kuda tahap ketujuh sebesar 99,9%.

**Kata kunci:** Paku tapal kuda, *upsetting*, *forging*, *forming* dan *trimming*.



## **ABSTRACT**

*The final project discusses the **Planning Process for Forming Horseshoe Nails Using Upsetting Forging, Forming & Trimming Dies**, aiming to produce uniform horseshoe nails that can compete with imported horseshoe nails. To produce uniform horseshoe nails, several forming stages are required, divided into seven processes: upsetting, forging, forming, trimming, forging, trimming, and labeling. The methodology in this research includes problem identification, literature review, planning the horseshoe nail forming stages, and surveys. The horseshoe nails produced are in accordance with the plan and can be implemented successfully. The volume compression ratio for the first-stage horseshoe nail is 99.9%; for the second stage, 99.9%; for the third stage, 99.9%; for the fifth stage, 99.8%; and for the seventh stage, 99.9%.*

**Keywords:** *Horseshoe nails, upsetting, forging, forming and trimming.*



# DAFTAR ISI

SURAT PERNYATAAN .....	i
SURAT PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI.....	ii
LEMBAR PENGESAHAN .....	iii
KATA PENGANTAR .....	iv
DAFTAR ISI .....	v
DAFTAR GAMBAR.....	vii
DAFTAR TABEL .....	viii
ABSTRAK .....	ix
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1. Latar Belakang .....	1
2. Rumusan Masalah.....	1
3. Tujuan.....	1
4. Manfaat.....	2
5. Batasan Masalah .....	2
6. Sistematika Penulisan .....	2
BAB II STUDI LITERATUR.....	4
1. Paku Tapal Kuda.....	4
2. Fungsi dan Anatomi Kuku Kuda.....	6
3. Proses <i>Upsetting</i> .....	7
4. Proses <i>Forging</i> .....	10
5. <i>Metal Forming</i> .....	13
6. <i>Forgeability</i> dan Rasio Pemampatan Volume .....	15
BAB III METODE PENELITIAN.....	16
1. Tahapan Penelitian.....	16
2. Jadwal Kegiatan .....	17
3. Tempat Penelitian .....	17
4. Peralatan dan Material yang Digunakan.....	18
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	19
1. Desain Paku Tapal Kuda.....	19
2. Pembentukan Konsep Desain Paku Tapal Kuda.....	26
3. Perhitungan <i>Forgeability</i> , Rasio Pemampatan Volume dan <i>Trimming</i> .....	28
4. Perhitungan <i>Forgeability</i> dan Rasio Pemampatan Volume Sederhana.....	30
5. Hasil Perhitungan Gaya.....	33

6. Rincian Anggaran .....	35
7. Pembuatan Prototipe Paku Tapal Kuda .....	36
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN .....	40
1. Kesimpulan .....	40
2. Saran .....	40
DAFTAR PUSTAKA .....	41
LAMPIRAN .....	44
1. Hasil Perhitungan Gaya.....	44
2. Foto-Foto Kegiatan .....	45
3. Gambar Teknik .....	45
4. Gambar Kerja.....	56



# BAB I PENDAHULUAN

## 1. Latar Belakang

Olahraga berkuda di Indonesia berkembang dengan pesat, maka dari itu kebutuhan akan paku kuda dan tapal kuda semakin meningkat [1]. Olahraga berkuda juga salah satu *entertainment sport* yang diyakini dapat berpengaruh baik dalam pertumbuhan anak-anak dan dapat menjadi terapi bagi anak autis [2]. Selain itu olahraga berkuda juga diminati oleh berbagai kalangan, maka dari itu kebutuhan akan paku kuda dan tapal kuda semakin meningkat. Karena paku kuda dan tapalnya harus diganti setiap enam minggu sekali, satu buah tapal kuda memerlukan enam buah paku dan untuk satu ekor kuda memerlukan dua puluh empat paku. Paku tapal kuda/sepatu kuda adalah suatu logam berujung runcing terbuat dari material baja, fungsinya untuk melekatkan ladam ke kuku kuda yang bertujuan agar ladam kuda tidak terlepas.

Semakin meningkat kebutuhan paku tapal kuda di dalam negeri, para konsumen berminat membeli paku tapal kuda *import* dari pada paku lokal hasil produksi para pengrajin industri kecil [3]. Paku kuda lokal kalah bersaing dengan paku kuda *import* [4]. Dikarenakan proses pembuatannya masih menggunakan cara konvensional, sehingga hasil produk jadi tidak seragam terutama untuk kuda pacu. Sedangkan paku tapal kuda *import* diproduksi menggunakan mesin yang bisa menghasilkan produk jadi yang seragam untuk kuda pacu.

Para pengrajin tempa di industri kecil menjual produk paku tapal kuda dengan harga yang tidak setara dengan proses pembuatannya yang masih konvensional menggunakan tenaga manusia. Untuk menghasilkan paku tapal kuda yang seragam, diperlukan tahapan-tahapan pembentukan paku yang dibagi menjadi tujuh proses. Yaitu *upsetting, forging, forming, trimming, forging, trimming* dan *labeling*.

## 2. Rumusan Masalah

Berdasarkan permasalahan latar belakang di atas, penulis merumuskan pokok permasalahan dalam penelitian ini. Rumusan masalahnya adalah sebagai berikut:

- a. Bagaimana perencanaan pembentukan paku tapal kuda pada *dies upsetting, forging, forming* dan *trimming*.
- b. Bagaimana hasil dari proses pembentukan paku tapal kuda pada *dies upsetting, forging, forming* dan *trimming*.

## 3. Tujuan

Berdasarkan pada masalah yang telah dirumuskan, penelitian ini bertujuan sebagai berikut:

- a. Merencanakan tahapan pembentukan paku tapal kuda *dies upsetting, forging, forming* dan *trimming* yang dapat diimplementasikan serta berhasil dilakukan sesuai dengan standar yang diinginkan.
- b. Menganalisis rasio pemampatan volume dari ketujuh proses pada pembentukan paku tapal kuda berdasarkan perencanaan yang telah dibuat.

#### **4. Manfaat**

Untuk mengevaluasi kualitas penelitian yang dilakukan oleh seorang peneliti, penting bahwa penelitian tersebut memberikan nilai tambah, baik dari segi teoritis maupun praktis. Dengan demikian, berikut adalah manfaat yang ditemukan dalam penelitian ini.

##### **Manfaat Teoritis**

Hasil dari penelitian ini dapat menjadikan substitusi *import* bagi pemilik kuda pacu.

##### **Manfaat Praktis**

Harapannya, penelitian ini diharapkan dapat mengatasi solusi permasalahan bagi pengrajin pandai besi lokal paku tapal kuda, meningkatkan mutu serta kualitas yang sesuai untuk kuda pacu yang dapat diterima oleh segmen pasar yang lebih tinggi.

#### **5. Batasan Masalah**

- a. Untuk permasalahan yang dibahas yaitu ukuran diameter kawat awal yang digunakan pada proses *upsetting* yaitu 4,1 mm, panjangnya 45 mm dengan hasil akhir paku standar E3.
- b. Desain paku tapal kuda yang disederhanakan untuk mempermudah proses pembentukan serta hanya untuk membuktikan keberhasilan prosesnya saja.
- c. Panjang kawat awal yang digunakan pada paku tapal kuda sederhana yaitu 24,1 mm, 27,5 mm, 30 mm, 35 mm dan 40 mm. Sedangkan diameternya 4,1 mm, kawat tersebut terbuat dari timah.

#### **6. Sistematika Penulisan**

Sistematika penulisan laporan skripsi terdiri dari lima bab, yaitu:

##### **BAB I PENDAHULUAN**

Bab pendahuluan ini mencakup konteks latar belakang masalah, rumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat, batasan masalah dan sistematika penulisan.

##### **BAB II STUDI LITERATUR**

Bab studi literatur ini meliputi tentang teori-teori dasar paku tapal kuda, fungsi dan anatomi kuku kuda, proses *upsetting, forging, forming* serta *forgeability* dan rasio pemampatan volume.



### **BAB III METODOLOGI PENELITIAN**

Bab metodologi penelitian ini mencakup tentang tahapan penelitian yang didukung diagram alir, penjelasan tentang metode perencanaan, jadwal kegiatan, tempat penelitian serta peralatan dan material yang digunakan.

### **BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN**

Bab hasil dan pembahasan ini meliputi tentang desain paku tapal kuda, pembentukan konsep desain paku tapal kuda, perhitungan *forgeability*, rasio pemampatan volume dan *trimming*, perhitungan *forgeability* dan rasio pemampatan volume sederhana, hasil perhitungan gaya, rincian anggaran serta pembuatan prototipe paku tapal kuda.

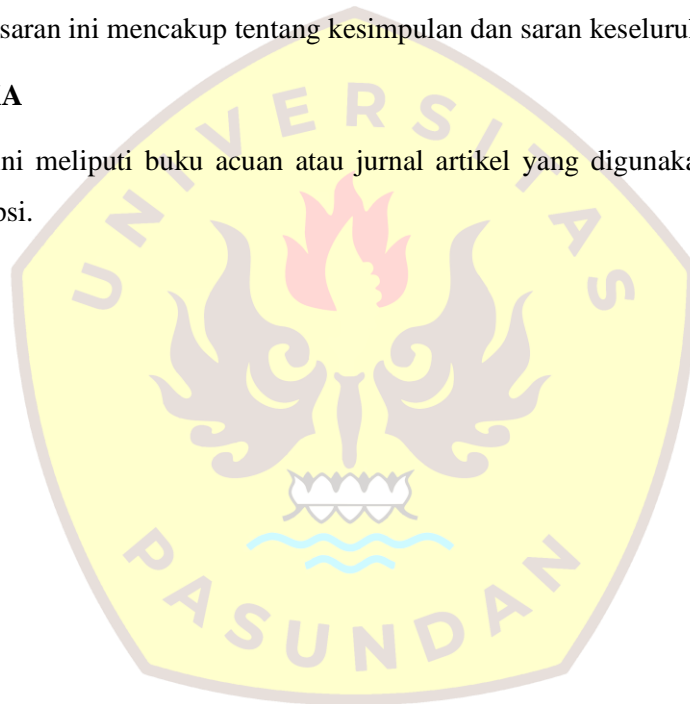
### **BAB V KESIMPULAN DAN SARAN**

Bab kesimpulan dan saran ini mencakup tentang kesimpulan dan saran keseluruhan dari penelitian ini.

### **DAFTAR PUSTAKA**

Bab daftar pustaka ini meliputi buku acuan atau jurnal artikel yang digunakan oleh penulis dalam menulis laporan skripsi.

### **LAMPIRAN**



## **BAB V KESIMPULAN DAN SARAN**

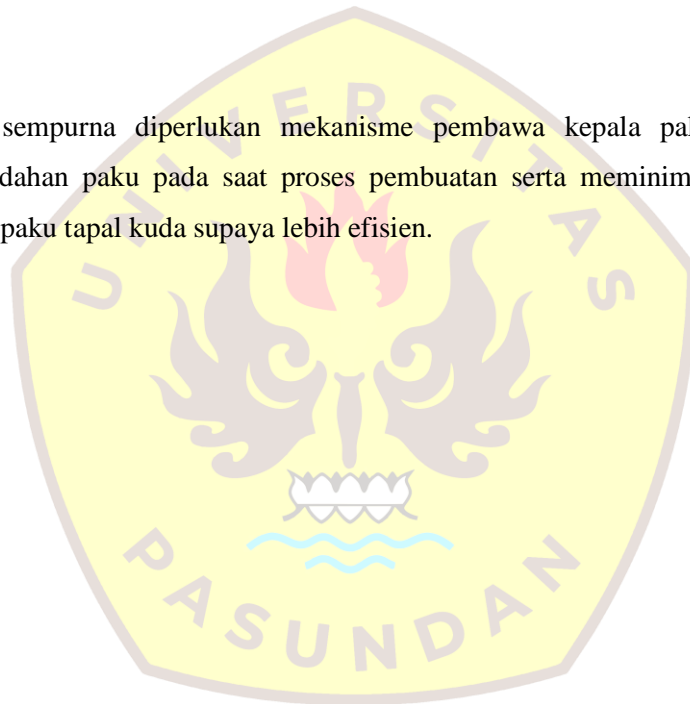
### **1. Kesimpulan**

Kesimpulan yang didapat dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

- a. Paku tapal kuda yang telah dibuat sudah sesuai perencanaan dan bisa diimplementasikan serta berhasil dilakukan.
- b. Proses perencanaan paku tapal kuda ini melibatkan tujuh proses tempa dingin dengan rasio pemampatan volume untuk paku kuda tahap pertama sebesar 99,9%; paku kuda tahap kedua sebesar 99,9%; paku kuda tahap ketiga sebesar 99,9%; paku kuda tahap kelima sebesar 99,8% dan paku kuda tahap ketujuh sebesar 99,9%.

### **2. Saran**

Agar desain lebih sempurna diperlukan mekanisme pembawa kepala paku tapal kuda untuk memudahkan perpindahan paku pada saat proses pembuatan serta meminimalkan jumlah tahapan proses pembentukan paku tapal kuda supaya lebih efisien.



## DAFTAR PUSTAKA

- [1] C. Ongkowidjojo, "Implementasi Konsep " Kuda Sandel " Pada Interior Bangunan Utama Arena Pacuan Kuda - Pasuruan," vol. 2, no. 2, pp. 508–514, 2014.
- [2] M. S. Permana, G. Santoso, and B. Heru, "Identifikasi Material dan Proses Perlakuan Panas Ladam Untuk Kuda Pacu," *Poros*, vol. 15, no. 2, p. 96, 2018, doi: 10.24912/poros.v15i2.1270.
- [3] S. Darmanto, D. Purwadi, Hartono, and M. Ridwan, "Revitalisasi Tungku Api Sederhana Untuk Pengerjaan Dan Pembentukan Logam di Industri Pandai Besi," *J. Abdimas*, vol. 22, no. 1, pp. 77–82, 2018.
- [4] M. S. Permana, "Pengaruh Derajat Deformasi Terhadap Evolusi Struktur Mikro dan Nilai Kekerasan Ladam dan Paku Kuda Akibat Proses *Forging*," *Poros*, vol. 16, no. 1, pp. 1–6, 2018, doi: 10.24912/poros.v16i1.6282.
- [5] M. N. Insani, "Analisis Struktur *Micro* Material Baja Karbon Rendah (ST 37) SNI Akibat Proses *Bending*," vol. 11, no. St 37, pp. 1–17, 2018.
- [6] P. Ramelan, "Nilai Sebuah Paku Tapal Kuda," 2020. <https://pepnews.com/politik/p-115822767416078/nilai-sebuah-paku-tapal-kuda> (accessed Jul. 25, 2024).
- [7] D. Santoz, "*In Motion Equine*," vol. 2, p. 1, 2020, [Online]. Available: <https://inmotionequine.com/blog/problems-with-shoeing-horses/>
- [8] M. Singh, "*Pegasus Products*," 2022. <https://www.exportersindia.com/pegasusproducts/about-us.htm> (accessed Jul. 26, 2024).
- [9] J. McGovern, "Cara Mencocokkan Paku Dengan Tapal Kuda," *Am. Farriers J.*, vol. 1, p. 2, 2015.
- [10] Aragón L M, A. Eklind, and B. Kastenman, "*Alternative Materials for the Horseshoe*," pp. 29–57, 2014, [Online]. Available: <http://www.diva-portal.org/smash/get/diva2:777754/FULLTEXT01.pdf>
- [11] T. Altan and G. Ngaile, "*Cold and Hot Forging*," 2005. doi: 10.31399/asm.tb.chffa.9781627083003.
- [12] I. G. A. Kade and I. K. Suarsana, "Prediksi laju korosi dengan perubahan besar derajat deformasi plastis dan media pengkorosi pada material baja Karbon IGA Kade Suriadi (1) dan, IK Suarsana (2)," vol. 1, no. 1, 2007.
- [13] Mardjuki, "Proses *Forging* Dengan Variasi Temperatur Pada Paduan Aluminium Seri 308,0 Terhadap Kekuatan Tarik Dan Kekerasan," pp. 509–518, 2009.

- [14] P. Y. M. W. Ndaruhadi, "Perbandingan Perubahan Sifat Mekanik Aluminium Paduan Akibat Perubahan Nilai H0/D0 *Billet* Pada Proses Tempa Dingin," *Media Mesin Maj. Tek. Mesin*, vol. 11, no. 1, pp. 23–29, 2017, doi: 10.23917/mesin.v11i1.3195.
- [15] Risal and A. Azman, "Perencanaan Mesin Tempa Logam Dengan Sistem *Forging Hammer*," vol. 1, no. 2, pp. 163–174, 2022.
- [16] A. Septiawan, M. Mukhnizar, and Z. Zulkarnain, "Pembuatan Mesin Tempa Logam Dengan *System Forging Hammer*," *J. Tek. Komputer, Agroteknologi Dan Sains*, vol. 2, no. 1, pp. 1–8, 2023, doi: 10.56248/marostek.v2i1.41.
- [17] K. Sudarmono, "Penempaan," vol. 2, p. 6, 2020, [Online]. Available: [https://p2k.stekom.ac.id/ensiklopedia/Penempaan//Proses ini dikenal dengan sebutan, digunakan memiliki kontur yang tipis](https://p2k.stekom.ac.id/ensiklopedia/Penempaan//Proses%20ini%20dikenal%20dengan%20sebutan%20digunakan%20memiliki%20kontur%20yang%20tipis).
- [18] J. Steven, "Logam," 2022. <https://trentonforging.com/what-are-the-different-metal-forging-methods/> (accessed Jul. 25, 2024).
- [19] J. R. Johnson, "*Engineering and Technology*," vol. 7, no. 5–6, 1987. doi: 10.1177/0270467687007005-605.
- [20] R. Levy, "Memahami Proses, Metode dan aplikasi Penempaan Logam," vol. 1, p. 1, 2023, [Online]. Available: <https://www.tfgusa.com/metal-forging-processes-methods/>
- [21] A. C. Sentosa, "Teknik *Forging* Dalam Industri: Metode, Proses dan Pengaplikasiannya," 2024. <https://www.alvindocs.com/blog/forging> (accessed Jul. 25, 2024).
- [22] P. Y. M. W. Ndaruhadi, "Perbandingan Perubahan Sifat Mekanik Aluminium Pada Proses Tempa Dingin," *Media Mesin*, vol. 11, no. 1, pp. 23–29, 2010.
- [23] A. Husain, "Penempaan," vol. 1, p. 4, 2021, [Online]. Available: <https://engineeringproductdesign.com/knowledge-base/metal-forging/>
- [24] D. Aji, D. I. Sumarno, and Triyono, "Analisis Akar Masalah Kegagalan Cacat Retak (*Crack*) Pada Proses Pembentukan Tempa Dingin (*Cold Forming*) Mur M14," *J. Rekayasa Teknol. Nusa Putra*, vol. 6, no. 1, pp. 1–10, 2019, doi: 10.52005/rekayasa.v6i1.77.
- [25] W. Goris, "Proses Manufaktur *Metal Forming*," *Mechaworld Dunia Tek. Mesin*, vol. 1, 2017.
- [26] A. S. Umartono, "Pengaruh Pengerjaan Dingin (*Cold Working*) Pada Baja Tahan Karat Jenis Austenitik (*Austenitic Stainless Steel*) Type 304," *J. Ilmuan dan Terap. Tek.*, vol. 1, no. 1, pp. 65–86, 2012.
- [27] A. Syarief, "Analisa Kekerasan Pisau Potong (Parang) Pada Proses Penempaan (*Forging*)," *Info-Teknik*, vol. 9, no. 2, pp. 117–124, 2008.

- [28] A. Herdiana, "Pengertian *Metal Forming*," vol. 1, p. 12, 2024, [Online]. Available: <https://www.coursehero.com/file/71640963/Pengertian-Metal-Formingpdf/>
- [29] I. Nugraha, "Proses *Metal Forming* Dalam Pengolahan *Sheet Metal*," 2021. <https://kreasimudaindonesia.com/pahami-proses-metal-forming-dalam-pengolahan-sheet-metal/> (accessed Jul. 25, 2024).
- [30] D. Priadi, I. Setyadi, and E. S. Siradj, "Pengaruh Kecepatan Dan Temperatur Uji Tarik Terhadap Sifat Mekanik Baja S48C," *MAKARA Technol. Ser.*, vol. 7, no. 1, pp. 21–26, 2010, doi: 10.7454/mst.v7i1.137.

