

**ANALISIS SIFAT MEKANIK PALU BESI HASIL
PENEMPAAAN TRADISIONAL MELALUI PROSES
PERLAKUAN PANAS**

SKRIPSI



**Diajukan untuk Memenuhi Syarat Menyelesaikan Pendidikan
Sarjana Terapan Program Studi Teknik Mesin Produksi dan Perawatan
Jurusan Teknik Mesin**

Oleh:

**Rahmat Falla
NIM. 062140212221**

**JURUSAN TEKNIK MESIN
POLITEKNIK NEGERI SRIWIJAYA
PALEMBANG
2025**

**ANALYSIS OF THE MECHANICAL PROPERTIES OF IRON
HAMMERS RESULTING FROM TRADITIONAL FORGING
THROUGH HEAT TREATMENT PROCESS**

THESIS



**Submitted to Qualify for Completing Education
Applied Bachelor of Production and Maintenance Mechanical Engineering
Study Program
Mechanical Engineering Department**

By:

**Rahmat Falla
NIM. 062140212221**

**DEPARTMENT OF MECHANICAL ENGINEERING
SRIWIJAYA STATE POLYTECHNIC
PALEMBANG
2025**

HALAMAN PERSETUJUAN

ANALISIS KEKUATAN PALU BESI HASIL PENEMPAAN MELALUI PROSES OPTIMALISASI MATERIAL DAN PERLAKUAN PANAS



SKRIPSI

Disetujui oleh Dosen Pembimbing Proposal Skripsi
Sarjana Terapan Program Studi Teknik Mesin Produksi dan Perawatan
Jurusan Teknik Mesin

Pembimbing Utama,

Indra Gunawan, S.T. M.Si.
NIP. 196511111993031003

Palembang,
Menyetujui,
Pembimbing Pendamping,

Dodi Tafrant, S.T., M.T.
NIP. 198409262019031009

Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknik Mesin,

Ir. Fenoria Putri, S.T., M.T.
NIP. 197202201998022001

HALAMAN PENGESAHAN SKRIPSI

Proposal Skripsi ini diajukan oleh:

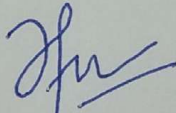
Nama : Rahmat Falla
NIM : 062140212221
Jurusan / Program Studi : Teknik Mesin / D-IV Teknik Mesin Produksi dan Perawatan
Rencana Judul : ANALISIS SIFAT MEKANIK PALU BESI HASIL PENEMPAAAN TRADISIONAL MELALUI PROSES PERLAKUAN PANAS

Telah selesai diuji dalam Ujian Skripsi Sarjana Terapan pada tanggal Juli 2025 dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Terapan Program Studi Sarjana Terapan Teknik Mesin Produksi dan Perawatan Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Sriwijaya

TIM DOSEN PENGUJI

No.	Nama	Posisi Penguji	Tanda Tangan	Tanggal
1.	Ahmad Junaidi, S.T., M.T. NIP. 196607111990031001	Ketua		22/7/25
2.	Ir. Fenoria Putri, S.T., M.T. NIP. 197202201998022001	Anggota		23/7/25
3.	Dodi Tafrant, S.T., M.T. NIP. 198409262019031009	Anggota		22/7/25
4.	Ir. Zainuri Anwar, S.T., M.Eng., IPP NIP. 199108162022031004	Anggota		24/7/2025

Palembang,
Ketua Jurusan Teknik Mesin,


Ir. Fenoria Putri, S.T., M.T.
NIP. 197202201998022001

HALAMAN PERYATAAN INTEGRITAS

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Rahmat Falla
NIM : 062140212221
Jurusan / Program Studi : Teknik Mesin / D-IV Teknik Mesin Produksi dan Perawatan
Judul Skripsi : ANALISIS SIFAT MEKANIK PALU BESI HASIL PENEMPAAN TRADISIONAL MELALUI PROSES PERLAKUAN PANAS

Menyatakan bahwa Skripsi yang saya ajukan ini merupakan hasil karya sendiri dan bukan hasil penjiplakan / plagiat. Apabila ditemukan unsur penjiplakan / plagiat di dalam Skripsi ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik dari Politeknik Negeri Sriwijaya.

Demikian, pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tidak dipaksakan.



Palembang, 21 Juli 2025



Rahmat Falla
NIM. 062140212221

MOTTO DAN PERSEMBAHAN

MOTTO

"Sesungguhnya bersama kesulitan ada kemudahan." (QS. Al-Insyirah: 6).
Setiap langkah dalam proses menuntut ilmu adalah bentuk ibadah yang penuh perjuangan. Rasa lelah, ragu, dan ketidakpastian menjadi bagian dari jalan panjang menuju pencapaian. Namun, dalam sabar dan usaha yang tulus, Allah menjanjikan jalan keluar. Rasulullah ﷺ bersabda, "Barang siapa menempuh jalan untuk mencari ilmu, niscaya Allah akan mudahkan baginya jalan menuju surga." (HR. Muslim). Maka jadikan ilmu bukan sekadar alat untuk meraih gelar, tetapi sebagai bekal untuk mengabdikan, memberi manfaat, dan memperjuangkan kebenaran.

PERSEMBAHAN

Segala puji dan syukur saya panjatkan ke hadirat Allah SWT atas anugerah, rahmat, dan kekuatan yang telah diberikan sehingga skripsi ini dapat terselesaikan dengan baik. Dengan penuh kecintaan dan rasa hormat yang tak terhingga, karya ini saya persembahkan khusus untuk Ayah saya, Amroni, dan Ibu saya, Hasanah, yang selalu menjadi pilar utama dalam hidup.

Saya juga mempersembahkan skripsi ini kepada keluarga besar yang senantiasa memberi dukungan moral dan doa tanpa henti, kepada dosen pembimbing serta seluruh staf di lingkungan kampus yang telah membimbing dan memberikan ilmu selama proses perkuliahan.

Tak lupa juga, terima kasih untuk teman-teman, sahabat seperjuangan, dan semua pihak yang telah membantu, memberikan semangat, dan doa selama proses penyusunan skripsi ini. Semoga hasil karya ini dapat bermanfaat dan menjadi awal bagi langkah pengabdian yang lebih besar bagi keluarga, masyarakat, dan bangsa.

ABSTRAK

ANALISIS KEKUATAN PALU BESI HASIL PENEMPAAN TRADISIONAL SETELAH PROSES OPTIMALISASI MATERIAL DAN PERLAKUAN PANAS

Penelitian ini bertujuan menganalisis kekuatan palu besi hasil penempaan tradisional setelah proses optimasi material dan perlakuan panas *tempering* pada suhu 550°C dengan variasi waktu 1, 2, dan 3 jam. Pengujian dilakukan terhadap nilai kekerasan *Rockwell*, dampak, dan struktur mikro. Hasil menunjukkan kekerasan *Rockwell* tertinggi terdapat pada palu tanpa *tempering* dan *tempering* 1 jam ($\pm 91,8$ HRB), sementara *tempering* 2–3 jam menurunkan kekerasan menjadi ± 88 HRB. Nilai dampak tertinggi juga terdapat pada *tempering* 1 jam, sedangkan variasi waktu lain memberikan nilai serapan energi yang relatif konstan. Struktur mikro tanpa *tempering* didominasi martensit kasar, sedangkan setelah *tempering* berkembang perlit dan ferit dengan martensit yang semakin halus. Kesimpulannya, *tempering* 1 jam pada suhu 550°C menjadi pilihan optimal untuk keseimbangan kekerasan dan ketangguhan pada palu tempa tradisional.

Kata kunci: Palu tempa, *Tempering*, Kekerasan *Rockwell*, Dampak, Struktur mikro.

ABSTRACT

ANALYSIS OF THE STRENGTH OF THE IRON HAMMER FROM TRADITIONAL FORGING AFTER THE PROCESS OF MATERIAL OPTIMIZATION AND HEAT TREATMENT

This study aims to analyze the strength of traditional forged iron hammers after the material optimization process and tempering heat treatment at 550°C with time variations of 1, 2, and 3 hours. Tests were performed on Rockwell hardness, impact, and microstructure values. The results showed that the highest Rockwell hardness was found in hammers without tempering and tempering 1 hour (± 91.8 HRB), while 2–3 hour *tempering* reduced hardness to ± 88 HRB. The highest impact value is also found in 1-hour tempering, while other time variations provide relatively constant energy absorption values. The microstructure without tempering is dominated by coarse martensite, while after tempering perlite and ferrite develop with increasingly fine martensite. In conclusion, 1 hour tempering at 550°C is the optimal choice for the balance of hardness and toughness in traditional forged hammers.

Keywords: Forged hammer, Tempering, Rockwell hardness, Impact, Microstructure.

PRAKATA

Pada kesempatan ini penulis mengucapkan terimakasih yang sebesar – besarnya kepada pihak yang telah membantu penulis dalam penyusunan Skripsi ini, yaitu kepada:

1. Allah SWT yang telah memberikan kesehatan dan kesempatan sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan proposal skripsi ini dengan baik.
2. Ayah dan Ibuku tercinta beserta keluarga yang selalu memberikan do'a dan dukungan.
3. Bapak Ir. Irawan Rusnadi, M.T., selaku Direktur Teknik Mesin Politeknik Negeri Sriwijaya.
4. Ibu Fenoria Putri, S.T., M.T., selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Sriwijaya.
5. Bapak Adian Aristia Anas, S.T., M.Sc, selaku Sekretaris Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Sriwijaya.
6. Ibu Ir. Hj. Ella Sundari, S.T., M.T., selaku Koordinator Program Studi D–IV Teknik Mesin Produksi dan Perawatan Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Sriwijaya.
7. Bapak Indra Gunawan S.T, M.Si., sebagai Pembimbing Utama yang telah memberikan bimbingan dan membantu penulis dalam penyelesaian Skripsi ini.
8. Bapak Dodi Tafrant S.T, M.T., sebagai Pembimbing Pendamping yang telah membimbing dan membantu dalam penyelesaian penulis Skripsi ini.
9. Sahabat – sahabatku yang telah banyak berbagi keceriaan, kebersamaan dan kesulitan yang pernah kita alami bersama.
10. Teman – teman seperjuangan terbaikku, kelas 8PPD dan teman seangkatan 2021 yang telah berjuang bersama – sama selama menyelesaikan studi D–IV Teknik Mesin Produksi dan Perawatan.
11. Semua pihak terkait yang telah membantu penulis di dalam pembuatan laporan proposal skripsi ini.

Penulis menyadari bahwa masih banyak terdapat kekurangan dalam tulisan Proposal Skripsi ini. Penulis secara terbuka menerima kritik dan saran dari pembaca agar ke depannya penulis dapat membuat tulisan dan laporan yang lebih baik.

Akhir kata penulis mengucapkan terima kasih atas bantuan yang telah diberikan oleh semua pihak, semoga kebaikan menjadi amal ibadah dan mendapatkan Ridha dari Allah SWT, Amin ... Ya Rabbal'alam.

Palembang, 11 Juli 2025

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PERSETUJUAN	ii
HALAMAN PENGESAHAN PROPOSAL SKRIPSI	iii
RINGKASAN AJUAN TOPIK	iv
HALAMAN PERYATAAN BEBAS PLAGIASI	v
PRAKATA	vi
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR LAMPIRAN	xii
 BAB I PENDAHULUAN	 1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	1
1.3. Batasan Masalah	2
1.4. Tujuan dan Manfaat Penelitian	2
1.4.1. Manfaat Penelitian	2
1.4.2. Tujuan Penelitian	2
1.5. Sistematika Penulisan	3
 BAB II TINJAUAN PUSTAKA	 7
2.1. Kajian Pustaka	7
2.2. Pengertian Baja	10
2.3. Klasifikasi Baja	12
2.3.1. Berdasarkan Prosentasi Karbon	12
2.3.1.1. Baja Karbon Rendah	12
2.3.1.2. Baja Karbon Menengah	13
2.3.1.3. Baja Karbon Tinggi	13
2.4. Baja Paduan	13
2.5. Baja Perkakas	14
2.6. Palu Tempa Tradisional	14
2.7. <i>Tempering</i>	16
2.8. <i>Rockwell</i>	17
2.9. Struktur Mikro	19
2.10. Pengujian Impak	21
 BAB III METODOLOGI PENELITIAN	 23
3.1. Diagram Alir Penelitian	23
3.2. Metode Penelitian	24
3.3. Lokasi dan Jadwal Penelitian	24
3.4. Alat dan Bahan	24
3.5. Metode Pengumpulan Data	24
3.6. Metode Analisa Data	26

BAB IV Hasil dan Pembahasan	29
4.1. Hasil Pengujian.....	29
4.1.1. Pengujian Kekerasan <i>Rockwell</i>	29
4.1.2. Uji Impak.....	31
4.1.3. Struktur Mikro	32
4.2. Pembahasan	34
4.2.1. Uji kekerasan <i>Rockwell</i>	34
4.2.2. Uji Kekerasan Impak.....	36
4.2.3. Uji Struktur Mikro.....	38
 BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	 43
5.1. Kesimpulan	43
5.2. Saran	43
 DAFTAR PUSTAKA	 45
 LAMPIRAN	 46

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian	23
Gambar 3.2 Mesin <i>Tempering</i>	24
Gambar 3.3 Mesin Uji <i>Rockwell</i>	25
Gambar 3.4 Mesin Uji Impak.....	25
Gambar 3.5 Mesin Uji Struktur Mikro.....	26
Gambar 4.1 Struktur Mikro Tanpa Perlakuan Panas	32
Gambar 4.2 Struktur Mikro Dengan Perlakuan Panas <i>Tempering</i> dan <i>Holding</i> <i>time</i> 1 jam.....	33
Gambar 4.3 Struktur Mikro Dengan Perlakuan Panas <i>Tempering</i> dan <i>Holding</i> <i>time</i> 2 jam.....	33
Gambar 4.4 Struktur Mikro Dengan Perlakuan Panas <i>Tempering</i> dan <i>Holding</i> <i>time</i> 3 jam.....	34
Gambar 4.5 Etsa Nitral 4% Pembesaran 200X	39
Gambar 4.6 Etsa Nitai 4% Pembesaran 200X <i>Tempering</i> 1 Jam.....	40
Gambar 4.7 Etsa Nitai 4% Pembesaran 200X <i>Tempering</i> 2 Jam.....	41
Gambar 4.8 Etsa Nitai 4% Pembesaran 200X <i>Tempering</i> 3 Jam.....	42

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 4.1 Data Hasil Spesimen tanpa perlakuan.....	29
Tabel 4.2 Data Hasil Spesimen <i>Tempering Suhu 550°C, holding time 1 Jam</i>	30
Tabel 4.3 Data Hasil Spesimen <i>Tempering Suhu 550°C, holding time 2 Jam</i>	30
Tabel 4.4 Data Hasil Spesimen <i>Tempering Suhu 550°C, holding time 3 Jam</i>	30
Tabel 4.5 Data Hasil Uji Impak	31
Tabel 4.6 Diagram Hasil Pengujian Kekerasan <i>Rockwell</i>	34
Tabel 4.7 Data Hasil Analisis Varians Rata-rata Kekerasan Spesimen Uji.....	35
Tabel 4.8 Diagram Hasil Pengujian Kekuatan Impak.....	36
Tabel 4.9 Data Hasil Analisis Varians Rata-rata Kekuatan Spesimen Uji	37

DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN

HRB = Satuan kekerasan *Rockwell* skala B (menggunakan bola baja, beban 100 kgf)

HRC = Satuan kekerasan *Rockwell* skala C (menggunakan indenter berlian, beban 150 kgf)

°C = Derajat Celsius, satuan suhu

t = Waktu tahan (*holding time*) pada proses *tempering*, dalam jam

E = Energi impact yang diserap sampel (kgf.cm atau Joule)

J = *Joule*, satuan energi pada pengujian impact

N = Newton, satuan gaya

α (alfa) = Fasa ferit pada baja (ferro/ferrite)

γ (gamma) = Fasa austenit dalam baja

Martensit = Fasa hasil pendinginan cepat pada baja, sangat keras dan getas

Perlit = Fasa hasil pendinginan lambat, campuran ferit dan sementit berbentuk lamel

Ferit = Fasa besi murni dengan kandungan karbon sangat rendah, lunak dan ulet

Q = *Quenching*, proses pendinginan cepat setelah pemanasan (perlakuan panas)

T = *Tempering*, pemanasan ulang baja setelah *quenching* untuk menurunkan kerapuhan

SM = Struktur Mikro, susunan butiran dan fasa baja yang diamati dengan mikroskop

ANOVA = *Analysis of Variance*, uji statistik untuk membandingkan rata-rata antar kelompok

%C = Persentase kandungan karbon dalam material baja

Fe = Simbol kimia untuk unsur besi

Mn = Simbol kimia untuk unsur mangan

Si = Simbol kimia untuk unsur silikon

Cr = Simbol kimia untuk unsur kromium

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Lembar Rekomendasi Ujian Skripsi.....	46
Lampiran 2. Lembar Kesepakatan Bimbingan Skripsi	47