

SKRIPSI SARJANA TERAPAN
ANALISIS KEKERASAN PERMUKAAN BAJA KARBON RENDAH
HASIL PROSES PENEMPAAN DAN *QUENCHING*



Disusun oleh:

WISNU AL AMIN

1505520050

Intelligentia - Dignitas

**PROGRAM STUDI SARJANA TERAPAN
TEKNOLOGI REKAYASA MANUFAKTUR**

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS NEGERI JAKARTA

2025

LEMBAR PENGESAHAN UJIAN SKRIPSI SARJANA TERAPAN

Judul : Analisis Kekerasan Permukaan Baja Karbon Rendah
Hasil Proses Penempaan dan *Quenching*
Penyusun : WisnuAlAmin
NIM : 1505520050
Tanggal Ujian : 24 Juli 2025

Disetujui Oleh

Pembimbing I
Ahmad Lubi, M.Pd., M.T.
NIP. 198501312023211014

Pembimbing II
Dr. Wardoyo, S.T., M.T.
NIP. 197908182008011008

Mengetahui,
Koordinator Program Studi Teknologi Rekayasa Manufaktur
Universitas Negeri Jakarta

Intelligentia - Dignitas
Dr. Wardoyo, S.T., M.T.
NIP. 197908182008011008

HALAMAN PENGESAHAN SKRIPSI SARJANA TERAPAN

Judul : Analisis Kekerasan Permukaan Baja Karbon Rendah
Hasil Proses Penempaan dan *Quenching*
Penyusunan : Wisnu Al Amin
NIM : 1505520050

Disetujui Oleh

Pembimbing I


Ahmad Lubi, M.Pd., M.T.
NIP. 198501312023211014

Pembimbing II


Dr. Wardoyo, S.T., M.T.
NIP. 197908182008011008

Pengesah Panitia Ujian Skripsi Sarjana Terapan:

Ketua Penguji


Dr. Eko Arif Syaefudin, M.T.
NIP. 198310132008121002

Sekretaris


Siska Titik Dwijati, M.T.
NIP. 197812122006042002

Penguji Ahli


Drs. Syamsuir, M.T.
NIP. 196705151993041001

Mengetahui,

Koordinator Program Studi Teknologi Rekayasa Manufaktur
Universitas Negeri Jakarta



Dr. Wardoyo, S.T., M.T.
NIP. 197908182008011008

LEMBAR PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa:

1. Skripsi Sarjana Terapan ini merupakan Karya asli dan belum pernah diajukan untuk mendapatkan gelar akademik sarjana, baik di Universitas Negeri Jakarta maupun di Perguruan Tinggi lain.
2. Skripsi Sarjana Terapan ini belum dipublikasikan, kecuali secara tertulis dengan jelas dicantumkan sebagai acuan dalam naskah dengan disebutkan nama pengarang dan dicantumkan dalam daftar pustaka.
3. Pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya dan apabila di kemudian hari terdapat penyimpangan dan ke tidak benaran, maka saya bersedia menerima sanksi akademik berupa pencabutan gelar yang telah diperoleh, serta sanksi lainnya sesuai dengan norma yang berlaku di Universitas Negeri Jakarta.

Jakarta, 24 Juli 2025



Wisnu Al Amin

1505520050

Intelligentia - Dignitas

KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT Sang Maha Kuasa, atas seluruh curahan rahmat dan hidayat-Nya sehingga penulis mampu menyelesaikan skripsi yang berjudul “Analisis Kekerasan Permukaan Baja Karbon Rendah Hasil Proses Penempaan dan *Quenching*” dapat diselesaikan dengan baik. Dalam penyelesaian studi dan penulisan skripsi ini, penulis banyak memperoleh bantuan baik pengajar, pembimbing dan arahan dari berbagai pihak baik secara langsung maupun tidak langsung. Untuk itu penulis menyampaikan penghargaan dan terimakasih kepada :

1. Tuhan yang Maha Esa atas rahmat, karunia, dan kemudahan yang telah berikan kepada penulis.
2. Bapak Ahmad Lubi, M.Pd., M.T dan Bapak Dr. Wardoyo, S.T., M.T. sebagai dosen pembimbing skripsi yang telah meluangkan waktu ditengah kesibukan beliau, memberikan kritik, saran dan pengarahan kepada Penulis dalam proses penulisan skripsi ini.
3. Orang tua, dan Keluarga yang telah memberikan dukungan, semangat dan Doa yang diberikan kepada penulis selama kegiatan ini.
4. Loudy Gindo dan M. Farhan Al Basyir yang telah bekerja sama dalam menyelesaikan pembuatan alat ini.
5. Rekan – rekan Teknik Mesin angkatan 2020 dari program Studi Sarjana Terapan Teknologi Rekayasa Manufaktur atas kebersamaan dan kerja sama selama ini.
6. Semua pihak yang terlibat yang tidak dapat disebutkan satu persatu dan segala bentuk bantuan, sehingga skripsi ini dapat di selesaikan.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini belum sempurna. Oleh karna itu, penulis mengharapkan kritik dan saran yang dapat membangun demi kesempurnaan skripsi ini yang dapat di perbaiki di masa mendatang. Semoga skripsi ini bermanfaat bagi pembacanya.

Jakarta, 24 Juli 2025

Wisnu Al Amin

1505520050

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi perubahan sifat mekanik dan mikrostruktur pada spesimen besi setelah menjalani proses penempaan, yang melibatkan pemanasan menggunakan tungku tempa berbahan bakar gas LPG serta proses pendinginan (*quenching*) dengan berbagai jenis media. Pemanasan dilakukan hingga mencapai suhu 800°C, diikuti dengan pendinginan cepat menggunakan udara, minyak, oli, dan air sebagai media pendingin. Pengujian kekerasan dilakukan dengan metode *Vickers*, sedangkan analisis mikrostruktur dilakukan untuk mengidentifikasi perubahan fasa yang terjadi. Hasil menunjukkan bahwa jenis media pendingin memberikan pengaruh yang signifikan terhadap nilai kekerasan. Spesimen yang didinginkan menggunakan air menunjukkan nilai kekerasan tertinggi sebesar 374,8 VHN, pendinginan menggunakan minyak sebesar 259,2 VHN, dan pendinginan menggunakan oli sebesar 210,4 VHN, serta pendinginan menggunakan udara sebesar 190,0 VHN. Temuan ini menunjukkan bahwa pendinginan dengan media yang memiliki laju dingin tinggi, seperti air, cenderung menghasilkan struktur martensit yang lebih dominan, sehingga meningkatkan kekerasan material. Penelitian ini memberikan kontribusi terhadap pengembangan proses penempaan dan perlakuan panas untuk meningkatkan sifat mekanik logam, khususnya pada sektor industri kecil dan menengah.

Kata kunci: penempaan, pendinginan cepat, kekerasan *Vickers*, tungku LPG, martensit.

Intelligentia - Dignitas

ABSTRACT

This study aims to evaluate the changes in mechanical properties and microstructure of iron specimens after undergoing a forging process, which involves heating using an LPG gas-fueled forging furnace and a cooling process (quenching) with various types of media. Heating is carried out until it reaches a temperature of 800°C, followed by rapid cooling using air, oil, oil, and water as cooling media. Hardness testing is carried out using the Vickers method, while microstructural analysis is carried out to identify the phase changes that occur. The results show that the type of cooling media has a significant effect on the hardness value. Specimens cooled using water showed the highest hardness value of 374.8 VHN, using cooling oil 259.2 VHN, and using cooling oil 210.4 VHN, and using cooling water 190.0 VHN. These findings indicate that cooling with media that have a high cooling rate, such as water, tends to produce a more dominant martensite structure, thereby increasing the hardness of the material. This study contributes to the development of forging and heat treatment processes to improve the mechanical properties of metals, especially in the small and medium industrial sector.

Keywords: *forging, quenching, Vickers hardness, LPG furnace, martensite*

Intelligentia - Dignitas

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN UJIAN SKRIPSI SARJANA TERAPAN	i
HALAMAN PENGESAHAN SKRIPSI SARJANA TERAPAN.....	ii
LEMBAR PERNYATAAN	iii
KATA PENGANTAR	iv
ABSTRAK.....	v
<i>ABSTRACT</i>	vi
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR GAMBAR	ix
DAFTAR TABEL	x
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	2
1.3. Tujuan Penelitian	2
1.4. Manfaat Penelitian.....	2
BAB II KERANGKA TEORITIK	4
2.1 Baja	4
2.2 Tungku <i>Re-heating</i>	5
2.3 <i>Heat Treatment</i> (perlakuan panas)	6
2.3.1 <i>Quenching</i>	7
2.3.2 Cara meng- <i>quenching</i>	8
2.3.3 Media <i>Quenching</i>	9
2.3.4 <i>Annealing</i>	10
2.3.5 <i>Normalizing</i>	10
2.3.6 <i>Tempering</i>	11
2.4 Uji Kekerasan <i>Vickers</i>	11
2.5 Spesifikasi Besi Untuk Di Tempa.....	12
2.6 Diagram Fasa	15
2.7 <i>Grain Size Reduction</i>	16
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	18
3.1 Tempat Dan Waktu Penelitian	18
3.2 Metode Penelitian.....	18
3.3 Persiapan Alat.....	20
3.4 Persiapan Bahan	22

3.5	Prosedur Penelitian.....	22
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....		27
4.1.	Hasil	27
4.2.	Pembahasan.....	37
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN		39
5.1	Kesimpulan	39
5.2	Saran	39
DAFTAR PUSTAKA		39



Intelligentia - Dignitas

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1. Skema Pengujian <i>Vickers</i>	12
Gambar 2. 2 Diagram Fasa Fe-C (Besi-Karbon)	15
Gambar 3. 1 Diagram Alir	19
Gambar 3. 2. Mesin <i>Forging</i>	20
Gambar 3. 3. Gerinda Tangan	20
Gambar 3. 4. <i>Stopwatch</i>	21
Gambar 3. 5. Jangka Sorong	21
Gambar 3. 6. <i>Hammer</i>	21
Gambar 3. 7. Tungku tempa.....	22
Gambar 3. 8. Baja nako.....	22
Gambar 3. 9. Tungku Pemanas	23
Gambar 3. 10. Pengecekan Suhu.....	24
Gambar 3. 11 Pengamplasan Spesimen	24
Gambar 3. 12. Pengujian <i>Vickers</i>	25
Gambar 3. 13. Alat uji Struktur Mikro.....	26
Gambar 4. 1 Grafik Nilai Kekerasan <i>Vickers</i>	33
Gambar 4. 2. Berpendingin Udara	34
Gambar 4. 3. <i>Quenching</i> dengan Media Oli	35
Gambar 4. 4. <i>Quenching</i> dengan Media Minyak	35
Gambar 4. 5. <i>Quenching</i> dengan Media Air	36

Intelligentia - Dignitas

DAFTAR TABEL

Tabel 4. 1. Hasil pengujian <i>Vickers</i> Pendinginan Udara 15mm	28
Tabel 4. 2. Hasil pengujian <i>Vickers</i> Pendinginan Udara 10mm	28
Tabel 4. 3. Hasil pengujian <i>Vickers</i> Pendinginan Udara 5mm	28
Tabel 4. 4. Hasil pengujian <i>Vickers Quenching</i> Oli 15mm.....	29
Tabel 4. 5. Hasil pengujian <i>Vickers Quenching</i> Oli 10mm.....	29
Tabel 4. 6. Hasil pengujian <i>Vickers Quenching</i> Oli 5mm.....	29
Tabel 4. 7. Hasil pengujian <i>Vickers Quenching</i> Minyak 15mm	30
Tabel 4. 8. Hasil pengujian <i>Vickers Quenching</i> Minyak 10mm	30
Tabel 4. 9. Hasil pengujian <i>Vickers Quenching</i> Minyak 5mm	31
Tabel 4. 10. Hasil pengujian <i>Vickers Quenching</i> Air 15mm	31
Tabel 4. 11. Hasil pengujian <i>Vickers Quenching</i> Air 10mm	31
Tabel 4. 12. Hasil pengujian <i>Vickers Quenching</i> Air 5mm	32
Tabel 4. 13 Kekerasan Spesimen Pengujian <i>Vickers</i>	33



Intelligentia - Dignitas



KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN, RISET DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS NEGERI JAKARTA
UPT PERPUSTAKAAN

Jalan Rawamangun Muka Jakarta 13220

Telepon/Faksimili: 021-4894221

Laman: lib.unj.ac.id

**LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI
KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS**

Sebagai sivitas akademika Universitas Negeri Jakarta, yang bertanda tangan di bawah ini, saya:

Nama : Wisnu Al Amin
NIM : 1505520050
Fakultas/Prodi : D4 Teknologi Rekayasa Manufaktur
Alamat email : wisnualamin99@gmail.com

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada UPT Perpustakaan Universitas Negeri Jakarta, Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif atas karya ilmiah:

☒ Skripsi ☐ Tesis ☐ Disertasi ☐ Lain-lain (.....)

yang berjudul :

Analisis Kekerasan Permukaan Baja Karbon Rendah Hasil Proses Penempaan Dan Quenching

Dengan Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif ini UPT Perpustakaan Universitas Negeri Jakarta berhak menyimpan, mengalihmediakan, mengelolanya dalam bentuk pangkalan data (*database*), mendistribusikannya, dan menampilkan/mempublikasikannya di internet atau media lain secara *fulltext* untuk kepentingan akademis tanpa perlu meminta ijin dari saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan atau penerbit yang bersangkutan.

Saya bersedia untuk menanggung secara pribadi, tanpa melibatkan pihak Perpustakaan Universitas Negeri Jakarta, segala bentuk tuntutan hukum yang timbul atas pelanggaran Hak Cipta dalam karya ilmiah saya ini.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Jakarta, 4 Agustus 2025

(Wisnu Al Amin)