

**PENGARUH PERLAKUAN PANAS TERHADAP KEKUATAN
BAJA ST 40 KARBON RENDAH**

SKRIPSI

Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik Mesin (S.T.)
Pada Program Studi Teknik Mesin



OLEH:

MOHAMMAD ILYAS NUGROHO

NPM: 2113010027

FAKULTAS TEKNIK DAN ILMU KOMPUTER
UNIVERSITAS NUSANTARA PGRI KEDIRI

2025

Skripsi oleh:
MOHAMMAD ILYAS NUGROHO
NPM: 2113010027

Judul :
**PENGARUH PERLAKUAN PANAS TERHADAP KEKUATAN BAJA ST 40
KARBON RENDAH**

Telah Disetujui untuk Diajukan kepada Panitia Sidang Skripsi
Program Studi Teknik Mesin
Fakultas Teknik Dan Ilmu Komputer
Universitas Nusantara PGRI Kediri
Tanggal: 01 Juli 2025

Pembimbing I,

Pembimbing II,



Ali Akbar, M. T.
NIDN. 0001027302.



Yasinta Sindy Pramesti, M.Pd.
NIDN. 0705089001.

Skripsi oleh:

MOHAMMAD ILYAS NUGROHO

NPM: 2113010027

Judul :

**PENGARUH PERLAKUAN PANAS TERHADAP KEKUATAN BAJA ST 40
KARBON RENDAH**

Telah Dipertahankan di Depan Panitia Sidang Skripsi

Program Studi Teknik Mesin

Fakultas Teknik Dan Ilmu Komputer

Universitas Nusantara PGRI Kediri

Pada Tanggal : 09 Juli 2025

Dan Dinyatakan telah Memenuhi Persyaratan

Ketua : ALI AKBAR, M.T

Penguji I : MOHAMMAD MUSLIMIN ILHAM, S.T, M.T

Penguji II : YASINTA SINDY PRAMESTI, S.Pd, M.Pd

Mengetahui,

Dekan Fakultas Teknik dan Ilmu Komputer

Dr. Sullatono, M.Si
NIDN. 0007076801

PERNYATAAN

Yang bertanda tangan di bawah ini saya,

Nama : Mohammad ilyas nugroho
Jenis kelamin : Laki laki
Tempat/tgl lahir : 27 Mei 2002
NPM : 2113010027
Fak/Prodi : Fakultas Teknik Dan Ilmu Komputer / Teknik Mesin

Menyatakan dengan sebenar benarnya, bahwa dalam skripsi ini tidak terdapat karya yang pernah di ajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu perguruan tinggi, dan sepanjang pengetahuan saya tidak terdapat karya tulis atau pendapat yang pernah di terbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara sengaja dan tertulis di acu dalam naskah ini dan di sebutkan dalam daftar pustaka.

Kediri, 01 Juli 2025


The revenue stamp is yellow with a portrait of a man and the text "METERAI TEMPEL" and "41AMX199147884".
Mohammad Ilyas NUGROHO
NPM: 2113010027

LEMBAR MOTO

“Ilmu tanpa amal adalah sia-sia, dan amal tanpa ilmu adalah kesesatan”
“Imam Al-Ghazali”

ABSTRAK

Mohammad Ilyas Nugroho: Pengaruh Perlakuan Panas terhadap Kekuatan Baja ST 40 Karbon Rendah, Skripsi, Teknik Mesin, Fakultas Teknik dan Ilmu Komputer, Universitas Nusantara PGRI Kediri, 2025.

Penelitian ini dilakukan untuk mengevaluasi dampak perlakuan panas terhadap karakteristik mekanis baja karbon rendah tipe ST 40, terutama pada nilai kekuatan tarik dan keuletannya. Permasalahan utama yang dianalisis yaitu seberapa besar pengaruh perlakuan panas terhadap kekuatan tarik baja ST 40 dan metode mana di antara *annealing* serta *quenching* yang memberikan performa paling baik. Penelitian ini menggunakan pendekatan eksperimental melalui uji tarik berdasarkan standar ASTM E8 terhadap spesimen baja berbentuk silinder dengan diameter 8 mm dan panjang 200 mm. Perlakuan panas yang diuji meliputi proses *annealing*, *quenching* menggunakan udara, dan *quenching* menggunakan air. Berdasarkan hasil pengujian, *quenching* dengan media udara memberikan hasil kekuatan tarik tertinggi sebesar 44,2 kg/mm² serta keuletan yang cukup baik yaitu 21,15 mm. *Annealing* menghasilkan kekuatan tarik sebesar 41,35 kg/mm² dan keuletan tinggi, sedangkan *quenching* air memberikan kekuatan tarik terendah sebesar 20,7 kg/mm² dan keuletan rendah yaitu 9,1 mm. Dari temuan ini, disimpulkan bahwa *quenching* udara paling cocok digunakan untuk aplikasi yang membutuhkan perpaduan antara kekuatan dan keuletan. *Annealing* direkomendasikan untuk penggunaan struktural dengan tuntutan beban sedang, sementara *quenching* air lebih tepat diterapkan pada komponen yang membutuhkan kekerasan tinggi tetapi tidak bekerja di bawah beban tarik yang besar. Hasil penelitian ini dapat menjadi dasar dalam menentukan perlakuan panas yang sesuai untuk meningkatkan sifat mekanis baja ST 40 dalam berbagai bidang industri.

Kata Kunci: *annealing*, baja ST 40, kekuatan tarik, perlakuan panas, *quenching*

KATA PENGANTAR

Puji Syukur dipanjatkan kehadirat Allah Tuhan Yang Maha Kuasa, karena hanya atas perkenan-Nya tugas penyusunan Skripsi ini dapat diselesaikan. Penyusunan Skripsi ini merupakan bagian dari rencana penelitian guna penyusunan skripsi sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Jurusan Teknik Mesin dan Ilmu Komputer.

Pada kesempatan ini diucapkan terimakasih dan penghargaan yang setulus-tulusnya kepada:

1. Hesti Istiqlaliyah, S.T., M.Eng. selaku Ketua Program Studi Teknik Mesin dan Ilmu Komputer Universitas Nusantara PGRI Kediri;
2. Ali Akbar, M. T selaku Dosen Pembimbing 1 skripsi Akademik yang selalu memberikan motivasi dan dorongan
3. Yasinta Sindy Pramesti, M.Pd selaku dosen pembimbing 2 skripsi yang telah memberikan arahan serta bimbingan
4. Kepada kedua Orang Tua yang selalu memberikan dukungan sepenuh hati.

Disadari bahwa Skripsi ini masih banyak kekurangan, maka diharapkan tegur sapa, kritik, dan saran-saran, dari berbagai pihak. Semoga karya tulis ini bermanfaat bagi pembaca.

Kediri, 01 Juli 2025

MOHAMMAD ILYAS NUGROHO
NPM. 2113010027

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PERSETUJUAN.....	ii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iii
PERNYATAAN	iv
LEMBAR MOTO	v
ABSRAK.....	vi
KATA PENGANTAR.....	vii
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR GAMBAR.....	xi
BAB I PENDAHULUAN.....	1
A. Latar Belakang.....	1
B. Batasan Masalah	3
C. Tujuan Penelitian	3
D. Manfaat Penelitian	3
BAB II LANDASAN TEORI	4
A. Kajian Penelitian Terdahulu	4
B. Kajian Teori.....	4
C. Langkah-langkah Uji Wilcoxon.....	6
D. Kerangka Berfikir	7
E. Hipotesis	7
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	9
A. Identifikasi Variabel Penelitian.....	9
B. Tempat dan Waktu Penelitian.....	9
C. Teknik Pengumpulan Data.....	10
D. Teknik Pendekatan Penelitian.....	11
E. Teknik Analisis Data	11
F. Tabulasi Data Penelitian	12
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	13
A. Spesifikasi Bahan dan Spesimen Uji.....	13
B. Interpretasi Hasil Studi Pendahuluan.....	13

BAB V PENUTUP	19
A. Kesimpulan	19
B. Saran	19
DAFTAR PUSTAKA.....	20
LAMPIRAN	22

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Data Penelitian.....	12
Tabel 4.2 Dimensi Spesimen Baja St 40	13
Tabel 4.3 Hasil Pengujian <i>Quenching</i> Udara.....	14
Tabel 4.4 Tabel Pengujian <i>Quenching Air</i>	14
Tabel 4.5 Tabel Pengujian <i>Annealing</i>	15
Tabel 4.6 Tabel <i>Wilcoxon</i>	16
Tabel 4.7 Tabel <i>Wilcoxon</i>	17

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Kerangka Berfikir	7
Gambar 3. 1 Diagram Alir	10

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Dokumentasi.....	22
Lampiran 2 Laporan Bimbingan.....	25
Lampiran 3 SK Bebas Similarity	27
Lampiran 4 Hasil Similarity.....	28
Lampiran 5 Lembar Revisi	29
Lampiran 6 Hasil Validasi	30

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Tempering adalah teknik perlakuan panas untuk baja yang melibatkan pemanasan logam setelah dikeraskan, menjaga suhu di bawah ambang kritis, diikuti oleh fase pendinginan. Baja yang dikeraskan bersifat getas dan tidak sesuai untuk digunakan; namun, proses tempering dapat mengurangi kekerasan dan kerapuhan untuk memenuhi persyaratan penggunaan. Saat kekerasan berkurang, kekuatan tarik juga akan menurun, namun keuletan dan ketangguhan baja akan meningkat. Baja ST 40 adalah salah satu kategori material. Baja ini tergolong baja karbon rendah, yang dicirikan oleh kandungan karbon kurang dari 0,30%. Baja ST 40 memiliki kekuatan tarik hingga 40 kg/mm², perpanjangan tarik 34%, dan densitas 7,86 g/mm³. Baja ST 40 terdiri dari Besi (Fe) = 99,092%, Karbon (C) = 0,16%, Mangan (Mn) = 0,385%, Silikon (Si) = 0,221%, Kobalt (Co) = 0,077%, Tembaga (Cu) = 0,036%, Tungsten (W) = 0,001%, dan Fosfor (P) = 0,026%. (Hanung Bayu Setiawan et al., 2017).

Pada baja ST 40, perlakuan panas dapat memberikan pengaruh signifikan terhadap struktur mikro, seperti pembentukan fasa ferit dan perlit. Proses *quenching*, misalnya, dapat meningkatkan kekerasan dengan membentuk martensit, sementara tempering dapat mengurangi kerapuhan dan meningkatkan keuletan. Dengan demikian, pemahaman tentang efek perlakuan panas pada baja karbon rendah menjadi penting untuk mengoptimalkan kinerjanya sesuai dengan kebutuhan aplikasi tertentu

Quenching adalah proses perlakuan panas yang sangat penting yang umumnya digunakan dalam metalurgi untuk meningkatkan sifat mekanis logam, khususnya baja. Proses ini melibatkan pendinginan cepat dari logam yang dipanaskan, biasanya dengan air, minyak, atau larutan polimer. Pendinginan cepat ini mengubah mikrostruktur material, menghasilkan peningkatan kekerasan dan sifat-sifat lain lainnya yang diinginkan. Pengerasan melibatkan keseimbangan yang halus antara mencapai karakteristik mekanis yang diinginkan dan menghindari masalah

seperti distorsi atau retakan yang dapat muncul akibat pendinginan yang terlalu cepat (Teknik et al., 2023).

Baja karbon rendah sering digunakan untuk berbagai aplikasi, baik industri maupun domestik; misalnya, baja ST 40 merupakan contoh baja karbon rendah. Baja ini digunakan untuk produk dengan kekuatan terbatas, yang mengakibatkan kerusakan yang sering terjadi ketika produk tersebut melampaui kekuatan maksimum yang dapat ditoleransi. Untuk mendapatkan sifat-sifat yang diperlukan berupa kekerasan, elastisitas, kemampuan las, keawetan, dan kekuatan, baja karbon rendah harus menjalani perlakuan panas. Perlakuan panas yang meningkatkan karakteristik mekanis baja meliputi operasi karburisasi pak dan pendinginan ganda. Perlakuan panas karburisasi pak adalah metode peningkatan kekerasan permukaan baja dengan mendifusikan molekul karbon ke dalam logam, yang mengakibatkan perubahan pada karakteristik mekanis seperti kekerasan, struktur mikro, dan ketahanan aus (Nurhilal, 2017). Karburisasi pak adalah teknik memasukkan karbon ke dalam logam, terutama di dekat permukaan, di mana konsentrasi karbon dapat ditingkatkan. Pengerasan permukaan melalui metode karburisasi pak melibatkan penggabungan karbon dalam bentuk bubuk arang.

Untuk mempercepat proses karburisasi pak, Natrium Karbonat (Na_2CO_3), Barium Karbonat (BaCO_3), atau Kalsium Karbonat (CaCO_3) dimasukkan sebagai energiser, dan campuran tersebut kemudian ditempatkan dalam wadah kedap udara untuk dipanaskan dalam tungku pada suhu karburisasi. Proses karburisasi pak melibatkan pemanasan pada kisaran suhu 850°C hingga 950°C , diikuti oleh periode penahanan tertentu setelah suhu yang sesuai tercapai. Karburisasi pak sering mengalami pengerasan lebih lanjut dengan pendinginan dengan berbagai cairan pendingin dan dapat menggunakan teknik lain, seperti pendinginan ganda, untuk mencapai karakteristik mekanis yang dibutuhkan. (Adolph, 2024).

B. Batasan Masalah

Mengingat latar belakang tersebut di atas, penting untuk membatasi masalah tersebut guna menghindari komplikasi yang lebih luas yang akan dibahas selanjutnya. Masalah yang dibahas dibatasi oleh:

1. Mengkaji dampak perlakuan panas pada baja karbon rendah ST 40.
2. Material yang diuji Wacana ini berfokus pada baja karbon ST 40, yang didefinisikan sebagai baja karbon rendah dengan persentase karbon berkisar antara 0,3% hingga 0,4%.

C. Tujuan Penelitian

Berdasar rumusan masalah tujuan penelitian yang akan dituju di penelitian ini, dijabarkan sebagai berikut: Tujuan penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Untuk mengetahui dampak perlakuan panas pada baja karbon rendah ST 40.
2. Untuk memastikan hasil analisis perlakuan panas pada baja karbon rendah ST 40.

D. Manfaat Penelitian

Dari tujuan yang ingin diraih, diharapkan di penelitian ini bisa bermanfaat sebagai berikut :

1. Untuk pembaca
Menyampaikan informasi baru yang meningkatkan pemahaman dan pengetahuan.
2. Untuk akademik
Hasil ujian ini dapat menjadi bahan referensi.
3. Untuk pelajar
Studi ini dapat menjadi bukti penerapan informasi yang diperoleh di perguruan ti

DAFTAR PUSTAKA

- Abdullah Arfin Bagus. (2019). PENGARUH VARIASI SUHU TEMPERING UNTUK MENINGKATKAN KETANGGUHAN BAJA S45C PADA POROS MOTOR RODA TIGA. *Sustainability (Switzerland)*, 11(1), 1–14.
- Adolph, R. (2024). PENGARUH PERLAKUAN PANAS DOUBLE QUENCHING TERHADAP SIFAT MEKANIK BAJA AISI 1040 HASIL PACK CARBURIZING ARANG TULANG SAPI DAN ARANG BATOK KELAP. 16, 1–23.
- Azimi, M., Bukhari, B., & Ariefin, A. (2020). Analisa Pengaruh Holding Time Pada Proses Perlakuan Panas Annealing Baja Aisi 1050 Hasil Pengelasan Smaw Terhadap Ketangguhan Impak. *Jurnal Mesin Sains Terapan*, 4(2), 119. <https://doi.org/10.30811/jmst.v4i2.2019>
- Barry, A., & Zuraida, Z. (2022). Kaji eksperimen pengaruh hardening dan tempering terhadap kekuatan tarik dan kekerasan pada baja karbon sedang. *ARMATUR : Artikel Teknik Mesin & Manufaktur*, 3(1), 1–10. <https://doi.org/10.24127/armatur.v3i1.1905>
- Hanung Bayu Setiawan, Hartono Yudo, & Sarjito Jokosisworo. (2017). Analisis teknis komposit serat ddaun gebang sebagai alternatif bahan komponen kapal ditinjau dari kekuatan tekuk dan impak. *Jurnal Teknik Perkapalan*, 5(2), 456–464. <http://ejournal-s1.undip.ac.id/index.php/naval>
- Mauliddiyah, N. L. (2021). KARAKTERISTIK BAJA KARBON RENDAH HASIL PROSES QUENCHING. 6.
- Nurhilal, M. (2017). Proses Pack Carburizing Baja Karbon. *Jurnal Teknologi*, 10(2), 153–162.
- Pratama, F. N., & Prasetyo, A. B. (2022). Pengaruh Waktu Temper Terhadap Mikro Struktur dan Sifat Mekanis Pada Baja Karbon. *Jurnal Mahasiswa Program Studi Teknik Mesin ITNY*, 03(02).
- Sidiq, M. F. (2022). Perlakuan Panas Bertingkat Sebagai Upaya Meningkatkan Kekuatan Mekanik Baja Karbon Rendah. *JST (Jurnal Sains Dan Teknologi)*, 11(1), 117–124. <https://doi.org/10.23887/jstundiksha.v11i1.35136>
- Teknik, S., Satu, S., Studi, P., Mesin, T., & Islam, U. (2023). PENGARUH

QUENCHING TERHADAP KEKUATAN TARIK DAN KEKERASAN PADA
BAJA KARBON ST 42 Disusun Oleh : YONEDY ALISJAHBANA
PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN. *Repository.Unisma.Ac.Id.*