

**ANALISA TEMPERATUR TEMPER TERHADAP
KEKERASAN UKURAN KRISTAL, DENSITAS,
DISLOKASI, REGANGAN MIKRO DAN KUAT
TARIK BAJA KARBON SEDANG
S45C UNTUK JIG**

SKRIPSI

Oleh

**DANIEL PARTOMUAN
2351058001**



**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS KRISTEN INDONESIA
JAKARTA
2025**

**ANALISA TEMPERATUR TEMPER TERHADAP
KEKERASAN UKURAN KRISTAL, DENSITAS,
DISLOKASI, REGANGAN MIKRO DAN KUAT
TARIK BAJA KARBON SEDANG
S45C UNTUK JIG**

SKRIPSI

Diajukan Untuk Memenuhi Persyaratan Akademik Guna Memperoleh Gelar
Sarjana Teknik (S.T) Pada Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik
Universitas Kristen Indonesia

Oleh

**DANIEL PARTOMUAN
2351058001**



**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS KRISTEN INDONESIA
JAKARTA
2025**



PERNYATAAN KEASLIAN KARYA TUGAS AKHIR

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Daniel Partomuan

NIM : 2351058001

Program Studi : Teknik Mesin

Fakultas : Teknik

Dengan ini menyatakan bahwa karya tulis tugas akhir yang berjudul “ANALISA TEMPERATUR TEMPER TERHADAP KEKERASAN UKURAN KRISTAL, DENSITAS, DISLOKASI, REGANGAN MIKRO DAN KUAT TARIK BAJA KARBON SEDANG S45C UNTUK JIG” adalah:

1. Dibuat dan diselesaikan sendiri dengan menggunakan hasil kuliah, tinjauan lapangan, buku-buku dan jurnal acuan yang tertera didalam referensi pada karya tugas akhir saya.
2. Bukan merupakan duplikasi karya tulis yang sudah dipublikasikan atau yang pernah dipakai untuk mendapatkan gelar sarjana di universitas lain, kecuali pada bagian-bagian informasi yang dicantumkan dengan cara referensi yang semestinya.
3. Bukan merupakan karya terjemahan dari kumpulan buku atau jurnal acuan yang tertera di dalam referensi tugas akhir.

Kalau terbukti saya tidak memenuhi apa yang dinyatakan diatas, maka karya tugas akhir saya ini dianggap batal.

Jakarta, 23 Juni 2025



(Daniel Partomuan)



**UNIVERSITAS KRISTEN INDONESIA
FAKULTAS TEKNIK**

PERSETUJUAN DOSEN PEMBIMBING TUGAS AKHIR

**“ANALISA TEMPERATUR TEMPER TERHADAP KEKERASAN UKURAN
KRISTAL, DENSITAS, DISLOKASI, REGANGAN MIKRO DAN KUAT
TARIK BAJA KARBON SEDANG S45C UNTUK JIG”**

Oleh:

Nama : Daniel Partomuan
NIM : 2351058001
Program Studi : Teknik Mesin
Peminatan : Material Manufaktur

Telah diperiksa dan disetujui untuk diajukan dan dipertahankan dalam sidang Tugas Akhir guna mencapai gelar sarjana Strata Satu/pada Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Kristen Indonesia

Jakarta, 23 Juni 2025

Menyetujui:

Pembimbing I

Ir. Budiarto, M.Sc
NIDN. 0302115801

Pembimbing II

Dikky Antonius, S.T., M.Sc
NIDN. 0301218801



Ketua Program Studi Teknik Mesin

Ir. Budiarto, M.Sc



Dekan Fakultas Teknik

Dikky Antonius, S.T., M.Sc



**UNIVERSITAS KRISTEN INDONESIA
FAKULTAS TEKNIK**

PERSETUJUAN TIM PENGUJI TUGAS AKHIR

Pada 23 Juni 2025 telah diselenggarakan Sidang Tugas Akhir untuk memenuhi sebagai persyaratan akademik guna memperoleh gelar Sarjana Strata Satu/ pada Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Kristen Indonesia, atas nama:

Nama : Daniel Partomuan

NPM : 2051058001

Program Studi : Teknik Mesin

Fakultas : Teknik

Termasuk ujian tugas akhir yang berjudul “ANALISA TEMPERATUR TEMPER TERHADAP KEKERASAN UKURAN KRISTAL, DENSITAS, DISLOKASI, REGANGAN MIKRO DAN KUAT TARIK BAJA KARBON SEDANG S45C UNTUK JIG” oleh penguji yang terdiri dari:

No	Nama Penguji	Jabatan Dalam Tim Penguji	Tanda Tangan
1	Melya Dyansari Sebayang, S.Si., M	Sebagai Ketua	
2	Dikky Antonius, S.T., M.Sc	Sebagai Anggota	
3	Ir. Budiarto, M.Sc	Sebagai Anggota	
4	Ir. Sesmaro Max Yuda, MT	Sebagai Anggota	

Jakarta, 23 Juni 2025



UNIVERSITAS KRISTEN INDONESIA

Pernyataan Dan Persetujuan Publikasi Tugas Akhir

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Daniel Partomuan
NIM : 2351058001
Program Studi : Teknik Mesin
Fakultas : Teknik
Jenis Tugas Akhir : Skripsi
Judul : ANALISA TEMPERATUR TEMPER TERHADAP KEKERASAN UKURAN KRISTAL, DENSITAS, DISLOKASI, REGANGAN MIKRO DAN KUAT TARIK BAJA KARBON SEDANG S45C UNTUK JIG

Menyatakan Bahwa:

1. Tugas akhir tersebut adalah benar karya saya dengan arahan dari dosen pembimbing dan bukan duplikasi karya tulis yang sudah dipublikasikan atau yang pernah dipakai untuk mendapatkan gelar akademik diperguruan tinggi manapun;
2. Tugas akhir tersebut bukan merupakan plagiat dari hasil karya pihak lain, dan apabila saya mengutip dari karya orang lain maka akan dicantumkan sebagai referensi sesuai dengan ketentuan yang berlaku;
3. Saya memberikan Hak *Noneksklusif* Tanpa Royalti kepada Universitas Kristen Indonesia yang berhak menyimpan, mengalih media/format-kan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat dan mempublikasikan tugas akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilih hak cipta.

Apabila di kemudian hari ditemukan pelanggaran Hak Cipta dan Kekayaan Intelektual atau Peraturan Perundangan-undangan Republik Indonesia lainnya dan integritas akademik dalam karya saya tersebut, maka saya bersedia menanggung secara pribadi segala bentuk tuntutan hukum dan sanksi akademis yang timbul serta membebaskan Universitas Kristen Indonesia dari segala tuntutan hukum yang berlaku.

Dibuat di Jakarta
Pada tanggal 23 Juni 2025
Yang Menyatakan



(Daniel Partomuan)

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Tuhan Yang Maha Esa sehingga penulis dapat menyelesaikan penyusunan skripsi ini dengan judul "**ANALISA TEMPERATUR TEMPER TERHADAP STRUKTUR MIKRO DAN SIFAT MEKANIK BAJA KARBON SEDANG S45C UNTUK JIG.**"

Skripsi ini disusun sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana pada Program Studi Teknik Mesin di Fakultas Teknik, Universitas Kristen Indonesia (UKI).

Dalam proses penyusunan skripsi ini, penulis menyadari bahwa banyak pihak telah memberikan bantuan, bimbingan, dorongan, dan dukungan yang sangat berarti. Oleh karena itu, pada kesempatan ini penulis ingin menyampaikan rasa terima kasih yang setulus-tulusnya kepada:

1. Bapak Ir. Budiarto, M.Sc. Dan Bapak Dikky Antonius, S.T., M.Sc. selaku Dosen Pembimbing yang telah meluangkan waktu, memberikan arahan, bimbingan, kritik, dan saran yang konstruktif mulai dari awal hingga akhir penyusunan skripsi.
2. Kedua orang tua tercinta, sumber utama inspirasi dan kekuatan penulis. Doa dan pengorbanan kalian adalah alasan utama skripsi ini dapat terwujud.
3. Seluruh keluarga, sahabat, dan pihak-pihak yang namanya tidak dapat disebutkan satu per satu, terima kasih atas dukungan, tawa, dan pelukan yang menguatkan saat proses penulisan terasa berat.
4. Civitas Akademika Universitas Kristen Indonesia yang telah menyediakan wadah bagi penulis untuk tumbuh dan belajar.

Penulis menyadari betul bahwa karya ini masih memiliki celah dan keterbatasan. Oleh karena itu, masukan konstruktif akan sangat penulis hargai. Semoga karya sederhana ini dapat menjadi amal jariyah dan memberikan manfaat bagi khalayak luas.

Jakarta, 23 Juni 2025

DAFTAR ISI

PERNYATAAN KEASLIAN KARYA TUGAS AKHIR	i
PERSETUJUAN DOSEN PEMBIMBING TUGAS AKHIR	ii
PERSETUJUAN TIM PENGUJI TUGAS AKHIR	iii
Pernyataan Dan Persetujuan Publikasi Tugas Akhir	iv
KATA PENGANTAR	v
DAFTAR ISI	vi
DAFTAR TABEL	viii
DAFTAR GAMBAR	ix
DAFTAR GRAFIK.....	x
ABSTRAK	xi
ABSTRACT	xii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 <i>Latar belakang</i>	1
1.2 <i>Rumusan Masalah</i>	2
1.3 <i>Tujuan Penelitian</i>	2
1.4 <i>Batasan Masalah Penelitian</i>	2
1.5 <i>Manfaat Penelitian</i>	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 <i>Baja</i>	4
2.1.1 <i>Baja Karbon Rendah (Low Carbon Steel)</i>	4
2.1.2 <i>Baja Karbon Medium</i>	5
2.1.3 <i>Baja Karbon Tinggi</i>	5
2.2 <i>Perlakuan Panas</i>	6
2.2.1 <i>Aplikasi Perlakuan Panas</i>	8
2.3 <i>Tempering</i>	9
2.3.1 <i>Jenis Jenis Fasa</i>	9
2.3.2 <i>Fasa Ferrit</i>	10
2.3.3 <i>Fasa Austenit</i>	10
2.3.4 <i>Fasa Perlit</i>	12
2.3.5 <i>Fasa Sementit</i>	15
2.3.6 <i>Fasa Martensit</i>	18
2.3.7 <i>Fasa Bainit</i>	21
2.4 <i>Baja S45C</i>	22
2.4.1 <i>Karakteristik Baja S45C</i>	23
2.4.2 <i>Perlakuan Panas pada Baja S45C</i>	24
2.4.3 <i>Kelebihan Baja S45C</i>	25
2.4.4 <i>Kekurangan Baja S45C</i>	25

2.5	<i>JIG</i>	25
2.5.1	Fungsi Utama JIG	27
2.5.2	Jenis-Jenis JIG	27
2.5.3	Kelebihan Penggunaan JIG	28
2.5.4	Kekurangan Penggunaan JIG	28
2.5.5	Aplikasi JIG	29
2.6	<i>Pengertian X-ray Diffraction (XRD)</i>	29
2.6.1	Pengertian X-ray Diffraction (XRD)	30
2.6.2	Prinsip Dasar Kerja XRD	31
2.6.3	Instrumen XRD (Difraktometer Sinar-X)	32
2.6.4	Persiapan Sampel untuk XRD	32
2.6.5	Interpretasi Difraktogram XRD	33
2.6.6	Keunggulan dan Kekurangan XRD	33
2.6.7	Aplikasi XRD	35
2.6.8	Cara Menghitung Hasil Xrd	35
BAB III METODOLOGI PENELITIAN		38
3.1	<i>Alur Penelitian</i>	38
3.2	<i>Variable Penelitian</i>	38
3.3	<i>Tempat dan Waktu Penelitian</i>	39
3.4	<i>Alat dan Bahan</i>	39
3.4.1	Alat	39
3.4.2	Bahan	40
3.5	<i>Pengambilan Data</i>	41
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN		42
4.1	<i>Spesimen Uji Material S45C</i>	42
4.2	<i>Pengujian XRD</i>	42
4.2.1	Data Hasil Pengujian XRD	42
4.2.2	Analisa Hasil Pengujian XRD	43
4.3	<i>Kekerasan dan Kuat Tarik</i>	47
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN		51
5.1	<i>Kesimpulan</i>	51
5.2	<i>Saran</i>	51
DAFTAR PUSTAKA		52

DAFTAR TABEL

Tabel 4 1 Analisa Hasil Pengujian XRD	44
Tabel 4 2 kekerasan dan kekuatan tarik baja karbon sedang S45C	47



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Diagram Fase Paduan Besi/Karbon	6
Gambar 2. 2 Baja S45C	23
Gambar 2. 3 JIG	26
Gambar 3. 1 Diagram Alir Penelitian	38
Gambar 3. 2 Mesin Furnance.....	40
Gambar 3. 3 Alat XRD untuk uji kristal	40
Gambar 3. 4 Baja Karbon Sedang S45C.....	41



DAFTAR GRAFIK

Grafik 4 1 Kristalit (D)	45
Grafik 4 2 Dislokasi (ρ).....	45
Grafik 4 3 Regangan (ϵ)	46
Grafik 4 4 Grafik hubungan kekerasan terhadap temperatur temper baja karbon sedang S45C a).A asli, b) <i>Quenching-Oli</i> c).200 °C, d).250 °C, dan e). 300 °C.	47
Grafik 4 5 Grafik hubungan kekuatan tarik terhadap temperatur temper baja karbon sedang S45C a) A Asli, b) <i>Quenching-Oli</i> c).200 °C, d).250 °C, dan e).300 °C.	48



ABSTRAK

Untuk memilih proses perlakuan panas yang tepat untuk aplikasi industri baja karbon medium S45C, perlu diketahui pengaruh parameter teknologi selama proses perlakuan panas seperti suhu pemanasan, waktu penahanan dan media pendingin terhadap struktur mikro dan sifat mekanik. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisa pengaruh temperatur temper terhadap struktur mikro dan sifat mekanik pada baja karbon sedang S45C sebagai material JIG. Menggunakan metode eksperimen, berupa perlakuan panas pada fasa austenit temperatur 825OC waktu penahanan 30 menit, dicelup cepat pada media oli, dan dilanjutkan variasi temperatur temper 200 °C, 250 OC, dan 300 OC serta waktu tahan 30 menit. Pengujian ukuran kristal, kerapatan dislokasi, dan regangan mikro kisi menggunakan difraktometer sinar-X (XRD) dihitung menggunakan persamaan Derby Scherrer, dan uji kekerasan dengan skala Brinell. Hasil analisa struktur mikro menunjukkan bahwa rerata ukuran kristal mengalami kenaikan yang signifikan setelah proses pemanasan mulai dari fase austenit, dicelup cepat media oli dan ditemper. Namun untuk kerapatan dislokasi dan regangan mikro kisi mengalami penurunan. Hasil uji kekerasan dan kuat tarik memperlihatkan kenaikan dengan temperatur temper ditambahkan.

Kata Kunci : kerapatan dislokasi, baja karbon sedang S45C , temper, XRD, kekerasan

ABSTRACT

To choose the right heat treatment process for industrial applications of S45C medium carbon steel, it is necessary to know the influence of technological parameters during the heat treatment process such as heating temperature, holding time and cooling medium on the microstructure and mechanical properties. This research aims to analyze the effect of tempering temperature on the microstructure and mechanical properties of S45C medium carbon steel as a JIG material. Using an experimental method, in the form of heat treatment in the austenite phase at a temperature of 825OC, holding time 30 minutes, rapid dipping in oil media, and continued with varying tempering temperatures of 200OC, 250OC, and 300OC and a holding time of 30 minutes. Testing of crystal size, dislocation density, and lattice microstrain using an X-ray diffractometer (XRD) was calculated using the Derby Scherrer equation, and hardness testing using the Brinell scale. The results of microstructural analysis show that the average crystal size increased significantly after the heating process starting from the austenite phase, dipping quickly in oil and tempering. However, the dislocation density and lattice microstrain decreased. The hardness and tensile strength test results show an increase with added tempering temperature.

Keywords: dislocation density, medium carbon steel S45C, temper, XRD, hardness