

**ANALISIS SIFAT MEKANIK BAJA S45C HASIL
PROSES *TEMPERING* PASCA *QUENCHING* DENGAN
VARIASI MEDIA PENDINGIN**

SKRIPSI

Di ajukan untuk memenuhi persyaratan memperoleh gelar sarjana teknik Program
Pendidikan Strata Satu (S-1)



Oleh :

MUCH. WAHID MUSTOFA NURRI

41187001180067

PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN S-1

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS ISLAM "45"

BEKASI

2025

HALAMAN PERSETUJUAN SKRIPSI

Dipertahankan depan tim penguji sidang Skripsi dan diterima sebagai bagian persyaratan untuk memperoleh Sarjana pada Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Islam "45" Bekasi.

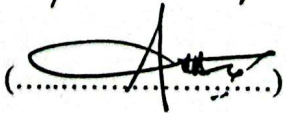
ANALISIS SIFAT MEKANIK BAJA S45C HASIL PROSES *TEMPERING* PASCA *QUENCHING* DENGAN VARIASI MEDIA PENDINGIN

Nama : Much. Wahid Mustofa Nurri
NPM : 41187001180067
Program Studi : Teknik Mesin (S-1)
Fakultas : Teknik
Judul : "Analisis Sifat Mekanik Baja S45C Hasil Proses *Tempering*
Pasca *Quenching* Dengan Variasi Media Pendingin"

Bekasi, 04 Februari 2025

TIM PENGUJI

Anggota Dosen Penguji:

Nama	Tanda Tangan
Riri Sadiana, SPd., M.Si. 45104052015009	 (.....)
Fatimah Dian Ekawati, S.T., M.T. 45102012018001	 (.....)
R. Hengki Rahmanto, S.T., M.Eng. 45101032013007	 (.....)

HALAMAN PENGESAHAN SKRIPSI

**ANALISIS SIFAT MEKANIK BAJA S45C HASIL PROSES *TEMPERING*
PASCA *QUENCHING* DENGAN VARIASI MEDIA PENDINGIN**

Dipersiapkan dan disusun oleh

Much. Wahid Mustofa Nurri
41187001180067

Telah dipertahankan di depan Dewan Penguji
pada tanggal 04 Februari 2025

Disetujui oleh

Pembimbing I

Pembimbing II

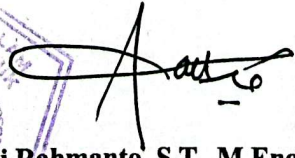

Aep Surahito, S.T., M.T.
45114082009025


Yopi Handoyo, S.Si., M.T.
45101102010017

Skripsi ini telah diterima sebagai salah satu persyaratan
untuk memperoleh gelar Sarjana

Bekasi, 04 Januari 2025

Ketua Program Studi Teknik Mesin (S-1)



R. Hengki Rahmanto, S.T., M.Eng.
BEKASI 45101032013007

PERNYATAAN KEASLIAN

Saya yang bertandatangan dibawah ini.

Nama : Much. Wahid Mustofa Nurri
NPM : 41187001180067
Fakultas : Teknik
Program Studi : Mesin (S-1)
Email : muchwahid193@gmail.com

Dengan ini saya menyatakan bahwa karya tulis ilmiah yang saya buat dengan judul **"ANALISIS SIFAT MEKANIK BAJA S45C HASIL PROSES TEMPERING PASCA QUENCHING DENGAN VARIASI MEDIA PENDINGIN"**. merupakan karya sendiri bukan hasil plagiarisme dari karya tulis yang dibuat oleh orang lain. Semua referensi dan kutipan yang saya tulis pada karya tulis ini saya cantumkan sitasi dan sumber pustakanya.

Bekasi, 04 Februari 2025



Much. Wahid Mustofa Nurri
41187001180067

MOTO DAN PERSEMBAHAN

MOTO

1. Menuntut ilmu adalah kewajiban untuk setiap kaum laki-laki dan kaum perempuan sejak dari ayunan hingga liang lahat. (HR. Ibnu Abdil Bari)
2. Jika kalian menginginkan hal-hal yang berhubungan dengan dunia wajiblah kalian memiliki ilmunya. Dan jika kalian menginginkan (selamat dan bahagia) di akhirat, wajiblah kalian memiliki ilmunya pula. Dan jika kalian menginginkan kedua-duanya, wajiblah kalian memiliki ilmu keduanya pula. (HR. Bukhari dan Muslim)
3. Siapa yang keluar untuk mencari ilmu maka ia berada di jalan Allah hingga ia pulang. (HR. Turmudzi).

PERSEMBAHAN

1. Setiap goresan tinta ini adalah wujud dari keagungan dan kasih sayang yang diberikan Allah S.WT. kepada penulis.
2. Orang tua tercinta Ibu Nurmawati dan Ayah Juri Handoyo yang telah memberikan dukungan moral maupun materi serta do'a yang tiada henti untuk kesuksesan penulis. Karena tidak ada kata seindah lantunan do'a dan tidak ada do'a yang paling khusyuk selain do'a dari Orang Tua. Ucapan terimakasih saja tidak akan pernah cukup untuk membalas kebaikan orang tua. Karena itu terimalah persembahan bakti dan cinta untuk kalian Orang Tuaku.

KATA PENGANTAR

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Assalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarokatuh

Puji syukur kehadirat Allah Azzawajalla, karena berkat rahmat, nikmat dan hidayah-Nya penulis dapat menyelesaikan Skripsi dengan judul “ANALISIS SIFAT MEKANIK BAJA S45C HASIL PROSES *TEMPERING* PASCA *QUENCHING* DENGAN VARIASI MEDIA PENDINGIN”.

Skripsi ini diajukan untuk memenuhi sebagian persyaratan menyelesaikan pendidikan pada Program Studi Teknik Mesin Strata Satu (S-1).

Pada kesempatan ini penulis menyampaikan rasa terima kasih atas segala bantuan, bimbingan dan saran kepada:

1. Kedua Orang tua tercinta Ibu Nurmawati dan Ayah Juri Handoyo, Adik Syamsiar Afifa Amalia yang selalu memberikan dukungan dan do'anya serta seluruh keluarga yang selalu memberikan dukungan dan motivasi baik secara moril ataupun materil.
2. Bapak R. Hengki Rahmanto, S.T., M.Eng. Selaku Ketua Program Studi Teknik Mesin S1 Universitas Islam “45” Bekasi atas segala arahan, bimbingan dan motivasi yang sangat berarti dalam penyelesaian laporan ini.
3. Bapak Aep Surahto, S.T., M.T. Selaku dosen pembimbing yang penuh dengan rasa tanggung jawab memberikan bimbingan serta petunjuk untuk penulis agar dapat menyelesaikan laporan ini.
4. Bapak Yopi Handoyo, S.Si., M.T. Selaku dosen pembimbing yang penuh dengan rasa tanggung jawab memberikan bimbingan serta petunjuk untuk penulis agar dapat menyelesaikan laporan ini.
5. Bapak Akhmad Hanif H., A.Md. Selaku pembimbing lapangan yang selalu memberikan informasi dan bimbingan kepada penulis sehingga penulis mendapatkan ilmu dan wawasan yang lebih luas.

6. Ka. Laboratorium Workshop Universitas Islam “45” Bekasi. Beserta seluruh Dosen Teknik Mesin Universitas Islam “45” Bekasi dan staf atas kesempatan, pengarahan dan bimbingan yang telah diberikan.
7. Keluarga besar Himpunan Mahasiswa Mesin (HUMAN) Universitas Islam “45” Bekasi atas dukungan dan saran yang telah diberikan.
8. Keluarga besar Forum Komunikasi Himpunan Jurusan (FKHJ) Fakultas Teknik Universitas Islam “45” Bekasi atas dukungan dan saran yang telah diberikan.
9. Kawan-kawan seperjuangan Teknik Mesin 2018 Universitas Islam “45” Bekasi yang tidak bisa saya sebutkan namanya satu persatu tanpa mengurangi rasa hormat saya atas Do’a, dan semangat yang telah diberikan.
10. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu, secara langsung maupun tidak langsung telah memberikan dukungan moral kepada penulis.

Penulis menyadari masih banyak kekurangan dalam penulisan Laporan Skripsi ini, oleh karena itu penulis dengan senang hati menerima saran dan kritiknya. Akhir kata semoga Laporan Skripsi ini dapat bermanfaat bagi penulis dan bagi pembaca umumnya.

Wassalamu’alaikum Warahmatullahi Wabarakaatuh

Bekasi, 04 Februari 2025



Much. Wahid Mustofa Nurri
41187001180067

ABSTRAK

Baja merupakan salah satu jenis logam yang banyak digunakan oleh manusia dan kalangan industri untuk berbagai keperluan. Ada kalanya baja yang akan digunakan tidak mempunyai tingkat kekerasan yang cukup sesuai dengan kebutuhan. Tingkat kekerasan yang tidak cukup dapat ditingkatkan dengan proses *heat treatment*. Dengan melakukan proses *heat treatment* maka akan didapatkan sifat kekerasan baja yang lebih tinggi dari kekerasan awal. Baja merupakan salah satu jenis logam yang banyak digunakan oleh manusia dan kalangan industri untuk berbagai keperluan. Ada kalanya baja yang akan digunakan tidak mempunyai tingkat kekerasan yang cukup sesuai dengan kebutuhan. Tingkat kekerasan yang tidak cukup dapat ditingkatkan dengan proses *heat treatment*. Dengan melakukan proses *heat treatment* maka akan didapatkan sifat kekerasan baja yang lebih tinggi dari kekerasan awal. Agar baja dapat dikeraskan maka baja memerlukan kemampuan kekerasan yang baik. Kemampuan kekerasan merupakan kemampuan bahan untuk dikeraskan. Salah satu material yang membutuhkan kekerasan serta kekuatan yang tinggi adalah baja karbon S45C, yang merupakan jenis baja "*Medium Carbon Steel*" memiliki kadar karbon (0.3-0.5%C). Dengan kandungan karbon yang medium ini memungkinkan baja ini untuk ditingkatkan lagi sifat mekaniknya. Penelitian ini merupakan penelitian eksperimen yang menggunakan bahan dengan diameter 16 mm dan panjang 100 mm, dengan 3 variasi media pendingin. Hasil penelitian ini dapat disimpulkan bahwa proses tempering pasca quenching dengan variasi media pendingin bromus cutting oil, oli mineral, oli full synthetic menghasilkan kekerasan pada Raw Materials sebesar 190.8% HB, setelah dilakukan proses heat treatment tempering pasca quenching hasil nilai rata - rata pada quenching bromus cutting oil sebesar 240.6 HB. Pada quenching oli mineral rata – rata nilai kekerasan sebesar 280.5 HB. Pada quenching oli full synthetic rata – rata nilai kekerasan sebesar 238.9 HB. Nilai kekerasan setiap spesimen yang telah melalui proses heat treatment terjadi kenaikan yang cukup besar. Nilai kekerasan setiap spesimen yang telah melalui proses heat treatment mengalami kenaikan yang cukup besar. Hasil penelitian Metalografi (Struktur mikro) menggunakan mikroskop optik setelah dilakukan proses heat treatment tempering pasca quenching dengan media pendingin bromus cutting oil, oli mineral dan oli full synthetic maka didapatkan struktur mikro adalah ferrit dan pearlit.

Kata Kunci: Baja S45C, quenching, tempering, kekerasan, struktur mikro.

ABSTRACT

Steel is one type of metal that is widely used by humans and industry for various purposes. Sometimes the steel to be used does not have a hardness level that is sufficient to meet the needs. The hardness level that is insufficient can be increased by a heat treatment process. By carrying out a heat treatment process, the hardness properties of the steel will be higher than the initial hardness. Steel is one type of metal that is widely used by humans and industry for various purposes. Sometimes the steel to be used does not have a hardness level that is sufficient to meet the needs. The hardness level that is insufficient can be increased by a heat treatment process. By carrying out a heat treatment process, the hardness properties of the steel will be higher than the initial hardness. In order for steel to be hardened, steel requires good hardness capability. Hardness capability is the ability of a material to be hardened. One material that requires high hardness and strength is S45C carbon steel, which is a type of "Medium Carbon Steel" steel that has a carbon content (0.3-0.5% C). With this medium carbon content, it is possible for this steel to have its mechanical properties further improved. This research is an experimental research using materials with a diameter of 16 mm and a length of 100 mm, with 3 variations of cooling media. The results of this study can be concluded that the post-quenching tempering process with variations in bromus cutting oil, mineral oil, and full synthetic oil cooling media produces a hardness of 190.8% HB in Raw Materials, after the post-quenching tempering heat treatment process, the average value of bromus cutting oil quenching is 240.6 HB. In mineral oil quenching, the average hardness value is 280.5 HB. In full synthetic oil quenching, the average hardness value is 238.9 HB. The hardness value of each specimen that has gone through the heat treatment process has increased significantly. The hardness value of each specimen that has gone through the heat treatment process has increased significantly. The results of the Metallography (Microstructure) study using an optical microscope after the post-quenching tempering heat treatment process with bromus cutting oil, mineral oil and full synthetic oil cooling media, the microstructure obtained is ferrite and pearlite.

Keywords: S45C Steel, quenching, tempering, hardness, microstructure.

DAFTAR ISI

HALAMAN PERSETUJUAN SKRIPSI.....	i
HALAMAN PENGESAHAN SKRIPSI.....	ii
PERNYATAAN KEASLIAN.....	iii
MOTO DAN PERSEMBAHAN	iv
KATA PENGANTAR.....	v
ABSTRAK	vii
<i>ABSTRACT</i>	viii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR LAMPIRAN	xiii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah	5
1.3 Batasan Masalah.....	5
1.4 Tujuan Penelitian.....	5
1.5 Manfaat Penelitian.....	5
1.6 Sistematika Penulisan.....	6
BAB II LANDASAN TEORI	7
2.1 Baja.....	7
2.1.1 Unsur – unsur baja	7
2.1.2 Jenis – jenis baja	9
2.2 Definisi Baja S45C	11
2.3 Diagram Fasa Fe ₃ C	11
2.4 Diagram TTT/CCT	13
2.4.1 Diagram TTT (<i>Continues Cooling Transformations</i>)	13
2.4.2 Diagram CCT (<i>Continues Cooling Transformation</i>)	16
2.5 Fasa – Fasa Dalam Baja	17
2.6 <i>Heat Treatment</i>	18
2.6.1 Jenis – Jenis Perlakuan Panas	19

2.7 Media Pendingin.....	20
2.8 Uji Kekerasan.....	21
2.8.1 Uji Kekerasan Brinell	21
2.8.2 Uji Kekerasan <i>Rockwell</i>	24
2.8.3 Uji Kekerasan Vickers	27
2.9 Uji Metalografi	31
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	37
3.1 Diagram Alir Penelitian.....	37
3.2 Tempat dan Waktu Penelitian	38
3.3 Alat dan Bahan	38
3.3.1 Alat – Alat Penelitian	38
3.3.2 Bahan Penelitian	40
3.4 Variabel Penelitian.....	42
3.4.1 Variabel Tetap	42
3.4.2 Variabel Bebas	42
3.4.3 Variabel Kontrol.....	43
3.5 Pelaksanaan Penelitian	43
3.5.1 Persiapan Spesimen Uji	43
3.5.2 Proses <i>Heat Treatment</i>	43
3.5.3 Proses Pengujian Kekerasan.....	44
3.5.4 Proses Pengujian Struktur Mikro.....	45
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	48
4.1 Hasil dan Pembahasan Pengujian Kekerasan	48
4.1.1 Hasil Pangujian Kekerasan <i>Brinell</i>	48
4.1.2 Pembahasan Pengujian Kekerasan <i>Brinell</i>	49
4.2 Hasil dan Pembahasan Pengujian Struktur Mikro	50
4.2.1 Hasil Pengujian Struktur Mikro	50
4.2.2 Pembahasan Struktur Mikro	54
BAB V PENUTUP	55
5.1 Kesimpulan.....	55
5.2 Saran.....	55
DAFTAR PUSTAKA.....	56

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Diagram Fasa Fe – Fe ₃ C	12
Gambar 2. 2 Diagram TTT (Time Temperature Transformation)	14
Gambar 2. 3 Diagram CCT (Continues Cooling Transformation).....	16
Gambar 2. 4 Pengujian Brinell.....	22
Gambar 2. 5 Proses pengujian kekerasan Rockwell	24
Gambar 2. 6 Mesin Rockwell manual	25
Gambar 2. 7 Indentor intan dan indentor bola	25
Gambar 2. 8 Pengujian kekerasan Rockwell memakai indentor intan dan indentor bola ..	27
Gambar 2. 9 Jejak yang dihasilkan oleh penekanan indentor pada benda uji	27
Gambar 2. 10 Luas permukaan jejak	28
Gambar 2. 11 Indentor intan berbentuk piramid.....	29
Gambar 2. 12 Mesin pengujian kekerasan Vickers	30
Gambar 2. 13 Bentuk – bentuk jejak	30
Gambar 2. 14 Alat uji struktur mikro	32
Gambar 2. 15 Struktur mikro austensite	33
Gambar 2. 16 Struktur mikro ferrit	34
Gambar 2. 17 Struktur mikro pearlite.....	34
Gambar 2. 18 Stuktur mikro bainite	35
Gambar 2. 19 Struktur mikro martensit.....	35
Gambar 2. 20 Struktur mikro sementit	36
Gambar 3. 1 Diagram Alir Penelitian.....	37
Gambar 3. 2 Tang Penjepit.....	38
Gambar 3. 3 Mesin Potong.....	38
Gambar 3. 4 Tungku Furnance.....	39
Gambar 3. 5 Wadah Media Pendingin	39
Gambar 3. 6 Alat Uji Kekerasan	40
Gambar 3. 7 Alat Uji Struktur Mikro	40
Gambar 3. 8 Baja S45C.....	41
Gambar 3. 9 Bromus Cutting Oil	41
Gambar 3. 10 Oli Mineral	41
Gambar 3. 11 Oli Full Synthetic	42
Gambar 4. 1 Titik Penjejakan Uji Kekerasan	48
Gambar 4. 2 Grafik Hasil Pengujian Kekerasan.....	49
Gambar 4. 3 Struktur mikro spesimen tanpa perlakuan.....	51

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Komposisi Kimia Baja S45C	11
Tabel 4. 1 Hasil pengujian kekerasan Brinell	48
Tabel 4. 2 Hasil struktur mikro spesimen bromus cutting oil	51
Tabel 4. 3 Hasil struktur mikro specimen oli mineral	52
Tabel 4. 4 Hasil struktur mikro oli full synthetic	53

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Perhitungan Uji Kekerasan Brinell.....	58
Lampiran 2 Surat Keterangan Penelitian Pengujian Kekerasan	64
Lampiran 3 Kondisi Pengujian Kekerasan Permukaan	65
Lampiran 4 Hasil Pengujian Kekasaran Permukaan.....	66
Lampiran 5 Sertifikat BAJA S45C.....	69



KARTU BIMBINGAN TUGAS AKHIR / SKRIPSI
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS ISLAM "45" BEKASI

Nama Mahasiswa : MUCH. WAHID MUSTOFA NURRI
NPM : 41187001180067
Program Studi : Teknik Mesin ST
Judul Tugas Akhir / Skripsi : Analisis Nilai kekerasan Dan Struktur Mikro Baja S45C Hasil proses tempering pasca quenching dengan Variasi media Pendinginan
Dosen Pembimbing I : Aep Surahito, S.T., M.T.
Dosen Pembimbing II : Yopi Handoyo, S.Si., M.T.

NO	HARI, TANGGAL	CATATAN	PARAF DOSEN
1	24-6-2024	Bab 1. Penambahan teori	
2	05-08-2024	Bab 2. Penambahan referensi	
3	12-09-2024	Bab 3. Penulisan	
4	08-09-2024	Bab 4. Penulisan	
5	19-11-2024	Bab 5. Penyusunan dan perbaikan kesimpulan dan saran	
6	26-11-2024	Penambahan teori Variasi media pendinginan	
7			
8			
9			
10			

NO	HARI, TANGGAL	CATATAN	PARAF DOSEN
11	24-6-2024	Perbaiki latar belakang	YPM
12	05.08.2024	Penambahan teori karakteristik pengisian baterai	YPM
13	26.11.2024	Seluan simbol γ pada grafik keherasan	YPM
14	07.01.2025	Penurunan pada hasil dan pembahasan	YPM
15	07.01.2025	Penambahan teori kelampahan struktur mikro & struktur makro	YPM
16	15.01.2025	Perbaiki caption grafik dan tabel pada bab <u>IV</u>	YPM
17			
18			

- Catatan :**
1. Bimbingan Laporan Tugas Akhir / Skripsi Minimal 8 kali.
 2. Buku Referensi minimal 5 diambil dari perpustakaan Fakultas atau Universitas dan ditunjukkan saat sidang Tugas Akhir / Skripsi.

Disetujui Untuk Mengikuti Ujian Sidang

	Tanggal	Tanda Tangan
Pembimbing I	15-1-2025	[Signature]
Pembimbing II	15-1-2025	YPM

Bekasi, 16 Januari 2025
Ketua Program Studi,

[Signature]
R. Kengsi