

**PENGARUH TEMPERATUR PROSES HARDENING TERHADAP
STRUKTUR MIKRO DAN TINGKAT KEKERASAN BAJA KARBON
RENDAH ST 41**

**Diajukan Sebagai Persyaratan Memperoleh Gelar Sarjana (S1) Jurusan
Pendidikan Teknik Mesin Universitas Sriwijaya**

Disusun Oleh :

Muhammad Irvan Sutami

06121281924033



PENDIDIKAN TEKNIK MESIN

FAKULTAS KEGURUAN DAN ILMU PENDIDIKAN

UNIVERSITAS SRIWIJAYA

2023

**PENGARUH TEMPERATUR PROSES *HARDENING* TERHADAP
STRUKTUR MIKRO DAN TINGKAT KEKERASAN BAJA KARBON
RENDAH ST 41**

SKRIPSI

Oleh:

Muhammad Irvan Sutami

Nomor Induk Mahasiswa: 06121281924033

Program Studi Pendidikan Teknik Mesin

Disetujui untuk diajukan dalam Ujian Akhir Program Sarjana

Mengesahkan

**Mengetahui,
Koordinator Program Studi Pendidikan
Teknik Mesin**



Elfahmi Dwi Kurniawan, S.Pd., M.Pd.T.
NIP. 199208072019031017

Pembimbing Skripsi



Edi Setiyo S, Pd., M. Pd. T.
NIPUS.19870811201506120



**PENGARUH TEMPERATUR PROSES *HARDENING* TERHADAP
STRUKTUR MIKRO DAN TINGKAT KEKERASAN BAJA KARBON
RENDAH ST 41**

SKRIPSI

Oleh:

Muhammad Irvan Sutami

Nomor Induk Mahasiswa: 06121281924033

Program Studi Pendidikan Teknik Mesin

Disetujui untuk diajukan dalam Ujian Akhir Program Sarjana

Telah diujikan dan lulus

Hari/tanggal: Kamis, 30 Maret 2023

Mengesahkan

**Mengetahui,
Koordinator Program Studi Pendidikan
Teknik Mesin**



**Elfahmi Dwi Kurniawan, S.Pd., M.Pd.T.
NIP. 199208072019031017**

Pembimbing Skripsi



**Edi Setiyo S.Pd., M.Pd. T.
NIPUS.19870811201506120**



PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Muhammad Irvan Sutami

NIM : 06121281924033

Program Studi : Pendidikan Teknik Mesin

Menyatakan bahwa skripsi dengan judul “Pengaruh Temperatur Proses *Hardening* Terhadap Struktur Mikro dan Tingkat Kekerasan Baja Karbon Rendah ST 41” adalah benar-benar karya saya sendiri dan tidak melakukan penjiplakan pengutipan dengan cara tidak sesuai etika keilmuan yang berlaku. Sepanjang pengetahuan saya tidak terdapat karya atau pendapat yang ditulis atau diterbitkan orang lain kecuali sebagai acuan kutipan dengan mengikuti tata tulis karya ilmiah yang lazim.

Indralaya, 29 Desember 2022

Yang menyatakan,



Muhammad Irvan Sutami

NIM.06121281924033

PRAKATA

Puja dan puji syukur penulis panjatkan atas khadirat Allah SWT yang telah melimpahkan berkat dan rahmat sehingga penulis berhasil menyelesaikan skripsi dengan judul “Pengaruh Temperatur Proses *Hardening* Terhadap Struktur Mikro dan Tingkat Kekerasan Baja Karbon Rendah ST 41” disusun dengan baik untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar sarjana (S.Pd) Program Studi Pendidikan Teknik Mesin, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Sriwijaya.

Penulis mendapatkan bantuan dari berbagai pihak untuk mewujudkan skripsi ini. Oleh sebab itu penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada bapak Edi Setiyo, S.Pd, M.Pd.T sebagai dosen pembimbing atas segala bimbingan yang telah diberikan dalam penulisan skripsi ini. Penulis juga mengucapkan terima kasih kepada bapak Dr. Hartono, M.A., selaku Dekan FKIP UNSRI dan penulis juga mengucapkan terima kasih kepada bapak Koordinator Program Studi bapak Elfahmi Dwi Kurniawan, S.Pd., M.Pd.T, yang telah memberikan kemudahan dalam pengurusan administrasi selama penulisan skripsi ini berlangsung.

Akhir kata, semoga skripsi ini dapat bermanfaat untuk proses pembelajaran pada bidang Program Studi Pendidikan Teknik Mesin dan pengembangan ilmu pada industri material logam.

Indralaya, 10 April 2023
Yang menyatakan,



Muhammad Irvan Sutami
NIM.06121281924033

KATA PERSEMBAHAN

Puja dan puji syukur penulis panjatkan atas kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat, taufiq serta hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini yang berjudul **“Pengaruh Temperatur Proses Hardening Terhadap Struktur Mikro dan Tingkat Kekerasan Baja Karbon Rendah ST 41”**.

Penulisan penelitian ini diambil untuk memenuhi salah satu kebutuhan dalam menyelesaikan syarat mengambil gelar sarjana di Program Studi Pendidikan Teknik Mesin, Universitas Sriwijaya.

Pada penyusunan skripsi ini, penulis memahami bahwa dalam penyusunan karya terakhir ini masih jauh dari kata baik dan masih banyak kekurangan yang dibatasi oleh kemampuan penulis sendiri. Akhirnya, penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Allah SWT atas berkat rahmat dan karunia-Nya, sehingga penulis mampu menyelesaikan skripsi ini dengan baik.
2. Kedua orang tua; bapak saya Damhuri dan ibu saya Baiti atas kasih sayang yang senantiasa mendo'akan dan memberikan dukungan baik moril maupun materil.
3. Bapak Dr. Hartono, M.A, selaku Dekan Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Sriwijaya.
4. Bapak Elfahmi Dwi Kurniawan, S.Pd., M.Pd.T, selaku K. Prodi Pendidikan Teknik Mesin Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Sriwijaya.
5. Bapak Edi Setiyo, S.Pd., M.Pd.T, selaku Dosen Pembimbing Skripsi.
6. Teman-teman Seperjuangan Randi, Atthallah Agel Aradhana, M. Rafid Saleh, M. Andryan Kurniawan, M. Ridho Illahi, dan Fajar Prayogi.
7. Seluruh Mahasiswa Program Studi Pendidikan Teknik Mesin, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Sriwijaya.
8. Almamater kebanggaan, Universitas Sriwijaya.

MOTTO HIDUP

“Fokuslah Pada Tujuan yang Sedang anda Jalani”.

(Muhammad Irvan Sutami)

DAFTAR ISI

COVER	
LEMBAR PERSETUJUAN.....	i
SURAT PERNYATAAN.....	iii
PRAKATA.....	iv
KATA PERSEMBAHAN.....	v
MOTTO HIDUP.....	vi
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR TABEL.....	ix
DAFTAR GAMBAR.....	x
DAFTAR LAMPIRAN.....	xi
ABSTRAK.....	xii
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Identifikasi Masalah.....	3
1.3 Batasan Masalah.....	4
1.4 Rumusan Masalah.....	4
1.5 Tujuan Penelitian.....	5
1.6 Manfaat Penelitian.....	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Landasan Teori.....	6
2.1.1 Baja Karbon Rendah.....	6
2.1.2 Perlakuan panas.....	7
2.1.3 Hardening.....	10
2.1.4 Struktur Mikro Baja.....	11
2.1.5 Diagram Fasa Fe-C.....	12
2.1.6 Uji Tingkat Kekerasan.....	14
2.2 Kajian Penelitian yang Relevan.....	16
2.3 Kerangka Konseptual.....	18
2.4 Hipotesis.....	19

BAB III METODE PENELITIAN

3.1 Metodologi Penelitian	20
3.2 Jenis Penelitian.....	20
3.3 Variabel Penelitian	21
3.4 Tempat dan Waktu Penelitian	21
3.5 Bagan Alir Penelitian	22
3.6 Alat dan Bahan.....	23
3.7 Teknik Pengumpulan Data.....	24
3.8 Analisis Hasil.	27

BAB IV PEMBAHASAN

4.1 Deskripsi Penelitian	28
4.2 Deskripsi Pelaksanaan Penelitian.....	28
4.3 Langkah Penelitian.....	29
4.4 Hasil dan Pembahasan Penelitian.....	33
4.5 Implementasi Penelitian	41

BAB V PENUTUP

5.1 Kesimpulan	42
5.2 Saran.....	42

DAFTAR PUSTAKA	43
----------------------	----

LAMPIRAN.....	44
---------------	----

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1	Alat.	23
Tabel 3.2	Bahan	23
Tabel 3.3	Pengujian <i>Rockwell</i>	25
Tabel 4.1	Hasil Pengujian Kekerasan pada <i>Raw Material</i>	38
Tabel 4.2	Hasil Pengujian Kekerasan pada <i>Hardening 750°C</i>	38
Tabel 4.3	Hasil Pengujian Kekerasan pada <i>Hardening 800°C</i>	39
Tabel 4.4	Hasil Pengujian Kekerasan pada <i>Hardening 850°C</i>	39

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Fasa Baja Karbon.....	12
Gambar 2.2	Diagram Karbon	13
Gambar 2.3	Diagram TTT	14
Gambar 2.4	Kerangka Konseptual.....	18
Gambar 3.1	Diagram Alir	22
Gambar 4.1	Hasil Struktur Mikro pada Raw Material	35
Gambar 4.2	Hasil Struktur Mikro pada <i>Hardening</i> 750°C	36
Gambar 4.3	Hasil Struktur Mikro pada <i>Hardening</i> 800°C	36
Gambar 4.4	Hasil Struktur Mikro pada <i>Hardening</i> 850°C	37
Gambar 4.5	Grafik Hasil Uji Kekerasan <i>Rockwell</i>	40

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1	Alat dan Bahan	45
Lampiran 2	Rangkaian Proses Penelitian.....	50
Lampiran 3	RPS Mata Kuliah Perlakuan Panas	64
Lampiran 4	RPS Mata Kuliah Pengujian Bahan	68
Lampiran 5	Lembar Verifikasi Judul Skripsi	71
Lampiran 6	Lembar Reviewer Proposal.....	72
Lampiran 7	Lembar Kesiediaan Membimbing Skripsi	73
Lampiran 8	SK Pembimbing	74
Lampiran 9	SK Penelitian	76
Lampiran 10	SK Bebas Lab. Pendidikan Teknik Mesin	78
Lampiran 11	SK Melakukan Pengujian di Lab. Teknik Mesin FT	79
Lampiran 12	SK Bebas Pustaka	80
Lampiran 13	SK Bebas Ruang Baca	81
Lampiran 14	Transkrip Nilai	82
Lampiran 15	Kartu Bimbingan Skripsi	84
Lampiran 16	SK Persetujuan Sidang Skripsi	86
Lampiran 17	SK Similarity	87
Lampiran 18	Lembar Perbaikan Skripsi.....	89

**PENGARUH TEMPERATUR PROSES *HARDENING* TERHADAP
STRUKTUR MIKRO DAN TINGKAT KEKERASAN BAJA KARBON
RENDAH ST 41**

Oleh :

Muhammad Irvan Sutami

NIM : 06121281924033

Pembimbing : Edi Setiyo, S.Pd., M.Pd.T.

Pendidikan Teknik Mesin

ABSTRAK

Baja ST 41 adalah baja karbon rendah yang disebut juga baja lunak, baja ini memiliki kandungan karbon sebesar 0,08% - 0,20%. material ini banyak sekali digunakan untuk pembuatan baja batangan, tangki, perkapalan, jembatan, menara, pesawat angkat dan dalam permesinan. Tujuan penelitian ini untuk mengetahui pengaruh suhu dalam proses hardening pada struktur mikro permukaan baja karbon rendah dan untuk mengetahui pengaruh suhu dalam proses *hardening* pada tingkat kekerasan baja karbon rendah. Jenis penelitian adalah penelitian eksperimen murni. Spesimen penelitian ini memiliki ukuran dengan diameter 20 mm dan panjang 50 mm. Spesimen ini melalui proses *heat treatment hardening* dengan variasi suhu, 750°C, 800°C, dan 850°C, setelah itu spesimen dilakukan proses uji kekerasan *rockwell* dan berlanjut ke proses uji struktur mikro. Hasil penelitian dari proses uji kekerasan diperoleh nilai kekerasan sebesar 56 HRC dan untuk nilai yang terkecil 51,6 HRC. Kemudian untuk hasil dari uji struktur mikro diperoleh hasil struktur yang lebih dominan *ferit* dan *martensit*.

Kata Kunci : Baja ST 41, *Hardening*, *Rockwell*, Struktur Mikro

**EFFECT OF HARDENING PROCESS TEMPERATURE ON
MICROSTRUCTURE AND HARDNESS OF LOW CARBON STEEL ST 41**

By:

Muhammad Irvan Sutami

NIM : 06121281924033

Advisor: Edi Setiyo, S.Pd., M.Pd.T.

Mechanical Engineering Education

ABSTRAK

ST 41 steel is a low carbon steel which is also called soft steel, this steel has a carbon content of 0.08% - 0.20%. this material is widely used for making steel bars, tanks, shipping, bridges, towers, lifting aircraft and in machinery. The purpose of this study was to determine the effect of temperature in the hardening process on the surface microstructure of low carbon steel and to determine the effect of temperature in the hardening process on the hardness level of low carbon steel. The type of research is pure experimental research. This research specimen has a size with a diameter of 20mm and a length of 50mm. This specimen goes through a hardening heat treatment process with temperature variations, 750°C, 800°C, and 850°C, after which the specimen is carried out the rockwell hardness test process and continues to the microstructure test process. The research results from the hardness test process obtained a hardness value of 56 HRC and for the smallest value of 51.6 HRC. Then for the results of the microstructure test, the results obtained a more dominant structure of ferrite and martensite.

Keywords : *ST 41 Steel, Hardening, Rockwell, Microstructure*

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang.

Peningkatan inovasi dan desain material mempengaruhi perubahan pemanfaatan material. Di era modernisasi, logam sering digunakan sebagai bahan yang sangat fungsional atau bahan mentah buatan. Pada perakitan bagian mesin membutuhkan bahan yang memenuhi prasyarat sesuai kapasitas atau penggunaannya. Dalam pengaplikasiannya, masalah yang sering terjadi pada baja ke suku cadang kendaraan adalah keterbatasan waktu pada tujuan yang tidak sesuai dengan rencana komputasi perhitungan yang mendasarinya karena adanya dampak kekuatan dari luar, seperti tekanan beban gesekan dan beban berlebihan yang dapat menyebabkan distorsi pada material hingga terjadinya perubahan bentuk. Demikian, dengan adanya perlakuan panas seharusnya dapat meningkatkan kekerasan baja. Maksud dari perlakuan panas adalah untuk mengurangi dan menumbuhkan biji-bijian, meningkatkan kekokohan, meningkatkan kekerasan dan meningkatkan kekakuan baja (Purnomo, 2017).

Hardening adalah proses terapi intensitas menggabungkan *hardening* baja pada suhu tertentu, menjaga dengan itu untuk jangka waktu tertentu dan pendinginan dalam media tertentu. Perlakuan panas bertujuan untuk memperluas kelenturan, menghilangkan tekanan ke dalam, menghaluskan butiran permata, memperluas kekerasan, tekanan lentur dari logam dan sebagainya. Tujuan ini akan dicapai dengan menerima dan mempengaruhi variabel, misalnya suhu *hardening* dan media pendingin yang digunakan. Proses pengerasan atau *hardening* merupakan suatu proses perlakuan panas yang dilakukan untuk menghasilkan suatu benda kerja yang keras, proses ini dilakukan pada temperatur tinggi yaitu pada temperatur austenisasi yang digunakan untuk melarutkan sementit dalam austenite yang kemudian di quenching. (Djafrie, 1983).

Baja ST 41 secara umum merupakan baja karbon rendah yang disebut juga baja lunak, baja ini banyak sekali digunakan untuk pembuatan baja batangan, tangki, perkapalan, jembatan, menara, pesawat angkat dan dalam dunia permesinan. Baja ST 41 adalah salah satu dari baja karbon rendah. Bahan ini termasuk dalam golongan baja karbon rendah karena dalam komposisinya mengandung karbon sebesar 0,08% - 0,20%. Kepentingan dari penamaan ST 41 sendiri berasal dari ST memiliki arti penting dari baja (*Stahl*), angka 41 pada baja ini menunjukkan bahwa alasnya elastisitasnya 41 kg/mm². Kekuatan elastisnya dibatasi ke atas pada umumnya ST 41 kisaran 50 kg/mm² (Suherman, 1987:72).

Baja karbon rendah adalah baja dengan bahan utama besi dan karbon dengan sintesis karbon < 0,3%. Setelah material baja ST 41 dihangatkan hingga mencapai temperatur *austenit*, tahapan selanjutnya adalah *Quenching* (penurunan suhu dengan cepat). Strategi ini dapat memanfaatkan berbagai media pendinginan, khususnya: oli (*quenching*), udara (normalisasi) dan pendinginan di dalam kompor (penguatan). Analisis cenderung pada pemadam sebagai media pendingin, karena media pemadam lebih bergeser dan masuk akal (Caesar Wiratama, 2019).

Quenching merupakan proses pengerjaan logam dengan pendinginan secara cepat. Secara umum, quenching akan menyebabkan menurunnya ukuran butir dan dapat meningkatkan nilai kekerasan pada suatu paduan logam. Proses pengerasan atau hardening adalah suatu proses perlakuan panas yang dilakukan untuk menghasilkan suatu benda kerja yang keras, proses ini dilakukan pada temperatur tinggi yaitu pada temperatur austenisasi yang digunakan untuk melarutkan sementit dalam austenite yang kemudian di quench. (Luthfianto, 2017).

Dalam penelitian ini, peneliti melibatkan struktur mikro dan tingkat kekerasan baja karbon rendah pada material ST 41. Struktur mikro adalah kumpulan tahapan-tahapan yang disajikan melalui prosedur struktur paduannya. Komponen yang berbeda dapat ditemukan dalam pembuatan karbon dan komposisinya, misalnya, tahap *ferit*, tahap *sementit*, tahap *martensit*, tahap *perlit*, dan tahap *bainit* (Ismail, 2017).

Holding time adalah waktu penahanan yang dilakukan untuk mendapatkan kekerasan maksimum suatu bahan pada proses pengerasan dengan cara menahannya pada suhu pengerasan untuk mendapatkan *hardening* yang homogen sehingga struktur *austenit* homogen atau karbida larut ke dalam *austenit*, terjadi difusi karbon dan unsur paduannya. Holding time dilakukan untuk mendapatkan kekerasan maksimum dari suatu bahan pada proses *hardening* dengan menahan temperatur pengerasan untuk memperoleh pemanasan yang *homogeny* pada struktur *austenitnya* atau terjadi kelarutan karbida ke dalam *austenite* dan difusi karbon dan unsur paduannya (Handoyo, 2015).

Pengujian kekerasan dengan metode *rockwell* bertujuan menentukan kekerasan suatu material dalam bentuk daya tahan material terhadap benda uji (*spesimen*) yang berupa bola baja (HRB) ataupun kerucut intan (HRC) yang ditekan pada permukaan material uji tersebut. Pengukurannya dapat dilakukan dengan bantuan sebuah kerucut intan dengan sudut puncak 120° dan ujungnya yang dibulatkan sebagai benda pendesak (*indentor*).

Pengujian struktur mikro (metalografi) bertujuan untuk memperoleh gambar yang menunjukkan struktur mikro sebuah bahan. Melalui proses ini dapat mengetahui struktur dari suatu bahan dengan memperjelas batas-batas butir bahan sehingga dapat langsung dilihat dengan menggunakan mikroskop dan diambil gambarnya. Pengujian metalografi ini dilakukan pada 4 jenis spesimen yaitu; baja ST 41 tanpa perlakuan panas (*raw material*), baja ST 41 dengan perlakuan panas metode *hardening* dengan variasi suhu 750°C, 800°C, dan 850°C.

Hal ini dilakukan untuk mengetahui dan membandingkan perubahan struktur mikro baja ST 41 karena mendapat proses perlakuan panas (heat treatment). Pengujian struktur mikro dimaksudkan untuk melihat perubahan struktur pada bahan. Berdasarkan pemaparan di atas, maka penulis tertarik untuk melakukan penelitian dengan judul **“PENGARUH TEMPERATUR PROSES HARDENING TERHADAP STRUKTUR MIKRO DAN TINGKAT KEKERASAN BAJA KARBON RENDAH ST 41”**.

1.2 Identifikasi Masalah.

Berdasarkan uraian di atas, maka bukti yang dapat dikenali dari permasalahan dalam penelitian ini adalah mengenai permasalahan yang sering terjadi pada baja di komponen suku cadang kendaraan diantaranya sebagai berikut:

- 1.2.1 Keterbatasan waktu tujuan yang tidak sesuai dengan rencana perhitungan yang mendasar.
- 1.2.2 Adanya dampak dari tekanan kekuatan luar sebagai beban gesekan dan beban berlebih.
- 1.2.3 Dapat menyebabkan distorsi atau perubahan bentuk.
- 1.2.4 Dengan cara ini, peneliti memilih *hardening* sebagai teknik yang diterapkan pada perlakuan hangat untuk memperluas kekuatan dan kekerasan baja.

1.3 Batasan Masalah.

Adapun batasan masalah yang terdapat pada penelitian ini adalah :

- 1.3.1 Material yang digunakan dalam penelitian ini adalah ST 41.
- 1.3.2 Variasi suhu yang digunakan 750 °C, 800 °C, dan 850 °C.
- 1.3.3 Metodologi yang digunakan dalam proses perlakuan panas adalah kekerasan.
- 1.3.4 Media pendingin yang digunakan dalam proses terapi intensitas adalah oli (*Quenching*).
- 1.3.5 Terdapat berbagai komponen yang terdapat pada baja karbon dan komposisinya, misalnya tahap *ferit*, tahap *sementit*, tahap *martensit*, tahap *perlit*, dan tahap *bainit*.
- 1.3.6 Adanya proses pengujian tingkat kekerasan benda kerja menggunakan alat uji metode *rockwell*.
- 1.3.7 Adanya proses pengujian struktur mikro pada benda kerja, setelah dilakukan proses pengujian kekerasan menggunakan mikroskop optik.

1.4 Rumusan Masalah.

Adapun rumusan masalah yang terdapat dalam penelitian ini adalah :

- 1.4.1 Bagaimana pengaruh suhu dalam proses *hardening* pada struktur mikro permukaan baja karbon rendah?
- 1.4.2 Bagaimana pengaruh suhu pada proses *hardening* terhadap tingkat kekerasan baja karbon rendah?

1.5 Tujuan Penelitian.

Adapun tujuan yang terdapat dalam penelitian ini adalah :

- 1.5.1 Untuk mengetahui pengaruh suhu dalam proses *hardening* pada struktur mikro permukaan baja karbon rendah.
- 1.5.2 Untuk mengetahui pengaruh suhu dalam proses *hardening* pada tingkat kekerasan baja karbon rendah.

1.6 Manfaat Penelitian.

Keuntungan dari pemeriksaan ini adalah sebagai berikut :

- 1.6.1 Sebagai semacam perspektif dalam peningkatan ilmu material di dunia *modern*, khususnya dalam bisnis logam.
- 1.6.2 Dapat memberikan data kepada perusahaan terkait mengenai perlakuan panas dengan metode *hardening* pada struktur mikro baja.
- 1.6.3 Dapat memberikan data kepada pelaku usaha terkait perlakuan panas dengan metode *hardening* terhadap tingkat kekuatan baja.

DAFTAR PUSTAKA

- Darmawan, Deri Dwi. "Pengujian Ketangguhan dan Struktur Mikro Baja Karbon Rendah yang telah Mengalami Proses Perlakuan Panas (Heat Treatment)." *Jurnal Teknik Mesin* 5.2 (2018).
- Handoyo, Yopi. "Pengaruh quenching dan tempering pada baja jis grade S45C terhadap sifat mekanis dan struktur mikro crankshaft." *Jurnal Ilmiah Teknik Mesin* 3.2 (2015): 102-115.
- Kurniawan, Ary Setya, Solichin Solichin, and Rr Poppy Puspitasari. "Analisis Kekuatan Tarik dan Struktur Mikro pada Baja St. 41 Akibat Perbedaan Ayunan Elektroda Pengelasan SMAW." *Jurnal Teknik Mesin* 24.1 (2017).
- Luthfianto, Saufik, Zulfiqar Andhika Suprayogi, and Drajat Samyono. "Pengaruh Variasi Media Quenching Terhadap Sifat Mekanis Rantai Elevator Fruit Kelapa Sawit." *JST (Jurnal Sains dan Teknologi)* 6.1 (2017).
- Mersilia, Anggun, Pulung Karo Karo, and Yayat Iman Supriyatna. "Pengaruh heat treatment dengan variasi media quenching oli garam dan oli terhadap struktur mikro dan nilai kekerasan baja pegas daun aisi 6135." *Jurnal Teori dan Aplikasi Fisika* 4.2 (2017).
- Mustofa, Ali, Sarjito Jokosisworo, and Ari Wibawa Budi Santosa. "Analisa Kekuatan Tarik, Kekuatan Lentur Putar dan Kekuatan Puntir Baja ST 41 sebagai Bahan Poros Baling-baling Kapal (Propeller Shaft) setelah Proses Quenching." *Jurnal Teknik Perkapalan* 6.1 (2018).
- Mohruni, Amrifan Saladin, and Billy Hizkya Kembaren. "Pengaruh Variasi Kecepatan Dan Kuat Arus Terhadap Kekerasan, Tegangan Tarik, Struktur Mikro Baja Karbon Rendah Dengan Elektroda E6013." *Jurnal Rekayasa Mesin* 13.1 (2013): 1-8.
- Permana, A. W., Anjani, R. D., & Gusniar, I. N. (2020). Analisa Pengaruh Variasi Media Pendingin Pada Proses HeatTreatment Metode Hardening-Tempering Material Baja S45C Terhadap Sifat Mekanik dan Struktur Mikro. *Jurnal Rekayasa Mesin*, 15(3), 199-206.
- Rahmadani, R., et al. "Pengaruh Hardening Terhadap Struktur Mikro Dan Sifat Mekanis Baja AISI 1045." *Jurnal Mesin Material Manufaktur dan Energi* 1.1 (2020): 14-18.
- Rimpung, Ketut. "Analisis perubahan kekerasan permukaan baja (St. 42) dengan Perlakuan Panas 800°C Menggunakan metode Rockwell di laboratorium uji bahan Politeknik Negeri Bali. *Logic: Jurnal Rancang Bangun dan Teknologi* 17.1 (2017): 67-72.
- Rusjdi, Halim, Andika Widya Pramono, and Wahyu Bawono Faathir. "Pengaruh Perlakuan Panas Terhadap Sifat Mekanis Dan Struktur Mikro Pada Baja AISI 4340." *JURNAL POWERPLANT* 4.2 (2016): 95-106.
- Sari, Nasmi Herlina. "Perlakuan panas pada baja karbon: efek media pendinginan terhadap sifat mekanik dan struktur mikro." *Jurnal Teknik Mesin (JTM)* 6.4 (2017): 264.