

SKRIPSI

**PENGARUH VARIASI TEMPERATUR TEMPERING
PADA PROSES QUENCHING DENGAN MEDIA
MINYAK KELAPA SAWIT TERHADAP SIFAT
MEKANIK DAN STRUKTUR MIKRO BAJA KARBON
MEDIUM**



**GIHANG RAMADHAN MT
09111035094**

**JURUSAN TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS GRIWAJAYA
INDRALAYA**

2016

SKRIPSI

**PENGARUH VARIASI TEMPERATUR *TEMPERING*
PADA PROSES *QUENCHING* DENGAN MEDIA
MINYAK KELAPA SAWIT TERHADAP SIFAT
MEKANIK DAN STRUKTUR MIKRO BAJA KARBON
*MEDIUM***



**GILANG RAMADHAN MZ
03111005094**

**JURUSAN TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
INDRALAYA**

2016

S
669.109
bil
P
2014

20513/31148

SKRIPSI

PENGARUH VARIASI TEMPERATUR *TEMPERING* PADA PROSES *QUENCHING* DENGAN MEDIA MINYAK KELAPA SAWIT TERHADAP SIFAT MEKANIK DAN STRUKTUR MIKRO BAJA KARBON *MEDIUM*

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Mendapatkan Gelar
Sarjana Teknik



GILANG RAMADHAN MZ
03111005094

JURUSAN TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
INDRALAYA

2016

UNIVERSITAS SRIWIJAYA
FAKULTAS TEKNIK
JURUSAN TEKNIK MESIN

Agenda : 006/TM/AF/2016
Diterima Tgl. : 30/3-2016
Paraf : Vap

SKRIPSI

Nama : GILANG RAMADHAN MZ
NIM : 03111005094
Jurusan : TEKNIK MESIN
Judul Skripsi : PENGARUH VARIASI TEMPERATUR *TEMPERING*
PADA PROSES *QUENCHING* DENGAN MEDIA
MINYAK KELAPA SAWIT TERHADAP SIFAT
MEKANIK DAN STRUKTUR MIKRO BAJA
KARBON *MEDIUM*

Dibuat Tanggal : Agustus 2015
Selesai Tanggal : Februari 2016

Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknik Mesin



Oomarul Hadi, S.T, M.T
NIP. 19690213 199503 1 001

Inderalaya, 23 Februari 2016
Menyetujui:
Pembimbing Skripsi,

A handwritten signature in blue ink, consisting of stylized letters, likely representing 'Nukman'.

Prof. Dr. Ir. Nukman, MT
NIP. 19590321 1987031 001

RINGKASAN

PENGARUH VARIASI TEMPERATUR *TEMPERING* PADA PROSES *QUENCHING* DENGAN MEDIA MINYAK KELAPA SAWIT TERHADAP SIFAT MEKANIK DAN STRUKTUR MIKRO BAJA KARBON *MEDIUM*

Karya tulis ilmiah berupa skripsi, Februari 2016

Gilang Ramadhan MZ; Dibimbing oleh Prof. Dr. Ir. Nukman, MT.
xxvi+89 halaman+25 tabel+43 gambar+6 lampiran

Pada penelitian ini material baja karbon *medium* yang mengalami perlakuan panas *quenching* pada temperatur 860°C selama waktu tahan 45 menit dengan media pendingin minyak kelapa sawit. Setelah dilakukan perlakuan panas *quenching*, kemudian material baja tersebut *ditemper* dengan variasi temperatur. Variasi temperatur *tempering* adalah 350°C, 450°C, dan 550°C. Adapun pengujian mekanik yang dipakai yaitu pengujian impak, pengujian tarik, dan pengujian kekerasan (*Vickers*) serta pengamatan struktur mikro. Pada pengujian impak nilai energi impak material baja karbon *medium non heat treatment* sebesar 124,069 Joule. Namun nilai impak terendah pada material *quenching* 860°C sebesar 62,778 Joule. Untuk pengujian tarik, tegangan *ultimate* tertinggi adalah material *quenching* 860°C dengan nilai sebesar 88,496 kgf/mm², Sedangkan nilai tegangan *ultimate* terendah adalah material *quench-temper* 550°C dengan nilai sebesar 59,9483 kgf/mm². Lalu regangan tertinggi adalah material *quench-temper* 550°C dengan nilai sebesar 0,1083% dan nilai regangan terendah adalah material *quenching* 860°C dengan nilai sebesar 0,0583%. Untuk pengujian kekerasan, nilai kekerasan tertinggi adalah material *quenching* 860°C dengan nilai sebesar 170,5189 kgf/mm². Sedangkan nilai kekerasan terendah adalah material *non heat treatment* dengan nilai sebesar 145,6799 kgf/mm².

Kata Kunci: Baja karbon *medium*, Variasi temperatur, *quenching*, *quench-temper*, Uji impak, Uji tarik, Uji Kekerasan, struktur mikro

SUMMARY

THE EFFECT OF TEMPERING TEMPERATURE VARIATION IN THE QUENCHING PROCESS WITH PALM OIL TO MECHANICAL PROPERTIES AND MICROSTRUCTURE MEDIUM CARBON STEEL

Scientific papers in the form of a scription, February 2016

Gilang Ramadhan MZ; Guided by Prof. Dr. Ir. Nukman, MT.

xxvi+89 pages+25 tables+43 figures+6 attachments

The purpose of this research is to compare the mechanical properties and microstructure of the medium carbon steel, with heat treatment or without heat treatment. The heat treatments used are quenching and quenching-temper. Medium carbon steel who experiencing the quenching heat treatment on 860°C for 45 minutes with a palm oil as a cooling medium. After the quenching, then the medium carbon steel tempered with temperature variation. Tempering temperature variations are 350°C, 450°C, and 550°C. As for the mechanical testing used are impact testing, tensile testing and Vickers testing and also microstructure observation. On Impact testing the average impact energy of medium carbon steel is 124,069 Joule. However the lowest impact energy is from the quenching material which is 62,778 Joule. For tensile testing, the ultimate strength of quenching material at 860°C is 88,496 kgf/mm², while the lowest ultimate strength is on quench-temper material at 550°C which the value is 59,9483 kgf/mm². Then the highest strain is on quench-temper material at 550°C which value is 0,1083% and the lowest strain is the quenching material at 860°C with its value 0,0583%. For the hardness testing, the value of the highest hardness is quenching material at 860°C with its value 170,5189 kgf/mm². While the lowest hardness value is non heat treatment material which the value is 145,6799 kgf/mm².

Key Words: Medium Carbon Steel, Temperature Variation, quenching, quench-temper, Impact Testing, Tensile Testing, Hardness Testing, Microstructure

HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Gilang Ramadhan MZ

NIM : 03111005094

Judul : Pengaruh Variasi Temperatur *Tempering* Pada Proses *Quenching* Dengan Media Minyak Kelapa Sawit Terhadap Sifat Mekanik Dan Struktur Mikro Baja Karbon *Medium*

Menyatakan bahwa skripsi saya merupakan hasil karya sendiri didampingi tim pembimbing dan bukan hasil penjiplakan/plagiat. Apabila ditemukan unsur penjiplakan/plagiat dalam Skripsi ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik dari Universitas Sriwijaya sesuai aturan yang berlaku.

Demikian, pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tanpa ada paksaan dari siapapun.

Inderalaya, 23 Februari 2016

Penulis



Gilang Ramadhan MZ

NIM. 03111005094

HALAMAN PENGESAHAN

PENGARUH VARIASI TEMPERATUR *TEMPERING* PADA PROSES *QUENCHING* DENGAN MEDIA MINYAK KELAPA SAWIT TERHADAP SIFAT MEKANIK DAN STRUKTUR MIKRO BAJA KARBON *MEDIUM*

SKRIPSI

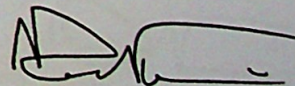
Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Mendapatkan Gelar
Sarjana Teknik

Oleh:

GILANG RAMADHAN MZ
03111005094

Inderalaya, 23 Februari 2016

Menyetujui:
Pembimbing Skripsi



Prof. Dr. Ir. Nukman, MT
NIP. 195903211987031001

Mengetahui

Ketua Jurusan Teknik Mesin,



Oemarul Hadi, S.T, M.T
NIP. 19690213 199503 1 001

HALAMAN PERSETUJUAN

Karya Tulis Ilmiah berupa skripsi ini dengan judul **"Pengaruh Variasi Temperatur Tempering Pada Proses Quenching Dengan Media Minyak Kelapa Sawit Terhadap Sifat Mekanik Dan Struktur Mikro Baja Karbon Medium"** telah dipertahankan di hadapan Tim Penguji Sidang Sarjana Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya pada tanggal 24 Februari 2016

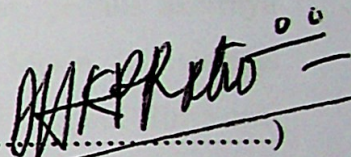
Indralaya, 24 Februari 2016

Tim Penguji Karya Tulis Ilmiah berupa Skripsi :

Ketua :

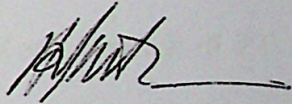
Dr. Ir. Diah Kusuma Pratiwi, M.T

NIP. 19630719 199003 2 001

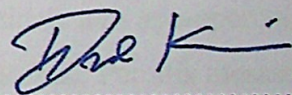
()

Anggota :

1. Dr. Ir. Hendri Chandra, M.T
NIP. 19600407 199003 1 003

()

2. Zulkarnain, S.T, M.Sc
NIP. 19810510 200501 1 005

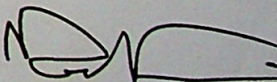
()

Mengetahui
Ketua Jurusan Teknik Mesin,



Qomarul Hadi, S.T, M.T
NIP. 19690213 199503 1 001

Menyetujui
Pembimbing,

()

Prof. Dr. Ir. Nukman, M.T
NIP. 19590321 198703 1 001

RIWAYAT PENULIS

Penulis dilahirkan di kota Palembang pada tanggal 6 maret 1993. Pasangan dari Bapak Zulkifli Idris (Alm) dan Ibu Mustika. Penulis memulai pendidikan di SD YP INDRA 1. Setelah tamat dari SD YP INDRA 1 Palembang pada tahun 2005, penulis melanjutkan pendidikannya di SMP Negeri 15 Palembang. Setelah penulis menamatkan pendidikan sekolah menengah pertama pada tahun 2008, penulis memilih melanjutkan pendidikannya di SMA NEGERI 8 Palembang. Selama menempuh pendidikan di SMA NEGERI 8, penulis pernah menjadi anggota OSIS. Setelah menamatkan pendidikan di Sekolah Menengah Atas, penulis akhirnya memilih melanjutkan pendidikannya di jurusan Teknik Mesin, Universitas Sriwijaya melalui jalur tes tertulis. Dan menjadi bagian dari anggota Himpunan Mahasiswa Mesin.

Selama dalam masa pendidikan, Penulis juga pernah Kerja Praktek di PT. Pupuk Sriwidjaja Palembang divisi perbengkelan tahun 2014 .

Tanpa dukungan dan doa orang tua penulis, penulis tidak ada apa-apanya, semua ini berkat pengorbanan yang telah orang tua penulis lakukan. Penulis merasa bersyukur kepada Allah SWT dan bangga kepada orang tua penulis karena tanpa mereka penulis tidak akan pernah mendapat gelar Sarjana seperti saat ini.

KATA PENGANTAR

Assalamualaikum wa rahmatullahi wa barakatuh

Puji syukur kehadiran Allah SWT atas rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan penelitian dalam rangka Tugas Akhir (Skripsi) yang dibuat untuk memenuhi syarat mengikuti seminar dan sidang sarjana pada Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya dengan judul **“Pengaruh Variasi Temperatur *Tempering* Pada Proses *Quenching* Dengan Media Minyak Kelapa Sawit Terhadap Sifat Mekanik Dan Struktur Mikro Baja Karbon *Medium*”**.

Pada kesempatan ini dengan setulus hati penulis menyampaikan rasa hormat dan terima kasih yang sebesar-besarnya atas segala bimbingan dan bantuan yang telah diberikan dalam penyusunan tugas akhir ini kepada:

1. Bapak Prof. Ir. Subriyer Nasir, MS., Ph.D. selaku dekan Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya.
2. Bapak Qomarul Hadi, ST, MT. selaku ketua Jurusan Teknik Mesin Universitas Sriwijaya.
3. Bapak Ir. Dyos Santoso, MT selaku Sekretaris Jurusan Teknik Mesin Universitas Sriwijaya dan juga sekaligus pembimbing akademik.
4. Bapak Prof. Dr. Ir. Nukman, MT selaku dosen pembimbing skripsi yang telah banyak membantu dalam menyelesaikan skripsi ini.
5. Orang Tua saya tercinta yang telah memberikan doa, kasih sayang, dorongan dan semangat baik secara moril maupun material demi keberhasilan penulis.
6. Pacarku Ferisa Rezky Anindya yang selalu jadi penyemangat, motivator pribadi, dan selalu mendoakan penulis dalam menyelesaikan skripsi ini.
7. Seluruh staff, dosen, dan administrasi di Jurusan Teknik Mesin Universitas Sriwijaya.
8. Bapak Yatno dan kak Iwan, Selaku koordinator Lab. Metallurgi dan Lab. CNC Jurusan Teknik Mesin Universitas Sriwijaya Indralaya.

9. Sahabat seperjuangan satu pembimbing Fanhar Sahputra, M. Arief Afif, M. Octorefi Genius, dan Dona Agrianto yang bersama-sama semangat dalam menyelesaikan skripsi ini.
10. Sahabatku Hafizh Yr, Ajien, Acik, Bowo, Gama, dan Tyan yang selalu menasihati dan support penulis.
11. Keluarga korwil plaju Mgs. Irfan, Bagus W, Yossi, Imam Geo, Awink, Rio, Abang Hafiz dan masih banyak lagi.
12. Seluruh teman-teman seperjuangan teknik mesin khususnya angkatan 2011.
13. Almamaterku Tercinta.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari sempurna. Oleh karena itu, penulis sangat mengharapkan kritik dan saran yang membangun agar penelitian ini menjadi lebih baik. Semoga penulisan skripsi ini dapat bermanfaat bagi pembaca dan semua pihak yang berkepentingan.

Wassalamualaikum wa rahmatullahi wa barakatuh

Inderalaya, 23 Februari 2016

Penulis

HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Gilang Ramadhan MZ

NIM : 03111005094

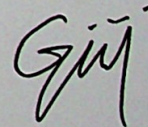
Judul : Pengaruh Variasi Temperatur *Tempering* Pada Proses *Quenching* Dengan Media Minyak Kelapa Sawit Terhadap Sifat Mekanik Dan Struktur Mikro Baja Karbon *Medium*

Memberikan izin kepada pembimbing dan Universitas Sriwijaya untuk mempublikasikan hasil penelitian saya untuk kepentingan akademik apabila dalam waktu 1 (satu) tahun tidak mempublikasikan karya penelitian saya dalam kasus ini saya setuju untuk menempatkan pembimbing sebagai penulis korespondensi (*Corresponding author*).

Demikian, pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tanpa ada paksaan dari siapapun.

Inderalaya, 23 Februari 2016

Penulis,



Gilang Ramadhan MZ

NIM. 03111005094

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN AGENDA	ii
RINGKASAN	iii
SUMMARY	iv
HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS	v
HALAMAN PENGESAHAN	vi
HALAMAN PERSETUJUAN	vii
RIWAYAT PENULIS	viii
KATA PENGANTAR	ix-x
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI	xi
DAFTAR ISI	xii-xvi
DAFTAR GAMBAR	xvii-xviii
DAFTAR TABEL	xix-xx
DAFTAR LAMPIRAN	xxi
HALAMAN PERSEMBAHAN	xxii
 BAB 1 PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah	3
1.3 Batasan Masalah	3
1.4 Tujuan Penelitian	4
1.5 Manfaat Penelitian	4
 BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Klasifikasi Material	5
2.2 Klasifikasi Baja	5
2.2.1 Baja Karbon Rendah	6

2.2.2 Baja Karbon Medium	6
2.2.3 Baja Karbon Tinggi	7
2.3 Perlakuan Panas	7
2.3.1 <i>Normalizing</i>	7
2.3.2 <i>Annealing</i>	8
2.3.3 <i>Quenching</i>	9
2.3.4 <i>Tempering</i>	12
2.4 Pengujian Sifat Mekanik	14
2.4.1 Pengujian Tarik	14
2.4.2 Pengujian Kekerasan	17
2.4.3 Pengujian Kekuatan Impak	19
2.4.4 Pengamatan Struktur Mikro	25
2.5 Tinjauan Penelitian menurut Peneliti	27

BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat Penelitian	31
3.2 Rancangan Penelitian	32
3.2.1 Tabel jumlah Data Spesimen	32
3.2.2 Spesimen Uji Tarik	32
3.2.3 Spesimen Uji <i>Impact</i>	33
3.2.4 Spesimen Uji <i>Vickers</i> dan Metalografi	33
3.2.5 Jadwal Penelitian	34
3.3 Analisis Komposisi Kimia	34
3.3.1 Carbon Equivalent (Keseimbangan Karbon)	35
3.3.2 Diagram Time Temperature Transformation (TTT)	36
3.4 Rencana Pemanasan	38
3.5 Peralatan dan Bahan Penelitian	39
3.5.1 Tungku Pemanas	39
3.5.2 Alat Uji <i>Impact</i>	40
3.5.3 Alat Uji Tarik	41
3.5.4 Alat Uji Kekerasan	41

3.5.5 Alat Struktur Mikro	42
3.5.6 Jangka Sorong	43
3.5.7 Benda Uji	44
3.5.8 Alat Potong Gerindra	44
3.5.9 Cairan Nital dan Alkohol	44
3.6 Analisa dan Pengolahan Data	45
3.7 Prosedur Penelitian	45
3.7.1 Pemanasan Spesimen	45
3.7.2 Pendinginan Spesimen (<i>Quenching</i>)	45
3.7.3 Pendinginan Spesimen (<i>Tempering</i>)	46
3.7.4 Pengujian Tarik	46
3.7.5 Pengujian Kekerasan	47
3.7.6 Pengujian <i>Impact</i>	49
3.7.7 Pengamatan Struktur mikro	50
 BAB 4 ANALISA DATA DAN PEMBAHASAN	
4.1 Hasil Pengujian Impak	52
4.1.1 Pengelohan Data Pengujian Impak	53
4.1.2 Analisa Data Pengujian Impak	58
4.2 Hasil Pengujian Tarik	59
4.2.1 Hasil Pengujian Pada Karbon <i>Medium non Heat Treatment</i>	60
4.2.2 Hasil Pengujian Tarik Pada Baja Karbon <i>Medium</i> yang mengalami perlakuan Panas <i>Quenching</i> 860°C dengan Waktu Tahan 45 Menit	61
4.2.3 Hasil Pengujian Tarik Pada Baja Karbon <i>Medium</i> yang mengalami perlakuan Panas <i>Quench-Temper</i> dengan Variasi Temperatur 350°C, 450°C, dan 550°C selama 25 menit	63
4.2.4 Analisa Data Pengujian Tarik	69
4.3 Hasil Pengujian kekerasan	71

4.3.1 Hasil Kekerasan (<i>Vickers</i>)	71
4.3.2 Hasil Pengujian kekerasan (<i>Vickers</i>) Pada Baja Karbon <i>Medium</i> yang mengalami Perlakuan Panas <i>Quenching</i> 860°C dengan Waktu Tahan 45 Menit	73
4.3.3 Hasil Pengujian kekerasan (<i>Vickers</i>) Pada Baja Karbon <i>Medium</i> yang mengalami Perlakuan Panas <i>Quench-Temper</i> 350°C dengan Waktu Tahan 25 Menit	75
4.3.4 Hasil Pengujian kekerasan (<i>Vickers</i>) Pada Baja Karbon <i>Medium</i> yang mengalami Perlakuan Panas <i>Quench-Temper</i> 450°C dengan Waktu Tahan 25 Menit	77
4.3.5 Hasil Pengujian kekerasan (<i>Vickers</i>) Pada Baja Karbon <i>Medium</i> yang mengalami Perlakuan Panas <i>Quench-Temper</i> 550°C dengan Waktu Tahan 25 Menit	79
4.3.6 Perbandingan rata-rata kekerasan Pada Baja Karbon <i>Medium non heat treatment</i> , <i>Quenching</i> 860°C, yang mengalami Perlakuan Panas <i>Quench-Temper</i> 350°C, <i>Quench-Temper</i> 450°C, dan <i>Quench-Temper</i> 550°C	81
4.3.7 Analisa Kekuatan Kekerasan	81
4.4 Pengamatan Struktur Mikro	82
4.4.1 Pengamatan Struktur Mikro Baja Karbon <i>Medium Non heat treatment</i> .	82
4.4.2 Pengamatan Struktur Mikro Baja Karbon <i>Medium Quenching</i> 860°C Selama 45 Menit	83
4.4.3 Pengamatan Struktur Mikro Baja Karbon <i>Medium Quench-Temper</i> 350°C Selama 25 Menit	84
4.4.4 Pengamatan Struktur Mikro Baja Karbon	

<i>Medium Quench-Temper 450°C Selama 25 Menit</i>	85
4.4.5 Pengamatan Struktur Mikro Baja Karbon	
<i>Medium Quench-Temper 550°C Selama 25 Menit</i>	86

BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan	88
5.2 Saran	89

DAFTAR PUSTAKA

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1 Diagram isothermal transformation	9
Gambar 2.2 Diagram <i>time temperature transformation</i>	10
Gambar 2.3 Sifat Mekanis Baja 0,33% dengan Media Air dan Minyak	11
Gambar 2.4 Diagram Fe ₃ C	13
Gambar 2.5 Gambaran Uji Tarik tegangan vs regangan	15
Gambar 2.6 Mekanisme Pengujian Tarik	15
Gambar 2.7 Indentor piramid intan pada metode <i>Vickers</i>	18
Gambar 2.8 Mekanisme Pengujian Impak	20
Gambar 2.9 Detail dimensi dari Spesimen Uji Charpy	21
Gambar 2.10 Arah Pembebanan pada Uji metode Charpy	22
Gambar 2.11 Tata letak Spesimen pada Uji metode Charpy	22
Gambar 2.12 Arah Pembebanan Metode Izod	23
Gambar 2.13 Tata letak Uji Impak metode Izod	23
Gambar 3.1 Prosedur Penelitian	31
Gambar 3.2 Spesimen Tarik	33
Gambar 3.3 Spesimen Impak	33
Gambar 3.4 Spesimen Kekerasan dan metalografi	34
Gambar 3.5 Diagram TTT Pada Proses <i>Quenching</i>	37
Gambar 3.6 Rencana Pemanasan Secara <i>Tempering</i> Temp. 350°C	38
Gambar 3.7 Rencana Pemanasan Secara <i>Tempering</i> Temp. 450°C	38
Gambar 3.8 Rencana Pemanasan Secara <i>Tempering</i> Temp. 550°C	39
Gambar 3.9 Tungku Pemanas	40
Gambar 3.10 <i>Charpy Impact Testing</i>	40
Gambar 3.11 <i>Universal Testing Machine</i>	41
Gambar 3.12 Alat uji Kekerasan (<i>Vickers</i>)	42
Gambar 3.13 Measuring Microscope	43
Gambar 3.14 Jangka Sorong	43
Gambar 3.15 Alat Potong Gerinda	44

Gambar 4.1 Grafik hubungan antara nilai energi impak (E) rata-rata	58
Gambar 4.2 Grafik perbandingan tegangan <i>ultimate</i> (σ_u) rata-rata antara hasil spesimen <i>non heat treatment</i> dan diperlakukan panas	67
Gambar 4.3 Grafik perbandingan tegangan <i>Fracture</i> (σ_f) rata-rata antara hasil spesimen <i>non heat treatment</i> dan diperlakukan panas	68
Gambar 4.4 Grafik perbandingan perpanjangan (e) rata-rata antara hasil spesimen <i>non heat treatment</i> dan diperlakukan panas	68
Gambar 4.5 Grafik nilai kekerasan baja karbon <i>medium non heat treatment</i>	72
Gambar 4.6 Grafik nilai kekerasan baja karbon <i>medium Quenching 860°C</i>	74
Gambar 4.7 Grafik nilai kekerasan baja karbon <i>medium Quench- Temper 350°C</i>	76
Gambar 4.8 Grafik nilai kekerasan baja karbon <i>medium Quench- Temper 450°C</i>	78
Gambar 4.9 Grafik nilai kekerasan baja karbon <i>medium Quench- Temper 550°C</i>	80
Gambar 4.10 Perbandingan Nilai Kekerasan rata-rata	81
Gambar 4.11 Struktur mikro material baja karbon <i>medium non heat Treatment</i> dengan perbesaran 500X	82
Gambar 4.12 Struktur mikro material baja karbon <i>medium Quenching 860°C</i> dengan waktu 45 menit dalam perbesaran 500X	83
Gambar 4.13 Struktur mikro material baja karbon <i>medium Quench-Temper 350°C</i> dengan waktu 25 menit dalam perbesaran 500X	84
Gambar 4.14 Struktur mikro material baja karbon <i>medium Quench-Temper 450°C</i> dengan waktu 25 menit dalam perbesaran 500X	85
Gambar 4.15 Struktur mikro material baja karbon <i>medium Quench-Temper 550°C</i> dengan waktu 25 menit dalam perbesaran 500X	86

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2.1 Tinjauan Penelitian Sebelumnya	27
Tabel 3.1 Jumlah data spesimen	32
Tabel 3.2 Jadwal Uraian Kegiatan	34
Tabel 3.3 Analisis Komposisi Kimia	35
Tabel 3.4 Perencanaan Data Pengujian Tarik	47
Tabel 3.5 Perencanaan Data Pengujian Kekerasan	49
Tabel 3.6 Perencanaan Data Pengujian Impak	49
Tabel 4.1 Data Hasil Pengujian Impak baja karbon <i>medium</i>	53
Tabel 4.2 Hasil Perhitungan Pengujian Impak baja karbon <i>medium</i>	57
Tabel 4.3 Data hasil uji tarik baja karbon <i>medium non heat treatment</i>	59
Tabel 4.4 Hasil perhitungan pengujian tarik baja karbon <i>medium non heat treatment</i>	61
Tabel 4.5 Data hasil uji tarik baja karbon <i>medium</i> yang perlakuan panas <i>Quenching</i> 860°C dengan waktu tahan 45 menit	61
Tabel 4.6 Hasil perhitungan pengujian tarik baja karbon <i>medium</i> yang perlakuan panas <i>Quenching</i> 860°C dengan waktu tahan 45 menit	63
Tabel 4.7 Data hasil uji tarik baja karbon <i>medium</i> yang perlakuan panas <i>Quench-Temper</i> dengan variasi 350°C, 450°C, dan 550°C selama 25 menit	63
Tabel 4.8 Hasil perhitungan pengujian tarik baja karbon <i>medium</i> yang perlakuan panas <i>Quench-Temper</i> dengan variasi 350°C, 450°C, dan 550°C selama 25 menit	66
Tabel 4.9 Data Hasil uji kekerasan baja karbon <i>medium non heat treatment</i>	71
Tabel 4.10 Hasil kekerasan baja karbon <i>medium non heat treatment</i>	72
Tabel 4.11 Data Hasil uji kekerasan baja karbon <i>medium Quenching</i> 860°C dengan waktu tahan 45 menit	73
Tabel 4.12 Hasil kekerasan baja karbon <i>medium Quenching</i> 860°C dengan waktu tahan 45 menit	74
Tabel 4.13 Data Hasil uji kekerasan baja karbon <i>medium Quench-Temper</i> 350°C dengan waktu tahan 25 menit	75
Tabel 4.14 Hasil kekerasan baja karbon <i>medium Quench-Temper</i> 350°C dengan waktu tahan 25 menit	76
Tabel 4.15 Data Hasil uji kekerasan baja karbon <i>medium Quench-Temper</i> 450°C dengan waktu tahan 25 menit	77

Tabel 4.16 Hasil kekerasan baja karbon <i>medium Quench-Temper</i> 450°C dengan waktu tahan 25 menit	78
Tabel 4.17 Data Hasil uji kekerasan baja karbon <i>medium Quench-Temper</i> 550°C dengan waktu tahan 25 menit	79
Tabel 4.18 Hasil kekerasan baja karbon <i>medium Quench-Temper</i> 550°C dengan waktu tahan 25 menit	80

HALAMAN PERSAMPINGAN

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1 Tungku Pemanasan yang dipakai	xxii
Lampiran 2 Spesimen Uji	xxiii
Lampiran 3 Alat dan Bahan	xxiv
Lampiran 4 Alat Uji	xxv
Lampiran 5 Diagram Uji Tarik	xxvi

HALAMAN PERSEMBAHAN

MOTTO :

- *“Dan orang mukmin yang paling sempurna imannya adalah mereka yang paling baik akhlaknya”.
(HR. Ahmad)*
- *“Hai orang-orang yang beriman, Jadikanlah sabar dan shalatmu Sebagai penolongmu, sesungguhnya Allah beserta orang-orang yang sabar” (Al-Baqarah: 153)*
- *“Majulah tanpa menyingkirkan orang lain, naiklah tanpa menjatuhkan orang lain karena segala kesuksesan bukan berasal dari sebuah kebencian melainkan sebuah ketulusan”*
- *Berusaha dengan Tekun dan Pantang Menyerah*
- *Dan Bersyukur Atas Apa yang Diperoleh*

Karya kecil ini ku persembahkan untuk :

1. *Atas rasa syukur ku kepada ALLAH SWT.*
2. *Orang Tuaku tersayang yang selalu menyayangi dan Engkau yang selalu mendoa'kan ku.*
3. *Saudara-saudariku tersayang beserta keluarga besar.*
4. *Pacarku yang selalu mendoakan dan menyemangatiku.*
5. *Teman-teman seperjuangan (TM '11 UNSRI).*
6. *Almamaterku (Universitas Sriwijaya).*

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Sudah menjadi kenyataan bahwa semua yang ada di sekitar industri dihasilkan dari material yang terdapat dari alam, dan industri tergantung pada itu semua. Revolusi material dimulai dari zaman batu, tembaga, perunggu, besi dan komposit. Zaman tersebut adalah bukti pentingnya keberadaan material. Kemajuan pengembangan material adalah kunci pertumbuhan teknologi dan kemakmuran ekonomi. Pada dasarnya pengetahuan dan rekayasa material berkembang selama 25 s.d 40 tahun terakhir ini. Proses-proses material baru memungkinkan teknologi baru lainnya dapat dikomersialkan dengan sukses.

Diketahui bahwa saat ini telah diketahui 86 logam dan hanya 24 jenis ditemukan selama abad 19. Logam awal ditemukan adalah Emas dan tembaga. Tujuh logam purbakala adalah Emas, Tembaga, Perak, Timbal, Timah, Peleburan Besi dan Air Raksa. Kecuali besi dan tembaga (dipadu dengan timah) yang bukan logam konstruksi adalah emas dan perak yang biasanya dipergunakan sebagai alat makan-minum, perhiasan dan ornament.

Selain logam yang disebutkan di atas masih banyak lagi jenis logam yang ada, salah satunya adalah baja. Baja adalah paduan unsur Fe dan C, dengan kandungan karbon kurang dari 2%. Sifat mekanik baja sangat sensitif terhadap kandungan karbon, di mana semakin tinggi kadar karbon, semakin tinggi kekuatan dan kekerasan baja tersebut (Bondan, 2010). Hal lain yang dapat mempengaruhi kualitas dari logam antara lain paduan, lapisan yang digunakan, dan juga jenis perlakuan panas yang diberikan pada material tersebut.

Dalam dunia teknik, khususnya teknik mesin terdapat banyak perlakuan panas yang bisa diterapkan pada berbagai macam material logam. Dewasa ini, selain terdapat banyak metode dari perlakuan panas (*heat treatment*) yang dapat diterapkan pada berbagai material logam seperti contohnya *quenching*, *normalizing*,

annealing, dan *tempering*. Namun juga terdapat fenomena-fenomena yang terjadi selama proses tersebut.

Dalam dunia industri, banyak kebutuhan penggunaan dari hasil pengerasan baja yang sangat dibutuhkan konsumen. Perkembangan material terutama dalam perlakuan panas mengalami kemajuan yang pesat. Dalam dunia industri sering membutuhkan material dengan sifat mekanik yang dibutuhkan fungsinya terhadap mesin tersebut. Sehingga material tersebut dilakukan perlakuan panas agar sifat material tersebut berfungsi baik terhadap mesin. Sebelum material tersebut digunakan pada mesin, dilakukan pengujian sifat mekanik dari uji impak, tarik, kekerasan, serta pengamatan struktur mikro pada material tersebut. Seperti contoh material yang dilakukan perlakuan panas ialah roda kereta api, baja pegas daun pada mobil, roda gigi pada motor, dan sebagainya.

Media pendingin juga berpengaruh terhadap sifat mekanik baja. Untuk mencapai sifat mekanik yang diinginkan dan meminimalkan terjadinya dari pendinginan retak. Pendinginan untuk mengembangkan struktur martensit tanpa *warping* atau retak tergantung pada ketangguhan dari baja, suhu pendinginan, dan media pendingin. Oleh karena itu, pentingnya memilih media pendinginan dan untuk mengurangi retak serta distorsi. Beberapa tahun kemarin, media pendingin seperti air, garam, serta minyak mineral yang paling sering digunakan untuk proses pengerasan baja (Josep, Dkk, 2015). Namun, karena masalah lingkungan dan berkembang peraturan lebih kontaminasi dan polusi, terkait minyak berbasis minyak bumi. Keunggulan minyak kelapa sawit ialah harga relatif murah, tidak beracun dan ramah lingkungan (Odusote, Dkk, 2012).

Dari penelitian sebelumnya, baja karbon medium yang diberi perlakuan panas dan didinginkan dengan air serta minyak kelapa sawit. Temperatur pemanasannya 900°C, 940°C, dan 980°C dengan waktu tahan 45 menit. Didapatkan hasil setelah *quench* dengan air didapat nilai kekuatan tarik yang tinggi, nilai kekerasan yang tinggi, serta terjadinya pembentukan martensit. Sedangkan *quench* dengan minyak kelapa sawit meningkatkan keuletan baja karena pendinginan yang lebih pelan dibandingkan air (Odusote, Dkk, 2012).

Menurut Murtiono, aplikasi dari perlakuan panas dengan metode *quenching* dan dilanjutkan *tempering* sangat cocok dilakukan untuk proses pembuatan mata pisau pemanen kelapa sawit. Sehingga penelitian ini diaplikasikan juga untuk proses pembuatan mata pisau pemanen kelapa sawit.

Dari uraian di atas, maka akan dilakukan penelitian serta menghitung nilai sifat mekanik dari uji impak, tarik, kekerasan, serta pengamatan struktur mikro pada baja karbon terhadap perlakuan panas secara *quenching* dan *quench-temper*. Dengan demikian penulis akan mengangkat dan membuat skripsi dengan judul **“PENGARUH VARIASI TEMPERATUR *TEMPERING* PADA PROSES *QUENCHING* DENGAN MEDIA MINYAK KELAPA SAWIT TERHADAP SIFAT MEKANIK DAN STRUKTUR MIKRO BAJA KARBON *MEDIUM*”**.

1.2 Rumusan Masalah

1. Bagaimana pengaruh sifat mekanik material terhadap proses perlakuan panas yang secara *quenching* dengan temperatur 860°C selama 45 menit serta di *tempering* dengan temperatur 350°C, 450°C, serta 550°C selama 25 menit.
2. Berapa besar nilai sifat mekanik pada material uji yang diberi perlakuan panas *quenching* dengan media minyak kelapa sawit serta *tempering*.
3. Bagaimana hasil dari pengamatan struktur mikro pada material uji setelah di berikan perlakuan panas secara *quenching* serta *tempering*.

1.3 Batasan Masalah

Adapun batasan masalah pada penelitian ini, yaitu:

1. Material benda kerja yang digunakan adalah baja karbon yang ada di pasaran.
2. Temperatur proses perlakuan panas secara *quenching* dengan temperatur 860°C selama 45 menit serta di *tempering* dengan temperatur 350°C, 450°C, serta 550°C selama 25 menit.

3. Perlakuan panas dengan cara *quenching* dan *tempering*.
4. Media pendingin yang dipakai adalah minyak kelapa sawit dan udara.
5. Pengujian sifat mekanik yang dilakukan yaitu, uji kekerasan, uji tarik, uji impak, dan pengamatan struktur mikro.

1.4 Tujuan penelitian

Tujuan yang hendak dicapai dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Untuk mengetahui struktur mikro dari hasil perlakuan panas secara *quenching* dengan media pendingin minyak kelapa sawit serta di *tempering*.
2. Untuk mengetahui nilai sifat mekanik dari hasil perlakuan panas secara *quenching* dengan media pendingin minyak kelapa sawit serta di *tempering*.

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat yang diharapkan dari penelitian ini adalah:

1. Meningkatkan pengetahuan mengenai sifat mekanik suatu material yaitu baja karbon yang sudah melalui pengujian-pengujian sebelumnya.
2. Memberikan kontribusi atau pengetahuan kepada mahasiswa teknik mesin khususnya dan civitas akademika dalam mengetahui berbagai macam penerapan ilmu perlakuan panas.
3. Sebagai pembanding dari ilmu teori dan realitanya.

DAFTAR PUSTAKA

- ASM handbook commite, 1991. ASM Metals Handbook. *Vol. 4 Heat Treating*. ASM Internasional.
- Ballas, Robert, 2000, *Flat Rolling Fundamentals, ASME BPVC Section III*
- Bondan T. Sofyan, 2010. *Pengantar Material Teknik*, Penerbit Salemba Teknika, jakarta.
- Callister, W, D., and David, G., 1940. *Materials Science and Engineering an Introduction*- 8th edition, United States of America.
- Joseph Babalola Agboola, 2015, *Perfomance Assessment of Selected Nigerian Vegetable Oils as Quenching Media in Hardening Process for Medium Carbon Steel*. Jurnal, Department of Mechanical Engineering, Federal University of Technology, Minna, Nigeria. Diakses pada tanggal 22 September. Diakses pada tanggal 22 september 2015, dari <http://dx.doi.org/10.1236/jmmce.2015.32011>
- Murtiono, 2010, *Pengaruh Quenching dan Tempering Terhadap Kekerasan dan Kekuatan Tarik Serta Struktur Mikro Baja Karbon Sedang Untuk Mata Pisau Pemanen Sawit*. Jurnal, Fakultas Teknik Mesin Universitas Sumatera Utara. Diakses pada tanggal 21 september 2015, dari <http://jurnal.usu.ac.id/index.php/edinamis/article/view/263.pdf>
- Nukman dan Harjono, 2014, *Pengaruh Proses Perlakuan Panas Normalizing dan Quenching dengan Media Air dan Minyak Silikon Terhadap Sifat Mekanik dan Struktur Mikro Pada Baja Karbon Medium*. Tugas Skripsi, Fakultas Teknik Mesin Universitas Sriwijaya.
- Odusote. J.K, 2012, *Evaluation of Mechanical Properties of Medium Carbon Steel Quenched in water and Oil*. Jurnal, Department of Mechanical Engineering, Univesity of Ilorin, Ilorin, Nigeria. Diakses pada tanggal 22 September 2015, dari <http://www.SciRP.org/journal/jmmce>

- Prabudhev, K H, 1992. *Handbook of Heat Treatment of Steels*, McGraw-Hill Company. New Delhi.
- Rochim, Dkk, 2010, *Pengaruh Proses Perlakuan Panas Terhadap Kekerasan dan Struktur Mikro Baja AISI 310 S*. Jurnal, Jurusan Teknik Material dan Metalurgi, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya, diakses pada tanggal 20 September 2015, dari <http://digilib.its.ac.id/public/ITS-Undergraduate-8297-2705100013.pdf>
- Robinna, M. Alan, 2012, *Perbandingan Nilai Kekerasan dan Struktur Mikro Akibat Variasi Katalis pada Proses Carburizing baja S45C*. Tugas Skripsi, Fakultas Teknik Universitas Negeri Semarang. Diakses pada tanggal 20 September 2015, dari <http://lib.unnes.ac.id/17764/1/5201408035.pdf>
- Sinha, Anil Kumar, 2003. *Physical Metallurgy Handbook*, Mc Graw Hill Handbook, New York.
- Smallman, R.E dan Bishop, R.J, 2000. *Metalurgi Fisik Modern dan Rekayasa Material*, Jakarta, Penerbit Erlangga.
- Timoshenko and Young, 1964. *Element's of Strength of Material*. Van Nostrand.
- Totten, George E. 2007. *Steel Heat Treatment Metallurgy and Technologies*. Portland State Univesity. U.S.A