

SKRIPSI

PENGARUH VARIASI KONSENTRASI GARAM
SEBAGAI MEDIA PENDINGIN DENGAN
PERLAKUAN PANAS *QUENCHING* DAN *TEMPER*
TERHADAP SIFAT MEKANIK DAN STRUKTUR
MIKRO BAJA KARBON SEDANG



M. ARDIF AFIF
03111005028

JURUSAN TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
INDRALAYA

2016

669.107
Ani
P
2016

30515/31150

SKRIPSI

PENGARUH VARIASI KONSENTRASI GARAM SEBAGAI MEDIA PENDINGIN DENGAN PERLAKUAN PANAS *QUENCHING* DAN *TEMPER* TERHADAP SIFAT MEKANIK DAN STRUKTUR MIKRO BAJA KARBON SEDANG



M. ARIEF AFIF
03111005028

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

2016

SKRIPSI

PENGARUH VARIASI KONSENTRASI GARAM SEBAGAI MEDIA PENDINGIN DENGAN PERLAKUAN PANAS *QUENCHING* DAN *TEMPER* TERHADAP SIFAT MEKANIK DAN STRUKTUR MIKRO BAJA KARBON SEDANG

**Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Mendapatkan Gelar
Sarjana Teknik**



**M. ARIEF AFIF
03111005028**

**JURUSAN TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
INDRALAYA
2016**

SKRIPSI

Nama : M. ARIEF AFIF
NIM : 03111005028
Jurusan : TEKNIK MESIN
Judul Skripsi : PENGARUH VARIASI KONSENTRASI GARAM
SEBAGAI MEDIA PENDINGIN DENGAN
PERLAKUAN PANAS *QUENCHING* DAN *TEMPER*
TERHADAP SIFAT MEKANIK DAN STRUKTUR
MIKRO BAJA KARBON SEDANG
Dibuat Tanggal : November 2015
Selesai Tanggal : Februari 2016

Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknik Mesin



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

Inderalaya, 23 Februari 2016
Diperiksa dan disetujui
Pembimbing Skripsi,

Prof. Dr. Ir. Nukman, MT
NIP. 19590321 198703 1 001

RINGKASAN

PENGARUH VARIASI KONSENTRASI GARAM SEBAGAI MEDIA PENDINGIN DENGAN PERLAKUAN PANAS *QUENCHING* DAN *TEMPER* TERHADAP SIFAT MEKANIK DAN STRUKTUR MIKRO BAJA KARBON SEDANG

Karya tulis ilmiah berupa skripsi, Februari 2016

M. Arief Afif, Dibimbing oleh Prof. Dr. Ir. Nukman, M.T.
xi+77 halaman+27 tabel+41 gambar+8 lampiran

Penelitian ini membandingkan sifat mekanik dan struktur mikro material material bajakarbon medium yang didinginkan dengan variasi konsentrasi garam (molaritas) sebagai media pendingin pada proses perlakuan panas *quenching* pada temperatur 830°C dengan waktu tahan 40 menit yang kemudian di *temper* pada temperatur 500°C dengan waktu tahan 60 menit. Variasi konsentrasi garam (molaritas) yang digunakan adalah 2 molaritas, 3 molaritas dan 4 molaritas yang masing-masing dilarutkan ke dalam 3 liter air. Pengujian sifat mekanik yang dilakukan pada penelitian ini adalah pengujian impak, kekerasan, dan tarik yang kemudian akan dilakukan pengamatan struktur mikro. Pada pengujian impak, nilai energi impak raw material (124,069 joule), lalu nilai energi impak tertinggi adalah material *quenching-temper* 2 Molaritas (164,761 joule), sedangkan yang terendah adalah material *quenching* 4 Molaritas (58,542 joule). Untuk pengujian kekerasan, nilai kekerasan raw material (145,679 kgf/mm²), lalu nilai kekerasan tertinggi adalah material *quenching* 4 molaritas (229,823 kgf/mm²), sedangkan yang terendah adalah material *quench-temper* 2 molaritas (109,277 kgf/mm²). Untuk pengujian tarik, tegangan *ultimate* tertinggi adalah material *quenching* 4 molaritas (61,964 kgf/mm²) dan yang terendah adalah material *quench-temper* 2 Molaritas (66,527 kgf/mm²), lalu regangan tertinggi adalah material *quench-temper* 2 Molaritas (0,162083 %) dan yang terendah adalah material *quenching* 4 Molaritas (0,0675 %).

Kata Kunci: Baja karbon medium, variasi molaritas, *quenching*, *tempering*, uji tarik, uji impak, uji kekerasan, struktur mikro.

SUMMARY

THE EFFECT OF VARIATION OF SALT CONCENTRATION AS A COOLING MEDIA WITH A QUENCHING HEAT TREATMENT AND TEMPER HEAT TREATMENT TO MECHANICAL PROPERTIES AND MICROSTRUCTURE MEDIUM CARBON STEEL

Scientific papers in the form of a scription, February 2016

M. Arief Afif; Guided by Prof. Dr. Ir. Nukman, M.T.

xi+77pages+27 tables+41 figures+8 attachments

This research is to compare the mechanical properties and microstructure of medium carbon steel with a salt concentration as a variable in this heat treatment for each holding time which are quenching at 830°C for holding time 40 minutes, then in tempering at 500°C for holding time 60 minutes. The variation of salt concentration used are 2 molarity, 3 molarity and 4 molarity which are reconstituted in 3 liter of water. The testing of mechanical properties used are impact testing, hardness testing, tensile testing and microstructure observation. The result of the research, For impact testing, the impact energy of non-heat treatment material is (124,069 joule), then the highest impact energy is quenching-temper at 2 molarity (164,761 joule), while the lowest impact energy is quenching material at 4 molarity (58,542 joule). For hardness testing, the hardness value of non-heat treatment material is (145,679 kgf/mm^2), then the highest hardness value is quenching material at 4 molarity (229,823 kgf/mm^2), while the lowest hardness value is quench-temper at 2 molarity (109,277 kgf/mm^2). For the tensile testing, the highest ultimate strength is on quenching material at 4 molarity (61,964 kgf/mm^2) and the lowest ultimate strength is on quench-temper material at 2 molarity (66,527 kgf/mm^2), then the highest strain is quench-temper material at 2 molarity (0,162083 %) the lowest strain is quenching material at 4 molarity (0,0675 %).

Key Words: Medium Carbon Steel, molarity variation, quenching, tempering, tensile testing, impact testing, hardness testing, micro structure.

HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : M. Arief Afif

NIM : 03111005028

Judul : Pengaruh Variasi Konsentrasi Garam Dengan Perlakuan Panas
Quenching dan *Temper* Terhadap Sifat Mekanik Dan Struktur
Mikro Baja Karbon Sedang

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



M. Arief Afif
03111005028

HALAMAN PENGESAHAN

PENGARUH VARIASI KONSENTRASI GARAM SEBAGAI MEDIA PENDINGIN DENGAN PERLAKUAN PANAS *QUENCHING* DAN *TEMPER* TERHADAP SIFAT MEKANIK DAN STRUKTUR MIKRO BAJA KARBON SEDANG

SKRIPSI

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Mendapatkan
Gelar Sarjana Teknik

Oleh:

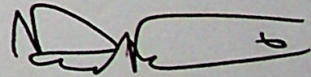
M. ARIEF AFIF
03111005028

Inderalaya, 23 Februari 2016
Diperiksa dan disetujui oleh :
Pembimbing Skripsi

Mengetahui
Ketua Jurusan Teknik Mesin,



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



Prof. Dr. Ir. Nukman, MT
NIP.19590321 198703 1 001

HALAMAN PERSETUJUAN

Karya Tulis Ilmiah berupa skripsi ini dengan judul **“Pengaruh Variasi Konsentrasi Garam Sebagai Media Pendingin Dengan Perlakuan Panas Quenching Dan Temper Terhadap Sifat Mekanik Dan Struktur Mikro Baja Karbon Sedang”** 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 :

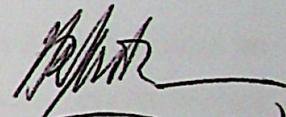
Dr. Ir. Diah Kusuma Pratiwi, M.T

NIP. 19630719 199003 2 001

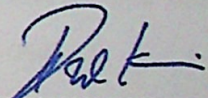
(......)

Anggota :

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

(......)

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

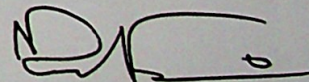
(......)

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 prabumulih pada tanggal 17 juni 1993. Pasangan dari Bapak Alfian, S.Pd dan Ibu Dra. Sri Harti. Penulis memulai pendidikan di SDS YPS. Setelah tamat dari SDS YPS Prabumulih pada tahun 2005, penulis melanjutkan pendidikannya di SMP YPS Prabumulih dan tamat pada tahun 2008 . Penulis melanjutkan pendidikannya di SMA N 3 Prabumulih. Setelah menamatkan pendidikan di sekolah menengah atas pada tahun 2011, penulis memilih untuk melanjutkan pendidikannya ke S1 di jurusan Teknik Mesin, Universitas Sriwijaya melalui jalur tertulis. Dan menjadi bagian dari anggota Himpunan Mahasiswa Mesin.

Selama dalam masa pendidikan, Penulis juga pernah Kerja Praktek di PT. Pertamina Drilling Service Indonesia tahun 2014 .

Tanpa dukungan orang tua penulis, penulis tidak ada apa-apanya, semua ini berkat dorongan semangat 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 Wr. Wb.

Puji syukur atas kehadiran Allah SWT karena telah memberikan rahmat, hidayah, taufik, serta nikmat-Nya kepada kita semua serta shalawat kepada nabi besar junjungan kita nabi Muhammad SAW yang telah memberikan pencerahan pemikiran dan ajaran kebaikan kepada kita sehingga penulis dapat menyelesaikan penelitian sebagai Tugas Akhir (Skripsi) untuk syarat mengikuti Seminar dan Sidang sarjana Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya dengan judul **“PENGARUH VARIASI KONSENTRASI GARAM SEBAGAI MEDIA PENDINGIN DENGAN PERLAKUAN PANAS *QUENCHING* DAN *TEMPER* TERHADAP SIFAT MEKANIK DAN STRUKTUR MIKRO BAJA KARBON SEDANG”**.

Pada kesempatan ini penulis ingin mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Bapak Qomarul Hadi S.T., M.T selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin Universitas Sriwijaya.
2. Bapak Ir. Dyos Santoso, M.T., selaku Sekretaris Jurusan Teknik Mesin Universitas Sriwijaya.
3. Bapak Prof. Ir. Nukman, M.T., selaku dosen pembimbing skripsi yang telah banyak memberikan waktunya untuk membantu dalam menyelesaikan skripsi ini.
4. Orang tua yang selalu memberikan dukungan penuh kepada anak nya, baik secara materil maupun doa dengan penuh rasa tulus.
5. Seluruh Dosen beserta staff dan administrasi di Jurusan Teknik Mesin Universitas Sriwijaya.
6. Kak Yatno, Selaku koordinator Lab. Metallurgi Jurusan Teknik Mesin Universitas Sriwijaya
7. Tim Skripsiku Fanhar S, Gilang R, Dona dan Okto yang terlampau solid, kompak, dan bersemangat dalam menyelesaikan skripsi ini.

8. Sahabatku para penghuni Kosan Laba-Laba, Agi.P (Purnok), Anhara.S (Bogor), Bagus.W (Aak), dan Rasyid.R (Acid), yang tak pernah lelah menghibur dikala bosan melanda.
9. Seluruh teman-teman teknik mesin khususnya angkatan 2011 yang selalu kompak yang tidak bisa disebutkan satu per satu.

Dalam pembuatan skripsi ini, penulis mengakui bahwa terdapat banyak kekurangan, baik dari segi ilmu maupun penulisan. Maka dari itu penulis mengharapkan kritik, dan masukan demi kesempurnaan penelitian. Semoga penulisan skripsi ini bisa bermanfaat bagi kita semua terutama bagi penulis sendiri untuk kedepannya.

Wassalamualaikum Wr. Wb.

Inderalaya, 23 Februari 2016

Penulis

HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : M. Arief Afif

NIM : 03111005028

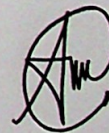
Judul : Pengaruh Variasi Konsentrasi Garam Sebagai Media Pendingin Dengan Perlakuan Panas *Quenching* dan *Temper* Terhadap Sifat Mekanik Dan Struktur Mikro Baja Karbon Sedang

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,



M. Arief Afif

NIM. 03111005028

HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : M. Arief Afif

NIM : 03111005028

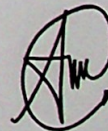
Judul : Pengaruh Variasi Konsentrasi Garam Sebagai Media Pendingin Dengan Perlakuan Panas *Quenching* dan *Temper* Terhadap Sifat Mekanik Dan Struktur Mikro Baja Karbon Sedang

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,



M. Arief Afif

NIM. 03111005028

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN AGENDA	ii
RINGKASAN	iii
SUMARY	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
DAFTAR LAMPIRAN	xx
HALAMAN PERSEMBAHAN	xxi
 BAB 1. PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan	3
1.4 Batasan masalah	3
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 Sedang	6

2.2.3 Baja Karbon Tinggi	6
2.3 Perlakuan Panas (<i>Heat Treatment</i>)	7
2.3.1 <i>Annealing</i>	7
2.3.2 <i>Normalizing</i>	7
2.3.3 Quenching	8
2.3.3.1 Media Pendingin	9
2.3.4 <i>Tempering</i>	10
2.4 Pengujian Sifat Mekanik	10
2.4.1 Pengujian Kekuatan Tarik	11
2.4.2 Pengujian Kekuatan Impak	13
2.4.3 Uji Kekerasan	15
2.5 Pengamatan Struktur Mikro	16
2.6 Tinjauan Hasil Penelitian Menurut Peneliti	18
BAB 3. METODELOGI PENELITIAN	
3.1 Waktu dan tempat	21
3.2 Rancangan Penelitian	22
3.2.1 Tabel Jumlah Data Spesimen	22
3.2.2 Spesimen Uji Tarik	23
3.2.3 Spesimen Pengujian Impak	23
3.2.4 Spesimen Uji Kekerasan	23
3.3 Rencana Pemanasan	24
3.4 Analisis Komposisi Kimia	24
3.4.1 <i>Carbon Equivalent</i> (Keseimbangan Karbon)	25
3.4.2 Diagram <i>Time Temperature Transformation</i> (TTT)	26

3.5 Peralatan dan Bahan Penelitian	27
3.5.1 Media Pendingin	27
3.5.2 Tungku Pemanas	28
3.5.3 Alat Uji Impak	29
3.5.4 Alat Uji Tarik	30
3.5.5 Alat Uji Kekerasan (<i>Vickers</i>)	31
3.5.6 Alat Pengamatan Struktur Mikro	32
3.5.7 Jangka Sorong	32
3.5.8 Benda Uji	33
3.5.9 Alat Potong Gerinda	33
3.5.10 Cairan Nital dan Alkohol	33
3.6 Analisa dan Pengolahan Data	33
3.7 Prosedur Penelitian	34
3.7.1 Pemotongan Spesimen Uji	34
3.7.2 Pemanasan Spesimen	34
3.7.3 Perlakuan Panas (<i>Quenching</i>) Dengan Media Air Garam	34
3.7.4 Perlakuan panas (<i>Tempering</i>)	35
3.7.5 Pengujian Impak	35
3.7.6 Pengujian Tarik	36
3.7.7 Pengujian Kekerasan (<i>Vickers</i>)	37
3.7.8 Pengamatan Struktur Mikro	39
3.8 Hasil Yang Diharapkan	40
BAB 4. ANALISA DATA DAN PEMBAHASAN	
4.1 Hasil Pengujian Impak	41
4.1.1 Pengolahan Data Pengujian Impak Raw Material	41

4.1.2	Pengolahan Data Pengujian Impak Variasi Molar <i>Quenching</i>	43
4.1.3	Pengolahan Data Pengujian Impak Variasi Molar <i>Quench-Temper</i>	45
4.1.4	Analisa Data Pengujian Impak	48
4.2	Pengujian Kekerasan <i>Vickers</i>	49
4.2.1	Analisa Data Pengujian Impak	49
4.2.2	Pengolahan Data Pengujian Kekerasan Material <i>Quenching</i> Variasi Konsentrasi Garam	50
4.2.3	Pengolahan Data Pengujian Kekerasan Material <i>Quenching-Temper</i> Variasi Konsentrasi Garam	53
4.2.4	Analisa Data Kekerasan	55
4.3	Pengujian Tarik	56
4.3.1	Hasil Pengujian Tarik <i>Non Heat Treatment</i>	57
4.3.2	Hasil Pengujian Tarik Variasi Molar <i>Quenching</i>	58
4.3.3	Hasil Pengujian Tarik Variasi Molar <i>Quench-Temper</i>	61
4.3.4	Analisa Pengujian Tarik	65
4.4	Hasil Pengamatan Struktur Mikro	68
4.4.1	Struktur Raw Material	68
4.4.2	Struktur Mikro Material <i>Quenching</i> 2 M	69
4.4.3	Struktur Mikro Material <i>Quenching</i> 3 M	70
4.4.4	Struktur Mikro Material <i>Quenching</i> 4 M	71
4.4.5	Struktur Mikro Material <i>Quench-Temper</i> 2 M	72
4.4.6	Struktur Mikro Material <i>Quench-Temper</i> 3 M	73
4.4.7	Struktur Mikro Material <i>Quench-Temper</i> 4 M	74
4.4.8	Analisa Hasil Pengujian Struktur Mikro	74

BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan	76
----------------	----

5.2 Saran	77
-----------	----

DAFTAR PUSTAKA

Gambar 1.1	Diagram alir proses pembuatan produk	14
Gambar 1.2	Diagram alir proses pembuatan produk	15
Gambar 1.3	Diagram alir proses pembuatan produk	16
Gambar 1.4	Diagram alir proses pembuatan produk	17
Gambar 1.5	Diagram alir proses pembuatan produk	18
Gambar 1.6	Diagram alir proses pembuatan produk	19
Gambar 1.7	Diagram alir proses pembuatan produk	20
Gambar 1.8	Diagram alir proses pembuatan produk	21
Gambar 1.9	Diagram alir proses pembuatan produk	22
Gambar 1.10	Diagram alir proses pembuatan produk	23
Gambar 1.11	Diagram alir proses pembuatan produk	24
Gambar 1.12	Diagram alir proses pembuatan produk	25
Gambar 1.13	Diagram alir proses pembuatan produk	26
Gambar 1.14	Diagram alir proses pembuatan produk	27
Gambar 1.15	Diagram alir proses pembuatan produk	28
Gambar 1.16	Diagram alir proses pembuatan produk	29
Gambar 1.17	Diagram alir proses pembuatan produk	30
Gambar 1.18	Diagram alir proses pembuatan produk	31
Gambar 1.19	Diagram alir proses pembuatan produk	32
Gambar 1.20	Diagram alir proses pembuatan produk	33
Gambar 1.21	Diagram alir proses pembuatan produk	34
Gambar 1.22	Diagram alir proses pembuatan produk	35
Gambar 1.23	Diagram alir proses pembuatan produk	36
Gambar 1.24	Diagram alir proses pembuatan produk	37
Gambar 1.25	Diagram alir proses pembuatan produk	38
Gambar 1.26	Diagram alir proses pembuatan produk	39
Gambar 1.27	Diagram alir proses pembuatan produk	40
Gambar 1.28	Diagram alir proses pembuatan produk	41
Gambar 1.29	Diagram alir proses pembuatan produk	42
Gambar 1.30	Diagram alir proses pembuatan produk	43
Gambar 1.31	Diagram alir proses pembuatan produk	44
Gambar 1.32	Diagram alir proses pembuatan produk	45
Gambar 1.33	Diagram alir proses pembuatan produk	46
Gambar 1.34	Diagram alir proses pembuatan produk	47
Gambar 1.35	Diagram alir proses pembuatan produk	48
Gambar 1.36	Diagram alir proses pembuatan produk	49
Gambar 1.37	Diagram alir proses pembuatan produk	50
Gambar 1.38	Diagram alir proses pembuatan produk	51
Gambar 1.39	Diagram alir proses pembuatan produk	52
Gambar 1.40	Diagram alir proses pembuatan produk	53
Gambar 1.41	Diagram alir proses pembuatan produk	54
Gambar 1.42	Diagram alir proses pembuatan produk	55
Gambar 1.43	Diagram alir proses pembuatan produk	56
Gambar 1.44	Diagram alir proses pembuatan produk	57
Gambar 1.45	Diagram alir proses pembuatan produk	58
Gambar 1.46	Diagram alir proses pembuatan produk	59
Gambar 1.47	Diagram alir proses pembuatan produk	60

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1 Waktu dan temperatur pada <i>Normalizing</i>	8
Gambar 2.2 Hubungan kekerasan dan waktu quench berakhir, tingkat pendinginan air garam lebih tinggi daripada air di temperatur yang sama	9
Gambar 2.3 Deformasi disebabkan oleh beban Tarik	11
Gambar 2.4 Jenis pengujian impak	13
Gambar 2.5 (a) skematik indenter piramida yang digunakan di pengujian <i>Vickers</i> .	15
(b) Hasil Indenter <i>Vickers</i> yang mengenai benda uji yang menggunakan beban uji (kiri ke kanan) 500, 300, 100, 50, dan 10 gf	15
Gambar 2.6 Diagram fasa Besi Carbon (Fe-C)	17
Gambar 3.1. Prosedur penelitian	21
Gambar 3.2. Spesimen uji Tarik	23
Gambar 3.3. Spesimen uji <i>impact</i>	23
Gambar 3.4. Spesimen uji kekerasan	23
Gambar 3.5. Rencana pemanasan	24
Gambar 3.6. Diagram TTT pada proses Quenching	26
Gambar 3.7. Tungku pemanas	29
Gambar 3.8. <i>Charpy Impact Testing Machine</i>	30
Gambar 3.9. <i>Universal testing Machine</i>	31
Gambar 3.10. <i>Vickers</i>	31
Gambar 3.11. <i>Measuring Microscope</i>	32
Gambar 3.12. Jangka Sorong	32
Gambar 3.13. Gerinda potong	33
Gambar 4.1. Grafik hubungan antara nilai energi <i>impact</i> (E) rata-rata dengan variasi Molaritas air garam perlakuan panas <i>Quenching</i>	45
Gambar 4.2. Grafik hubungan antara nilai energi <i>impact</i> (E) rata-rata dengan variasi Molaritas air garam perlakuan panas <i>Quench-Temper</i>	47
Gambar 4.3. Perbandingan Nilai Impak <i>Quenching</i> dan <i>Quench-Temper</i> Variasi Konsentrasi Garam	47
Gambar 4.4. Perbandingan Nilai Kekerasan Material <i>Quenching</i> Variasi Molaritas	52
Gambar 4.5. Perbandingan Nilai Kekerasan Material <i>Quench-Temper</i> Variasi Molaritas.	54
Gambar 4.6. Perbandingan Nilai Kekerasan <i>Quenching</i> dan <i>Quench-Temper</i>	55
Gambar 4.7. Perbandingan Nilai Tegangan <i>Ultimate</i> Material <i>Quenching</i> Variasi Molar	60

Gambar 4.8.	Perbandingan Nilai Tegangan <i>Fracture</i> Material <i>Quenching</i> Variasi Molar	60
Gambar 4.9.	Perbandingan Nilai Regangan Material <i>Quenching</i> Variasi Molar.	61
Gambar 4.10.	Perbandingan Nilai Tegangan <i>Ultimate</i> Material <i>Quench-Temper</i> Variasi Molar	63
Gambar 4.11.	Perbandingan Nilai Tegangan <i>Fracture</i> Material <i>Quench-Temper</i> Variasi Molar	63
Gambar 4.12.	Perbandingan Nilai Regangan Material <i>Quench-Temper</i> Variasi Molar	64
Gambar 4.13.	Perbandingan Nilai Tegangan <i>Ultimate</i> Material <i>Quenching</i> dan <i>Quench-Temper</i>	64
Gambar 4.14.	Perbandingan Nilai Tegangan <i>Fracture</i> Material <i>Quenching</i> dan <i>Quench-Temper</i>	65
Gambar 4.15.	Perbandingan Nilai Regangan Material <i>Quenching</i> dan <i>Quench-Temper</i>	65
Gambar 4.16.	Struktur Mikro Material <i>Raw</i> Material Perbesaran 200x menggunakan <i>Measuring Microscope</i> STM G-LM (diambil di lab. CNC-CAD/CAM Teknik Mesin Unsri)	68
Gambar 4.17.	Struktur Mikro Material <i>Quenching</i> 2 Molaritas Perbesaran 200x menggunakan <i>Measuring Microscope</i> STM G-LM (diambil di lab. CNC-CAD/CAM Teknik Mesin Unsri)	69
Gambar 4.18.	Struktur Mikro Material <i>Quenching</i> 3 Molaritas Perbesaran 200x menggunakan <i>Measuring Microscope</i> STM G-LM (diambil di lab. CNC-CAD/CAM Teknik Mesin Unsri)	70
Gambar 4.19.	Struktur Mikro Material <i>Quenching</i> 4 Molaritas Perbesaran 200x menggunakan <i>Measuring Microscope</i> STM G-LM (diambil di lab. CNC-CAD/CAM Teknik Mesin Unsri)	71
Gambar 4.20.	Struktur Mikro Material <i>Quenching-Temper</i> 2 Molaritas Perbesaran 200x menggunakan <i>Measuring Microscope</i> STM G-LM (diambil di lab. CNC-CAD/CAM Teknik Mesin Unsri)	72
Gambar 4.21.	Struktur Mikro Material <i>Quenching-Temper</i> 3 Molaritas Perbesaran 200x menggunakan <i>Measuring Microscope</i> STM G-LM (diambil di lab. CNC-CAD/CAM Teknik Mesin Unsri)	73
Gambar 4.22.	Struktur Mikro Material <i>Quenching-Temper</i> 4 Molaritas Perbesaran 200x menggunakan <i>Measuring Microscope</i> STM G-LM (diambil di lab. CNC-CAD/CAM Teknik Mesin Unsri)	74

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2.1. Karakteristik berbagai pengujian kekerasan	15
Tabel 2.2. Hasil Penelitian Sebelumnya	19
Tabel 3.1. Jumlah data spesimen	22
Tabel 3.2. Komposisi kimia benda kerja	24
Tabel 3.3. Range Mampu Las Berdasarkan <i>Carbon Equivalent</i>	25
Tabel 3.4. Perencanaan Data Pengujian Impak	35
Tabel 3.5. Perencanaan Data Pengujian Tarik	37
Tabel 3.6. Perencanaan Data Pengujian Kekerasan (Vickers)	38
Tabel 3.7. Perencanaan Waktu Penelitian	40
Tabel 4.1. Data Hasil Pengujian Impack <i>Raw Material</i>	42
Tabel 4.2. Nilai Rata-Rata Energi Impak <i>Raw Material</i>	43
Tabel 4.3. Data Hasil Pengujian Impack Variasi Molar <i>Quenching</i>	43
Tabel 4.4. Nilai Rata- rata Energi Impak <i>Quench</i> Variasi Molar	44
Tabel 4.5. Data Hasil Pengujian Impack Variasi Molar <i>Quench-Temper</i>	45
Tabel 4.6. Nilai Rata- rata Energi Impack <i>Quench-Temper</i> Variasi Molar	46
Tabel 4.7. Data Hasil Pengujian Kekerasan <i>Raw Material</i>	49
Tabel 4.8. Nilai Kekerasan Vickers <i>RawMaterial</i>	50
Tabel 4.9. Data Hasil Pengujian Kekerasan <i>Quenching</i>	51
Tabel 4.10. Hasil kekerasan baja karbon medium tanpa perlakuan panas	52
Tabel 4.11. Hasil kekerasan baja karbon medium tanpa perlakuan panas	53
Tabel 4.12. Hasil kekerasan Material <i>Quench-Temper</i>	54
Tabel 4.13. Data Pengujian Tarik NHT	57
Tabel 4.14. Hasil Pengolahan Data Pengujian Tarik <i>RawMaterial</i>	58
Tabel 4.15. Data Pengujian Tarik <i>Quenching</i>	58
Tabel 4.16. Hasil Pengolahan Data Pengujian Tarik <i>Quenching</i>	59
Tabel 4.17. Data Pengujian Tarik <i>Quench Temper</i>	61
Tabel 4.18. Hasil Pengolahan Data Pengujian Tarik <i>Quench-Temper</i>	62

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1 Tungku Pemanas dan Proses <i>Quenching</i>	xxii
Lampiran 2 Pengambilan Material Dari <i>Furnace</i> dan Spesimen Uji Impak	xxiii
Lampiran 3 Spesimen Uji Tarik dan Spesimen Uji Kekerasan	xxiv
Lampiran 4 Alat Uji Impak dan Mesin Uji Tarik	xxv
Lampiran 5 Alat Uji Kekerasan (<i>Vickers</i>) dan Diagram Tarik <i>Quenching</i> 2M	xxvi
Lampiran 6 Diagram Tarik <i>Quenching</i> 3M dan <i>Quenching</i> 4M	xxvii
Lampiran 7 Diagram Tarik <i>Quenching-Temper</i> 2M dan 3M	xxviii
Lampiran 8 Diagram Tarik <i>Quenching-Temper</i> 4M	xxix

HALAMAN PERSEMBAHAN

MOTO :

- Sesulit apapun apa yang kamu kerjakan, Tarik dan Hembuskan nafas semangatmu, pikirkan untuk memberikan yang terbaik apapun hasilnya
- Makan tuh untuk hidup, bukan hidup untuk makan
- Bila kamu merasa berada di saat yang paling terpuruk dan pecundang, bangunlah karena ibumu dirumah selalu menganggap anak nya yang terbaik
- *Don't judge too fast*

Karya kecil ini kupersembahkan untuk :

1. Atas rasa syukur ku kepada ALLAH SWT.
2. Bapak dan Ibuku tercinta yang selalu menyayangi dan tak pernah menyerah menghadapi anakmu ini.
3. Saudara ku yang selalu menghiburku.
4. Sahabat kocak (yang merasa)
5. Teman-teman seperjuangan (TM '11).
6. Almamaterku (Universitas Sriwijaya).

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Material baja dapat dikatakan sebagai suatu pilihan bahan baku utama ataupun bahan pendukung untuk kegiatan-kegiatan di bidang pembangunan, transportasi maupun produksi. Dilihat dari banyaknya kebutuhan akan penggunaan bahan material tersebut, maka banyak perusahaan-perusahaan yang bergerak dibidang produksi bahan baku material, menciptakan bahan material baja sesuai standar yang ditetapkan dunia dengan pembuatan versi masing-masing perusahaan tersebut. Kemudian, dengan pembuatan material dengan standar yang sama, belum tentu hasil jadinya juga sama atau bisa dikatakan kualitas material yang dibuat.

Banyak faktor-faktor, seperti kecacatan yang bisa mempengaruhi kualitas bahan material, Seperti pori penyusutan, gelembung gas, inklusi material asing, dan retak yang ditemukan di dalam suatu material. Cacat tersebut lebih dipengaruhi oleh pemrosesan material dan bukan merupakan sifat dasar material (Smallman,1999). Kecacatan material juga bisa terjadi dikarenakan oleh kesalahan manusia (*human error*).

Perlakuan panas adalah suatu proses pemanasan dan pendinginan logam dalam keadaan padat untuk mengubah sifat-sifat fisis logam tersebut (Sairul, 2009). Material yang sebelumnya memiliki kualitas yang biasa namun dengan proses perlakuan panas, material tersebut bisa menandingi material yang berkualitas tinggi.

Proses perlakuan panas yang sering digunakan adalah proses *quenching* yaitu dengan dilakukan proses pemanasan di temperatur *austenit* kemudian didinginkan kejut menggunakan media pendingin dengan maksud untuk mendapatkan material yang *martensit*. Namun, hasil dari proses *quenching* tersebut memiliki sifat yang keras tapi getas, dimensi yang tidak stabil, dan

terdapat tegangan sisa akibat *quens*. Maka dari itu, untuk hasil yang lebih baik, perlu dilakukan perlakuan *tempering* yaitu dipanaskan kembali di bawah temperatur *austenit* kemudian dilakukan penahanan waktu sesuai yang diinginkan. Dengan dilakukannya perlakuan panas *tempering* akan memberi peluang bagi karbon untuk berdifusi sehingga tegangan sisa dapat dikurangi (Sinha, 2003).

Pada proses *quenching*, selain temperatur hal yang juga penting untuk diperhatikan adalah media pendingin yang digunakan. Pemakaian media pendingin air garam, disebabkan memiliki sifat mendinginkan yang teratur dan cepat. Bahan yang didinginkan di dalam air garam yang akan mengakibatkan ikatannya menjadi lebih keras karena pada permukaan benda kerja tersebut akan meningkatkan zat arang. Kemampuan suatu jenis media dalam mendinginkan specimen bisa berbeda-beda, perbedaan kemampuan media pendingin disebabkan oleh temperatur, kekentalan, kadar larutan dan bahan dasar media pendingin (Murtiono, 2012).

Dari fenomena perlakuan panas diatas, yaitu untuk mendapatkan material yang lebih keras dari sebelumnya dapat dilakukan proses perlakuan panas *Quenching* dan untuk hasil yang lebih baik lagi, dilanjutkan dengan proses *Tempering*. Maka, hal tersebut akan menjadi kajian untuk melakukan pengujian bahan material khususnya baja karbon sedang yang beredar di pasaran untuk diperlakukan panas dengan proses *Quenching* lalu didinginkan menggunakan media pendingin yaitu larutan air garam dengan konsentrasi garam yang bervariasi dan dilanjutkan *Tempering*. Melihat dari fenomena di atas, dan dengan melihat sifat dan kemampuan material tersebut akan didapatkan sifat-sifat yang diinginkan melebihi sifat aslinya dengan cara perlakuan panas. Maka dari itu akan difokuskan dalam pengujian untuk menguji pengaruh variasi konsentrasi garam dengan perlakuan panas *quenching* dan *temper* terhadap struktur mikro dan sifat mekanik baja karbon sedang.

1.2 Rumusan Masalah

Melihat dari latar belakang diatas, maka didapatkan perumusan masalah, yaitu:

1. Bagaimana pengaruh sifat mekanik pada proses perlakuan panas yang menggunakan media pendingin air garam dengan konsentrasi garam (NaCl) yang bervariasi.
2. Berapa besar perbedaan sifat mekanik pada material uji yang diperlakukan panas *Quenching* dengan *Quenching-Tempering*.
3. Akan dilakukan pengamatan struktur mikro pada material uji untuk melihat struktur material setelah dilakukan proses perlakuan panas.

1.3 Batasan Masalah

Adapun batasan masalah pada penelitian ini, yaitu:

1. Material yang di uji adalah material Ferro produksi Krakatau Steel (KS) berstandar SNI.
2. Proses perlakuan panas yang digunakan yaitu proses *Quenching* dan *Tempering*.
3. Media pendingin yang digunakan adalah Air Garam.
4. Konsentrasi garam yang digunakan 2 Molar, 3 Molar, dan 4 Molar
5. Pengujian mekanik yang digunakan yaitu Uji Tarik, Impak, Kekerasan, juga pengamatan Metalografi yaitu Pengamatan Struktur Mikro.

1.4 Tujuan penelitian

Tujuan yang hendak dicapai dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

Mengkaji pengaruh variasi konsentrasi garam dengan perlakuan panas *quenching* (830°C) dan *tempering* (500°C) terhadap struktur mikro dan sifat mekanis baja karbon sedang. Dari konsentrasi garam (NaCl) yang bervariasi dan juga pengaruh dilakukannya proses perlakuan panas lanjutan yaitu *tempering*, apakah di dapat kenaikan atau penurunan kualitas sifat mekanis dan perbedaan pada masing-masing konsentrasi garam pada material tersebut.

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat yang diharapkan dari penelitian ini adalah :

1. Dapat dijadikan acuan bagi penelitian yang sejenis, khususnya dalam perlakuan panas *Quench-Temper* pada material dengan variasi konsentrasi garam.
2. Memberikan kontribusi atau pengetahuan kepada mahasiswa teknik mesin, serta masyarakat yang melakukan aktifitas proses pemanasan material menggunakan tungku pemanas, dan proses pendinginan cepat.
3. Menjadi inovasi bagi pabrik yang menggunakan material tersebut.

DAFTAR PUSTAKA

- ASM Handbook Committee, 2000, ASM Metals Handbooks. Vol. 08. *Mechanical Testing and Evaluation*, ASM International.
- ASM Handbook Committee, 1991, ASM Metals Handbooks. Vol. 04 *Heat Treating*, ASM International
- ASM Handbook Committee, 2004, ASM Metals Handbooks. Vol. 09. *Metallography and Microstructures*, ASM International.
- Ballas, R, 2000, *Flat Rolling Fundamentals*, ASME BPVC Section III
- Callister, W.D, and Rethwisch, D.G, 2010, *Materials Science And Engineering An Introduction*, Eight Edition, John Wiley and Sons, Inc. New York.
- Effendi, S, 2009, *Pengaruh Perbedaan Waktu Penahanan Suhu Stabil Terhadap Kekerasan Logam*, Jurnal Austenit, Volume 1, No. 1.
- Murtiono, A, 2012, *Pengaruh Quenching dan Tempering Terhadap Kekerasan dan Kekuatan Tarik serta Struktur Mikro Baja Karbon Sedang Untuk Mata Pisau Pemanen Sawit*, Jurnal e-Dinamis, Volume II, No.2.
- Prabudhe, K.H, 1992. *Handbook of Heat Treatment of Steels*, McGraw-Hill Company. New Delhi.
- Sinha, A.K, 2003, *Physical Metallurgy Handbook*, Mc Graw Hill Handbook. New York.
- Smallman, R.E dan Bishop, R.J, 2000, *Metallurgi Fisik Modern dan Rekayasa Material*, Jakarta, Penerbit Erlangga.
- Smith, W.F, 2004, *Foundation of Materials Science and Engineering 3rd ed.*
- Surdia, T dan Saito, S, 1999, *Pengetahuan Bahan Teknik*, Cetakan Keempat, Jakarta, PT. Pradnya Paramitha.
- Sutiyoko, 2014, *Perubahan Sifat Mekanik Material Karena Perbedaan Konsentrasi Larutan Garam NaCl Pada Proses Quenching*, Jurnal Foundary, Volume 4, No.1.
- Syam, R dan Djafar, Z, 2012, *Analisis Sifat Mekanis Tenunan Serat Rami Jenis Basket Tipe S 3/12 Dengan Matriks Epoksi Resin (Kekuatan Bending)*, Jurnal Prosiding, Volume 6.
- Timoshenko and Young, 1964, *Element's of Strength of Material*, Van Nostrand.

Totten, G.E, 2007, *Steel Heat Treatment Handbook*, Second Edition, Taylor and Francis.

LAMPIRAN