ANALISIS PERUBAHAN SIFAT MEKANIK DAN STRUKTUR MIKRO BAJA YANG MENGALAMI *STRAIN HARDENING* YANG DIBERIKAN PERLAKUAN PANAS *ANNEALING*

SKRIPSI

Dibuat Untuk Memenuhi Persyaratan Kurikulum Pendidikan Strata-1

Pada Program Studi Teknik Mesin

Oleh :

MUHAMMAD RIDWAN

1322110094

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS TRIDINANTI PALEMBANG

2020

SKRIPSI

PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN

Nama Mahasiswa	: Muhammad Ridwan
NIM	: 1322110094
Program Studi	: Teknik Mesin
Jenjang Pendidikan	: Strata 1
Judul Skripsi	: **Analisis Perubahan Sifat Mekanik dan Struktur Mikro Baja Yang Mengalami *Strain Hardening* Yang Diberikan Perlakuan Panas *Annealing***

Ketua Program Studi

Teknik Mesin,

Ir. M. Ali, MT

Palembang, Oktober 2020

Pembimbing I,

Ir. H. Suhardan MD, MS.Met.IP

Pembimbing II ,

Ir. R. Kohar, MT

PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS TRIDINANTI PALEMBANG

SKRIPSI

Analisis Perubahan Sifat Mekanik dan Struktur Mikro Baja Yang

Mengalami *Strain Hardening* Yang Diberikan Perlakuan Panas *Annealing*

OLEH :

MUHAMMAD RIDWAN

1322110094

Mengetahui

Ketua Program Studi

Teknik Mesin,

Ir. M. Ali, MT

Diperiksa Dan Disetujui Oleh :

Pembimbing I,

Ir. H. Suhardan MD, MS.Met.IP

Pembimbing II ,

Ir. R. Kohar, MT

Disahkan Oleh :

Dekan,

Ir. H. Ishak Effendi, MT

SURAT PERNYATAAN BEBAS PLAGIAT

Saya Yang Bertanda Tangan dibawah ini,

Nama	: M. Ridwan
NPM	: 1322110094
Fakultas	: TEKNIK
Program Studi	: Strata 1 (S1) Teknik Mesin
Bidang Kajian Skripsi	: Metalurgi
Judul Skripsi	:

Analisa Perbuhan Sifat Mekanik dan Struktur Mikro Baja yang Mengalami Strain Hardening yang di Berikan Perlakukan Panas Anealing

Menyatakan dengan ini bahwa Skripsi saya merupakan hasil karya sendiri yang didampingi pembimbing bukan hasil penjiplakan/ Plagiat. Dan telah melewati proses *Plagiarism Checker* yang dilakukan pihak Jurusan, apabila pernyataan ini terbukti tidak benar maka saya bersedia menerina sanksi sesuai ketentuan yang berlaku.

Demikian surat pernyataan ini saya buat untuk dipergunakan sebagaimana mestinya.

Palembang,

Yang Menyatakan,

METERAI TEMPEL

7CFD1AHF677725635

6000

ENAM RIBU RUPIAH

M. Ridwan

Mengetahui,

Ketua Prodi Teknik Mesin UTP

Ir. H. M. Ali, MT

Lampiran : Bukti Hasil Proses Plagiarism Checker Dari Operator

SURAT PERNYATAAN BEBAS PUBLIKASI GANDA

Saya Yang Bertanda Tangan dibawah ini,

Nama	: M. Ridwan
NPM	: 1322110094
Fakultas	: TEKNIK
Program Studi	: Strata 1 (S1) Teknik Mesin
Bid. Kajian Skripsi	: Metalurgi

Dengan ini menyatakan bahwa judul artikel ilmiah,

Analisa Perbuhan Sifat Mekanik dan Struktur Mikro Baja yang Mengalami Strain Hardening yang di Berikan Perlakukan Panas Anealing

benar bebas dari publikasi ganda, dan apabila pernyataan ini terbukti tidak benar maka saya bersedia menerima sanksi sesuai ketentuan yang berlaku.

Demikian surat pernyataan ini saya buat untuk dipergunakan sebagaimana mestinya.

Palembang,
Yang Menyatakan,

METERAI TEMPEL
C8989AHF677726
6000
ENAM RIBU RUPIAH

M. Ridwan

Lampiran : Bukti Hasil Proses Plagiarism Checker Dari Operator

PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI

TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Sebagai Civitas Akademika Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Tridinanti Palembang.

Saya Yang Bertanda Tangan dibawah ini,

Nama	: M. Ridwan
NPM	: 1322110094
Fakultas	: TEKNIK
Program Studi	: Strata 1 (S1) Teknik Mesin
Jenis Karya	: SKRIPSI
Bid. Kajian Skripsi	: Metalurgi

Demi Pengembangan Ilmu pengetahuan untuk memberikan kepada pihak Universitas Tridinanti Palembang hak bebas Rolayliti Nonekslusif (*non ekslusive rolayity free right*) atas karya ilmiah saya yang berjudul :

Analisa Perbuhan Sifat Mekanik dan Struktur Mikro Baja yang Mengalami Strain Hardening yang di Berikan Perlakukan Panas Anealing

Beserta perangkat yang ada (jika diperlukan), dengan hak royaliti eklusif ini Universitas Tridinanti Palembang berhak menyimpan, mengalih mediakan, mengelola dalam bentuk data base dan mempublikasikan tugas akhir saya salama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan pemilik hak cipta.

Demikian pernyataan saya buat dengan sebenarnya dan tanpa ada tekanan dari pihak mana pun.

Dibuat di Palembang,

Tanggal Oktober 2020

Yang Menyatakan

METERAI TEMPEL

36E71AHF677725

6000

ENAM RIBU RUPIAH

M. Ridwan

Plagiarism Checker X Originality Report

Similarity Found: 30%

Date: Kamis, Oktober 22, 2020
Statistics: 1066 words Plagiarized / 3183 Total words
Remarks: Medium Plagiarism Detected - Your Document needs Selective Improvement.

---

16 BAB I PENDAHULUAN 1. 1. Latar Belakang Pemakaian baja dengan karakteristik dan sifat yang berbeda membutuhkan adanya suatu penanganan yang tepat,sehingga manfaat dari kegunaan baja tersebut dapat sesuai dengan kebutuhan yang ada.

Penggunaan baja karbon banyak digunakan lebih disebabkan karena baja karbon memiliki kekuatan dan mudah diproses dalam permesinan seperti untuk bahan poros, rodagigi, dan lainnya.Tetapi keuletannya rendah dan tidak tahan terhadap keausan. Salah satu upaya yang dilakukan untuk meningkatkan sifat mekanik baja adalah dengan perlakuan panas (Heat Treatment).

Perlakuan panas pada baja mempunyai peranan penting dalam upaya mendapatkan sifat-sifat tertentu yang diinginkan sesuai kebutuhan. Proses ini meliputi pemanasan baja pada temperatur tertentu (temperatur austenit), dilanjutkan pengerollan baja dengan 2 tahap, kemudian dengan 4 tahap, dan dengan tahap maksimum.

Tujuan dari proses ini adalah untuk mengetahui perubahan sifat mekanik dan struktur mikro baja yang mengalami strain hardening yang diberikan perlakuan panas annealing. Bertitik tolak dari masalah diatas, maka penulis mencoba untuk meneliti baja karbon menengah yang diberikan proses pengerolan, selanjutnya dilakukan proses 17 perlakuan panas annealing. Perilaku ini diberikan, dengan tujuan untuk mengetahui perubahan sifat mekanik yang terjadi pada baja karbon menengah.

Untuk mendukung penelitian tersebut, maka akan diamati struktur mikronya. 1.2. Perumusan masalah Apakah baja Karbon Menengah yang telah melalui proses pengerollan dengan 2 tahap, 4 tahap, dan tahap maksimum serta diberikan perlakuan panas annealing akan merubah sifat mekanik dan struktur mikro pada baja. 1.3.

ABSTRAK

Perlakuan panas pada baja mempunyai peranan penting dalam upaya mendapatkan sifat – sifat tertentu yang diinginkan sesuai kebutuhan. Dalam penelitian ini meliputi proses pemanasan baja pada temperatur tertentu (temperatur *austenit*), dilanjutkan dengan pengerjaan dingin dengan cara pengerollan baja dengan 2 tahap, kemudian dengan 4 tahap, dan dengan tahap maksimum . Tujuan dari proses ini adalah untuk mengetahui perubahan sifat mekanik dan struktur mikro baja yang mengalami proses *cold working* jenis *strain hardening* yang kemudian diberikan perlakuan panas jenis *annealing.*Penelitian ini dilakukan dengan metode eksperimental di Laboratorium Teknik Universitas Tridinanti Palembang dan Laboratorium Metallury dan NDT PT. Pusri Palembang.Nilai kekerasan tertinggi terjadi pada material baja karbon menengah (*medium carbon steel*) yang dilakukan *strain hardening* jenis pengerollan *maximum* dan *annealing* yaitu sebesar 16,72 HRC dari nilai kekerasan awal sebesar 9,52 HRC. Nilai kekerasan spesimen baja karbon medium (*medium carbon steel*) yang dilakukan *strain hardening* jenis pengerollan dengan tingkat pengerollan yang berbeda dan dilakukan *annealing* didapat nilai kekerasan tertinggi pada spesimen yang dilakukan pengerollan *maximum* yaitu sebesar 16,72 HRC, sedangkan nilai kekerasan terendah terjadi pada spesimen yang dilakukan pengerollan 2 tahap yaitu sebesar 10,56 HRC.

Kata Kunci : Baja Karbon Menengah, *Strain Hardening, Annealing*

ABSTRACT

Heat treatment of steel has an important role in obtaining certain desired properties as needed. This research includes the process of heating steel at a certain temperature *(austenite* temperature), followed by cold working by rolling steel in 2 stages, then with 4 stages, and with a maximum stage. The purpose of this process is to determine changes in the mechanical properties and microstructure of steel which has undergone a cold working type of *strain hardening* process which is then given *annealing* type heat treatment. This research was conducted using experimental methods at the Technical Laboratory of Tridinanti University Palembang and the Metallury Laboratory and PT. Pusri Palembang. The highest hardness value occurred in the medium carbon steel material which carried out the maximum rolling and *annealing* type *hardening strain*, which was 16.72 HRC from the initial hardness value of 9.52 HRC. The hardness value of *medium carbon steel* specimens which was subjected to a type of hardening strain with different degrees of grinding and *annealing* was obtained, the highest hardness value was found in specimens that were subjected to maximum rolling which was 16.72 HRC, while the lowest hardness value occurred in specimens with 2 stages, namely 10.56 HRC.

Keywords: Medium Carbon Steel, *Strain Hardening, Annealing*

بِسْمِ اللهِ الرَّحْمنِ الرَّحِيم

"**Dengan menyebut nama Allah Yang Maha Pengasih lagi Maha Penyayang**"

MOTTO DAN PERSEMBAHAN

Motto:

"Barang siapa menempuh satu jalan untuk menuntut ilmu, niscaya Allah mudahkan baginya jalan menuju surga." (**HR.Muslim**)

Persembahan kepada :

Bapak Amson & Ibu Hijriah

Dengan kerendahan hati yang tulus, bersama keridhaan-Mu ya Allah Kupersembahkan karya kecil ini, untuk cahaya hidup, yang senantiasa ada saat suka maupun duka, selalu setia mendampingi, yang selalu memanjatkan doa kepada putra mu ini.

Dan untuk istriku juga adik-adikku terima kasih banyak atas segala do'a dan support selama ini.

Ir. H. Suhardan MD, MS.Met.IP & Ir. R. Kohar, MT

Kedua dosen pembimbing terima kasih atas ilmu, waktu, dan bimbingannya selama menyelesaikan skripsi ini. Dan mohon maaf sebesar-besarnya apabila selama bimbingan ada perkataan maupun perbuatan yang tidak berkenan di hati.

Seluruh Sahabat & Teman Seperjuangan

Terima Kasih Banyak Semuanya …….

KATA PENGANTAR

Dengan mengucapkan syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa, yang atas segala berkah dan rahmatnya penulis dapat menyelesaikan Skripsi dengan judul:

"**Analisis Perubahan Sifat Mekanik dan Struktur Mikro Baja yang mengalami *Strain Hardening* yang diberikan Perlakuan Panas *Annealing*"**.

Adapun tujuan penulisan Skripsi adalah untuk memenuhi syarat dalam menyelesaikan pendidikan Strata-1 pada jurusan Teknik Mesin Universitas Tridinanti Palembang.

Akhirnya penulis mengucapkan banyak terima kasih kepada Bapak Ir. H. Suhardan MD, MS. Met.IP, selaku Dosen Pembimbing I dan Bapak Ir. R. Kohar, MT, selaku Dosen Pembimbing II yang telah membimbing dalam penulisan, dan penyusunan laporan skripsi ini. Saya ucapkan terima kasih juga ditujukan kepada semua pihak yang telah banyak membantu serta membimbing kami dalam pelaksanaan Proposal Skripsi ini, khususnya kepada :

1. Ibu Dr. Ir. Nyimas Manisah, MP, selaku Rektor Universitas Tridinanti Palembang.
2. Bapak Ir. H. Ishak Effendi, MT, selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Tridinanti Palembang.
3. Bapak Ir. M. Ali, MT , selaku Ketua Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Tridinanti.

4. Seluruh dosen Teknik Mesin Universitas Tridinanti atas ilmu yang telah diberikan.
5. Keluargaku yang selalu memberi dukungan baik moril maupun materil dalam menyelesaikan laporan ini.
6. Seluruh teman-teman satu perjuangan di Teknik Mesin Universitas Tridinanti, dan lain-lain yang tidak bisa disebutkan satu persatu yang telah banyak menyumbangkan pikiran dalam menyelesaikan laporan Skripsi ini.

Penulis menyadari atas keterbatasan yang dimiliki baik secara teoritis dari Skrpisi ini maupun dalam penyampaian bahasa yang digunakan, jika terdapat kekurangan dari apa yang disajikan secara pribadi penulis meminta kepada pembaca agar dapat dimaklumi. Atas kekurangan dari penulisan Skripsi ini, penulis dengan senang hati menerima kritik dan saran yang membangun sebagai upaya dari perbaikan Skripsi.

Palembang, 08 Oktober 2020

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL …….……..... i

HALAMAN PENGESAHAN ……... ii

MOTO DAN PERSEMBAHAN ……... iii

HALAMAN PERNYATAAN …….. iv

KATA PENGANTAR .....…….....……... v

ABSTRAK ……..…….. vii

ABSTRACT ……... viii

DAFTAR ISI .....…….…….....……..... ix

DAFTAR TABEL .....……..…….....……...…..... xii

DAFTAR GAMBAR.....…….....…….……..... xiii

BAB I. PENDAHULUAN

1.1.Latar Belakang ……. 1

1.2 Perumusan Masalah ……...……... 2

1.3 Batasan Masalah …….…….…… 2

1.4 Tujuan Penelitian ……..…... 3

1.5 Manfaat Penelitian ……... 3

BAB II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Baja ……..... 4

2.1.1. Klasifikasi Baja …….……..... 4

2.1.2. Sifat - Sifat Baja …….……..... 5

2.1.3. Pengaruh Unsur Paduan Pada Baja …….…… 6

2.2. Diagram Fasa Fe-Fe3C dan TTT Diagram……..... 7

2.3. Strain Hardening……..... 10

2.4. Pengerolan……. ……..… 10

2.5. Proses *Annealing*……. ……...…..……. 11

2.6. Heat Treatment ……..……. 11

2.6.1. Klasifikasi Perlakuan Panas…….. 12

2.6.2. Tujuan Perlakuan Panas…….. 13

2.6.3. Jenis Perlakuan Panas…….. 14

2.7. Waktu Penahanan *(Holding Time)* ……..…..... 16

2.8. *Quenching* ……..…..... 16

2.9. Pengujian Sifat Mekanik ……..……..…..... 17

2.9.1. Pengujian Kekerasan…….. 17

2.10. Metalografi ……..……..……..…..... 21

2.11. Struktur Mikro ……..……..……..…..... 21

BAB III. METODOLOGI PENELITIAN

3.1. Waktu dan Tempat Penelitian…….…… 23

3.1.1. Waktu Penelitian…….. 23

3.1.2. Tempat Penelitian …….. 23

3.2. Diagram Alir penelitian …… 24

3.3. Metode Penelitian …… 25

3.3.1. Studi Pustaka …….. 25

3.4. Persiapan Benda Uji …….……..... 25

3.4.1. Alat Yang digunakan…….. 25

3.4.2. Bahan Yang digunakan…….. 26

3.5. Prosedur Pengerjaan …….……..... 26

BAB IV. HASIL PENGUJIAN DAN PEMBAHASAN

4.1. Data Hasil Pengujian Kekerasan…….…… 31

4.2. Hasil Pengujian Metalografi …… 33

4.3. Pembahasan …… 36

4.3.1. Hubungan Nilai Kekerasan Terhadap Perlakuan Panas… 36

4.3.1. Hubungan Nilai Kekerasan Terhadap Strukutr Mikro… 36

BAB IV. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan…….…… 38

5.2. Saran …… 39

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1. Skala *Rockwell*……..... 18

Tabel 3.1. komposisi kimia baja *Plain Plate* yang diteliti…….... 27

Tabel 3.2. Skala Pengujian *Rockwell* .....……...……..... 29

Tabel 4.1. Nilai kekerasan spesimen……..... 32

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Diagram Fe-Fe3C (Brick, R.M., Gordon, R.B. & Philips, A., 1965)….....…….. 8

Gambar 2.2. Diagram TTT……..……..... 9

Gambar 2.3. Cara Kerja Pengujian *Rockwell*…..... 18

Gambar 2.4. Metode Penekanan pada pengujian kekerasan *Rockwell*..... 20

Gambar 3.1. Diagram Alir Prosedur Penelitian……..... 25

Gambar 4.1. Grafik nilai kekerasan spesimen……..... 33

Gambar 4.2. Struktur Mikro Baja Karbon Menengah Tanpa Perlakuan, Etsa nital 3%, M400x……..... 33

Gambar 4.3. Struktur Mikro Baja Karbon Menengah 2 Tahap Pengerolan Etsa nital 3%, M400……..... 33

Gambar 4.4. Struktur Mikro Baja Karbon Menengah 4 Tahap Pengerolan, Etsa nital 3%, M400x……....… 33

Gambar 4.5. Struktur Mikro Baja Karbon Menengah Pengerolan Maksimum, Etsa nital 3%, M400x……....… 33

BAB I

PENDAHULUAN

1. 1. Latar Belakang

Pemakaian baja dengan karakteristik dan sifat yang berbeda membutuhkan adanya suatu penanganan yang tepat, sehingga manfaat dari kegunaan baja tersebut dapat sesuai dengan kebutuhan yang ada. Penggunaan baja karbon banyak digunakan lebih disebabkan karena baja karbon memiliki kekuatan dan mudah diproses dalam permesinan seperti untuk bahan poros, rodagigi, dan lainnya. Akan tetapi baja karbon keuletannya rendah dan tidak tahan terhadap keausan. Salah satu upaya yang dilakukan untuk meningkatkan sifat mekanik baja adalah dengan perlakuan panas (*Heat Treatment*).

Perlakuan panas pada baja mempunyai peranan penting dalam upaya mendapatkan sifat – sifat tertentu yang diinginkan sesuai kebutuhan. Dalam penelitian ini meliputi proses pemanasan baja pada temperatur tertentu (temperatur *austenit*), dilanjutkan dengan pengerjaan dingin dengan cara pengerollan baja dengan 2 tahap, kemudian dengan 4 tahap, dan dengan tahap maksimum . Tujuan dari proses ini adalah untuk mengetahui perubahan sifat mekanik dan struktur mikro baja yang mengalami proses *cold working* jenis *strain hardening* yang kemudian diberikan perlakuan panas jenis *annealing.*

Bertitik tolak dari permasalahan diatas, maka penulis mencoba untuk meneliti “baja karbon menengah yang diberikan proses pengerolan, selanjutnya

dilakukan proses perlakuan panas *annealing*". Perlakuan ini diberikan dengan tujuan untuk mengetahui perubahan sifat mekanik dan struktur mikro yang terjadi pada baja karbon menengah setelah dilakukan *cold working* kemudian dilanjutkan dengan *annealing*.

1.2. Perumusan Masalah

Apakah baja karbon menengah *(medium carbon steel*) yang telah melalui proses pengerollan dengan 2 tahap, 4 tahap, dan tahap maksimum serta dilanjutkan dengan diberikan perlakuan panas *annealing* akan merubah sifat mekanik dan struktur mikro pada baja.

1.3. Batasan Masalah

Pada penelitian ini, penulis hanya melakukan penelitian, pengamatan dan pengujian dalam bentuk uji lapangan skala laboratorium, oleh karena itu penulis membatasi permasalahan yang akan dibahas adalah sebagai berikut :

Material yang digunakan adalah baja karbon menengah *(medium carbon steel*) dalam bentuk plate

1. Pengujian yang dilakukan adalah :
    a. Tanpa Perlakuan
    b. Di roll dengan 2 tahap
    c. Di roll dengan 4 tahap
    d. Di roll maksimum

2. Setelah dilakukan cold *working* yakni pengerollan , kemudian spesimen diberikan perlakuan panas jenis *annealing*.

1.4. Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui perubahan sifat mekanik dan struktur mikro pada baja karbon menengah *(medium carbon steel*) setelah dilakukan proses *cold working* (pengerollan) yang kemudian diberikan perlakuan panas *annealing*.

1.5. Manfaat penelitian

1. Dari penelitian ini penulis mengharapkan dapat mengetahui perubahan sifat mekanik dan struktur mikro pada baja karbon menengah *(medium carbon steel*) yang terjadi setelah dilakukan proses pengerollan yang kemudian diberikan perlakuan panas *annealing*.
2. Dari penelitian ini penulis mengharapkan dapat memberikan informasi tentang tahap pengerollan pada baja karbon menengah *(medium carbon steel*) yang kemudian diberikan perlakuan panas *annealing* .
3. Dari penelitian ini penulis mengharapkan dapat dijadikan sebagai salah satu sumber referensi ilmiah bidang metallurgy khususnya dalam pengembangan baja karbon menengah *(medium carbon steel*).

DAFTAR PUSTAKA

1. Hadi, Syamsul. 2016. “Teknologi Bahan”. Yogyakarta : Andi

2. Djaprie, Sriati (Penterjemah). 1983. “Ilmu dan Teknologi Bahan”. Jakarta : Erlangga.

3. Soejdono. Pengetahuan Logam 1. Departemen Pendidikan dan Kebudayaan, Jakarta. 1978.

4. ASM, Metal Hand Book. Heat Treating Volume 4. Ohio : 1991

5. Adnyana, DN, 1989. “Logam dan Paduan” Tinjauan Tentang Proses Pengolahan dan Hubungan antara Struktur Dengan Sifat-sifat Mekanis.

6. G. Groenendijk, J. Vander Linde. 1980. “Pengujian Materi”. Alih Bahasa Ir. Sobandi Sachri, P dan K

7. Brick, R.M., Gordon, R.B. & Philips, A., 1965. Structure and properties of alloys: the application of phase diagram to the interpretation and control of industrial alloy structures, McGraw-Hill.

8. Porter, D.A. &Easterling K.E., 1992. Phase Transformation in Metals and Alloys, Third Edition (Revised Reprint), Taylor & Francis.