

SKRIPSI
PENGARUH TINGKAT DEFORMASI PADA
PROSES PENEMPAAN TERHADAP SIFAT
MEKANIK DAN STRUKTUR MIKRO BAJA
KARBON RENDAH



Oleh :
MUHAMMAD WAHYU SYAHRIDAN
03121005021

PROGRAM STUDI SARJANA TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SEBELAS MARET
2018

5
669.107
Muh
P
2018

- 505467 -

SKRIPSI
PENGARUH TINGKAT DEFORMASI PADA
PROSES PENEMPAAN TERHADAP SIFAT
MEKANIK DAN STRUKTUR MIKRO BAJA
KARBON RENDAH



Oleh :
MUHAMMAD WAHYU SYAHRIDAN
03121005021

PROGRAM STUDI SARJANA TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
2018

SKRIPSI
PENGARUH TINGKAT DEFORMASI PADA
PROSES PENEMPAAN TERHADAP SIFAT
MEKANIK DAN STRUKTUR MIKRO BAJA
KARBON RENDAH

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Mendapatkan Gelar
Sarjana Teknik Pada Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya



Oleh :
MUHAMMAD WAHYU SYAHRIDAN
03121005021

PROGRAM STUDI SARJANA TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
2018

HALAMAN PENGESAHAN

PENGARUH TINGKAT DEFORMASI PADA PROSES PENEMPAAN TERHADAP SIFAT MEKANIK DAN STRUKTUR MIKRO BAJA KARBON RENDAH

SKRIPSI

**Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Mendapatkan Gelar Sarjana
Teknik Mesin Pada Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya**

OLEH:

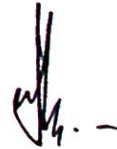
**MUHAMMAD WAHYU SYAHRIDAN
03121005021**

Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknik Mesin



**Irsyadi Yani, S.T, M.Eng, Ph.D
NIP.19711225 199702 1 001**

Inderalaya, Februari 2018
Dosen Pembimbing



**Ir. Helmy Alian, M.T
NIP. 19591015 198703 1 006**

HALAMAN PERSETUJUAN

Karya tulis ilmiah berupa Skripsi ini dengan judul “Pengaruh Tingkat Deformasi Pada Proses Penempaan Terhadap Sifat Mekanik dan Struktur Mikro Baja Karbon Rendah” telah dipertahankan di hadapan Tim Penguji Karya Tulis Ilmiah Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya pada tanggal 21 Februari 2018

Indralaya, Februari 2018

Tim Penguji Karya tulis ilmiah berupa Skripsi

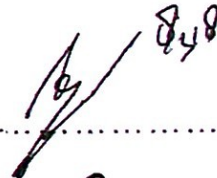
Ketua:

1. Gunawan, S.T, M.T, Ph.D
NIP. 19770507 2001712 1 001

(.....)

Anggota:

1. Agung Mataram, ST, MT, Ph.D
NIP. 197901052003121002

(.....)

2. Muhammad Yanis, S.T, M.T
NIP. 19700228 199412 1 001

(.....)

Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknik Mesin



Irsyad Yanti, S.T., M.Eng., Ph.D
NIP. 19711225 199702 1 001

Dosen Pembimbing



Ir. Helmi Alian, M. T.
NIP. 195910151987031001

**JURUSAN TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SRIWIJAYA**

**Agenda No. :
Diterima Tanggal :
Paraf :**

SKRIPSI

NAMA : MUHAMMAD WAHYU SYAHRIDAN
NIM : 03121005021
JURUSAN : TEKNIK MESIN
**JUDUL : PENGARUH TINGKAT DEFORMASI PADA
PROSES PENEMPAAN TERHADAP SIFAT
MEKANIK DAN STRUKTUR MIKRO BAJA
KARBON RENDAH**
DIBERIKAN : SEPTEMBER 2016
SELESAI : FEBRUARI 2018

Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknik Mesin


Irsyadi Yani, ST, M.Eng, Ph.D
NIP.19711025 199702 1 001

Inderalaya, Februari 2018
Diperiksa dan disetujui oleh :
Pembimbing Skripsi,


Ir. Helmy Alian, M.T
NIP.19591015 198703 1 006

HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Muhammad Wahyu Syahridan

NIM : 03121005021

Judul: Pengaruh Tingkat Deformasi Pada Proses Penempaan Terhadap Sifat Mekanik dan Struktur Mikro Baja Karbon Rendah

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, Februari 2018

Muhammad Wahyu Syahridan

HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS

Yang bertanda tangan dibawah ini:

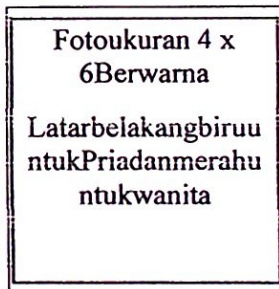
Nama : Muhammad Wahyu Syahridan

NIM : 03121005021

Judul : Pengaruh Tingkat Deformasi Pada Proses Penempaan Terhadap Sifat Mekanik dan Struktur Mikro Baja Karbon Rendah

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, Februari 2018

Muhammad Wahyu Syahridan

KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur penulis ucapkan kehadirat Allah SWT yang telah melimpahkan segala rahmat, karunia, dan anugrah-Nya sehingga skripsi ini dapat diselesaikan.

Dalam kesempatan ini penulis menyampaikan banyak terima kasih kepada semua pihak yang telah banyak membantu hingga akhirnya penulis dapat menyelesaikan skripsi ini, adapun pihak tersebut :

1. Keluarga penulis, Ayah Hariwanto, Ibu Rini Puji Astuti, Adik Valdy Dewanto yang tidak pernah lelah memberi dukungan baik moril maupun materil dan motivasi kepada penulis serta doa-doa sepertiga malam yang mereka panjatkan
2. Bapak Ir. Helmy Alian, M.T selaku Dosen Pembimbing yang dengan ikhlas dan tulus telah membimbing, mengarahkan, mendidik, dan memotivasi penulis dari awal hingga selesainya skripsi ini.
3. Bapak Irsyadi Yani, ST, M.Eng, P.hD selaku Ketua Jurusan dan Bapak Amir Arifin, S.T. M.Eng, selaku Sekretaris Jurusan di Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya.
4. Seluruh Dosen Pengajar di Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya yang telah memberikan ilmu dan pengarahan selama proses perkuliahan.
5. Teman yang selalu membantuku dalam proses ini Bembi Aris Munandar, Mgs Ahmad Bukhori (oyik), Irfan Lazuardi, dan Dhika Wicaksono.
6. Teman Satu Bimbingan skripsi Anhari.
7. Keluarga besar Griya Solidarity yang selalu membantu selama masa perkuliahan.
8. Keluarga Besar PBSN Bimo atas momen-momen serunya bersama kalian.

9. Keluarga Besar Amanah yang telah memotivasi dan berbagi suka duka selama di perantauan.
10. Teman Se-angkatan yang rencananya lulus bareng Ahmad Ansori, Rija Hajil Akbar, dan Agyl Bayu.
11. Seluruh Keluarga besar Mahasiswa Teknik Mesin Universitas Sriwijaya terutama teman-teman seperjuangan angkatan 2012.
12. Semua pihak yang telah memberikan dukungan dan motivasi kepada penulis yang tidak bisa disebutkan satu persatu.

Dalam penulisan skripsi ini, mungkin terdapat kekurangan, oleh karena itu kritik dan saran serta masukan yang bersifat membangun sangat penulis harapkan untuk membantu dalam perbaikan. Penulis mengharapkan semoga skripsi dengan judul “Pengaruh Tingkat Deformasi Pada Proses Penempaan Terhadap Sifat Mekanik dan Struktur Mikro Pada Baja Karbon Rendah” dapat berguna dan memberikan manfaat untuk kemajuan ilmu pengetahuan dan teknologi serta menjadi referensi bagi yang akan mengkaji dimasa yang akan datang.

Indralaya, February 2018
Penulis

Muhammad Wahyu Syahridan
NIM. 03121005021

RINGKASAN

PENGARUH TINGKAT DEFORMASI PADA PROSES PENEMPAAAN TERHADAP SIFAT MEKANIK DAN STRUKTUR MIKRO BAJA KARBON RENDAH

Karya Tulis Ilmiah Berupa Skripsi, Februari 2018

Muhammad Wahyu Syahridan; Dibimbing oleh Ir. Helmy Alian, MT.

xxvii + 40 halaman, 4 tabel, 22 gambar, 24 lampiran.

Proses penempaan khususnya penempaan tradisional menggunakan palu / *open die forging* merupakan metode untuk memperoleh sifat mekanik yang lebih baik dengan proses yang tidak terlalu mahal. Spesimen mengalami deformasi dikarenakan adanya gaya yang diberikan dari palu yang menyebabkan pergerakan kristal dan menyebabkan dislokasi pada strukturnya. Dan karena proses penempaan menghasilkan tegangan sisa dan kemungkinan terjadinya cracking maka dilakukan *quenching* untuk meminimalisir hal tersebut. Tujuan penulis adalah untuk mengamati pengaruh tingkat deformasi sebesar 20%, 40%, dan 60% terhadap sifat mekanis dan struktur mikronya dan melihat apakah sifat mekaniknya lebih baik dari pada bahan awal (*raw material*) tanpa perlakuan apapun. Dari hasil penelitian yang dilakukan didapat semakin tinggi tingkat deformasi maka nilai kekerasan semakin meningkat. Nilai kekerasan tertinggi didapat pada deformasi 60% sebesar 232,180 VHN. Hasil pengujian tarik yang didapat juga menunjukkan semakin tinggi deformasi semakin meningkat tegangan tariknya. Nilai tarik tertinggi didapat pada deformasi 60% sebesar 78,565 Kgf/mm^2 dan kekuatan regangan 54,450 Kgf/mm^2 . Hasil pengujian mikro menunjukan terbentuknya martensit.

Kata Kunci : Baja Karbon Rendah, Penempaan, Sifat mekanis, Struktur Mikro

SUMMARY

THE INFLUENCE OF DEFORMATION STAGES OF FORGING PROCESS ON MECHANICAL PROPERTIES AND MICRO STRUCTURE OF LOW CARBON STEEL

Scientific papers in the form of a scription, Feburary 2018

Muhammad Wahyu Syahridan; Supervised by Ir. Helmy Alian, MT.

xxvii + 36 pages, 4 tables, 22 images, 26 attechments.

Forging process especially traditional forging using hammer / open die forging is one of the methods to gain a better mechanical properties with less expensive process. The specimen sustain a deformation because of the force that given by the hammer that cause movement on crystal and causing dislocation on the structure. And because of the forging process could developing residual stress and chance of cracking then done quenching for minimize it to happen. The purpose from the writer is to inspect the influence deformation stages from 20%, 40%, and 60% on mechanical properties and micro structure and observe if the mechanical properties is better than the starting material (raw material) without treatment. From the result of research conducted found that the higher the deformation, the higher the hardness value is obtained. Maximum hardness value obtained from 60% deformation which is 232,182 VHN. Tensile test result also found that the higher the deformation, the higher the tensile value is obtained. Tensile strength value gained from 60% deformation is 78,565 Kgf/mm² and yield strength 54,450 Kgf/mm². The result from micro structure test showed that martensite is formed.

Keywords: Low Carbon Steel, Forging, Mechanical Properties, Micro Structure.

DAFTAR ISI



	Halaman
Halaman Judul.....	i
Halaman Pengesahan.....	iii
Halaman Persetujuan.....	v
Halaman Pengesahan Agenda.....	vii
Halaman Pernyataan Persetujuan Publikasi	ix
Halaman Pernyataan Integritas.....	xi
Kata Pengantar	xiii
Ringkasan	xv
Summary	xvii
Daftar Isi.....	xix
Daftar Gambar.....	xxi
Daftar Tabel.....	xxiii
Daftar Lampiran	xxv
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Rumusan Masalah.....	2
1.3. Batasan Masalah.....	2
1.4. Tujuan Penelitian	2
1.5. Manfaat Penelitian	3
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Baja Karbon.....	5
2.1.1. Baja Karbon Rendah.....	6
2.2. Perlakuan Panas.....	7
2.2.1. Quenching.....	7
2.3. Proses Penempaan	9
2.4. Struktur Mikro.....	10
2.4.1. Ferrit.....	10
2.4.2. Perlit.....	11
2.4.3. Martensit	12
2.5. Deformasi	13
2.5.1. Mekanisme Deformasi Secara Mikro	14
BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN.....	15

3.1 Diagram Alir Penelitian	15
3.2 Persiapan Spesimen	16
3.3 Persiapan Penelitian.....	16
3.3.1. Alat.....	17
3.3.2. Bahan	17
3.4 Proses Penempaan Palu	17
3.5 Proses <i>Heat Treatment</i>	18
3.5.1. Proses <i>Quenching</i>	19
3.6 Pengujian yang Dilakukan.....	19
3.6.1. Uji Kekerasan	20
3.6.2. Uji Tarik.....	21
3.6.3. Uji Mikrostruktur.....	22
BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN.....	25
4.1. Hasil Pengujian Komposisi Kimia	25
4.2. Hasil Pengujian Kekerasan.....	26
4.2.1. Hubungan Kekerasan terhadap tingkat deformasi	27
4.3. Hasil Pengujian Tarik.....	28
4.3.1 Hasil pengujian tarik pada spesimen yang terdeformasi	29
4.4 Hasil Pengujian Struktur Mikro	30
4.4.1 Pengujian Struktur Mikro Spesimen Raw Material	31
4.4.2 Pengujian Struktur Mikro Spesimen deformasi 20%	31
4.4.3 Pengujian Struktur Mikro Spesimen deformasi 40%	33
4.4.4 Pengujian Struktur Mikro Spesimen deformasi 60%	33
4.4.5 Pembahasan Hasil Pengujian Struktur Mikro	34
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN.....	37
5.1. Kesimpulan.....	37
5.2. Saran.....	38
DAFTAR PUSTAKA	39
LAMPIRAN	41

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1 Diagram fasa Fe – Fe ₃ C	10
Gambar 2.2 Struktur mikro polygonal ferit dan perlit pada BKR.....	11
Gambar 2.3 Mikro Martensit.....	12
Gambar 2.4 Bentuk Martensit (a) <i>Lath</i> dan (b) <i>Plate</i>	13
Gambar 3.1 Diagram Alir.....	15
Gambar 3.2 Ilustrasi spesimen	16
Gambar 3.3 Skema perlakuan panas <i>quenching</i>	19
Gambar 3.4 Mesin Uji Kekerasan Vickers.....	20
Gambar 3.5 Dimensi Spesimen Uji Tarik Standard ASTM D638-02A.....	21
Gambar 3.6 Mesin <i>Measuring Microscope</i>	23
Gambar 4.1 Grafik hubungan nilai kekerasan terhadap tingkat deformasi.	27
Gambar 4.2 Grafik nilai tegangan tarik terhadap kekerasan spesimen yang terdeformasi.....	30
Gambar 4.3 Struktur mikro raw material perbesaran 200x	31
Gambar 4.4 Struktur mikro spesimen 20% pembesaran 200x	32
Gambar 4.5 Struktur mikro spesimen 20% pembesaran 1000x	32
Gambar 4.6 Struktur mikro deformasi 40% pembesaran 200x	33
Gambar 4.7 Struktur Mikro deformasi 60% pembesaran 200x	36
Gambar 4.8 Struktur Mikro deformasi 60% pembesaran 1000x	36

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2.1 Pengaruh Media quench	9
Tabel 4.1 Hasil pengujian komposisi kimia plat baja karbon rendah (Laboratorium NDT PT.PUSRI Palembang)	26
Tabel 4.2 Hasil pengujian kekerasan vickers	27
Tabel 4.3 Hasil pengujian Uji Tarik	29

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
LAMPIRAN A.1 Pengolahan Data Uji Kekerasan	40
LAMPIRAN A.2 Pengujian Tarik	50
LAMPIRAN A.3 Pengujian Struktur Mikro	53
LAMPIRAN A.4 Proses Pengujian.....	57
LAMPIRAN A.5 Alat dan bahan	60

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pada dunia industri baja karbon merupakan material yang paling banyak dipakai dan sangat ekonomis, perkiraan penggunaannya mencapai 85% total produksi tahunan di seluruh dunia (Edwin,2009). Walaupun ketahanan korosi material ini sangat terbatas, ribuan ton baja karbon digunakan pada beragam industri. Contohnya adalah industri transportasi yang menggunakan bahan baja sebagai pilihan untuk dasar kerangka mobil, pesawat, maupun kapal.

Pengembangan metode penguatan sifat mekanik baja digali untuk memperoleh sifat fisik baja yang lebih baik dengan proses yang tidak terlalu mahal dan hasil pengembangan dapat digunakan dalam berbagai aplikasi. Beberapa contoh dari beberapa pengaplikasiannya adalah kerangka, *spare part* mobil maupun motor, tangki penyimpanan, *tube* pada *heat exchanger*, dan masih banyak lagi.

Perlakuan panas merupakan salah satu metode perlakuan terhadap material logam yang menghasilkan struktur mikro yang halus dengan temperature kerja diantara pengerjaan panas dan dingin. Parameter perlakuan panas dapat juga dipakai untuk mengontrol sifat plat yang dihasilkannya. Hal ini sejalan dengan prinsip yang menyatakan bahwa sifat bahan itu dipengaruhi oleh stuktur bahan dan struktur bahan dipengaruhi oleh komposisi bahan dan proses pengolahan/pengerjaan (Chajes *et.al*,1963)

Pada baja karbon rendah sifat mekanik bergantung pada mikrostrukturnya. Beberapa metode yang digunakan indsturi untuk memperhalus struktur butir yaitu: memodifikasi komposisi kimia, deformasi plastis melalui penempaan. Proses penempaan yang akan dilakukan adalah penempaan dengan palu yang merupakan proses penempaan tertua. Oleh

karena itu untuk memperkuat sifat dan karakteristik besi akan dilakukan *quenching*.

Berdasarkan pemaparan diatas maka penulis memutuskan membuat skripsi dengan judul **PENGARUH TINGKAT DEFORMASI PADA PROSES PENEMPAAN TERHADAP SIFAT MEKANIK DAN STRUKTUR MIKRO BAJA KARBON RENDAH.**

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang diatas maka didapatkan perumusan masalah dimana suatu deformasi pada suatu bahan atau material akan mempengaruhi struktur mikro, dan sifat mekaniknya. Untuk mendapatkan hasil yang bagus maka dilakukan proses perlakuan panas setelah penempaan.

1.3 Batasan Masalah

Batasan masalah pada penelitian ini meliputi :

1. Bahan baku plat adalah baja karbon rendah
2. Proses penempaan yang digunakan adalah penempaan menggunakan palu / *open forging*.
3. Pada proses penempaan yang dilakukan dengan variasi deformasi menjadi 20%, 40% dan 60%.
4. Uji karakteristik meliputi pengujian kekerasan, tarik, dan struktur mikro.

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut ini :

1. Menganalisis pengaruh tingkat derajat deformasi terhadap struktur mikro pada baja karbon rendah.
2. Menganalisis pengaruh tingkat derajat deformasi terhadap sifat mekanik pada baja karbon rendah.

1.5 Manfaat Penelitian

1. Dapat menganalisis perbedaan yang terjadi pada setiap tingkat deformasi terhadap sifat mekanik dan struktur mikronya.

DAFTAR PUSTAKA



- ASM Handbook Committee. 1998. *Heat Treating*. Volume 4. ASM International.
- ASM Handbook Committee. 1998. *Mechanical Testing and Evaluation*. Volume 8, ASM Internasional.
- ASM Handbook Committee. 1998. *Metallography and Microstructures*. Volume 9, ASM International.
- ASM Handbook Committee. 1998. *Forming and Forging*. Volume 14, ASM Internasional.
- ASTM and Environments, C.A., 2010. "ASTM-D638-02A Standard Test Method for Tensile Properties of Plastic" Manual Book of ASTM Standards.
- Calister D. William. 2000. *Fundamental of Materials Science and Engineering*. Edisi 5, Departement of Metallurgical Engineering University of Utah.
- Chajes, A., Britvec, A.J., Warren, K.W., Urib, J. 1963. *Effect of cold work in cold-formed steel structural members*. Missouri University of science and technology.
- Chambell F.C. 2012. *Phase Diagrams : Understanding The Basic*. ASM International. Materials Park, Ohio.
- Degarmo E P. 2003. *Material and Proces in Manufacturing*. Edisi 9. New York. Macmillan.
- Dieter, George E. 1961. *Mechanical Metallurgy*. McGraw-hill Book Company, New York.
- Djafri, Sriati. 1987. *Metalurgi Mekanik*, Terjemahan dari Mechanical Metallurgy. Erlangga, Jakarta
- Doan, G.E. 1952. *The Principles of Physical Metallurgy*. McGraw-hill Book Company, New York.
- Edwin, S. 2009. ASA Materials Market Disgest. www.asa.net.

- Ma, F.C., Lu., W.J., Qin, J.N & Zhang, D. 2006. The Effect of Forging on Microstructure and Mechanical Properties of In Situ TiC/Ti Composite. Shanghai Jiao Tong University, China.
- Kuziak, R., Cheng, Y.W., Glowacki, M., Pietrzyk, M. 1997. Modeling of the Microstructure and Mechanical Properties of steel during Thermomechanical Processing. Washington.
- Krauss, G. 1995. Heat Treatment and Processing Principles. ASM International.
- Mabruri, Effendi. 2012. Aplikasi Severe Plastic Deformation (SPD) dan Heavy Cold Rolling Pada Baja Tahan Karat Austenitik 316L. Pusat Penelitian Metalurgi. LIPI.
- Murtiono, Arief. 2012. Pengaruh Quenching dan Tempering Terhadap Kekerasan dan Kekuatan Tarik Serta Struktur Mikro Baja Karbon Sedang Untuk Mata Pisau Pemanen Sawit. Departemen Teknik Mesin Fakultas Teknik. Universitas Sumatera Utara.
- Pickering, F. B. 1978. *Physical Metallurgy and the design of the steels*. Applied Science Publishers, London.
- Smallman, R. E. and Bishop, R. J. 1999. *Modern Physical Metallurgy and Materials Engineering*. Oxford, Butterworth-Heinemann.
- Gunduz, S and Capar, A. 2005. Influence of forging and cooling rate on microstructure and properties of medium carbon microalloy forging steel. *Jurnal of Material Science*. Zonguldak Karaelmas University, Turkey.
- Surdia, T. 1999. *Pengetahuan Bahan Teknik*. Jakarta: Pradnya Paramita