

**ANALISA PENGARUH *HEAT TREATMENT (HARDENING)*
TERHADAP SIFAT MEKANIK DAN STRUKTUR MIKRO BESI
COR NODULAR (FCD 60)**



MUHAMMAD ZAMROJI

(2014030415)

PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS PAMULANG

PAMULANG

2018

**ANALISA PENGARUH *HEAT TREATMENT (HARDENING)*
TERHADAP SIFAT MEKANIK DAN STRUKTUR MIKRO BESI
COR NODULAR (FCD 60)**

SKRIPSI

Disusun Untuk Memenuhi Persyaratan Tugas Akhir Jurusan Teknik Mesin

Fakultas Teknik Mesin



oleh :

MUHAMMAD ZAMROJI

2014030415

PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN

UNIVERSITAS PAMULANG

Jln. Surya Kencana No. 1 Pamulang Barat Tlp./Fax. (021) 7412566

Tangerang Selatan – Banten 15417

2018

LEMBAR PERNYATAAN HASIL KARYA SENDIRI

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : MUHAMMAD ZAMROJI
NIM : 2014030415
Program Studi : Teknik Mesin
Fakultas : Teknik

Dengan ini menyatakan bahwa Tugas Akhir ini dengan judul "**ANALISA PENGARUH *HEAT TREATMENT (HARDENING)* TERHADAP SIFAT MEKANIK DAN STRUKTUR MIKRO BESI COR NODULAR (FCD 60)**" adalah hasil karya saya sendiri, kecuali pada bagian yang telah disebutkan sumbernya sebagai bahan rujukan.

Atas pernyataan ini saya siap menanggung resiko yang dijatuhkan kepada saya apabila kemudian ditemukan adanya pelanggaran terhadap etika keilmuan dalam karya saya atau klaim dari pihak lain terhadap keaslian karya saya ini.

Pamulang, 13 AGUSTUS 2018



MUHAMMAD ZAMROJI

(2014030415)

LEMBAR PERSETUJUAN

ANALISA PENGARUH *HEAT TREATMENT (HARDENING)* TERHADAP SIFAT MEKANIK DAN STRUKTUR MIKRO BESI COR NODULAR (FCD60)

Sekripsi Disusun Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat Mendapatkan Gelar Sarjana
Dari Universitas Pamulang

Dipertahankan Dihadapan Dewan Penguji Program studi Teknik Mesin
Univeritas Pamulang

Pada Tanggal : 15 Oktober 2018

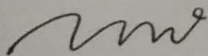
Oleh:

MUHAMMAD ZAMROJI

2014030415

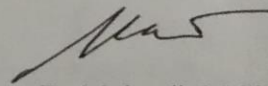
Telah diperiksa dan disetujui serta dianggap layak untuk diuji secara lisan
melalui Sidang Tugas Akhir oleh :

Pembimbing I



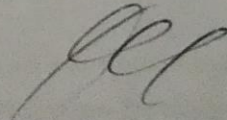
(Ir. Sunardi, M.T.)
NIDN. 0406055502

Pembimbing II



(Ir. Mulyadi, M.Si.)
NIDN. 8868500016

Ketua Program Studi Teknik Mesin



(Ir. Djuhana, M.Si.)
NIDN. 0405065404

LEMBAR PENGESAHAN

ANALISA PENGARUH *HEAT TREATMENT (HARDENING)* TERHADAP SIFAT MEKANIK DAN STRUKTUR MIKRO BESI COR NODULAR (FCD60)

Skripsi Disusun Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat Mendapatkan Gelar
Sarjana Dari Universitas Pamulang

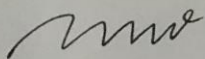
Oleh :

MUHAMMAD ZAMROJI

2014030415

Telah Diuji Dan Dinyatakan Lulus Dihadapan Dewan Penguji Fakultas Teknik
Universitas Pamulang
Pada Tanggal : 15 Oktober 2018

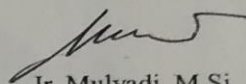
Pembimbing I



Ir. Sunardi, M.T.

NIDN: 0406055502

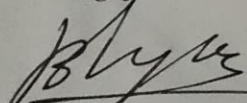
Pembimbing II



Ir. Mulyadi, M.Si.

NIDN: 8868500016

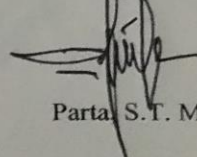
Penguji I



Prof. Perdanawan Sebayang

NIDN: 8866200016

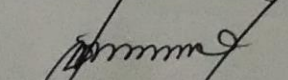
Penguji II



Parta, S.T. MT.

Dekan Fakultas Teknik

Universitas Pamulang



Dr. Ir. Dadang Kurnia, M.M.

NIDN: 0408085402

LEMBAR PENGESAHAN PERBAIKAN

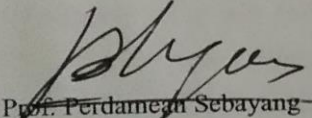
ANALISA PENGARUH *HEAT TREATMENT (HARDENING)* TERHADAP SIFAT MEKANIK DAN STRUKTUR MIKRO BESI COR NODULAR (FCD60)

NAMA : MUHAMMAD ZAMROJI
NIM : 2014030415
PROGRAM STUDI : TEKNIK MESIN
FAKULTAS : TEKNIK

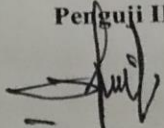
Menerangkan bahwa tugas akhir ini telah berhasil dipertahankan dalam sidang Tugas Akhir disetujui serta diterima sebagai persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Pamulang.
Pamulang, 29 Oktober 2018

Menyetujui :

Penguji I

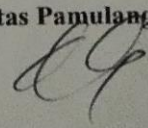

Prof. Perdamean Sebayang
NIDN: 8866200016

Penguji II


Parta, S.T MT.

Mengetahui :

Ka. Program Studi Teknik Mesin
Universitas Pamulang


Ir. Djuhana, M.Si.

NIDN: 0405065404

**LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI
KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS
(Hasil Karya Perorangan)**

Sebagai sivitas akademik Universitas Pamulang, saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : MUHAMMAD ZAMROJI

NIM : 2014030415

Program Studi : Teknik Mesin

Fakultas : Teknik

Jenis Karya : Skripsi/tugas akhir/tesis/laporan penelitian/makalah

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Pamulang Hak Bebas Royalti Non- Eksklusif (Non- exclusive Royalty Free Right) atas karya ilmiah saya yang berjudul :

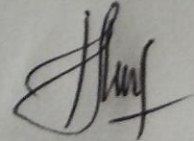
**ANALISA PENGARUH *HEAT TREATMENT (HARDENING)* TERHADAP
SIFAT MEKANIK DAN STRUKTUR MIKRO BESI COR NODULAR
(FCD60)**

Beserta perangkat yang ada (bila diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalty Non-Eksklusif ini Universitas Pamulang berhak menyimpan, mengalihmedia, dan mempublikasikannya di internet untuk kepentingan akademis tanpa perlu meminta ijin dari saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta. Segala bentuk tuntutan hukum yang timbul atas pelanggaran Hak Cipta dalam karya ilmiah ini menjadi tanggung jawab saya pribadi.

Demikianlah pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Pamulang, 13 Oktober 2018

Yang menyatakan



(MUHAMMAD ZAMROJI)

RIWAYAT HIDUP



MUHAMMAD ZAMROJI, dilahirkan pada 8 Desember 1990 di Desa Garum Kabupaten Blitar. Anak keempat dari empat bersaudara dari pasangan suami istri Bapak Markhaban dan Ibu Siti Asiyah.

Peneliti menyelesaikan pendidikan di Sekolah Dasar di MI Darul Huda Desa Tingal Kecamatan Garum pada tahun 2004. Pada tahun itu juga peneliti melanjutkan pendidikan di MTs NU Garum dan tamat pada tahun 2007 kemudian melanjutkan Sekolah Menengah Atas atau sederajat di SMK Negeri 01 Kota Blitar dan selesai pada tahun 2010. Hingga akhirnya peneliti sedang menempuh kuliah di Fakultas Teknik Jurusan Teknik Mesin Universitas Pamulang Kota Tangerang Selatan.

Dengan ketekunan, motivasi tinggi untuk terus belajar dan berusaha, peneliti sedang menyelesaikan pengerjaan tugas akhir skripsi yang berjudul **“ANALISA PENGARUH *HEAT TREATMENT (HARDENING)* TERHADAP SIFAT MEKANIK DAN STRUKTUR MIKRO BESI COR NODULAR (FCD60)”**. Semoga dengan penelitian tugas akhir kerja praktek ini mampu memberikan kontribusi positif terhadap dunia pendidikan dan khususnya untuk peneliti.

MOTTO

1. Harga kebaikan manusia adalah diukur menurut apa yang telah dilaksanakan/diperbuatnya.
2. Jadilah seperti karang di lautan yang kuat dihantam ombak dan kerjakanlah hal yang bermanfaat untuk diri sendiri dan orang lain, karena hidup hanyalah sekali. Ingat hanya pada Allah apapun dan di manapun kita berada kepada Dia-lah tempat meminta dan memohon.

ABSTRAK

Logam besi cor dapat dilakukan perlakuan panas untuk memperbaiki sifat-sifatnya. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh perlakuan panas terhadap sifat mekanik dan struktur mikro besi cor grafit. Bahan yang dipakai ini berupa besi cor nodular *as-cast* FCD 60 hasil pembelian di salah satu toko besi di Jakarta. Pada penelitian diuji sifat mekanik (kekerasan) serta pengamatan *metallografi*. Pada struktur mikro pada besi cor nodular FCD60 terdapat fasa penyusun antara lain *ferrite*, *pearlite* dan *carbida*. Spesimen non *heat treatment* memiliki rata-rata kekerasan sebesar 21 HRc, spesimen hasil *heat treatment* 800° C memiliki kekerasan rata-rata sebesar 25,33 HRc, spesimen hasil *heat treatment* 850° C memiliki kekerasan rata-rata sebesar 40,33 HRc, spesimen hasil *heat treatment* 900° C memiliki kekerasan rata-rata sebesar 38,66 HRc. Nilai kekerasan terbesar yaitu hasil *heat treatment* 850° C yaitu sebesar 40,33 HRc. Sepesimen hasil *heat treatment* memiliki susunan butiran yang semakin besar, jumlah *ferrite* meningkat dan *carbida* juga mengalami peningkatan.

Kata kunci : besi cor, besi cor nodular FCD60, *heat treatment*, uji *rockwell* dan struktur mikro

ABSTRACT

Cast iron metal can be treated heat to improve its properties. This study aims to determine the effect of heat treatment on mechanical properties and microstructure of graphite cast iron. The material used is in the form of nodular cast iron as-cast FCD 60 from the purchase at one of the iron shops in Jakarta. In this study the mechanical properties (hardness) and metallographic observations were tested. In the microstructure of nodular cast iron FCD60 there are constituent phases including ferrite, pearlite and carbide. Non heat treatment specimens had an average hardness of 21 HRc, heat treatment specimens of 800 ° C had an average hardness of 25.33 HRc, heat treatment 850 ° C specimens had an average hardness of 40.33 HRc, specimens the results of heat treatment 900 ° C had an average hardness of 38.66 HRc. The greatest hardness value is the result of heat treatment 850 ° C which is equal to 40.33 HRc. The heat treatment specimen has a larger grain arrangement, the number of ferrite increases and carbide also increases.

Keywords: cast iron, nodular cast iron FCD60, heat treatment, rockwell test and microstructure

KATA PENGANTAR

Rasa syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT karena berkat rahmat dan karuniaNya penulis dapat menyelesaikan penelitian tugas akhir dengan baik sesuai waktu yang ditentukan.

Penelitian ini ditulis agar mahasiswa mendapat gambaran tentang bagaimana membuat tugas akhir dengan baik dan benar, dan juga untuk menambah bekal pengalaman yang berhubungan dengan Teknik Mesin secara khusus.

Penelitian ini mengambil judul **“ANALISA PENGARUH *HEAT TREATMENT (HARDENING)* TERHADAP SIFAT MEKANIK DAN STRUKTUR MIKRO BESI COR NODULAR (FCD60)”**.

Penyusunan tugas akhir ini tentunya masih kurang dari kata sempurna, tetapi penulis berusaha semaksimal mungkin untuk dapat menyelesaikan dengan kekurangan dan keterbatasan yang ada.

Penulis menyadari, tugas akhir yang penulis tulis ini tidak mungkin terselesaikan tanpa adanya dukungan, bantuan, bimbingan, arahan, nasehat, dan do'a dari berbagai pihak selama proses penyelesaian skripsi ini. Pada kesempatan ini penulis tidak lupa mengucapkan rasa terimakasih yang tak terhingga dan penghargaan yang setinggi – tingginya kepada semua pihak yang bersimpati dan membantu penulis dalam menyelesaikan tugas akhir ini, diantaranya :

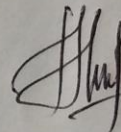
1. Ir. Djuhana, M,Si selaku Ketua Program Studi Teknik Mesin Universitas Pamulang.
2. Sunardi selaku pembimbing I skripsi yang telah meluangkan waktu dan tenaga untuk memberi saran, motivasi, serta selalu sabar dalam membimbing penulis dari awal hingga akhir pembuatan skripsi.
3. Ir.mulyadi M,Si selaku dosen pembimbing II dosen yang membantu dalam melakukan pengujian dari awal hingga selesai.

4. Kedua orang tua atas segala limpahan kasih sayang, do'a, dan dukungan yang diberikan pada setiap langkah saya.
5. Seluruh anggota kelompok sekripsi yang selalu bersama – sama dalam duka dan suka dalam menyusun sekripsi ini.
6. Teman – teman reguler B TMSMD angkatan 2014 atas kebersamaan dan pertemanannya selama ini.
7. Semua pihak yang belum disebutkan satu persatu yang bersedia membantu dengan ikhlas dan tulus.

Akhir kata semoga Allah SWT meridhoi dan merahmati atas apa yang telah penulis lakukan. Penulis menyadari bahwa dala penulisan tugas akhir ini masih jauh dari sempurna. Oleh karena itu, penulis sangat mengharapkan keritik dan saran untuk menyempurnakannya. Semoga tugas akhir ini dapat bermanfaat bagi penulis dan pembacanya.

Pamulang, 13 Oktober 2018

Hormat saya



(MUHAMMAD ZAMROJI)

DAFTAR ISI

COVER	ii
HALAMAN LEMBAR PENGESAHAN HASIL KARYA SENDIRI	iii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iv
HALAMAN PENGESAHAN PERBAIKAN.....	v
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN.....	vi
LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI.....	vii
DAFTAR RIWAYAT HIDUP	viii
MOTTO	ix
ABSTRAK	x
<i>ABSTRAKS</i>	xi
KATA PENGHANTAR.....	xii
DAFTAR ISI.....	xiv
DAFTAR GAMBAR	xviii
DAFTAR TABEL	xx
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumus Masalah	1
1.3 Batasan Masalah.....	2
1.4 Tujuan Penelitian	2

1.5	Manfaat Penelitian	2
1.6	Metode Penelitian.....	3
1.7	Sistematika Penulisan.....	3
BAB II LANDASAN TEORI		5
2.1	<i>Heat Treatment</i>	5
2.1.1	<i>Hardening</i>	6
2.1.2	<i>Tempering</i>	7
2.1.3	<i>Anealing</i>	8
2.1.4	<i>Normalizing</i>	9
2.1.5	<i>Holding Time</i>	10
2.1.6	<i>Quenching</i>	11
2.2	Pengujian Kekerasan	14
2.2.1	<i>Ball Indentation test (Brinel)</i>	14
2.2.2	<i>Cone Indentation Test (Rockwell)</i>	14
2.2.3	<i>Pyramide Indentation Test (Vickers)</i>	15
2.3	Mikro struktur Logam	16
2.3.1	<i>Metalografi</i>	17
2.3.2	Fungsi Struktur Mikro.....	17
2.4	Besi Tuang (<i>Cast Iron</i>).....	18
2.4.1	Komposisi Besi Tuang	18

2.4.2	Jenis Besi Tuang	19
2.4.3	Sifat besi Tuang	20
2.4.4	Aplikasi Besi Tuang	21
2.5	Besi Cor Nodular (FCD)	21
BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....		23
3.1	Tempat dan waktu penelitian	23
3.1.1	Tempat penelitian.....	23
3.1.2	Waktu penelitian	23
3.2	Perosedur Penelitian.....	23
3.3	Persiapan alat dan bahan penelitian	24
3.3.1	Bahan Penelitian.....	24
3.3.2	Persiapan Alat	24
3.4	Proses Pengerjaan	28
3.4.1	Proses Pemotongan	28
3.4.2	Proses Pembubutan	29
3.4.3	Proses <i>Hardening</i>	29
3.4.4	Proses <i>Quenching</i>	30
3.4.5	Proses Uji <i>Rockwell</i>	30
3.4.6	Proses Uji Struktur Mikro	31
3.5	Diagram Alir Penelitian	32

BAB IV HASIL ANALISA DAN PEMBAHASAN	33
4.1 Data Hasil Pengujian.....	33
4.1.1 Pengujian <i>Rockwell</i>	33
4.1.2 Pengamatan Struktur Mikro	35
BAB V PENUTUP	41
5.1 Kesimpulan	41
5.2 Saran.....	41
DAFTAR PUSTAKA	42
DAFTAR LAMPIRAN.....	44

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Diagram fasa Fe-Fe ₃ C	9
Gambar 2.2 <i>Isothermal Tranformation Diagram</i>	12
Gambar 2.3 <i>Continuos Cooling Transformation Diagram</i>	13
Gambar 2.4 Posisi Beban Penekanan Metode <i>Brinell</i>	14
Gambar 2.5 Posisi Beban Penekanan Metode <i>Rockwell</i>	15
Gambar 2.6 Posisi Beban Penekanan Metode <i>Vickers</i>	16
Gambar 2.7 Gambar Struktur Mikro Logam.....	16
Gambar 2.8 Struktur Mikro Besi Cor Nodular.....	22
Gambar 3.1 Bahan Besi Cor Nodular FCD 60.....	24
Gambar 3.2 Mesin Gergaji Besi.....	25
Gambar 3.3 <i>Vernier Caliper</i>	25
Gambar 3.4 Mesin Bubut	26
Gambar 3.5 Alat Uji <i>Rockwell</i>	27
Gambar 3.6 Media <i>Quenching</i> Oli.....	28
Gambar 3.7 Alat Uji Struktur Mikro.....	28
Gambar 3.8 Proses Pemotongan	29
Gambar 3.9 Proses Pembubutan	29
Gambar 3.10 Proses <i>Hardening</i>	30
Gambar 3.11 Proses <i>Quenching</i>	30

Gambar 3.12 Pengujian <i>Rockwell</i>	31
Gambar 3.13 Pengamatan Struktur Mikro	31
Gambar 3.14 Diagram Alir Penelitian	32
Gambar 4.1 Hasil Pengujian <i>Rockwell</i>	33
Gambar 4.2 Grafik Hasil Pengujian <i>Rockwell</i>	34
Gambar 4.3 Grafik Rata-Rata Hasil Pengujian <i>Rockwell</i>	35
Gambar 4.4 Foto Struktur Mikro Spesimen 1(Tanpa <i>Heat Treatment</i>)	36
Gambar 4.5 Foto Struktur Mikro Spesimen 2 (<i>Heat Treatment</i> 800° C)	36
Gambar 4.6 Foto Struktur Mikro Spesimen 2 (<i>Heat Treatment</i> 850° C)	37
Gambar 4.7 Foto Struktur Mikro Spesimen 2 (<i>Heat Treatment</i> 900° C)	38

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Sifat Mekanik Besi Cor Nodular 700 Menurut Standar JIS.....	21
Tabel 4.1 Data hasil Uji <i>Rockwell</i>	34
Tabel 4.2 <i>Ferrite-Pearlite Report</i> Spesimen 1.....	36
Tabel 4.3 <i>Ferrite-Pearlite Report</i> Spesimen 2.....	37
Tabel 4.4 <i>Ferrite-Pearlite Report</i> Spesimen 3.....	37
Tabel 4.5 <i>Ferrite-Pearlite Report</i> Spesimen 4.....	38