

TUGAS AKHIR

**KARAKTERISASI MATERIAL BESI COR KELABU
AKIBAT PENGARUH FeSi 3% BERAT PADA PROSES *CASTING*
DENGAN CETAKAN LOGAM DAN PASIR**



Disusun

Deni Ari Kusuma

D200160106

**JURUSAN TEKNIK MESIN FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA**

2021

PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Saya menyatakan dengan sesungguhnya bahwa tugas akhir saya dengan judul: **“KARAKTERISASI MATERIAL BESI COR KELABU AKIBAT PENGARUH FeSi 3% BERAT PADA PROSES *CASTING* DENGAN CETAKAN LOGAM DAN PASIR”** yang dibuat untuk memenuhi sebagian syarat untuk memperoleh gelar sarjana S1 pada Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta, sejauh yang saya ketahui bukan merupakan suatu tiruan atau duplikasi dari tugas akhir yang sudah dipublikasikan dan atau pernah dipakai untuk mendapatkan gelar kesarjanaan di lingkungan Universitas Muhammadiyah Surakarta atau instansi manapun, kecuali bagian yang sumber informasinya saya cantumkan sebagai mana mestinya.

Surakarta, 5 Oktober 2020

Yang Menyatakan



DENI ARI KUSUMA

D 200 160 106

HALAMAN PERSETUJUAN

Tugas Akhir berjudul “**KARAKTERISASI MATERIAL BESI COR KELABU AKIBAT PENGARUH FeSi 3% BERAT PADA PROSES *CASTING* DENGAN CETAKAN LOGAM DAN PASIR**” telah disetujui oleh Pembimbing dan diterima untuk memenuhi sebagian persyaratan memperoleh derajat Sarjana S1 pada jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta.

Dipersiapkan oleh:

Nama : **DENI ARI KUSUMA**

NIM : **D200160106**

Disetujui pada:

Hari : Jum'at

Tanggal : 28 Mei 2021

Dosen Pembimbing



Agus Yulianto, S.T., M.T.

HALAMAN PENGESAHAN

Tugas Akhir berjudul “KARAKTERISASI MATERIAL BESI COR KELABU AKIBAT PENGARUH FeSi 3% BERAT PADA PROSES *CASTING* DENGAN CETAKAN LOGAM DAN PASIR” telah dipertahankan di hadapan Tim Penguji dan telah dinyatakan sah untuk memenuhi sebagian syarat memperoleh derajat Sarjana S1 pada jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta.

Dipersiapkan oleh:

Nama : **DENI ARI KUSUMA** NIM : **D200160106**

Disahkan pada:

Hari / Tanggal : **Jumat / 28 Mei 2021**

Tim Penguji :

Ketua : **Agus Yulianto S.T.,M.T.**

(.....)

Sekretaris : **Amin Sulistyanto S.T.,M.T.**

(.....)

Anggota : **Ir. Agus Hariyanto M.T.**

(.....)

Ketua Jurusan Teknik Mesin
Universitas Muhammadiyah Surakarta



Ir. Subroto, M.T.



UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA

FAKULTAS TEKNIK

PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN

Jl. A.Yani, Pabelan, Kartasura, Tromol Pos I Telp. (0271) 717417 ext. 222

LEMBAR SOAL TUGAS AKHIR

Berdasarkan Surat Keputusan Rektor Universitas Muhammadiyah Surakarta Nomor 129/II/2020 Tanggal 10 September 2020 tentang Pembimbing Tugas Akhir dengan ini :

Nama : Agus Yulianto, S.T., M.T.
Pangkat/Jabatan : Lektor
Kedudukan : Pembimbing

Memberikan Soal Tugas Akhir kepada mahasiswa :

Nama : Deni Ari Kusuma
Nomor Induk : D200 160 106
Jurusan/Semester : Teknik Mesin / Akhir
Judul/Topik : Karakterisasi Material Besi Cor Kelabu Akibat Pengaruh FeSi 3% Berat Pada Proses *Casting* dengan Cetakan Logam dan Pasir.
Rincian Soal/Tugas : Meneliti Pengaruh dari Penambahan FeSi 3% Berat pada Besi Cor Kelabu dengan Proses Pengecoran pada Cetakan Pasir dan Logam

Demikian Soal Tugas Akhir ini dibuat untuk dapat dilaksanakan sebagaimana mestinya.

Surakarta, 5 Oktober 2020

Pembimbing

Agus Yulianto, S.T., M.T.

MOTTO

“Boleh jadi kamu membenci sesuatu padahal ia amat baik bagimu, dan boleh jadi pula kamu menyukai sesuatu padahal ia amat buruk bagimu, Allah mengetahui sedang kamu tidak mengetahui.”

(Qs. Al-Baqarah : 216)

"Karena sesungguhnya sesudah kesulitan itu ada kemudahan. Sesungguhnya sesudah kesulitan itu ada kemudahan."

(Qs. Al-Insyrah: 5-6)

"Slow progress is better than no progress."

(Unknow)

“Seberat-beratnya revisi, jangan lupa untuk Rank”

(Penulis)

“Jangan menungu. Takkan pernah ada waktu yang tepat”

(Napoleon Hill)

“Tak perlu peduli soal nilai, karena lebih baik nilai A daripada AB”

(Penulis)

“Saya datang, saya bimbingan, saya ujian, saya revisi, dan saya menang”

(Penulis)

HALAMAN PERSEMBAHAN

Penulis persembahkan Tugas Akhir ini kepada:

- Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini.
- Kedua orang tua, Alm. Bapak Sulardi dan Ibu Paniyem yang selain sebagai orang tua namun juga sebagai pahlawan yang telah memberikan motivasi dan contoh yang baik dalam membentuk karakter saya, meskipun semua itu dilakukan dengan penuh perjuangan dan air mata yang semata-mata ingin menjadikan anaknya berakhlak dan dapat bermanfaat bagi orang lain.
- Kawan-kawan HH *Second Home* (Reksi, Bryan, Embun, Ijo, Mondol), Calon *Cumlaude*, Remaguci, kelas C yang selalu menghibur dan memberi bantuan dikala susah dan senang.
- Seluruh Dosen Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Surakarta.

**KARAKTERISASI MATERIAL BESI COR KELABU AKIBAT
PENGARUH FeSi 3% BERAT PADA PROSES CASTING DENGAN
CETAKAN LOGAM DAN PASIR**

Deni Ari Kusuma dan Agus Yulianto

Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta

Jl. Ahmad Yani Tromol Pos 1 Pabelan, Kartasura

Email: deniary46@gmail.com

ABSTRAK

Besi cor kelabu atau grey cast iron adalah salah satu logam cor paling populer digunakan dalam industri pengecoran logam. Besi cor kelabu sering ditambah dengan unsur lain untuk membuat karakteristiknya sesuai dengan kebutuhan, proses ini disebut inokulasi. Inokulasi dilakukan pada saat pengecoran, pada saat besi cor dalam kondisi cair.

Penelitian ini bertujuan untuk meneliti karakteristik dari besi cor kelabu akibat pengaruh dari FeSi 3% pada proses casting. Penelitian ini menggunakan tiga metode pengujian, yaitu pengujian kekerasan, struktur mikro, dan uji SEM-EDS dengan proses pengecoran menggunakan cetakan logam dan cetakan pasir.

Hasil yang didapatkan pada uji kekerasan metode brinell, bagian besi cor yang paling keras yaitu pada bagian produk besi cor potongan bawah cetakan logam yakni sebesar 260 BHN dan kekerasan paling rendah pada bagian potongan atas spesimen besi cor dengan cetakan pasir yakni sebesar 197 BHN. Struktur mikro pada spesimen cetakan logam, peralihan, dan pasir hampir sama, terlihat grafit memanjang dengan fasa perlit paling dominan, namun pada cetakan pasir potongan bagian bawah muncul fasa ledeburit menuju sementit. Pada uji SEM-EDS terlihat bahwa persebaran unsur Si tidak terlalu berbeda jauh antar cetakan, masih sekitar 3%.

Kata Kunci : Besi Cor Kelabu, Pengaruh FeSi, Karakterisasi Besi Cor

CHARACTERIZATION OF THE MATERIAL OF GRAY CAST IRON DUE TO THE EFFECT OF FeSi 3% WEIGHT IN THE CASTING PROCESS WITH IRON MOULD AND SAND MOULD

Deni Ari Kusuma dan Agus Yulianto

Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta

Jl. Ahmad Yani Tromol Pos 1 Pabelan, Kartasura

Email: deniary46@gmail.com

ABSTRACT

Gray cast iron is one of the most popular cast metals used in the metal casting industry. Gray cast iron is often added with other elements to make its characteristics fit the needs, this process is called inoculation. Inoculation is carried out at the time of casting, when the cast iron is in a liquid state.

This study aims to examine the characteristics of gray cast iron due to the effect of Si 3% on the casting process. This study uses three testing methods, namely hardness testing, microstructure, and SEM-EDS testing with the casting process using metal molds and sand molds.

The results obtained in the brinell method hardness test, the hardest part of cast iron is in the lower cut cast iron product section of the metal mold, which is 260 BHN and the lowest hardness is the top cut of the cast iron specimen with sand mold, which is 197 BHN. The microstructure of the metal, intermediate and sand mold specimens were almost the same, it was seen that the longitudinal graphite with the pearlite phase was the most dominant, but in the lower cut sand mold, the ledeburite phase to cementite appeared. In the SEM-EDS test, it was seen that the Si element dispersion did not differ too much between the molds, still around 3%.

Keywords: Gray Cast Iron, FeSi Influence, Cast Iron Characterization

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Wr. Wb.

Syukur Alhamdulillah, penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT atas berkah dan rahmatNya sehingga penyusunan laporan penelitian ini dapat diselesaikan. Tugas akhir berjudul **“KARAKTERISASI MATERIAL BESI COR KELABU AKIBAT PENGARUH FeSi 3% BERAT PADA PROSES CASTING DENGAN CETAKAN LOGAM DAN PASIR”** dapat diselesaikan dengan baik atas dukungan dari beberapa pihak. Untuk itu pada kesempatan ini, penulis dengan segala ketulusan dan keikhlasan hati ingin menyampaikan rasa terima kasih dan penghargaan yang sebesar-besarnya kepada:

1. Dr. Sri Sunarjono, M.T.,PhD.,IPM. sebagai Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta
2. Ir. Subroto, M.T. selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin
3. Agus Yulianto, S.T.,M.T. selaku dosen pembimbing Tugas Akhir yang telah memberikan bimbingan hingga Tugas Akhir ini dapat terselesaikan.
4. Amin Sulistyanto, S.T., M.T. dan Ir. Agus Hariyanto, M.T. selaku dosen penguji sidang pendadaran Tugas.
5. Semua pihak yang telah membantu penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini, semoga Allah membalas kebaikan kalian.

Penulis menyadari bahwa laporan ini masih jauh dari sempurna, oleh karena itu kritik dan saran yang sifatnya membangun dari pembaca akan penulis terima dengan senang hati.

Wassalamu'alaikum Wr. Wb.

Surakarta, 5 Oktober 2020

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN DEPAN	i
PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR.....	ii
HALAMAN PERSETUJUAN.....	iii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iv
LEMBAR SOAL TUGAS AKHIR.....	v
MOTTO	vi
HALAMAN PERSEMBAHAN	vii
ABSTRAK	viii
ABSTRACT.....	ix
KATA PENGANTAR	x
DAFTAR ISI.....	xi
DAFTAR GAMBAR	xiv
DAFTAR TABEL.....	xvii
DAFTAR SIMBOL.....	xviii
BAB I	1
PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Perumusan Masalah	1
1.3 Batasan Masalah	2
1.4 Tujuan	2
1.5 Manfaat Penelitian.....	2
1.6 Sistematika Penulisan	3
BAB II.....	4
DASAR TEORI	4
2.1 Tinjauan Pustaka.....	4
2.2 Besi Cor Kelabu.....	5
2.3 Standarisasi Material.....	7

2.4	Inokulasi.....	8
2.5	Proses <i>Casting</i> /Pengecoran Logam.	9
2.6	Tanur Induksi.....	13
2.7	Pembentukan Grafit Besi Cor Kelabu	14
2.8	Pengaruh Kandungan Unsur pada Besi Cor	15
2.9	Diagram Keseimbangan Besi Karbon	17
2.10	Struktur Besi Cor	18
2.11	Pengujian Struktur Mikro	21
2.12	Pengujian Kekerasan <i>Brinell</i>	22
2.13	Pengertian Uji SEM EDS	23
BAB III		26
METODOLOGI PENELITIAN.....		26
3.1	Diagram Alir Penelitian	26
3.2	Tempat Penelitian	27
3.3	Perencanaan Produk.....	27
3.4	Alat dan Bahan.....	28
3.4.1	Alat Pengecoran.....	28
3.4.2	Alat pengujian.....	33
3.4.3	Bahan	35
3.5	Proses Pengecoran Produk.....	37
3.6	Pengujian Spesimen.....	43
3.6.1	Pengujian Kekerasan.....	43
3.6.2	Pengujian Struktur Mikro	46
3.6.3	Uji SEM-EDS (<i>Scanning Electron Microscope – Energy Dispersive X-ray Spectroscopy</i>).....	48
BAB IV		52
ANALISA HASIL DAN PEMBAHASAN		52
4.1	Pengujian Kekerasan (<i>Brinell</i>).....	52

4.2	Pengujian Struktur Mikro	55
4.3	Pengujian SEM-EDS (<i>Scanning Electron Microscope – Energy Dispersive X-ray Spectroscopy</i>)	59
BAB V.....		65
KESIMPULAN DAN SARAN.....		65
5.1	Kesimpulan	65
5.2	Saran	66
DAFTAR PUSTAKA		67
LAMPIRAN.....		69

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Struktur Mikro Besi Cor (Widodo R, 2010).....	6
Gambar 2.2 Cetakan Pasir Terbuka dan Tertutup (Groover, Mikell P., 2010) ...	11
Gambar 2.3 Cetakan Logam (Groover, Mikell P., 2010).....	12
Gambar 2.4 Penyebaran Grafit Serpih (AFS:ASTM, A247 2007).....	14
Gambar 2.5 Diagram Kesetimbangan Besi Karbon (Herman Pollack, 1995).....	17
Gambar 3. 1 Diagram Alir Penelitian	26
Gambar 3.2 Rancangan Produk Pengujian (A). 3 Dimensi (B). 2 Dimensi	27
Gambar 3.3 Rancangan 2D dan 3D Cetakan Logam.....	27
Gambar 3.4 Rancangan Pemotongan Produk (A). 3 Dimensi (B.) 2 Dimensi	28
Gambar 3. 5 Sekop Kecil.....	29
Gambar 3.6 Cobek.....	29
Gambar 3.7 Kayu Penumbuk	29
Gambar 3.8 Cetakan Sprue.....	30
Gambar 3. 9 Kompor Gas.....	30
Gambar 3. 10 Dapur Peleburan	31
Gambar 3.11 Kowi	31
Gambar 3.12 Ladel	31
Gambar 3.13 Cetakan Logam.....	32
Gambar 3.14 Cetakan Kayu.....	32
Gambar 3. 15 Universal Hardnes Tester	33
Gambar 3.16 Mikroskop.....	34
Gambar 3.17 Alat Uji SEM-EDS	34
Gambar 3.18 Bahan Besi Cor.....	35
Gambar 3.19 Pasir RCS (Resin Coated Sand).....	35
Gambar 3.20 Fero Silikon	36
Gambar 3.21 Pasir Cetak.....	36
Gambar 3.22 Serbuk Batu Kapur	37
Gambar 3.23 Proses Peleburan Logam pada Dapur Peleburan	37

Gambar 3.24 Proses Pembuatan Sprue (A). Penuangan Pasir RCS ke dalam cetakan sprue. (B). Pembakaran cetakan dengan kompor. (C). Sprue yang sudah jadi.....	38
Gambar 3.25 Cetakan Logam.....	39
Gambar 3.26 Proses Pembuatan Cetakan Pasir (A). Pembuatan rongga cetakan. (B). Meletakkan sprue dan menutup cetakan.	39
Gambar 3.27 Penggabungan Cetakan Pasir dan Logam.....	40
Gambar 3.28 Proses Penuangan Logam Cair ke dalam Kowi.....	40
Gambar 3.29 Penuangan Logam Cair ke dalam Cetakan.....	41
Gambar 3.30 Proses Pengeluaran Produk dari Cetakan	41
Gambar 3.31 Sketsa Pematangan Produk	42
Gambar 3.32 Rangkuman Proses Pengecoran	43
Gambar 3.33 Skema Pengujian Brinell	45
Gambar 3.34 Alat Uji Kekerasan Brinell	46
Gambar 3.35 Mikroskop Alat Uji Struktur Mikro.....	48
Gambar 3.36 Skema Pengujian SEM	49
Gambar 3.38 Alat Uji SEM-EDS	51
Gambar 4.1 Grafik Rata-rata Pengujian Kekerasan Brinell	54
Gambar 4.2 Struktur Mikro Besi Cor Kelabu dengan FeSi 3% pada Cetakan Logam Potongan Bagian (D1_a) Atas, (D1_t) Tengah, (D1_b) Bawah	56
Gambar 4.3 Struktur Mikro Besi Cor Kelabu dengan FeSi 3% pada Cetakan Peralihan Potongan Bagian (D2_a) Atas, (D2_t) Tengah, (D2_b) Bawah	57
Gambar 4.4 Struktur Mikro Besi Cor Kelabu dengan FeSi 3% pada Cetakan Pasir Potongan Bagian (D3_a) Atas, (D3_t) Tengah, (D3_b) Bawah.....	58
Gambar 4.5 Permukaan Spesimen Besi Cor Inokulasi FeSi 3% Cetakan Logam Hasil Uji SEM Pembesaran 1000x	59
Gambar 4.6 Permukaan Spesimen Besi Cor Inokulasi FeSi 3% Cetakan Logam Hasil Uji SEM Pembesaran 2000x	60

Gambar 4.7 Permukaan Spesimen Besi Cor Inokulasi FeSi 3% Cetakan Pasir Hasil Uji SEM Pembesaran 1000x	60
Gambar 4.8 Permukaan Spesimen Besi Cor Inokulasi FeSi 3% Cetakan Pasir Hasil Uji SEM Pembesaran 2000x	61
Gambar 4.9 Titik Permukaan Spesimen Besi Cor Inokulasi FeSi 3% Cetakan Logam Hasil Uji SEM Pembesaran 2000x yang Diuji EDS	61
Gambar 4.10 Grafik dan Hasil Pengujian EDS Spectrum 1 Besi Cor Inokulasi FeSi 3% pada Cetakan Logam.....	62
Gambar 4.11 Grafik dan Hasil Pengujian EDS Spektrum 2 Besi Cor Inokulasi FeSi 3% pada Cetakan Logam.....	62
Gambar 4.12 Titik Permukaan Spesimen Besi Cor Inokulasi FeSi 3% Cetakan Pasir Hasil Uji SEM Pembesaran 2000x yang Diuji EDS.....	63
Gambar 4.13 Grafik dan Hasil Pengujian EDS Spectrum 1 Besi Cor Inokulasi FeSi 3% pada Cetakan Pasir	63
Gambar 4.14 Grafik dan Hasil Pengujian EDS Spectrum 2 Besi Cor Inokulasi FeSi 3% pada Cetakan Pasir	64

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Perbandingan Tebal Benda Uji dan Diameter Identor	44
Tabel 3.2 Hubungan Jenis Bahan dengan Perbandingan Beban Diameter serta HBN Rata-rata	44
Tabel 3.3 Hubungan Diameter Identor dengan Beban	44
Tabel 4.1 Data Hasil Pengujian Kekerasan Brinell.....	53

DAFTAR SIMBOL

P = Gaya yang bekerja pada penetrator (kgf)

D = Diameter indentor (mm)

d = Diameter bekas injakan (mm)

m = berat (gr)

V= volume (dm³)

Ts= Kekuatan tarik (Mpa)

BHN= Nilai kekerasan Brinell (kgf/mm)

ρ = massa jenis (kg/dm³)

T= Temperatur (°C)