

## **TUGAS AKHIR**

**Karakterisasi Material Besi Cor Kelabu**

**Akibat Pengaruh Fero Silikon (Fe-Si) 2%**

**pada Proses Pengecoran dengan Cetakan Logam dan Pasir**



Sebagai Syarat Menyelesaikan Program Studi Strata I  
Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik  
Universitas Muhammadiyah Surakarta

**Disusun Oleh:**

**Noviawan**

**D 200 160 076**

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

**2021**

## **PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI**

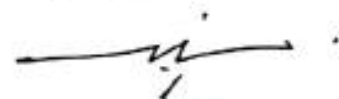
Saya menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi dengan judul :

**"Karakterisasi Material Besi Cor Kelabu Akibat Pengaruh Fero Silikon (Fe-Si) 2% pada Proses Pengecoran dengan Cetakan Logam dan Pasir"**

yang dibuat untuk memenuhi sebagian syarat memperoleh derajat sarjana S1 pada Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta, sejauh yang saya ketahui bukan merupakan tiruan atau duplikasi dari skripsi 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 sebagaimana mestinya.

Surakarta, 7 Mei 2021

Yang menyatakan,



Noviawan

D 200 160 076

## HALAMAN PERSETUJUAN

Tugas Akhir "Karakterisasi Material Besi Cor Kelabu Akibat Pengaruh Fero Silikon (Fe-Si) 2% pada Proses Pengecoran dengan Cetakan Logam dan Pasir"

telah disetujui Pembimbing dan diterima untuk memenuhi persyaratan memperoleh derajat S1 pada Jurusan Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Surakarta.

Dipersiapkan oleh :

Nama : Noviawan

NIM : D 200 160 076

Disahkan pada,

Hari/tanggal : 8 Mei 2021

**Dosen Pembimbing**



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

## HALAMAN PENGESAHAN

Tugas Akhir berjudul "Karakterisasi Material Besi Cor Kelabu Akibat Pengaruh Fero Silikon (Fe-Si) 2% pada Proses Pengecoran dengan Cetakan Logam dan Pasir" telah dipertahankan di hadapann Tim Penguji dan telah dinyatakan sah untuk memenuhi syarat memperoleh derajat sarjana S1 pada Jurusan Teknik Mesin Fakultas Mesin Universitas Muhammadiyah Surakarta.

Dipersiapkan oleh :

Nama : **Noviawan**

NIM : **D 200 160 076**

Disahkan pada,

Hari/tanggal : **8 Mei 2021**

Tim Penguji :


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

Sekretaris : **Bambang Waluyo F S.T.,M.T.**

Anggota : **Agus Harivanto Ir.,M.T.**

()  
()  
()

Ketua Jurusan Teknik Mesin

()  
**Ir. Subroto, M.T.**



**UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA**  
**FAKULTAS TEKNIK**  
**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN**  
Jl. A. Yani, Pabelan, Kartasura, Tretosol Pos I Telp. (0271) 717-417 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 :  
Kedudukan : Pembimbing  
Memberikan Soal Tugas Akhir kepada mahasiswa :  
Nama : Noviawan  
Nomor Induk : D 200 160 076  
Jurusan/Semester : Teknik Mesin / Akhir  
Judul/topik : Karakterisasi Material Besi Cor Kelabu Akibat Pengaruh Fero Silikon (Fe-Si) 2% pada Proses Pengecoran dengan Cetakan Logam dan Pasir  
Rincian Soal/Tugas : Mengetahui Karakterisasi Material Besi Cor Kelabu Akibat Pengaruh Fero Silikon (Fe-Si) 2% pada Proses Pengecoran dengan Cetakan Logam dan Pasir dengan Pengujian Kekerasan , Pengujian Struktur Mikro dan Pengujian SEM EDS

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

Surakarta, 5 oktober 2020

Pembimbing

Agus Yulianto S.T., M.T.

Keterangan:

1. Untuk Kajur (koordinator TA)
2. Untuk Pembimbing Tugas Akhir
3. Untuk Mahasiswa

## **MOTTO DAN PESAN**

“Angin tidak berhembus untuk menggoyangkan pepohonan, melainkan menguji kekuatan akarnya.”

**(Ali bin Abi Thalib)**

“Jangan mati-matian mengejar sesuatu yang tidak dibawa mati.”

**(Cak Nun)**

“Orang yang sayang belum tentu bertahan dan orang yang bertahan udah pasti sayang.”

**(Noviawan)**

## **HALAMAN PERSEMBAHAN**

Penulis persembahkan Tugas Akhir ini kepada:

1. Allah SWT yang telah melimpahkan Rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini.
2. Ibu dan Bapak selaku orang tua dan 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 semata-mata ingin menjadikan anaknya berakhlak dan dapat bermanfaat bagi orang lain.
3. Seluruh dosen Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta.

# **Karakterisasi Material Besi Cor Kelabu Akibat Pengaruh Fero Silikon (Fe-Si) 2% pada Proses Pengecoran dengan Cetakan Logam dan Pasir**

**Noviawan, Agus Yulianto, S.T., M.T.**

Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Surakarta

Jl. A. Yani Tromol POS 1 Pabelan Surakarta

Email : [Noviawan3@gmail.com](mailto:Noviawan3@gmail.com)

## **ABSTRAK**

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui karakterisasi material besi cor kelabu akibat pengaruh Fero Silikon (Fe-Si) 2% pada proses Pengecoran dengan Cetakan Logam dan Pasir. Pembuatan spesimen dari bahan material besi cor kelabu proses pembuatan spesimen menggunakan pengecoran metode *sand casting* dan *iron casting*.

Dari hasil pengujian kekerasan didapatkan hasil pengujian kekerasan dengan cetakan logam bagian atas sebesar 226 BHN, Bagian tengah mengalami kenaikan menjadi 251 BHN dan pada bagian bawah mengalami peningkatan tertinggi yaitu 264 BHN. Pada cetakan peralihan terjadi peningkatan kekerasan yaitu bagian atas 214 BHN, Bagian tengah mengalami kenaikan menjadi 224 BHN dan Bagian bawah mengalami peningkatan yaitu 231 BHN. Pada cetakan pasir bagian atas 189 BHN, bagian tengah mengalami kenaikan yaitu 208 BHN dan Bagian bawah juga mengalami kenaikan yaitu 226 BHN.

Dari hasil pengujian kekerasan dari penambahan Fero Silikon (Fe-Si) 2% didapatkan nilai paling tinggi pada cetakan logam bagian bawah dengan nilai kekerasan 264 BHN.

Kata kunci: besi cor kelabu, *sand casting*, *iron casting*, dan pengujian kekerasan.



**Characterization of Gray Cast Iron Material Due to The Influence of Silicon Fero (Fe-Si) 2% in Casting Process with Metal and Sand Molds**

**Noviawan, Agus Yulianto, S.T., M.T.**

Mechanical Engineering, Faculty of Engineering, Muhammadiyah University of Surakarta

Jl. A. Yani Tromol POS 1 Pabelan Surakarta

Email: [Noviawan3@gmail.com](mailto:Noviawan3@gmail.com)

**ABSTRACT**

*This study aims to determine the characterization of gray cast iron material due to the influence of Silicon Fero (Fe-Si) 2% in the casting process with Metal and Sand Molds.*

*Making specimens from cast iron material gray specimen making process using casting method sand casting and iron casting. From the hardness test results obtained hardness test results with the upper metal mold of 226 BHN, the middle part experienced an increase to 251 BHN and at the bottom experienced the highest increase of 264 BHN. In the transition mold there was an increase in hardness, namely the top 214 BHN, the middle part increased to 224 BHN and the bottom increased by 231 BHN. In the upper sand mold of 189 BHN, the middle part experienced an increase of 208 BHN and the bottom also experienced an increase of 226 BHN.*

*From the hardness test results from the addition of Silicon Fero (Fe-Si) 2% obtained the highest value on the lower metal mold with a hardness value of 264 BHN.*

*Keywords: gray cast iron, sand casting, iron casting, and hardness testing.*

## KATA PENGANTAR

*Assalamu'alaikum wa Rohmatullahi wa Barakatuh.*

*Alhamdulillah rabbil'amin*, segala puji bagi Allah SWT atas limpahan rahmat dan karunia-Nya sehingga kami dapat menyelesaikan penulisan laporan tugas akhir yang berjudul **“Karakterisasi Material Besi Cor Kelabu Akibat Pengaruh Fero Silikon (Fe-Si) 2% pada Proses Pengecoran dengan Cetakan Logam dan Pasir.”**

Kami menyadari bahwa laporan tugas akhir ini tidak dapat terselesaikan tanpa adanya bantuan, dukungan dan saran dari berbagai pihak. Oleh karena itu, kami ingin mengucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak Ir. Sri Sunarjono, M.T., Ph.D selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta.
2. Bapak Agus Yulianto, S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing tugas akhir yang telah memberikan bimbingan dan pengarahan dalam proses penelitian dan penyusunan laporan tugas akhir.
3. Bapak Ngafwan Dr.Ir.M.T selaku Dosen Pembimbing Akademik yang telah memberikan bimbingan dan pengarahan selama masa perkuliahan.
4. Seluruh Dosen Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta yang telah memberikan bekal ilmu pengetahuan selama masa perkuliahan.
5. Bapak dan Ibu tercinta atas segala doa dan dukungan yang telah diberikan.
6. Rekan seperjuangan dalam menyelesaikan tugas akhir ini Bayu, Reksi, Fatah, Deni, A'an, dan Fauroq.
7. Teman-teman teknik Mesin UMS yang telah membantu dalam proses penelitian khususnya teman-teman kost Ernanda dan Leonel.
8. Grup wa calon coumlode selalu memberi semangat serta dukungan selama proses mengerjakan tugas akhir.
9. Semua pihak yang secara langsung maupun tidak langsung turut membantu dalam menyelesaikan laporan tugas akhir ini.

Kami menyadari bahwa tugas akhir ini mungkin masih memiliki beberapa kekurangan. Oleh karena itu, kami mengharapkan adanya kritik dan saran yang membangun demi perbaikan tugas akhir ini. Akhir kata kami harap semoga tugas akhir ini dapat bermanfaat bagi penulis dan pembaca.

*Wassalamu'alaikum wa Rohmatullahi wa Barakatuh*

Surakarta, 7 Mei 2021

Noviawan



D 200 160 076

## DAFTAR ISI

HALAMAN DEPAN .....	i
PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI.....	ii
HALAMAN PERSETUJUAN.....	iii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iv
LEMBAR SOAL TUGAS AKHIR.....	v
MOTTO DAN PESAN .....	vi
HALAMAN PERSEMBAHAN .....	vii
ABSTRAK .....	viii
ABSTRACT .....	ix
KATA PENGANTAR .....	x
DAFTAR ISI.....	xii
DAFTAR GAMBAR .....	xv
DAFTAR TABEL.....	xviii
BAB I.....	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
1.6 Sistematika Penulisan Laporan .....	3
BAB II.....	5
LANDASAN TEORI .....	5
2.1 Tinjauan Pustaka .....	5
2.2 Dasar Teori .....	6
2.2.1 Besi Cor .....	6
2.2.2 Pengertian inokulasi.....	8
2.2.3 Pengecoran logam.....	10

2.2.4	Silikon(Si).....	10
2.2.5	Pengaruh Kandungan Besi cor.....	11
2.2.6	Pengertian Struktur Mikro .....	12
2.2.7	Diagram Keseimbangan Besi – Carbon.....	13
2.2.8	Struktur Besi Cor .....	13
2.2.9	Jenis Cetakan Pengecoran Logam .....	15
2.2.10	Tanur Peleburan Dalam Pengecoran Logam .....	16
2.2.11	Pengujian Kekerasan.....	16
2.2.12	Uji Struktur Mikro .....	18
2.2.13	Pengertian Uji SEM.....	19
2.2.14	Standar Material.....	20
BAB III .....		22
METODOLOGI PENELITIAN.....		22
3.1	Diagram Alir Penelitian.....	22
3.2	Tempat Penelitian.....	23
3.3	Alat dan Bahan .....	23
3.3.1	Alat Pengecoran .....	23
3.3.2	Alat Pembentukan Spesimen Uji .....	27
3.3.3	Alat Pengujian.....	29
3.3.4	Bahan.....	30
3.4	Rancangan Penelitian .....	34
3.5	Prosedur Penelitian.....	36
3.5.1	Proses Pengecoran.....	36
3.5.2	Proses pemotongan spesimen.....	39
3.5.3	Proses pengujian kekerasan (Brinell).....	40
3.5.4	Proses Pengujian Struktur Mikro .....	41
3.5.5	Proses pengujian SEM EDS.....	42
BAB IV .....		44
HASIL DAN PEMBAHASAN.....		44
4.1	Hasil Pengujian Kekerasan Brinell.....	44
4.1.1	Pembahasan Hasil Uji Brinell .....	47

4.2	Hasil Pengujian Struktur Mikro .....	47
4.2.1	Pembahasan Hasil Pengujian Struktur Mikro .....	52
4.3	Hasil pengujian SEM-EDS.....	53
4.3.1	Pembahasan Pengujian Pada Cetakan Logam.....	56
4.3.2	Hasil SEM Cetakan PASIR.....	57
4.3.3	Pembahasan SEM pada Cetakan Pasir.....	59
4.3.4	Pembahasan EDS Cetakan Pasir .....	59
BAB V	.....	61
PENUTUP	.....	61
5.1	Kesimpulan.....	61
5.2	Saran.....	61
DAFTAR PUSTAKA	.....	63
LAMPIRAN	.....	65

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Hasil uji microstruktur SEM besi cor kelabu .....	7
Gambar 2.2 Hasil uji microstruktur SEM besi cor kelabu dengan penambahan crom dan tembaga .....	8
Gambar 2.3 Struktur grafit pada besi cor M 100x dengan inokulasi .....	9
Gambar 2.4 Diagram kesetimbangan Besi-Carbon.....	13
Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian.....	22
Gambar 3. 2 Cetakan Logam .....	23
Gambar 3.3 Tungku Peleburan .....	24
Gambar 3.4 Kowi.....	24
Gambar 3.5 Ladell Tuang.....	24
Gambar 3.6 Kompor.....	25
Gambar 3.7 Cobek .....	25
Gambar 3.8 Sekop Kecil .....	26
Gambar 3.9 Kayu Penumbuk .....	26
Gambar 3.10 Cetakan Spreu .....	27
Gambar 3.11 Cetakan Kayu .....	27
Gambar 3.12 Gerinda Potong.....	28
Gambar 3.13 Kertas Amplas .....	28
Gambar 3.14 Kain Poles .....	29
Gambar 3.15 Alat Uji Kekerasan Brinell Universal Hardnes Tester .....	29
Gambar 3.16 Alat Uji Struktur Mikro.....	30
Gambar 3.17 Alat Uji Foto Mikrostruktur (SEM EDS) Zeiss EVO 10.....	30
Gambar 3.18 Besi Cor Kelabu .....	31
Gambar 3.19 Pasir RCS (Resin Coated Sand) .....	31
Gambar 3.20 Pasir cetak .....	32
Gambar 3.21 Serbuk batu kapur .....	32
Gambar 3.22 Fero Mangan (Fe-Mn).....	33
Gambar 3.23 Fero Silikon (Fe-Si).....	33
Gambar 3.24 Autosol .....	33

Gambar 3.25 Rancangan 3D Produk Pengujian.....	34
Gambar 3.26 Rancangan 2D Produk Pengujian.....	35
Gambar 3.27 Rancangan 2D dan 3D Cetakan Logam .....	35
Gambar 3. 28 Silikon .....	36
Gambar 3. 29 Pembuatan resin .....	36
Gambar 3. 30 Cetakan Logam .....	37
Gambar 3. 31 pembuatan cetakan pasir .....	37
Gambar 3. 32 Penuangan pada cetakan.....	38
Gambar 3. 33 proses pembongkaran coran .....	38
Gambar 3. 34 pemotongan spesimen .....	39
Gambar 3. 35 spesimen siap uji .....	39
Gambar 3. 36 persiapan pengujian.....	42
Gambar 3. 37 penampilan hasil.....	43
Gambar 4. 1 Potongan Spesimen.....	44
Gambar 4. 2 Diagram Hasil Pengujian pengujian Brinell Si 2% .....	47
Gambar4. 3 Foto Struktur Mikro Cetakan Logam (a) Bagian Atas (b) Bagian Tengah (c) Bagian Bawah.....	49
Gambar4. 4 Foto Struktur Mikro Cetakan Peralihan (a) Bagian Atas (b) Bagian Tengah (c) Bagian Bawah.....	50
Gambar 4. 5 Foto Struktur Mikro Cetakan Pasir (a) Bagian Atas (b) Bagian Tengah (c) Bagian Bawah.....	52
Gambar 4. 6 Spesimen Cetakan logam Bagian atas.....	54
Gambar 4. 7 Foto Struktur Mikro Pembesaran (a) 1000x , dan (b) 2000x.....	54
Gambar 4. 8 Hasil Pengujian EDS Si 2% Besi Cor Kelabu.....	55
Gambar 4. 9 Grafik dan Hasil Pengujian EDS Spectrum 1 Besi Cor Si 2% Dengan Cetakan Logam. ....	55
Gambar 4. 10 Grafik dan Hasil Pengujian EDS Spectrum 2 Besi Cor Si 2% Dengan Cetakan Logam.....	56
Gambar 4. 11 Spesimen Cetakan Pasir Bagian Atas.....	57
Gambar 4. 12 Foto Struktur Mikro Cetakan Pasir Pembesaan (a) 1000x, (b) 2000x.....	57



Gambar 4. 13 Titik Yang Akan Diuji.....	58
Gambar 4. 14 Grafik dan Hasil Pengujian EDS Spectrum 1 Besi Cor Si 2% Dengan Cetakan pasir. ....	58
Gambar 4. 15 Grafik dan Hasil Pengujian EDS Spectrum 2 Besi Cor Si 2% Dengan Cetakan pasir. ....	59

## DAFTAR TABEL

Tabel 3. 1Penggunaan indentor uji kekerasan Brinell .....	40
Tabel 4. 1Hasil Uji Kekerasan <i>Brinell</i> .....	45