

TUGAS AKHIR
PENGARUH VARIASI 2,466, 2,981, 3,304, DAN
3,363% BERAT SILIKON PADA BESI COR
KELABU TERHADAP KOMPOSISI KIMIA,
STRUKTUR MIKRO, DAN KEKERASAN
BRINELL



Disusun
SYAFII NUR AZIZ SUHERMAN
D200190033

PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA
2023

PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Saya menyatakan dengan sesungguhnya bahwa Tugas Akhir dengan judul **“PENGARUH VARIASI 2,466, 2,981, 3,304, DAN 3,363% BERAT SILIKON PADA BESI COR KELABU TERHADAP KOMPOSISI KIMIA, STRUKTUR MIKRO, DAN KEKERASAN BRINELL”**, yang dibuat sebagai syarat untuk memperoleh derajat sarjana (S1) pada Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta. Sejauh yang saya ketahui bukan merupakan tiruan atau duplikasi skripsi yang sudah dipublikasikan dan atau pernah dipakai untuk mendapatkan gelar sarjana dilingkup Universitas Muhammadiyah Surakarta atau instansi manapun, kecuali bagian sumber informasinya saya cantumkan sebagai mana mestinya.

Surakarta, 23 Juli 2023

Yang Menyatakan,



Syafii Nur Aziz Suherman

HALAMAN PERSETUJUAN

Laporan Tugas akhir berjudul **“PENGARUH VARIASI 2,466, 2,981, 3,304, DAN 3,363% BERAT SILIKON PADA BESI COR KELABU TERHADAP KOMPOSISI KIMIA, STRUKTUR MIKRO, DAN KEKERASAN BRINELL”**, telah disetujui oleh Pembimbing Tugas Akhir untuk dipertahankan dihadapan Tim Penguji sebagai syarat untuk memperoleh gelar sarjana S1 pada Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta.

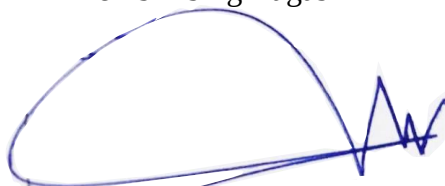
Dipersiapkan oleh :

Nama : **SYAFII NUR AZIZ SUHERMAN**
NIM : **D200190033**

Disetujui pada :

Hari : **Senin**
Tanggal : **24-07-2023**

Pembimbing Tugas Akhir



Agung Setyo Darmawan, S.T., M.T.

HALAMAN PENGESAHAN

Tugas akhir berjudul **“PENGARUH VARIASI 2,466, 2,981, 3,304, DAN 3,363% BERAT SILIKON PADA BESI COR KELABU TERHADAP KOMPOSISI KIMIA, STRUKTUR MIKRO, DAN KEKERASAN BRINELL”**, telah dipertahankan dihadapan Tim Penguji dan telah dinyatakan sah untuk memenuhi sebagian syarat memperoleh gelar sarjana S1 pada Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta.

Dipersiapkan Oleh :

Nama : **SYAFII NUR AZIZ SUHERMAN**

NIM : **D200190033**

Disahkan pada,

Hari / Tanggal :

Tim Penguji :

Ketua : **Agung Setyo Darmawan, S.T., M.T.** ()

Penguji 1 : **Ir. H. Bambang Waluyo Febriantoko, S.T., M.T.** ()

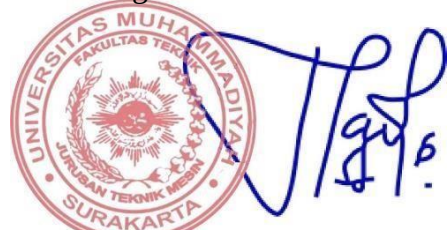
Penguji 2 : **Joko Sedyono, S.T., M.Eng., Ph.D.** ()

Dekan Fakultas Teknik



Ir. Rois Fatoni, S.T., M.Sc., Ph.D.

Ketua Program Studi Teknik Mesin



Dr. Agus Dwi Anggono, S.T., M.Eng., Ph.D.

LEMBAR SOAL TUGAS AKHIR

Berdasarkan Surat Keputusan Rektor Universitas Muhammadiyah Surakarta Nomor 245/11/2022 Tanggal 07 September 2022 tentang Pembimbing Tugas Akhir, dengan ini :

Nama : Ir. Agung Setyo Darmawan, S.T., M.T.
Pangkat/Jabatan : Penata / Lektor
Kedudukan : Pembimbing Tugas Akhir
Memberikan Soal Tugas Akhir kepada mahasiswa
Nama : Syafii Nur Aziz Suherman
NIM : D200190033
Jurusan/Semester : Teknik Mesin / 7
Judul/Topik : Pengaruh Variasi 2,466, 2,981, 3,304, dan 3,363% Berat Silikon Pada Besi Cor Kelabu Terhadap Struktur Mikro Dan Kekerasan Brinell

Rician Soal/Tugas :

1. Mengetahui komposisi kimia besi cor kelabu sebelum dan sesudah ditambah dengan silikon.
2. Mengetahui dan menganalisis perubahan fasa pada besi cor kelabu akibat penambahan silikon.
3. Mengetahui dan menganalisis perubahan penambahan silikon pada besi cor kelabu terhadap kekerasan material.

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

Surakarta, 07 September 2022

Pembimbing Tugas Akhir



Ir. Agung Setyo Darmawan, S.T., M.T.

*) Dibuat rangkap 3 (tiga)

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

MOTTO

“Bukan ilmu yang seharusnya mendatangimu, tapi kamu yang seharusnya mendatangi ilmu”

-Imam Malik

“Siapa yang menempuh jalan untuk mencari ilmu, maka Allah akan mudahkan baginya jalan menuju surga.”

-HR Muslim

**PENGARUH VARIASI 2,466, 2,981, 3,304, DAN 3,363% BERAT
SILIKON PADA BESI COR KELABU TERHADAP
KOMPOSISI KIMIA, STRUKTUR MIKRO, DAN
KEKERASAN BRINELL**

Syafii Nur Aziz Suherman, Agung Setyo Darmawan

Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Surakarta

Jl. Ahmad Yani Tromol Pos 1 Pabelan, Kartasura

Email : afinnz63@gmail.com

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh unsur silikon besi cor kelabu, maka pada komposisi material dasar ditambah unsur silikon dengan variasi 150 gram, 200 gram, dan 250 gram. Pembuatan spesimen dilakukan dengan meleburkan besi cor kelabu kemudian dituangkan kedalam ladle. Selanjutnya mencampurkan variasi silikon ke dalam ladle. Penelitian ini menggunakan 3 metode pengujian, yaitu pengujian komposisi kimia, pengujian metalografi, dan pengujian kekerasan *Brinell*. Hasil dari pengujian komposisi kimia menunjukkan bahwa presentase silikon pada spesimen semakin meningkat jika ditambahkan unsur silikon. Hasil pengujian metalografi menunjukkan bahwa besi cor kelabu dalam penelitian ini mempunyai fasa grafit dan perlit. Bentuk besi cor kelabu semakin membesar dan ukuran semakin tebal jika ditambahkan unsur silikon. Dan hasil pengujian kekerasan *Brinell* menunjukkan bahwa nilai kekerasan besi cor kelabu semakin menurun jika ditambahkan unsur silikon.

Kata Kunci : pengecoran, besi cor kelabu, silikon, SEM-EDS, kekerasan, brinell

**EFFECT OF VARIATIONS 2.466, 2.981, 3.304, AND 3.363%
WEIGHT OF SILICONE IN GRAY CAST IRON ON
CHEMICAL COMPOSITION, MICRO STRUCTURE, AND
BRINELL HARDNESS**

Syafii Nur Aziz Suherman, Agung Setyo Darmawan

Mechanical Engineering Universitas Muhammadiyah Surakarta

Jl. Ahmad Yani Tromol Pos 1 Pabelan, Kartasura

Email : afinnz63@gmail.com

ABSTRACT

This study aims to determine the effect of the silicon element of gray cast iron, then the basic material composition is added silicon with variations of 150 grams, 200 grams, and 250 grams. Specimens were prepared by melting gray cast iron and then pouring it into a ladle. Next, mix the silicone variation into the ladle. This study used 3 test methods, namely chemical composition testing, metallographic testing, and Brinell hardness testing. The results of the chemical composition test showed that the percentage of silicon in the specimen increased when silicon was added. The metallographic test results showed that the gray cast iron in this study had graphite and pearlite phases. The shape of gray cast iron is getting bigger and thicker when silicon is added. And the results of the Brinell hardness test showed that the hardness value of gray cast iron decreased when silicon was added.

Keywords : casting, gray cast iron, silicon, SEM-EDS, hardness, brinell

KATA PENGANTAR

Assalamualaikum Wr. Wb.

Syukur Alhamdulillah, penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT atas berkah dan rahmat-Nya sehingga penyusunan laporan penelitian ini dapat diselesaikan.

Tugas akhir berjudul “PENGARUH VARIASI 2,466, 2,981, 3,304, DAN 3,363% BERAT SILIKON PADA BESI COR KELABU TERHADAP KOMPOSISI KIMIA, STRUKTUR MIKRO, DAN KEKERASAN BRINELL” dapat diselesaikan dengan baik atas dukungan dari beberapa pihak. Untuk itu pada kesempatan ini, penulis dengan segala ketulusan dan keikhlasan hati ingin menyampaikan rasa terimakasih dan penghargaan yang sebesar-besarnya kepada:

1. Bapak Ir . Rois Fatoni, S. T ., M.Sc., Ph.D. selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta.
2. Bapak Dr. Agus Dwi Anggono, S.T., M.Eng., Ph.D. selaku ketua Jurusan Teknik Mesin .
3. Bapak Agung Setyo Darmawan, S.T., M.T. Selaku Pembimbing Tugas Akhir yang telah memberikan ilmu dan dukungannya selama penyusunan Tugas Akhir.
4. Jajaran Dosen Penguji Ujian Pendadaran Tugas Akhir yang telah memberikan kritik dan saran untuk kebaikan kedepannya.
5. Jajaran Dosen dan Staf Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta yang telah memberikan bekal ilmu selama menyelesaikan masa perkuliahan.
6. Teman – teman Teknik Mesin Angkatan 2019 yang tidak dapat disebutkan satu – persatu terimakasih atas bantuan dan dukungannya selama menempuh masa perkuliahan.
7. Semua pihak yang telah membantu penulis dan terlibat dalam menyelesaikan Tugas Akhir, baik secara langsung maupun tidak langsung.

Penulis menyadari bahwa laporan ini masih belum sempurna, oleh karena itu kritik dan saran yang membangun sangat diharapkan.

Wassalamua'alikum Wr. Wb.

Surakarta, 23 Juli 2023

Penulis,

A handwritten signature in blue ink, consisting of stylized, cursive letters that appear to be 'Syafii Nur Aziz Suherman'.

Syafii Nur Aziz Suherman

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR.....	ii
HALAMAN PERSETUJUAN	iii
HALAMAN PENGESAHAN	iv
LEMBAR SOAL TUGAS AKHIR.....	v
MOTTO.....	vi
ABSTRAK	vii
ABSTRACT	viii
KATA PENGANTAR	ix
DAFTAR ISI	xi
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR TABEL	xv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang Masalah.....	1
1.2 Perumusan Masalah	3
1.3 Batasan Masalah.....	4
1.4 Tujuan Penelitian.....	4
1.5 Manfaat Penelitian	4
1.6 Sistematika Penulisan	5
BAB II DASAR TEORI.....	6
2.1 Tjauan Pustaka	6
2.2 Landasan Teori	7
2.2.1 Proses Pengecoran Logam	7
2.2.2 Aplikasi Pengecoran Logam	7
2.2.3 Klasifikasi Proses Pengecoran.....	8
2.2.4 Besi Cor/Besi Tuang (<i>Cast Iron</i>).....	9
2.2.5 Diagram Fasa Fe-Fe ₃ C	12
2.2.6 Penambahan Unsur Paduan Pada Besi Cor	13
2.2.7 Uji Komposisi kimia	15
2.2.8 Uji Metalografi	16
2.2.9 Pengujian Kekerasan.....	17
BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....	20
3.1 Diagram Alir Penelitian	20
3.2 Alat dan Bahan Penelitian.....	21
3.2.1 Alat Penelitian	21

3.2.2 Bahan Penelitian	25
3.3 Lokasi Penelitian	25
3.4 Prosedur Penelitian	25
3.4.1 Proses Pengecoran	26
3.4.2 Pengujian Komposisi Kimia.....	26
3.4.3 Pengujian SEM-EDS	26
3.4.4 Pengujian Kekerasan Brinell	27
3.5 Rancangan Analisis Data	27
3.5.1 Pengujian Komposisi Kimia.....	27
3.5.2 Pengujian Metalografi.....	28
3.5.3 Pengujian Kekerasan Brinell	28
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	30
4.1 Hasil Pengujian Komposisi Kimia	30
4.4.1 Pembahasan Uji Komposisi Kimia	31
4.2 Hasil Pengujian Metalografi.....	32
4.2.1 Analisa Hasil Pengujian SEM Besi Cor Kelabu 2,466% Berat Si.....	32
4.2.2 Analisa Hasil Pengujian EDS (Energy Dispersive X-ray Spectroscopy) Besi Cor Kelabu 2,466% Berat Si.....	33
4.2.3 Analisa Hasil Pengujian SEM (Scanning Electron Microscope) Besi Cor Kelabu 2,981% berat Si.....	36
4.2.4 Analisa Hasil Pengujian EDS (Energy Dispersive X-ray Spectroscopy) Besi Cor Kelabu 2,981% Berat Si.....	37
4.2.5 Analisa Hasil Pengujian SEM (Scanning Electron Microscope) Besi Cor Kelabu 3,304% Berat Si	40
4.2.6 Analisa Hasil Pengujian EDS (<i>Energy Dispersive X-ray Spectroscopy</i>) Besi Cor Kelabu 3,304% Berat Si.....	40
4.2.7 Analisa Hasil Pengujian SEM (Scanning Electron Microscope) Besi Cor Kelabu 3,363% Berat Si	43
4.2.8 Analisa Hasil Pengujian EDS (<i>Energy Dispersive X-ray Spectroscopy</i>) Besi Cor Kelabu 3,363% Berat Si.....	44
4.3 Hasil Pengujian Kekerasan.....	47
4.3.1 Pembahasan Hasil Pengujian Kekerasan.....	49
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	50
5.1 Kesimpulan	50
5.2 Saran	50
DAFTAR PUSTAKA.....	51
LAMPIRAN	53

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Struktur mikro besi cor kelabu.....	9
Gambar 2.2 Struktur mikro besi cor nodular	10
Gambar 2.3 Struktur mikro besi cor putih.....	11
Gambar 2.4 Struktur mikro besi cor mampu tempa.	11
Gambar 2.5 Diagram fasa besi karbida	12
Gambar 2.6 Diagram keseimbangan fasa besi karbon	13
Gambar 2.7 Optical Emission Spectrocopy (OES)	15
Gambar 2.8 Skema sistem mikroskop optik dan SEM.....	16
Gambar 2.9 Skema dan perumusan pengujian Brinell	17
Gambar 2.10 Prinsip kerja metode pengukuran kekerasan Rockwell	18
Gambar 2.11 Skema pengujian Vickers	19
Gambar 3.1 Diagram alir penelitian.....	20
Gambar 3.2 Gerinda potong	21
Gambar 3.3 Amplas	21
Gambar 3.4 Autosol	22
Gambar 3.5 Tungku peleburan	22
Gambar 3.6 ladel.....	23
Gambar 3.7 Pola Cetakan.....	23
Gambar 3.8 Alat pengujian komposisi kimia	24
Gambar 3.9 Alat uji SEM-EDS	24
Gambar 3.10 Alat uji kekerasan Brinell	25
Gambar 4.1 Grafik perbandingan penambahan Si sebelum dan sesudah pada besi cor kelabu	31
Gambar 4.2 Foto struktur mikro besi cor kelabu 2,466% berat Si.....	33
Gambar 4.3 Titik mikrograf SEM untuk EDS <i>line analysis</i> fasa grafit pada besi cor kelabu 2,466% berat Si.....	34
Gambar 4.4 <i>Line analysis</i> fasa grafit besi cor kelabu 2,466% berat Si	34
Gambar 4.5 Titik mikrograf SEM untuk EDS <i>line analysis</i> fasa perlit pada besi cor kelabu 2,466% berat Si.....	35
Gambar 4.6 <i>Line analysis</i> fasa perlit besi cor kelabu 2,466% berat Si	36
Gambar 4.7 Foto struktur mikro besi cor kelabu 2,981% berat Si.....	37
Gambar 4.8 Titik mikrograf SEM untuk EDS <i>line analysis</i> fasa grafit pada besi cor kelabu 2,981% berat Si.....	37
Gambar 4.9 <i>Line analysis</i> fasa grafit besi cor kelabu 2,981% berat Si	38
Gambar 4.10 Titik mikrograf SEM untuk EDS <i>line analysis</i> fasa perlit pada besi cor kelabu 2,981% berat Si.....	39
Gambar 4.11 <i>Line analysis</i> fasa perlit besi cor kelabu 2,981% berat Si	39

Gambar 4.12 Foto struktur mikro besi cor kelabu 3,304% berat Si	40
Gambar 4.13 Titik mikrograf SEM untuk EDS <i>line analysis</i> fasa grafit pada besi cor kelabu 3,304% berat Si.....	41
Gambar 4.14 <i>Line analysis</i> fasa grafit besi cor kelabu 3,304% berat Si	41
Gambar 4.15 Titik mikrograf SEM untuk EDS <i>line analysis</i> fasa perlit pada besi cor kelabu 3,304% berat Si.....	42
Gambar 4.16 <i>Line analysis</i> fasa perlit besi cor kelabu 3,304% berat Si	43
Gambar 4.17 Foto struktur mikro besi cor kelabu 3,363% berat Si.....	44
Gambar 4.18 Titik mikrograf SEM untuk EDS <i>line analysis</i> fasa grafit pada besi cor kelabu 3,363% berat Si.....	44
Gambar 4.19 <i>Line analysis</i> fasa grafit besi cor kelabu 3,363% berat Si	45
Gambar 4.20 Titik mikrograf SEM untuk EDS <i>line analysis</i> fasa perlit pada besi cor kelabu 3,363% berat Si.....	46
Gambar 4.21 <i>Line analysis</i> fasa perlit besi cor kelabu 3,363% berat Si	46
Gambar 4.22 Grafik rata-rata pengujian kekerasan <i>Brinell</i>	49

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Komposisi kimia besi cor kelabu.....	28
Tabel 3.2 Komposisi kimia dalam fasa pada besi cor kelabu	28
Tabel 3.3 Data hasil uji kekerasan <i>Brinell</i>	29
Tabel 4.1 Komposisi besi cor kelabu	30
Tabel 4.2 Hasil <i>line analysis</i> fasa grafit besi cor kelabu 2,466% berat.....	35
Tabel 4.3 Hasil <i>line analysis</i> fasa perlit besi cor kelabu 2,466% berat	36
Tabel 4.4 Hasil <i>line analysis</i> fasa grafit besi cor kelabu 2,981% berat Si.....	38
Tabel 4.5 Hasil <i>line analysis</i> fasa perlit besi cor kelabu 2,981% berat Si.....	40
Tabel 4.6 Hasil <i>line analysis</i> fasa grafit besi cor kelabu 3,304% berat Si.....	42
Tabel 4.7 Hasil <i>line analysis</i> fasa perlit besi cor kelabu 3,304% berat Si.....	43
Tabel 4.8 Hasil <i>line analysis</i> fasa grafit besi cor kelabu 3,363% berat Si.....	45
Tabel 4.9 Hasil <i>line analysis</i> fasa perlit besi cor kelabu 3,363% berat Si.....	47
Tabel 4.10 Data hasil pengujian kekerasan <i>Brinell</i>	48