

SKRIPSI
PENGARUH PENAMBAHAN ALUMINIUM TERHADAP
STRUKTUR MIKRO, KETANGGUHAN DAN
KETAHANAN AUS BESI TUANG KELABU



Disusun Oleh :

Agil Surya Nusantara

210016005

PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN S1
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL YOGYAKARTA
2021

**HALAMAN PERSETUJUAN
SKRIPSI**

**PENGARUH PENAMBAHAN ALUMINIUM TERHADAP STRUKTUR
MIKRO, KETANGGUHAN DAN KETAHANAN AUS
BESI TUANG KELABU**

Diajukan sebagai salah satu syarat memperoleh Gelar Sarjana Teknik Mesin
Program Studi Teknik Mesin S1
Fakultas Teknologi Industri
Institut Teknologi Nasional Yogyakarta

Disusun Oleh :

Nama Mahasiswa : Agil Surya Nusantara

Nomor Mahasiswa : 210016005

Program Studi : Teknik Mesin S1

Telah diperiksa dan disetujui,

Yogyakarta, 15 Februari 2021

Dosen Pembimbing I

Dosen Pembimbing II



Dr. Ratna Kartikasari, S.T., M.T
NIK: 19730079



Dandung Rudy Hartana, S.T., M. Eng.
NIK: 19730071

Menyetujui,
Ketua Program Studi Teknik Mesin



Ir. Wartono, M. Eng.
NIP. 196211151994031001

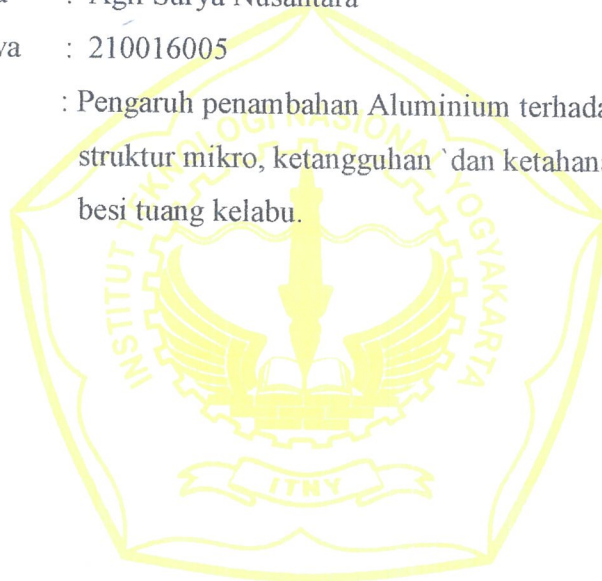


INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL YOGYAKARTA
FAKULTAS TEKNOLOGI INDSUTRI
PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN S1

SOAL TUGAS AKHIR

No : 23/ITNY/Prodi.TM-S1/TGA/III/2020

Nama Mahasiswa : Agil Surya Nusantara
Nomor Mahasiswa : 210016005
Soal : Pengaruh penambahan Aluminium terhadap struktur mikro, ketangguhan dan ketahanan aus besi tuang kelabu.



Yogyakarta, 6 Maret 2020

Dosen Pembimbing I



Dr. Ratna Kartikasari, S.T., M.T.
NIK: 19730079

HALAMAN PENGESAHAN

Dipertahankan di depan dewan penguji tugas akhir Program Studi Teknik Mesin S1, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Nasional Yogyakarta, dan disahkan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh Gelar Sarjana Teknik

Hari : Rabu
Tanggal : 10 Februari 2021
Pukul : 09.00 WIB
Tempat : Ruang A18, ITNY, Babarsari, Caturtunggal,
Depok, Sleman, Daerah Istimewa Yogyakarta.

Disahkan oleh :

Tanda Tangan

1. Ketua penguji

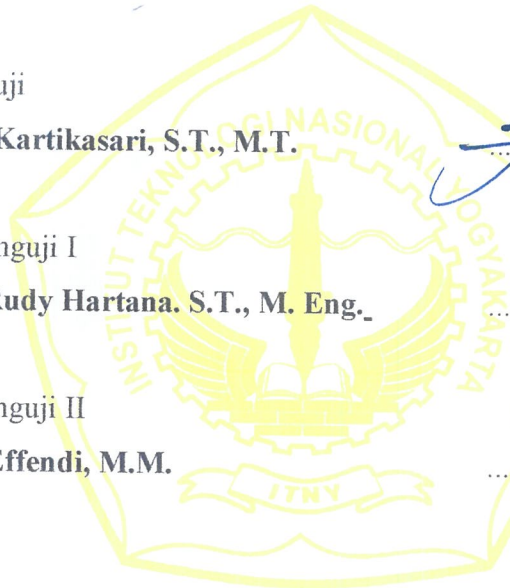
Dr. Ratna Kartikasari, S.T., M.T.

2. Anggota penguji I

Dandung Rudy Hartana, S.T., M. Eng.

3. Anggota penguji II

Ir. Nizam Effendi, M.M.



Mengetahui,


Dekan

Fakultas Teknologi Industri,

Ketua Program Studi

Teknik Mesin S1,




Ir. Wartono, M. Eng.
NIP. 196211151994031001

HALAMAN PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam tugas akhir ini tidak pernah terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu perguruan tinggi, dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah di tulis atau di terbitkan oleh orang lain, kecuali secara tertulis bahan acuan dalam naskah ini dan di sebutkan dalam daftar pustaka



MOTTO

“Skripsi itu mudah, tinggal kerjakan bimbingan revisi selesai. Malasnya itu yang bikin susah”

“Skripsi akan terasa ringan bila tidak dikerjakan, tapi akan lebih berat bila tidak cepat lulus.”

“Ujian akhir bukanlah akhir dari perjuangan seorang mahasiswa. Melainkan awal dari ujian kehidupan yang sesungguhnya.”

“Pernah berfikir bahwa kuliah itu menyusahkan atau bahkan merasa salah jurusan, akan tetapi pemikiran itu hilang setelah melihat senyum kebahagiaan kedua orangtua yang bangga bahwa anaknya telah menjadi sarjana.”

“Agil S.N,2021”

PERSEMBAHAN

Alhamdulillahirobbil'alamin. Kupanjatkan puji syukur kehadirat Allah SWT, dialah puncak segala ketaatan. Akhirnya, teriring penghargaan, terima kasih, cinta dan ketulusan saya persembahkan Tugas Akhir ini untuk :

1. Allah S.W.T yang telah memberikan rahmat dan hidayah-Nya kepada saya.
2. Orang tuaku tersayang Bapak Suparmin dan Ibu Siti Wahyuningtyas yang tak pernah bosan untuk selalu mengingatkanku dalam kebaikan dan telah memberikan pelajaran berharga tentang kehidupan. Terima kasih atas doa, cinta dan kasih sayang yang tak pernah henti. Semoga Allah mengampuni dan menyayangi keduanya seperti mereka menyayangiku.
3. Ibu Dr. Ratna Kartikasari, S.T.,M.T., selaku dosen pembimbing 1 dan Bapak Dandung R.H. S.T., M. Eng. selaku dosen pembimbing 2 yang telah dengan sabar dan tanpa lelah dalam membimbing dan juga memberi motivasi.
4. Kakak (Kusuma Mukharomah, Ardo Bimantara), yang telah dengan tulus hati memotivasi serta mendukung dalam menyelesaikan Tugas Akhir. Semoga sehat selalu dan diberkahi rezeki.
5. Himpunan Mahasiswa Teknik Mesin yang telah mengenalkan dan mengajarku cara berorganisasi serta lika-liku perjuangan mahasiswa.
6. Dan tak lupa saya ucapkan terima kasih untuk pendamping saya Adelia Dwi Agata yang selalu memberi semangat, dukungan serta selalu memberi motivasi dalam menyelesaikan skripsi ini.
7. Teman dalam mengerjakan tugas akhir bersama dalam suka maupun duka Arief wibowo, Solikhin, Ibnu Adi
8. Teman-teman keluarga besar Teknik Mesin angkatan 2016 dan semua angkatan. Terima kasih atas persahabatan yang indah dan semoga persaudaraan kita kan tetap terjalin meski jarak memisahkan.

KATA PENGANTAR

Segala puji syukur kehadirat Allah SWT yang telah memberikan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan judul “Pengaruh Penambahan Aluminium Terhadap Struktur Mikro, Ketangguhan dan Ketahanan Aus Besi Tuang Kelabu.”.

Penyusunan Skripsi ini digunakan untuk memenuhi salah satu syarat dalam memperoleh gelar sarjana pada Program Studi Teknik Mesin S1 Institut Teknologi Nasional Yogyakarta.

Penulisan Skripsi ini tidak lepas dari bimbingan dan bantuan berbagai pihak, untuk itu, perkenankanlah penulis mengucapkan terima kasih kepada :

1. Allah SWT yang telah memberi kemudahan dalam setiap langkah hidup serta mengabulkan setiap do'a - do'a.
2. Orang tua yang telah membiayai, memberikan semangat, serta do'a yang tiada henti.
3. Bapak Dr.Ir. H. Ircham, M.T., selaku Rektor Institut Teknologi Nasional Yogyakarta.
4. Bapak Dr. Daru Sugati, S.T., M.T., selaku Dekan Fakultas Teknologi Industri Institut Teknologi Nasional Yogyakarta.
5. Bapak Ir. Wartono, M.Eng., selaku Ketua Program Studi Teknik Mesin S1 Institut Teknologi Nasional Yogyakarta.
6. Ibu Dr. Ratna Kartikasari, S.T., M.T., selaku Dosen pembimbing I.
7. Bapak Dandung R.H. S.T., M. Eng selaku Dosen pembimbing II.
8. Semua Dosen Prodi Teknik Mesin Institut Teknologi Nasional Yogyakarta yang telah banyak memberikan ilmunya.
9. Bapak-Ibu Dosen dan Staf Karyawan ITNY.
10. Teman-teman Teknik Mesin ITNY yang tidak dapat saya sebutkan satu persatu.
11. Dan semua pihak yang telah banyak membantu dalam penyelesaian skripsi ini.

Penulis menyadari bahwa skripsi yang telah terselesaikan ini masih belum sempurna, untuk itu penulis mengharapkan kritik dan saran semoga skripsi ini

dapat bermanfaat bagi pembaca dan dapat lebih disempurnakan lagi di kemudian hari.

Akhir kata, semoga skripsi ini dapat dapat dijadikan tambahan referensi bagi rekan-rekan mahasiswa teknik mesin ITNY dan bagi yang memerlukan pada umumnya.

Yogyakarta, 4 Februari 2021

Penulis

Agil Surya Nusantara

210016005

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PERSETUJUAN	ii
SOAL TUGAS AKHIR	iii
HALAMAN PENGESAHAN	iv
HALAMAN PERNYATAAN	v
MOTTO	vi
PERSEMBAHAN	vii
KATA PENGANTAR	viii
DAFTAR ISI	x
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR TABEL	xv
DAFTAR LAMBANG DAN SINGKATAN	xvii
ABSTRAK	xix
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	2
1.3. Batasan Masalah.....	2
1.4. Tujuan penelitian.....	3
1.5. Manfaat Penelitian	3
BAB II LANDASAN TEORI	4
2.1. Tinjauan Pustaka	4
2.2. Dasar teori	6
2.2.1 Besi cor kelabu (<i>Gray Cast Iron</i>).....	6
2.2.2 Pengaruh pengaruh kandungan pada struktur besi cor.....	9

2.2.3. Pembentukan Grafit Besi Cor Kelabu (<i>Gray Cast Iron</i>).....	11
2.2.4. Proses Pengecoran.....	14
2.2.5. Paduan Besi-Aluminium (Fe-Al)	22
2.2.6. Paduan Besi - Silikon (Fe-Si).....	23
2.2.7. Paduan Fe-Al-Si	24
2.2.8. Keausan	24
2.2.9. Jenis keausan.....	25
2.3. Pengujian Bahan.....	26
2.3.1. Pengujian Mikro.....	26
2.3.2. Pengujian Keausan	28
2.3.3. Pengujian Impak.....	30
2.4. Hipotesis.....	32
BAB III METODE PENELITIAN	34
3.1. Diagram Alir Penelitian	34
3.2. Bahan penelitian.....	34
3.3. Alat penelitian	34
3.4. Cara Penelitian	35
3.4.1. Pembuatan pola	35
3.4.2. Pembuatan cetakan.....	36
3.4.3. Peleburan logam.....	36
3.4.4. Penuangan	41
3.4.5. Pembersihan dan pengecekan coran.....	43
3.5. Persiapan Spesimen.....	44
3.6. Pengujian Komposisi Kimia	45
3.7. Pengujian Bahan.....	47
3.7.1. Pengujian struktur mikro.....	47

3.7.2. Pengujian Ketangguhan	51
3.7.3. Pengujian Keausan	52
BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN.....	55
4.1. Analisis Hasil Pengujian Komposisi Kimia.....	55
4.2. Analisis Hasil Pengujian Struktur Mikro	57
4.3. Analisis Hasil Pengujian Impak	60
4.4. Analisis Hasil Pengujian Keausan	63
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	66
5.1. Kesimpulan	66
5.2. Saran.....	66
DAFTAR PUSTAKA	67
LAMPIRAN	70

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Struktur Mikro Besi cor Kelabu	7
Gambar 2. 2 Struktur Mikro Besi Cor Nodular	8
Gambar 2. 3 Struktur Mikro Besi Cor Malleable	8
Gambar 2. 4 Struktur Mikro Besi Besi Cor Putih	8
Gambar 2. 5 Diagram Fasa Fe-Al.....	12
Gambar 2. 6 Penyebaran Grafit Serpih)	13
Gambar 2. 7 Alur proses pengecoran	14
Gambar 2. 8 Macam pola	16
Gambar 2. 9 Pola pelat kup dan drag).	17
Gambar 2. 10 Saluran pisah dan saluran langsung	18
Gambar 2. 11 Diagram fasa dari sistem biner Fe-Si.....	23
Gambar 2. 12 Mekanisme Keausan Abrasi.	25
Gambar 2. 13 Pengamatan batas butir permukaan logam.	27
Gambar 2. 14 Pengujian Keausan Dengan Metode Ogoshi	29
Gambar 2. 15 Ilustrasi Skematis Pengujian Impact.....	31
Gambar 3. 1 Diagram Alir Penelitian.....	34
Gambar 3. 2 Lanjutan Diagram Alir Penelitian.....	34
Gambar 3. 3 Pola cetakan pasir	35
Gambar 3. 4 Cetakan pasir	36
Gambar 3. 5 Dapur induksi milik PT. ANEKA ADHILOGAM KARYA Klaten	37
Gambar 3. 6 Pengangkutan baja bekas menuju penimbangan	37
Gambar 3. 7 Benda kerja rusak akan di lebur kembali.....	38
Gambar 3. 8 Baja rongsokan yang akan di lebur.....	38
Gambar 3. 9 Carboriser sebagai penambah carbon pada logam cair.....	39
Gambar 3. 10 Slag remover	39
Gambar 3. 11 Pengangkatan kotoran (slag) pada permukaan logam cair	40
Gambar 3. 12 Logam cair dijadikan sampel pengujian	40
Gambar 3. 13 Spesifikasi logam cair dari alat CI meter.....	41

Gambar 3. 14 Penuangan logam cair pada leadle.....	41
Gambar 3. 15 Penuangan variasi paduan silikon dan Al pada leadle berukuran 10kg.....	42
Gambar 3. 16 Penuangan logam cair kedalam leadle kecil setelah di campur variasi Al dan silikon	42
Gambar 3. 17 Penuangan logam cair pada cetakan	43
Gambar 3. 18 Cetakan setelah di lakukan penuangan logam cair	43
Gambar 3. 19 Hasil pengecoran logam	44
Gambar 3. 20 Proses pemisahan hasil coran dengan sambungan coran.....	44
Gambar 3. 21 Ukuran master pengecoran	45
Gambar 3. 22 Alat uji komposisi spectrometer milik PT. Itokoh Ceperindo.....	45
Gambar 3. 23 Mesin amplas	47
Gambar 3. 24 Alat uji struktur mikro	50
Gambar 3. 25 Spesimen pengujian impak	51
Gambar 3. 26 Alat uji keausan metode Ogoshi	53
Gambar 4. 1 Struktur Mikro Besi cor kelabu Standar PT. Aneka AdhilogamKarya	57
Gambar 4. 2 Struktur Mikro Besi cor kelabu 1,16% Al.....	58
Gambar 4. 3 Struktur Mikro Besi cor kelabu 2,04% Al.....	58
Gambar 4. 4 Struktur Mikro Besi cor kelabu 2,62% Al.....	59
Gambar 4. 5 Diagram hasil uji impak spesimen Fe-Al-Si.....	62
Gambar 4. 6 Diagram Laju Keausan Baja Paduan Fe-Al-Si.	64

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Spesifikasi Gray Cast Iron.....	9
Tabel 4. 1 Hasil Pengujian Komposisi Kimia	55
Tabel 4. 2 Hasil pengujian impak.....	61
Tabel 4. 3 Harga keausan dengan metode Ogoshi paduan Fe-Al-Si	64

DAFTAR LAMPIRAN

LAMPIRAN 1 Hasil Pengujian Komposisi Kimia	70
LAMPIRAN 2 Hasil Pengujian Impak	74
LAMPIRAN 3 Hasil Pengujian Keausan.....	75
LAMPIRAN 4 Spesimen Pengujian Impak.....	76
LAMPIRAN 5 Spesimen Pengujian Keausan	77

DAFTAR LAMBANG DAN SINGKATAN

Al	: Aluminium
C	: karbon
Cr	: krom
Cu	: Tembaga
Fe	: Besi
Mn	: Mangan
Mo	: Molibden
N	: Nitrogen
Ni	: Nikel
P	: fosfor
S	: Silisium
Si	: Silikon
Ti	: Titanium
V	: Vanadium
Zn	: Seng
HCL	: Asam Klorida
HNO ₃	: Asam Nitrat
Ws	: Harga keausan spesifik
Bo	: Lebar keausan pada benda uji
r	: Jari-jari piringan pengausan
Po	: Gaya tekan pada poros keausan berlangsung
Lo	: Jarak tempuh pada proses pengausan
b	: Lebar piringan pengaus
m	: Massa
g	: Percepatan Gravitasi
HI	: Harga Impak
Hk	: Harga Keuletan
α	: Sudut awal mula-mula

β : Sudut ayun setelah batang patah

R : Jari-jari ayunan palu

ABSTRAK

Paduan Fe-Al-Si merupakan besi tuang paduan yang memiliki sifat fleksibilitas dalam penggunaan dan sifat mekanik luas yang dapat diterima pada desain-desain konstruksi. Banyak aplikasi mensyaratkan ketangguhan dan ketahanan aus tinggi serta menuntut ketahanan *austenitic* besi tuang paduan Aluminium, sehingga perlu dipelajari pengaruh paduan Al terhadap sifat mekanik besi tuang kelabu.

Penelitian ini bertujuan untuk mempelajari pengaruh penambahan Aluminium pada besi tuang kelabu terhadap struktur mikro, ketangguhan, dan ketahanan aus.. Proses yang dilakukan yaitu pengecoran logam besi tuang kelabu kemudian di dilakukan penambahan paduan Aluminium sebesar 2,5%, 5% dan 7%, dengan masing-masing kadar Silikon 1%. Pengujian yang dilakukan adalah uji struktur mikro menggunakan mikroskop optik, uji ketangguhan menggunakan metode Impak dan uji ketahanan aus menggunakan metode Ogoshi.

Hasil pengujian komposisi kimia menunjukkan penambahan unsur Al yang semula ditargetkan 2,5% menghasilkan 2,04%, sedangkan yang ditargetkan 5% hanya menghasilkan 1,16%, dan yang ditargetkan 7% menghasilkan 2,62% yang disebabkan proses pencampuran Al tidak sempurna. Struktur mikro menunjukkan bahwa Paduan Fe-Al-Si terdiri atas matriks ferit, grafit dan perlit. Hasil uji impak Paduan Fe-Al-Si menunjukkan nilai tertinggi sebesar 0,055 joule/mm² pada paduan Aluminium 2,04%. Sedangkan hasil uji keausan nilai tertinggi sebesar $1,55 \times 10^{-7}$ mm²/kg pada kadar Aluminium sebesar 2,04%.

Kata Kunci : Paduan Fe-Al-Si, pengecoran, struktur mikro, ketangguhan, dan ketahanan aus.