

TUGAS AKHIR
ANALISA SIFAT FISIS DAN MEKANIK CETAKAN PERMANEN
DENGAN MATERIAL BESI COR *DUCTILE* MELALUI CETAKAN PASIR
YANG DI-*HEAT TREATMENT* DAN TANPA DI-*HEAT TREATMENT*



Sebagai Syarat Menyelesaikan Progam Studi Stara I
Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik
Universitas Muhammadiyah Surakarta

Disusun Oleh :
AHMAD FAUROK ABDILLAH
NIM : D200 160 094

JURUSAN TEKNIK MESIN FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS
MUHAMMADIYAH SURAKARTA
2021

PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Saya menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi dengan judul: **“ANALISA SIFAT FISIS DAN MEKANIK CETAKAN PERMANEN DENGAN MATERIAL BESI COR *DUCTILE* MELALUI CETAKAN PASIR YANG DI-*HEAT TREATMENT* DAN TANPA DI-*HEAT TREATMENT*”** 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, 28 April 2021

Yang menyatakan,



AHMAD FAUROK A

D200 160 094

HALAMAN PERSETUJUAN

Tugas Akhir ini berjudul "ANALISA SIFAT FISIS DAN MEKANIK CETAKAN PERMANEN DENGAN MATERIAL BESI COR *DUCTILE* MELALUI CETAKAN PASIR YANG DI-*HEAT TREATMENT* DAN TANPA DI-*HEAT TREATMENT*", 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 : **AHMAD FAUROK ABDILLAH**

NIM : **D200 160 094**

Disetujui pada

Hari : Rabu

Tanggal : 28 April 2021

Pembimbing

Tugas Akhir



Agus Yulianto, S.T., M.T

HALAMAN PENGESAHAN

ANALISA SIFAT FISIS DAN MEKANIK CETAKAN PERMANEN DENGAN
MATERIAL BESI COR DUCTILE MELALUI CETAKAN PASIR YANG DI-HEAT
TREATMENT DAN TANPA DI-HEAT TREATMENT




OLEH

AHMAD FAUROK ABDILLAH

D 200 160 094

Telah dipertahankan di depan Dewan Penguji
Fakultas Teknik Jurusan Teknik Mesin
Universitas Muhammadiyah Surakarta
Pada Hari Jum'at, 4 Juni 2021
dan dinyatakan telah memenuhi syarat

Dewan Penji :

- | | |
|-----------------------------|--|
| 1. Agus Yulianto S.T., M.T. | () |
| 2. Ir. Sunardi Wiyono, M.T. | () |
| 3. Ir. Bibit Sugito, M.T. | () |

Dekan,

Dekan Fakultas Teknik





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 Utama

Memberikan Soal Tugas Akhir kepada mahasiswa :

Nama : Ahmad Faurok Abdillah
Nomor Induk : D200 160 094
Jurusan/Semester : Teknik Mesin / Akhir
Judul/Topik : Analisa Sifat Fisis dan Mekanik Cetakan Permanen dengan Material Besi Cor *Ductile* Melalui Cetakan Pasir Yang Di-*Heat Treatment* dan Tanpa Di-*Heat Treatment*

Rincial Soal/Tugas : Meneliti Pengaruh Proses *Flame Hardening* Terhadap Struktur Mikro, Nilai Kekerasan, dan Keausan Besi Cor *Ductile*

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

Surakarta, 05 Oktober 2020

Pembimbing

Agus Yulianto S.T, M.T.

Keterangan

Dibuat rangkap 3

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

MOTTO

Sesungguhnya sesudah kesulitan itu ada kemudahan.

(Q.S Asy Sayrh: 5-6)

Balas dendam terbaik adalah dengan memperbaiki dirimu sendiri.

(Ali bin Abi Thalib)

Waktumu terbatas, jangan habiskan dengan mengurus urusan orang lain.

(Steve Jobs)

Bekerja keras dan bersikap baiklah. Hal luar biasa akan terjadi.

(Conan O'Brien)

HALAMAN PERSEMBAHAN

Penulis persembahkan Tugas Akhir ini kepada:

- Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini.
- Bapak dan Ibu sebagai orang tua serta 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.

ANALISA SIFAT FISIS DAN MEKANIK CETAKAN PERMANEN DENGAN MATERIAL BESI COR *DUCTILE* MELALUI CETAKAN PASIR YANG DI-*HEAT TREATMENT* DAN TANPA DI-*HEAT TREATMENT*

ABSTRAK

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh proses pengerasan api terhadap kekerasan dan laju keausan *ductile ferro casting* untuk cetakan permanen. Proses pengerasan api dilakukan dengan pemanasan tepi benda uji dengan nyala aksi-asetilen hingga suhu 900°C, kemudian dilanjutkan dengan proses *quenching* pada bagian tepi yang dibakar. Pengujian kekerasan *vickers* dilakukan pada spesimen dengan pengerasan api dan tanpa pengerasan api. Kekerasan dilakukan pada lima titik yaitu pada jarak 1 mm, 2 mm, 3 mm, 25 mm dan 54 mm dari tepi. Uji keausan dilakukan dengan menggunakan *Abrasive Wear Test*. Dari hasil uji kekerasan dan keausan didapatkan kekerasan benda uji tanpa pengerasan nyala pada jarak 1 mm, 2 mm, 3 mm, 25 mm dan 54 mm dari tepi adalah 137,3 HVN, 141,1 HVN, 137,3 HVN, 130,1 HVN dan 137,3 HVN masing-masing. Pada uji keausan, penurunan berat spesimen tanpa proses pengerasan api adalah 184,3 mg. Sedangkan untuk spesimen yang diolah dengan *flame hardening* didapatkan kekerasan pada jarak 1 mm, 2 mm, 3 mm, 25 mm dan 54 mm dari tepi adalah 328,8 HVN, 249,7 HVN, 117,4 HVN, 120,4 HVN dan 117,4 HVN masing-masing. Spesimen penurunan berat badan dengan proses pengerasan api adalah 136,3 mg. terjadi peningkatan kekerasan dan ketahanan aus setelah proses pengerasan api.

Kata kunci: besi cor ductile, pengerasan api, kekerasan, cetakan permanen, keausan

**ANALYSIS OF PHYSICAL AND MECHANICAL PROPERTIES
PERMANENT MOLD WITH DUCTILE CAST IRON WHICH IS CAST
WITH SAND CASTING WITH HEAT TREATMENT AND WITHOUT
HEAT TREATMENT**

ABSTRACT

The purpose of this work is to investigate effect of the flame hardening process on hardness and wear rate of ferro casting ductile for permanent mold. The process of flame hardening was carried out by heating the edge of the specimen with an oxy-acetylene flame to temperature of 900 oC, and then followed by quenching process on the edge that was burned. The Vickers hardness testing was carried out on specimens with flame hardening and without flame hardening. The hardness was conducted at five points, namely at a distance of 1 mm, 2 mm, 3 mm, 25 mm and 54 mm from the edge. Wear test was conducted by using Abrasive Wear Test. From the results of hardness and wear test, the hardness of specimens without flame hardening at a distance of 1 mm, 2 mm, 3 mm, 25 mm and 54 mm from the edge were 137.3 VHN, 141.1 VHN, 137.3 VHN, 130.1 VHN and 137.3 VHN, respectively. In the wear test, the weight loss for specimens without flame hardening process was 184.3 mg. While for the specimens that were processed by flame hardening, the hardness obtained at a distance of 1 mm, 2 mm, 3 mm, 25 mm and 54 mm from the edge were 328.8 VHN, 249.7 VHN, 117.4 VHN, 120.4 VHN and 117.4 VHN, respectively. The weight loss specimen with a flame hardening process was 136.3 mg. There were increasing hardness and wear resistance after flame hardening processes.

Keywords: *Ferro Casting Ductile, Flame Hardening, Hardness, Permanent Mold, Wear*

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum wa Rahmatullahi wa Barakatuh

Alhamdulillah rabbil'alamin, segala puji syukur bagi Allah SWT atas limpahan rahmat dan karunia-Nya sehingga kami dapat menyelesaikan penulisan laporan tugas akhir yang berjudul **“ANALISA SIFAT FISIS DAN MEKANIK CETAKAN PERMANEN DENGAN MATERIAL BESI COR DUCTILE MELALUI CETAKAN PASIR YANG DI-HEAT TREATMENT DAN TANPA DI-HEAT TREATMENT”**

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 Prof. Ir. Sarjito, MT., Ph.D 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 Deni, Noviawan, Reksi, Bayu, Aan, Fatah.
7. Teman-teman Teknik Mesin UMS yang telah membantu dalam proses penelitian.
8. Leliana Prihantari yang selalu memberi semangat serta dukungan selama pengerjaan laporan 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 berharap semoga tugas akhir ini dapat bermanfaat bagi penulis dan pembaca.

Wassalamu'alaikum wa Rahmatullahi wa Barakatuh

Surakarta, 28 April 2021



Ahmad Faurok Abdillah

DAFTAR ISI

TUGAS AKHIR	i
PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI	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	xii
DAFTAR GAMBAR	xv
DAFTAR TABEL	xvii
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Batasan Masalah.....	2
1.4 Tujuan Penelitian.....	2
1.5 Manfaat Penelitian.....	2
1.6 Sistematika Penulisan Laporan	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI	
2.1 Tinjauan Pustaka.....	4
2.2 Dasar Teori	6
2.2.1Pengecoran Logam.....	6
2.2.2Klasifikasi Besi Cor	7
2.2.3Pengaruh Kandungan Besi Cor	10
2.2.4Tungku Induksi	11
2.2.5Sifat Fisis Pada Besi Cor	12
2.2.6Sifat Mekanis Pada Besi Cor	14
2.2.7Flame Hardening	16

2.2.8	Diagram Kesetimbangan Besi Karbon	17
2.2.9	Cetakan Permanen	18
2.2.10	Jenis Cetakan Dalam Pengecoran Logam	19
2.2.11	Bagian-Bagian Cetakan Permanen	21
2.2.12	Sistem Standarisasi Material.....	22
2.2.13	Pengujian Struktur Mikro	23
2.2.14	Pengujian Kekerasan	24
2.2.15	Pengujian Keausan	28
BAB III METODOLOGI PENELITIAN		
3.1	Diagram Alir Penelitian	30
3.2	Tempat Penelitian	31
3.3	Perencanaan Produk.....	31
3.4	Komposisi Kimia Besi Cor Ductile	32
3.5	Alat dan Bahan.....	32
3.5.1	Alat	32
3.5.2	Bahan	37
3.6	Rancangan Penelitian	39
3.7	Prosedur Penelitian	39
3.7.1	Proses Pengecoran	39
3.7.2	Pemotongan Spesimen.....	43
3.7.3	Proses Pengujian Kekerasan (Vickers).....	43
3.7.4	Proses Pengujian Struktur Mikro.....	44
3.7.5	Proses Pengujian Keausan.....	45
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN		
4.1	Hasil Pengujian Foto Micro.....	46
4.2	Hasil Pengujian Kekerasan	48
4.3	Hasil Pengujian Keausan	49
BAB V PENUTUP		
5.1	KESIMPULAN	51
5.2	SARAN.....	51
DAFTAR PUSTAKA.....		xviii
LAMPIRAN		xxii

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Tanur Induksi	11
Gambar 2.2 Diagram Fasa (Callister,1994)	17
Gambar 2.3 Cetakan Pasir Terbuka dan Tertutup	19
Gambar 2.4 Cetakan Permanen	20
Gambar 2.5 Ilustrasi Pengujian Vickers	27
Gambar 2.6 Ilustrasi skematis keausan adhesive	28
Gambar 2.7 Ilustrasi skematis keausan abrasif	29
Gambar 3.1 Diagram Alir	30
Gambar 3.2 Rancangan 2D Dan 3D Cetakan Logam.....	31
Gambar 3.3 Bentuk spesimen jadi	31
Gambar 3.4 Tungku Peleburan.....	32
Gambar 3.5 Kowi	33
Gambar 3.6 Ladel	33
Gambar 3.7 Skrap	33
Gambar 3.8 Gerinda	34
Gambar 3.9 Kertas Amplas.....	34
Gambar 3.10 Kain.....	34
Gambar 3.11 Kompur	35
Gambar 3.12 Cetakan Sprue	35
Gambar 3.13 Cetakan Pasir	35
Gambar 3.14 Timbangan	36
Gambar 3.15 Alat Uji kekerasan Vickers	36
Gambar 3.16 Alat Uji Struktur Mikro	36
Gambar 3.17 Alat uji Keausan	37
Gambar 3.18 Besi Ductile	37
Gambar 3.19 Pasir RCS (<i>Resin Coated Sand</i>).....	38
Gambar 3.20 Autosol	38
Gambar 3.21 Pasir Cetak	38
Gambar 3.22 Serbuk Batu Kapur.....	39

Gambar 3.23 Besi Ductile	39
Gambar 3.24 Proses Pembuatan <i>Sprue</i>	40
Gambar 3.25 Proses Peleburan Logam Pada Dapur Peleburan	40
Gambar 3.26 Pembuatan Cetakan Pasir	41
Gambar 3.27 (A)Pemasangan <i>sprue</i> . (B) <i>sprue</i> siap digunakan dicetakan pasir.....	41
Gambar 3.28 Proses Penuangan logam Cair Ke Dalam Kowi.....	41
Gambar 3.29 Proses penuangan dari kowi ke ladle	42
Gambar 3.30 Penuangan Pada Cetakan	42
Gambar 3.31 Proses Pembongkaran Coran.....	43
Gambar 3.32 Rangkuman Proses Pengecoran	43
Gambar 3.33 Spesimen Uji.....	43
Gambar 3.34 Titik Lokasi Pengujian	44
Gambar 4.1 Struktur mikro bahan baku di (a) tepi (b) tengah (c) tepi lainnya	46
Gambar 4.2 Struktur mikro ulet pengecoran besi yang mengeras pada (a) tepi yang mengeras api (b) tengah (c) tepi yang tidak mengeras dengan api.....	47
Gambar 4.3 Histogram Hasil Pengujian Kekerasan Tanpa Flame Hardening	48
Gambar 4.4 Histogram Hasil Pengujian Kekerasan dengan Flame Hardening	49
Gambar 4.5 Histogram Hasil Pengujian Keausan Spesimen.....	50

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Skala Kekerasan Rockwell	26
Tabel 3.1 Komposisi Unsur Kimia	32
Tabel 4.1 Data Hasil Pengujian Kekerasan Vickers.....	48
Tabel 4.2 Data Hasil Pengujian Keausan	49