

TUGAS AKHIR
ANALISA KEKERASAN PERMUKAAN BAJA KARBON SEDANG ST 60
DENGAN PROSES CARBURIZING MENGGUNAKAN ARANG KAYU
DENGAN ANALISIS PARTIKEL KARBON RATA-RATA $113,542 \mu\text{m}^2$
DAN $554,621 \mu\text{m}^2$



Disusun Sebagai Syarat Untuk Mencapai Gelar Sarjana Teknik
Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik
Universitas Muhammadiyah Surakarta

Disusun oleh :
UBAIDILLAH NUR FAIS
NIM.D200150058

JURUSAN TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA
2020

PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Ubaidillah Nur Fais

NIM : D200150058

Jurusan : Teknik mesin

Fakultas : Teknik

Dengan ini menyatakan dengan sesungguhnya bahwa Tugas Akhir dengan judul **"ANALISA KEKERASAN PERMUKAAN BAJA KARBON SEDANG ST 60 DENGAN PROSES CARBURIZING MENGGUNAKAN ARANG KAYU DENGAN ANALISIS PARTIKEL KARBON RATA-RATA 113,542 μm^2 DAN 554,621 μm^2 "** merupakan hasil penelitian sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana pada Jurusan Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Surakarta, sejauh yang saya ketahui penelitian saya bukan merupakan tiruan dari penelitian yang sudah dipublikasikan atau pernah dipakai untuk mendapat gelar sarjana dilingkungan Universitas Muhammadiyah Surakarta atau instansi lain, kecuali sebagian sumber informasinya saya cantumkan sebagaimana mestinya.

Surakarta, 20 Juli 2020

Yang Menyatakan



Ubaidillah Nur Fais

HALAMAN PERSETUJUAN

Tugas Akhir yang berjudul "ANALISIS KEKERASAN PERMUKAAN BAJA KARBON SEDANG ST 60 DENGAN PROSES CARBURIZING MENGGUNAKAN ARANG KAYU DENGAN ANALISIS PARTIKEL KARBON RATA-RATA $113,542 \mu\text{m}^2$ DAN $554,621 \mu\text{m}^2$ " Di Susun Sebagai Syarat Untuk Menyelesaikan Program Studi Sarjana S1 Pada Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta.

Di persiapkan oleh :

Nama : **Ubaidillah Nur Fais**

NIM : **D200 150 058**

Disetujui dan di sahkan pada :

Hari : **Kamis**

Tanggal : **2 Juli 2020**

Pembimbing Utama



Dr. Ir. Ngafwan, M.T.

HALAMAN PENGESAHAN

Tugas Akhir berjudul "Analisis Kekerasan Permukaan Baja St 60 Setelah Carburizing Dengan Rata-Rata Luas Area Partikel Karbon $113,542 \mu\text{m}^2$ ", telah dipertahankan di hadapan Tim Penguji dan setelah dinyatakan sah untuk memenuhi sebagai syarat memperoleh derajat sarjana S1 pada Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta.

Dipersiapkan oleh :

Nama : **UBAIDILLAH NUR FAIS**

NIM : **D200 150 058**

Disahkan pada :

Hari :

Tanggal :

Tim Penguji :

Ketua : Dr.Ir. Ngafwan, M.T.

Anggota 1 : Masyrukan,ST.,MT.

Anggota 2 : Nurmuntaha ST.,MT



Dekan
Ir. Sri Suparjono, M.T., Ph.D., IPM

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Ngafwan', is written over a set of horizontal dotted lines.

Ketua Jurusan

A handwritten signature in blue ink is written over a set of horizontal dotted lines.

Ir. H. Subroto, MT



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 029/II/2020 Tanggal 20 Februari 2020 Tentang Pembimbing Tugas Akhir Dengan Ini :

Nama : Dr. Ir. Ngafwan, M.T

Pangkat/Jabatan : III. C/Lektor

Sebagai Pembimbing Tugas Akhir memberikan soal tugas akhir kepada mahasiswa :

Nama : Ubaidillah Nur Fais

Nomor induk : D200 150 058

Jurusan/Semester : Teknik Mesin/Akhir

Judul/Topik : **"Analisa Kekerasan Permukaan Baja Karbon Sedang ST 60 Dengan Proses Carburizing Menggunakan Arang Kayu Dengan Analisis Partikel Karbon Rata-rata $113,542 \mu\text{m}^2$ dan $554,621 \mu\text{m}^2$ "**

Rincian Soal/Tugas : Kekerasan, Struktur Mikro, Area Partikel Karbon, Kelarutan Unsur dalam Fe

Demikian soal tugas akhir ini dibuat untuk dapat dilaksanakan sebagaimana mestinya.

Surakarta, 28 februari 2020
Pembimbing

Dr. Ir. Ngafwan, M.T

Keterangan :

Dibuat rangkap tiga (3)

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

MOTTO

“Rahasia kesuksesan adalah mengetahui yang orang lain tidak ketahui “

(Aristotle Onassis)

“Hanya pendidikan yang menyelamatkan masa depan, tanpa pendidikan kita tak mungkin bertahan”

(Najwa Shihab)

“Tujuan pendidikan itu untuk mempertajam kecerdasan, memperkuat kemauan serta memperhslus perasaan”

(Tan Malaka)

PERSEMBAHAN

Karya ini saya persembahkan untuk:

Allah yang telah membarikan rahmat dan hidayah sehingga saya bisa menyelesaikan skripsi ini dengan baik.

Kepada orang tua tercinta, yang tak henti-hentinya memberikan doa dan dukungannya

Temen-temen seperjuangan yang telah membantu menyelesaikan skripsi dengan baik

Kepada dosen pembimbing terimakasih untuk ilmu yang bermanfaat

Kepada teman beda jurusan yang selalu bertanya kapan akan wisuda

Dan semua pihak yang telah membantu menyelesaikan skripsi dengan baik

**ANALISA KEKERASAN PERMUKAAN BAJA KARBON SEDANG ST60
DENGAN PROSES CARBURIZING MENGGUNAKAN ARANG KAYU
DENGAN LUAS PARTIKEL KARBON RATA-RATA 113,542 μm^2 DAN
554,621 μm^2**

Ubaidillah Nur Fais, Ngafwan

Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah
Surakarta

Jl. A. Yani Tromol POS 1 Pabelan , Kartasura

E-mail: ubaidillahnurfaish@gmail.com

ABSTRAK

Proses carburizing merupakan metode pengerasan baja dengan cara menambahkan unsur karbon pada permukaan baja dengan temperature austenite. Tujuan dilakukan penelitian ini untuk melihat perubahan struktur mikro dan kekerasan permukaan baja ST 60. Setelah proses carburizing dengan temperatur 825°C selama 4 jam dengan menggunakan arang kayu yang sudah di proses. Selanjutnya dilakukan proses pengayakan karbon Sehingga di dapatkan ukuran karbon 100 mesh kering dengan ukuran partikel 554,621 μm^2 dan 500 mesh basah atas yang menghasilkan rata-rata luas area partikel karbon 113,542 μm^2 . Terjadi penurunan jumlah partikel karbon setelah di lakukan proses carburizing. Karbon dengan rata-rata luas area partikel 554,621 μm^2 hilang sebanyak 33,58%, sedangkan karbon dengan rata-rata luasa area partikel 113,542 μm^2 hilang sebanyak 9,91%. Pengujian struktur mikro bertujuan untuk mengetahui fase yang dimiliki baja setelah mengalami proses carburizing. Pengujian kekerasan bertujuan untuk mengetahui kekerasan dari material setelah proses carburizing.

Kata kunci: carburizing, area partikel karbon 113,542 μm^2 , kelarutan unsur dalam fe, struktur mikro dan kekerasan vickers.

**ANALYSIS ON ST 60 STEEL'S HARDNESS AFTER WOOD CHARCOAL
CARBURIZING PROCESSES WITH AVERAGE AREA OF CARBON
PARTICLES 113,542 μm^2 AND 554,621 μm^2**

Ubaidillah Nur Fais, Ngafwan

Mechanical engineering, Faculty of Engineering, University of
Muhammadiyah of Surakarta

Jl. A. Yani Tromol POS 1 Pabelan, Kartasura

E-mail: ubaidillahnurfais@gmail.com

ABSTRACT

The carburizing process is a method of hardening steel by adding a carbon element to the steel surface with austenite temperature. The purpose of this research is to see changes in microstructure and surface hardness of ST 60 steel. After the carburizing process with a temperature of 825 ° C for 4 hours using wood charcoal that has been processed. Furthermore, the carbon sifting process is carried out so that a carbon mesh size of 100 dry mesh with a particle size of 554,621 μm^2 and 500 upper wet mesh produces an average carbon particle area of 113,542 μm^2 , a decrease in the number of carbon particles after carburizing is done. Carbon with an average particle area of 554,621 μm^2 was lost as much as 33.58%, while carbon with an average particle area of 113,542 μm^2 was lost as much as 9.91%. Microstructure testing aims to determine the phase of steel after undergoing the carburizing process. Hardness testing aims to determine the hardness of the material after the carburizing process.

Keywords: carburizing, carbon particle area 113,542 μm^2 , solubility of elements in Fe, microstructure and vickers hardness.

KATA PENGANTAR

Assalamualaikum Wr. Wb

Alhamdulillahirabbil'alamin, Puji Syukur Kepada Tuhan Yang Maha Esa, karena atas rahmat dan karunia-Nya penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini yang berjudul berjudul **“ANALISA KEKERASAN PERMUKAAN BAJA KARBON SEDANG ST 60 DENGAN PROSES CARBURIZING MENGGUNAKAN ARANG KAYU DENGAN ANALISIS PARTIKEL KARBON RATA-RATA 113,542 μm^2 DAN 554,621 μm^2 “.**

Pada kesempatan ini penulis ingin mengucapkan terimakasih kepada pihak-pihak yang telah membantu hingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini antara lain kepada :

1. Tuhan Yang Maha Esa yang telah melimpahkan kasih-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan baik.
2. Bapak Dr.Ir Ngafwan, M.T. selaku pembimbing Skripsi, atas bimbingan dan arahan dalam pembuatan skripsi ini.
3. Bapak-bapak dosen yang telah berkenan menyampaikan ilmunya selama penulis menempuh perkuliahan.
4. Keluarga tercinta yang telah memberikan perhatian dan sumbangan besar baik moril maupun materil.
5. Teman-teman atas kerjasama dalam penelitian.
6. Semua pihak yang tidak dapat di sebutkan satu persatu, atas segala bantuan dalam penulisan skripsi ini.

Penulis menyadari bahwa laporan ini masih belum sempurna, Oleh karena itu kritik dan saran yang membangun sangat di harapkan.

Wassalamualaikum Wr. Wb

Surakarta,

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI	ii
HALAMAN PERSETUJUAN	iii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iv
LEMBAR SOAL TUGAS AKHIR	v
MOTTO	vi
PERSEMBAHAN	vii
ABSTRAK.....	viii
<i>ABSTRACT</i>	ix
KATA PENGANTAR	x
DAFTAR ISI.....	xi
DAFTAR GAMBAR.....	xiv
DAFTAR TABEL.....	xvi
DAFTAR LAMPIRAN	xvii
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
1.6 Sistematika Penelitian.....	4
BAB II DASAR TEORI	5
2.1 Tinjauan Pustaka.....	5
2.2 Landasan teori	13
2.2.1 Baja.....	13
2.2.2 Carburising	13
2.2.3 Difusi	14

BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....	16
3.1 Kerangka Konsep.....	16
3.1.1 Body Centre Cubic (Bcc) / Badan Kubus Berpusat.....	16
3.1.2 Face Centre Cubic (Fcc) / Muka Kubus Berpusat.....	17
3.2 Diagram Alir	23
3.3 Alat dan Bahan.....	24
3.3.1 Alat.....	24
3.3.2 Bahan-bahan penelitian.....	30
3.4 Langkah penelitian	32
3.4.1 Pembuatan spesimen.....	32
3.4.2 Proses penyiapan karbon	32
3.4.3 Proses carburizing	33
3.4.4 Pengujian kekerasan.....	33
3.4.5 Pengamatan struktur mikro.....	33
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	34
4.1 . Analisa Carburizing.....	34
4.2. Pengamatan Partikel Karbon	34
4.2.1 Pembahasan perubahan area partikel karbon setelah proses karburising pada baja ST 60.	36_Toc63424984
4.2.2 Pembahasan perubahan area partikel karbon setelah proses <i>carburizing</i> pada baja Pembanding.	38
4.3 Pengujian Struktur Mikro	40
4.3.1 Pembahasan kelarutan unsur dalam Fe (β /Fe ₃) hasil uji struktur mikro.....	42
4.3.2 Hasil analisis area kelarutan unsur dalam Fe (β /Fe ₃ C) pada raw material dengan aplikasi imagej	43
4.3.3 Hasil analisis area kelarutan unsur dalam Fe (β /Fe ₃ C) pada Baja Pembanding di <i>carburizing</i> dengan rata-rata area partikel 554,621 μm^2	46
4.3.4 Hasil analisis area kelarutan unsur dalam Fe (β /Fe ₃ C) pada material ST 60 dengan rata-rata area partikel 113,542 μm^2	48
4.4 Pembahasan Pengujian Kekerasan.....	51
4.4.1 Hasil pengujian kekerasan pada RAW material.....	52

4.4.2 Hasil pengujian kekerasan material pembanding dengan rata-rata area partikel 554,621 μm^2 .	54
4.4.3 Hasil pengujian kekerasan pada material baja ST 60 dengan rata-rata area partikel 113,542 μm^2 .	56
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	58
5.1 Kesimpulan.....	58
5.2 Saran	58
DAFTAR PUSTAKA.....	59
LAMPIRAN	61

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1. Pengaruh Suhu pada Proses Karburisasi	5
Gambar 2. 2. Mikrostruktur raw material.....	7
Gambar 2. 3. <i>Struktur mikro zona kasus (a) sub-zona hypoeutectoid, (b) sub-zona Eutectoid, (c) sub-zona hypereutectoid</i>	7
Gambar 2. 4. a, b, c, Dalam kasus mikro struktur baja menunjukkan baja yang di rendam air garam 10% ,proses karburasi pada temperatur 160°C, 950°C selama 4 jam .(Islam & Bepari, 1998)	9
Gambar 2. 5. Temperature Pack Carburizing (Oyetunji, 2012)	10
Gambar 2. 6. Perlakuan panas pada karburisasi. (Barabas & Florescu, 2014)	12
Gambar 2. 8. SEI struktur mikro lapisan permukaan baja karburisasi dengan suhu 950°C (3500X) (Kula, Pietrasik, & Dybowski, 2005)	13
Gambar 2. 7. Profil konsentrasi karbon baja karburisasi pada temperature 920°C (Kula, Pietrasik, & Dybowski, 2005).....	13
Gambar 2. 9. Sistem Skematis Difusi Karbon dan Dekarburisasi. (Jacquet, Rouse, Bernard, & Lambertin, 2003)	15
Gambar 3. 1. Kerangka Konsep Proses Difusi Karbon	19
Gambar 3. 2. Diagram Fasa (Elliot J.F. dan Benz M.G. 1949).....	20
Gambar 3. 3. Difusi Karbon	21
Gambar 3. 4. Ilustrasi Perpindahan Atom	21
Gambar 3. 5. Diagram Alir	23
Gambar 3. 6. Cangkir Besi.....	24
Gambar 3. 7. Thermocontrol.....	24
Gambar 3. 8. Toples Plastik.....	25
Gambar 3. 9. Kompor Listrik	25
Gambar 3. 10. Gotri	26
Gambar 3. 11. Stelonpot.....	26
Gambar 3. 12. Suntikan	26
Gambar 3. 13. Amplas	27
Gambar 3. 14. Mesh	27
Gambar 3. 15. Timbangan digital.....	27
Gambar 3. 16. Dinolite	28
Gambar 3. 17. Mikroskop.....	28
Gambar 3. 18. Alat Uji Vickers	29
Gambar 3. 19. Mesin Poles	29
Gambar 3. 20. Mesin Shakermill	30

Gambar 3. 21. Arang kayu	30
Gambar 3. 22. Baja ST 60	31
Gambar 3. 23. Autosol	31
Gambar 3. 24. Alkohol	32
Gambar 3. 25. Pemotongan Spesimen.....	32
Gambar 4. 1. a) Karbon sebelum digunakan carburizing dengan rata-rata area partikel 113,542 μm^2 , b) Karbon sesudah di gunakan carburizing dengan rata-rata area partikel 95,319 μm^2	35
Gambar 4. 2. Hasil analisis karbon sebelum di gunakan carburizing dengan rata-rata area partikel 113,542 μm^2	36
Gambar 4. 3. Hasil analisis karbon sesudah di gunakan carburizing dengan rata-rata area partikel 113,542 μm^2	37
Gambar 4. 4. Hasil analisis karbon sebelum di gunakan carburizing dengan area rata-rata partikel 554,621 μm^2	38
Gambar 4. 5. Hasil analisis karbon sebelum digunakan carburizing dengan rata-rata area partikel 554,621 μm^2	39
Gambar 4. 6. Uji kekerasan menggunakan metode Vickers (ASTM-E92,1997)	40
Gambar 4. 7. Kelarutan Unsur dalam Fe Titik 1- 5 Pengujian Struktur Mikro	42
Gambar 4. 8. Kelarutan unsur dalam Fe pada RAW Material	43
Gambar 4. 9. Struktur Mikro RAW Material Titik 1-5 dengan Perbesaran 200x Dan 1000x	45
Gambar 4. 10. Kelarutan Unsur dalam Fe pada Material Pembanding....	46
Gambar 4. 11. Struktur Mikro Baja Pembanding Titik 1-5 dengan Perbesaran 200x dan 1000x.....	47
Gambar 4. 13. Struktur Mikro Baja ST60 titik 1-5 dengan perbesaran 200x dan 1000x	50
Gambar 4. 14. Pengujian Kekerasan Titik 1-5 dengan Menggunakan <i>Vickers Microhardness</i>	51
Gambar 4. 15. Hasil Pengujian Kekerasan pada RAW Material	52
Gambar 4. 16. Injakan Identor titik 1-5 pada RAW material	53
Gambar 4. 17. Hasil Pengujian Kekerasan Material Pembanding dengan Rata-rata Area Partikel 554,621 μm^2	54
Gambar 4. 18. Injakan Identor titik 1-5 Pada Material Pembanding.....	55
Gambar 4. 19. Hasil pengujian kekerasan material baja ST60 dengan rata-rata area partikel 554,621 μm^2	56
Gambar 4. 20. Injakan Identor Titik 1-5 Pada Material Baja ST 60	57

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1. Proses pack karburising dilakukan pada suhu dan waktu yang berbeda	10
Tabel 3. 1. Periodik Unsur	18
Tabel 3. 2. <i>Property Carbon</i>	18
Tabel 4. 1. Hasil Pengujian Struktur Mikro dan Kekerasan	41

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Hasil Metalografi Material Pembanding	62
Lampiran 2. Hasil Metalografi Raw Material	63
Lampiran 3. Hasil Metalografi Material Baja ST 60	64
Lampiran 4. Pengujian Kekerasan Pada ST 60	65
Lampiran 5. Pengujian Kekerasan Pada Material Pembanding	66
Lampiran 6. Pengujian Kekerasan Pada Raw Material.....	67
Lampiran 7. Properties Baja ST 60	68