

## **TUGAS AKHIR**

### **SIFAT FISIS DAN MEKANIS RODA GIGI REDUCER SEBELUM DAN SESUDAH PROSES *HEAT TREATMENT***



Tugas Akhir ini Disusun Guna Memperoleh Gelar Sarjana  
Strata Satu Teknik Mesin Fakultas Teknik  
Universitas Muhammadiyah Surakarta

Disusun oleh:

**AGUNG INDRA WICAKSONO**

**NIM : D 200 050 099**

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

**2011**

## **PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI**

Saya menyatakan dengan sesungguhnya bahwa dengan judul :

### **SIFAT FISIS DAN MEKANIS RODA GIGI REDUCER SEBELUM DAN SESUDAH PROSES *HEAT TREATMENT***

Yang dibuat untuk memenuhi sebagai 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 mana mestinya.

Surakarta, november 2011

Yang menyatakan,

Agung Indra Wicaksono

## HALAMAN PERSETUJUAN

Tugas Akhir berjudul “**SIFAT FISIS DAN MEKANIS RODA GIGI REDUCER SEBELUM DAN SESUDAH PROSES *HEAT TREATMENT***”, telah disetujui pembimbing dan diterima untuk memenuhi persyaratan mendapatkan gelar Sarjana Teknik.

Dipersiapkan oleh:

Nama : **Agung Indra Wicaksono**

NIM : **D.200.05.0099**

Disetujui pada

Hari :

Tanggal :

Pembimbing Utama

Pembimbing Pendamping

Ir. Bibit Sugito, MT.

M. Alfatih Hendrawan. ST, MT.

## HALAMAN PENGESAHAN

Tugas Akhir berjudul “SIFAT FISIS DAN MEKANIS RODA GIGI REDUCER SEBELUM DAN SESUDAH PROSES *HEAT TREATMENT*”, telah dipertahankan dihadapan Tim Penguji Tugas Akhir Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta dan diterima untuk memenuhi persyaratan mendapatkan gelar Sarjana Teknik.

Dipersiapkan oleh :

Nama : **Agung Indra Wicaksono**

NIM : **D.200.05.0099**

Disetujui pada

Hari :

Tanggal :

Tim Penguji :

Ketua : Ir. Bibit Sugito, MT. (.....)

Anggota 1 : M. Alfatih Hendrawan, ST, MT. (.....)

Anggota 2 : Bambang WF, ST, MT. (.....)

Dekan

Ketua Jurusan Teknik Mesin

Ir. Agus Riyanto, SR. MT.

Ir. Sartono Putro, MT.



## MOTTO

- ❖ “ Jadikanlah sabar dan sholat itu sebagai penolongmu. Dan sesungguhnya yang demikian itu sungguh berat, kecuali orang-orang yang khusyu “

(QS : Al Baqarah : 45)

- ❖ “ Sesungguhnya setelah kesulitan itu ada kemudahan. Maka apabila kamu telah selesai (dari suatu urusan), kerjakanlah dengan sungguh-sungguh (urusan) yang lain dan hanya kepada Tuhanmulah hendaknya kamu berharap “

(QS : Al Insiyiqaaq : 6 - 8)

- ❖ “ Barang siapa diuji, lalu bersabar, diberi lalu bersyukur, didzalimi lalu memaafkan dan berbuat dzalim lalu istighfar, maka keselamatan dan merekalah orang-orang yang memperoleh hidayah “

(HR BAihaqi)

## PERSEMBAHAN

Sujud syukurku pada-Mu Illahi Robbi yang senantiasa memberikan kemudahan bagi hamba-Nya yang mau berusaha. Petunjuk dan bimbingan-Mu selama hamba menuntut ilmu berbuah karya sederhana ini yang kupersembahkan kepada:

- Agamaku yang telah mengenalkan aku kepada ALLAH SWT serta Rosul-Nya dan mengarahkan jalan dari gelap gulita menuju terang benderang, terimakasih Ya ALLAH atas atas ridhoMu hingga saya dapat menyelesaikan tugas akhir ini, walaupun kadang keluar dari jalan yang Engkau tetapkan. (“Engkau yang mendengar do’aku dan mengabdikan cita-citaku”).
- Bapak dan ibuku atas pengorbanannya, kasih sayangnya dan doa yang tiada terputus demi kesuksesanku. Senyummu merupakan semangat bagiku, doaku merupakan keberhasilanku.
- Kakakku serta kakak iparku terkasih atas dorongan dan pengorbanannya.
- Seseorang yang kelak akan menjadi pendampingku, yang telah memberikanku inspirasi, motivasi dan kesetiaan.
- Almamater Fakultas Teknik UMS.

# SIFAT FISIS DAN MEKANIS RODA GIGI REDUCER SEBELUM DAN SESUDAH PROSES *HEAT TREATMENT*

Agung Indra Wicaksono, Bibit Sugito, M. Alfatih Hendrawan

Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta

Jl. A. Yani Tromol Pos 1 Pabelan, Kartasura

email: [agung\\_8573@yahoo.com](mailto:agung_8573@yahoo.com)

## ABSTRAKSI

*Untuk meningkatkan kualitas pada roda gigi reducer ini dilakukan proses heat treatment. Tujuan dari penelitian pada roda gigi reducer dengan merk TKB, CEA, CCM adalah untuk mengetahui kualitas roda gigi reducer, mengetahui komposisi bahan, struktur mikro, kekerasan, sebelum dan sesudah heat treatment.*

*Bahan yang dipakai pada penelitian ini berupa roda gigi reducer merk TKB, CEA, CCM. Pada spesimen dilakukan proses heat treatment berupa pemanasan pada suhu 950 °C selama kurang lebih 1 jam, heat treatment ini berupa quenching, aging, annealing. Pengujian yang dilakukan antara lain uji komposisi kimia dengan standar ASTM E 415, struktur mikro dengan standar ASTM E 3, dan uji kekerasan Vickers dengan standar ASTM E 92.*

*Dari uji komposisi kimia, roda gigi cacing silindris merk TKB, CEA, CCM, unsur paduan paling dominan adalah karbon (C), merk TKB: 4.4182%, CEA: 4.9736%, CCM: 3.7225%, untuk batang cacing dengan merk TKB, CEA, CCM, unsur paduan paling dominan mangan (Mn), merk TKB: 0.9640%, CEA: 0.9225%, CCM: 0.7100%. Untuk uji struktur mikro roda gigi cacing silindris merk TKB, CEA, CCM di temukan fasa grafit, ferit, sebelum dan sesudah proses heat treatment berupa quenching untuk aging dan annealing tambah fasa perlit, pada batang cacing merk TKB, CEA, CCM di dapat fasa ferit dan perlit sebelum dan sesudah proses heat treatment. Hanya untuk quenching merk TKB muncul fasa martensit, Jadi tidak ada perubahan fasa pada roda gigi cacing silindris dan batang cacing. Pada uji kekerasan roda gigi cacing silindris dan batang cacing merk TKB, CEA, dan CCM mempunyai peningkatan kekerasan setelah proses heat treatment berupa quenching, sehingga proses ini cocok untuk meningkatkan kekerasan bahan tersebut. Sedangkan untuk proses aging dan annealing mengalami penurunan kekerasan.*

**Kata kunci:** Roda gigi reducer, *heat treatment*, *quenching*, *aging*, *annealing*, komposisi kimia, uji struktur mikro, uji kekerasan.



## KATA PENGANTAR



Assalamu'alaikum Wr. Wb.

Syukur alhamdulillah, penulis panjatkan puji syukur kehadiran Allah SWT atas berkah dan rahmat-Nya sehingga penyusunan penelitian ini dapat terselesaikan.

Tugas akhir berjudul “**Sifat Fisis Dan Mekanis Roda Gigi Reducer Sebelum Dan Sesudah Proses *Heat Treatment*”**”, dapat terselesaikan atas dukungan pihak. Untuk itu pada kesempatan ini, penulis dengan segala ketulusan dan keikhlasan hati ingin menyampaikan rasa terima kasih sebesar-besarnya kepada:

1. Bapak Ir. Agus Riyanto, SR, MT., selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta.
2. Bapak Ir. Sartono Putro, MT, selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta.
3. Bapak Ir. Bibit Sugito, MT; selaku Dosen Pembimbing utama, yang telah memberikan arahan-arahan dan saran disela-sela kesibukannya.

4. Bapak M. Alfatih Hendrawan, ST, MT, selaku Dosen Pembimbing kedua atas kesediaannya memeberikan bimbingan, petunjuk, dan saran dengan penuh keihklasan.
5. Seluruh Dosen Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta yang tak bisa disebut satu-persatu, yang telah membekali ilmu yang yang berguna bagi penulis untuk menyongsong masa depan.
6. Bapak & Ibu beserta Adikku yang selalu berdo'a dengan ketulusan jiwanya dan selalu memberi dukungan moral dan materialnya.
7. Kelompok Tugas Akhirku, Rohman Rifai dan Wawan Hendro terima kasih atas kerja samanya.
8. Teman-teman Teknik Mesin, khususnya angkatan 2005 yang selalu kompak, terima kasih atas dukungannya dan partisipasinya selama ini.

Tugas akhir ini semoga dapat bermanfaat meskipun masih terdapat kekurangan, oleh karena itu kritik dan saran yang bersifat membangun dan pembaca akan penulis terima dengan senang hati.

Wassalamu'alaikum Wr. Wb.

Surakarta, November 2011

Agung Indra Wicaksono

## DAFTAR ISI

	Hal
Halaman Judul.....	i
Pernyataan Keaslian Skripsi.....	ii
Halaman Persetujuan.....	iii
Halaman Pengesahan.....	iv
Lembar Soal Tugas Akhir.....	v
Motto.....	vi
Persembahan.....	vii
Abstraksi.....	viii
Kata Pengantar.....	ix
Daftar Isi.....	xi
Daftar Gambar.....	xiv
Daftar Tabel.....	xviii
Daftar Lampiran.....	xx

### **BAB I. PENDAHULUAN**

1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Tujuan Penelitian.....	3
1.3. Manfaat Penelitian.....	3
1.4. Batasan Masalah.....	4

## **BAB II. DASAR TEORI**

2.1. Tinjauan Pustaka .....	5
2.2. Landasan Teori.....	6
2.2.1 Klasifikasi Baja .....	6
2.2.2 Pengaruh Unsur Paduan Pada Baja.....	8
2.2.3 Diagram Fasa Fe-C .....	11
2.2.4 Diagram Fasa Fe-Mn .....	12
2.2.5 Diagram <i>Continuous Cooling Transformation</i> .....	13
2.2.6 Diagram <i>Time Temperatur Transformation</i> .....	14
2.2.7 Heat Treatment (perlakuan panas) .....	15
2.2.8 Sifat Mekanik Bahan .....	18
2.2.9 Sifat Fisis Bahan .....	20

## **BAB III. METODOLOGI PENELITIAN**

3.1. Diagram Alir Penelitian .....	21
3.2. Bahan Penelitian.....	22
3.2.1. Spesimen.....	23
3.3. Alat Penelitian.....	25
3.3.1. Alat Bantu .....	25
3.3.2. Alat Uji Komposisi Kimia.....	26
3.3.3. Alat Uji Struktur Mikro .....	27

3.3.4. Alat Uji Kekerasan ..... 28

3.3.5 Alat Uji Untuk Perlakuan Panas ..... 30

#### **BAB IV. HASIL PENGUJIAN DAN PEMBAHASAN**

4.1. Pengujian Komposisi Kimia ..... 32

4.1.1 Data Hasil Pengujian Komposisi Kimia ..... 32

4.1.2 Pembahasan Pengujian ..... 36

4.2. Pengujian Struktur Mikro ..... 38

4.2.1 Data Hasil Pengujian Struktur Mikro ..... 39

4.2.2 Pembahasan Pengujian ..... 51

4.3. Pengujian Kekerasan Vikers ..... 52

4.3.1 Data Hasil Pengujian Kekerasan Vikers ..... 52

4.3.2 Pembahasan pengujian ..... 64

#### **BAB V. KESIMPULAN DAN SARAN**

5.1. Kesimpulan ..... 70

5.2. Saran ..... 71

#### **DAFTAR PUSTAKA**

#### **LAMPIRAN-LAMPIRAN**

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Diagram Fe-Fe <sub>3</sub> C .....	12
Gambar 2.2. Diagram Fe-Mn .....	12
Gambar 2.3. Diagram <i>Continuous Cooling Transformation</i> (CCT).....	14
Gambar 2.4. Diagram Time Temperatur Transformation (TTT) .....	15
Gambar 3.1. Diagram Alir Penelitian (Flow Chart) .....	21
Gambar 3.2. Roda Cacing Gigi Silindris dan Batang Cacing Merk TKB ....	22
Gambar 3.3. Roda Cacing Gigi Silindris dan Batang Cacing Merk CEA.....	23
Gambar 3.4. Roda Cacing Gigi Silindris dan Batang Cacing Merk CCM ....	23
Gambar 3.5 Spesimen raw matrial pengujian komposisi kimia roda gigi cacing silindris dan batang cacing merk TKB, CEA, CCM .....	24
Gambar 3.6. Spesimen raw matrial pengujian struktur mikro dan kekerasan roda gigi cacing silindris dan batang cacing merk TKB, CEA, CCM .....	24
Gambar 3.7 Spesimen dengan proses heat treatment ( <i>quenching</i> ) pengujian struktur mikro dan kekerasan roda gigi cacing silindris dan batang cacing merk TKB, CEA, CCM .....	24
Gambar 3.8 Spesimen dengan proses heat treatment ( <i>aging</i> ) pengujian struktur mikro dan kekerasan roda gigi cacing silindris dan batang cacing merk TKB, CEA, CCM .....	25
Gambar 3.9 Spesimen dengan proses heat treatment ( <i>annealing</i> ) pengujian struktur mikro dan kekerasan roda gigi cacing silindris dan batang cacing merk TKB, CEA, CCM .....	25

Gambar 3.10 Alat uji struktur mikro.....	27
Gambar 3.11 Alat Penguji <i>Hardness Vickers</i> .....	28
Gambar 3.12 Alat uji <i>heat treatment</i> (Tanur Elaktrik).....	30
Gambar 4.1 Struktur mikro roda gigi cacing silindris merk TKB sebelum proses <i>heat treatment</i> .....	39
Gambar 4.2 Struktur mikro roda gigi cacing silindris merk CEA ebelum proses <i>heat treatment</i> .....	39
Gambar 4.3 Struktur mikro roda gigi cacing silindris merk CCM sebelum proses <i>heat treatment</i> .....	40
Gambar 4.4 Struktur mikro batang cacing merk TKB sebelum proses <i>heat treatment</i> .....	40
Gambar 4.5. Struktur mikro batang cacing merk CEA sebelum proses <i>heat treatment</i> .....	41
Gambar 4.6 Struktur mikro batang cacing merk CEA sebelum proses <i>heat treatment</i> .....	41
Gambar 4.7 Struktur mikro roda gigi cacing silindris merk TKB setelah proses <i>heat treatment (quenching)</i> .....	42
Gambar 4.8 Struktur mikro roda gigi cacing silindris merk CEA setelah proses <i>heat treatment (quenching)</i> .....	42
Gambar 4.9 Struktur mikro roda gigi cacing silindris merk CCM setelah proses <i>heat treatment (quenching)</i> .....	43
Gambar 4.10 Struktur mikro batang cacing merk TKB setelah proses <i>heat treatment (quenching)</i> .....	43

Gambar 4.11 Struktur mikro batang cacing merk CEA setelah proses <i>heat treatment (quenching)</i> .....	44
Gambar 4.12 Struktur mikro batang cacing merk CCM setelah proses <i>heat treatment (quenching)</i> .....	44
Gambar 4.13 Struktur mikro roda gigi cacing silindris merk TKB setelah proses <i>heat treatment (aging)</i> .....	45
Gambar 4.14 Struktur mikro roda gigi cacing silindris merk CEA setelah proses <i>heat treatment (aging)</i> .....	45
Gambar 4.15 Struktur mikro roda gigi cacing silindris merk CCM setelah proses <i>heat treatment (aging)</i> .....	46
Gambar 4.16 Struktur mikro batang cacing merk TKB setelah proses <i>heat treatment (aging)</i> .....	46
Gambar 4.17 Struktur mikro batang cacing merk CCM setelah proses <i>heat treatment (aging)</i> .....	47
Gambar 4.18 Struktur mikro batang cacing merk CCM setelah proses <i>heat treatment (aging)</i> .....	47
Gambar 4.19 Struktur mikro roda gigi cacing silindris merk TKB setelah proses <i>heat treatment (annealing)</i> .....	48
Gambar 4.20 Struktur mikro roda gigi cacing silindris merk CEM setelah proses <i>heat treatment (annealing)</i> .....	48
Gambar 4.21 Struktur mikro roda gigi cacing silindris merk CCM setelah proses <i>heat treatment (annealing)</i> .....	49
Gambar 4.22 Struktur mikro batang cacing merk TKB setelah proses <i>heat treatment (annealing)</i> .....	49
Gambar 4.23 Struktur mikro batang cacing merk CEA setelah proses <i>heat treatment (annealing)</i> .....	50



Gambar 4.24 Struktur mikro batang cacing merk CCM setelah proses <i>heat treatment (annealing)</i> .....	50
Gambar 4.25 Histogram perbandingan kekerasan raw matrial dengan proses <i>heat treatment</i> pada roda gigi cacing silindris merk TKB. ....	66
Gambar 4.26 Histogram perbandingan kekerasan raw matrial dengan proses <i>heat treatment</i> pada batang cacing merk TKB.....	67
Gambar 4.27 Histogram perbandingan kekerasan raw matrial dengan proses <i>heat treatment</i> pada roda gigi cacing silindris merk CEA .....	67
Gambar 4.28 Histogram perbandingan kekerasan raw matrial dengan proses <i>heat treatment</i> pada roda gigi cacing merk CEA.....	68
Gambar 4.29 Histogram perbandingan kekerasan raw matrial dengan proses <i>heat treatment</i> pada roda gigi cacing silindris merk CCM.....	69
Gambar 4.30 Histogram perbandingan kekerasan raw matrial dengan proses <i>heat treatment</i> pada batang cacing merk CCM.....	69

## DAFTAR TABEL

Tabel 4.1.1 Tabel komposisi kimia roda gigi cacing silindris merk TKB .....	32
Tabel 4.1.2 Tabel Komposisi Kimia roda gigi cacing silindris merk CEA .....	33
Tabel 4.1.3 Tabel Komposisi Kimia roda gigi cacing silindris merk CCM.....	34
Tabel 4.1.4 Tabel Komposisi Kimia Batang cacing merk TKB .....	34
Tabel 4.1.5 Tabel Komposisi Kimia Batang cacing merk CEA.....	35
Tabel 4.1.6 Tabel Komposisi Kimia Batang cacing merk CCM.....	36
Tabel 4.3.1 Kekerasan pada roda gigi cacing silindris merk TKB, CEA, CCM sebelum proses <i>heat treatment</i> .....	52
Tabel 4.3.2 Kekerasan pada batang cacing merk TKB, CEA, CCM sebelum proses <i>heat treatment</i> .....	54
Tabel 4.3.3 Kekerasan pada roda gigi cacing silindris merk TKB, CEA, CCM setelah proses <i>heat treatment (quenching)</i> .....	55
Tabel 4.3.4 Kekerasan pada batang cacing merk TKB, CEA, CCM setelah proses <i>heat treatment (quenching)</i> .....	57
Tabel 4.3.5 Kekerasan pada roda gigi cacing silindris merk TKB, CEA, CCM setelah proses <i>heat treatment (aging)</i> .....	58
Tabel 4.3.6 Kekerasan pada batang cacing merk TKB, CEA, CCM setelah proses <i>heat treatment (aging)</i> .....	60
Tabel 4.3.7 Kekerasan pada roda gigi cacing silindris merk TKB, CEA, CCM setelah proses <i>heat treatment (annealing)</i> .....	61

Tabel 4.3.8 Kekerasan pada batang cacing merk TKB, CEA, CCM setelah proses *heat treatment (annealing)* ..... 63

Tabel 4.3.9 Data hasil kekerasan roda gigi reducer tanpa proses *heat treatment*..... 64

Tabel 4.3.10 Data hasil kekerasan roda gigi reducer setelah proses *heat treatment*..... 65

## DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran 1 Tabel Hasil Uji komposisi kimia roda gigi silindis merk TKB
- Lampiran 2 Tabel Hasil Uji komposisi kimia roda gigi silindis merk CEA
- Lampiran 3 Tabel Hasil Uji komposisi kimia roda gigi silindis merk CCM
- Lampiran 4 Tabel Hasil Uji komposisi kimia batang cacing merk TKB
- Lampiran 5 Tabel Hasil Uji komposisi kimia batang cacing merk CEA
- Lampiran 6 Tabel Hasil Uji komposisi kimia batang cacing merk CCM
- Lampiran 7 Standarisasi ASTM, E 415-95
- Lampiran 8 Standarisasi ASTM, E 3-01
- Lampiran 10 Standarisasi ASTM, E 92-82