

***STUDY SURFACE HARDENING PADA BAHAN RODA GIGI BUATAN  
INDONESIA DENGAN MENGGUNAKAN DC- PLASMA  
NITROCARBURIZING***



**TRI PRASETIYA  
NIM: 41312110025**

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN  
FAKULTAS TEKNIK INDUSTRI  
UNIVERSITAS MERCU BUANA  
JAKARTA 2017**

**LAPORAN TUGAS AKHIR**

***STUDY SURFACE HARDENING PADA BAHAN RODA GIGI BUATAN  
INDONESIA DENGAN MENGGUNAKAN DC- PLASMA  
NITROCARBURIZING***



**UNIVERSITAS  
MERCU BUANA**

Disusun Oleh:

Nama : Tri Prasetya  
NIM : 41312110025  
Program Studi : Teknik Mesin

DIAJUKAN UNTUK MEMENUHI SYARAT KELULUSAN MATA KULIAH  
TUGAS AKHIR PADA PROGRAM SARJANA STRATA SATU (S1)  
JANUARI 2017

**LEMBAR PERNYATAAN**

Yang bertanda tangan dibawah ini,

Nama : Tri Prasetya

NIM : 41312110025

Program Studi : Teknik Mesin

Fakultas : Teknik Industri

Judul Skripsi : *STUDY SURFACE HARDENING* PADA BAHAN RODA GIGI  
BUATAN INDONESIA DENGAN MENGGUNAKAN ALAT  
*DC-PLASMA NITROCARBURIZING*

Dengan ini menyatakan bahwa hasil penulisan Laporan Tugas Akhir yang telah saya buat ini merupakan karya sendiri dan benar keasliannya. Apabila ternyata di kemudian hari penulisan Laporan Tugas Akhir ini merupakan hasil plagiat atau penjiplakan terhadap karya orang lain, maka saya bersedia mempertanggungjawabkan sekaligus menerima sanksi berdasarkan aturan di Universitas Mercu Buana

Demikian pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tidak ada paksaan.

Jakarta, 13 Januari 2017



Tri Prasetya

**HALAMAN PENGESAHAN**  
**PUSAT SAINS DAN TEKNOLOGI AKSELERATOR**

**TUGAS AKHIR**  
***STUDY SURFACE HARDENING* PADA BAHAN RODA GIGI BUATAN**  
**INDONESIA DENGAN MENGGUNAKAN *DC- PLASMA***  
***NITROCARBURIZING***

Oleh:

**TRI PRASETIYA**

NIM 41312110025

Menyatakan telah disetujui dan disahkan,

Yogyakarta, 20 Januari 2017

Kepala BFP PSTA-BATAN

Pembimbing Tugas Akhir

**UNIVERSITAS**  
**MERCU BUANA**  
**Ir. Puradwi Ismu Wahyono, DEA**      **Ir. Suprpto**  
NIP 196110251988 10 1 001      NIP 199590222 197903 1 002

Mengetahui,

Kepala PSTA-BATAN

**Dr. Susilo Widodo**

NIP 195404141980 03 1 005

**LEMBAR PENGESAHAN**

***STUDY SURFACE HARDENING PADA BAHAN RODA GIGI BUATAN  
INDONESIA DENGAN MENGGUNAKAN DC- PLASMA  
NITROCARBURIZING***

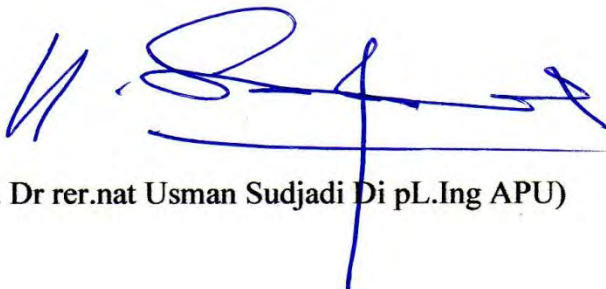


Disusun Oleh:

Nama : Tri Prasetya  
NIM : 41312110025  
Program Studi : Teknik Mesin

Mengetahui,

Dosen Pembimbing



(Prof. Dr rer.nat Usman Sudjadi Di pL.Ing APU)

Koordinator Tugas Akhir



(Haris Wahyudin ST, MSc.)

## PENGHARGAAN

Segala puji dan syukur dipanjatkan kehadiran Tuhan Yang Maha Esa yang telah melimpahkan rahmatNya, sehingga penyusunan Laporan Skripsi yang berjudul” *Study Surface Hardening Pada Roda gigi buatan Indonesia dengan menggunakan alat RF-Nitrocarburizing*” dapat selesai dengan baik.

Laporan Skripsi ini merupakan salah satu persyaratan yang harus dipenuhi oleh setiap mahasiswa Program Studi S1 Teknik Mesin Universitas Mercubuana untuk layak menyanggah gelar sarjana teknik. Selain itu laporan skripsi ini juga merupakan suatu bukti yang dapat diberikan kepada almamater dan masyarakat. Hingga penyusunan Laporan Skripsi ini selesai, penulis banyak menerima bantuan dari berbagai pihak sebagai input kritik dan saran yang positif serta membangun, oleh karena itu pada kesempatan ini saya sampaikan terima kasih kepada:

1. Bapak Sagir Alva, S.Si, M.Sc, Ph.D, selaku Ketua Program Studi Teknik Mesin Universitas Mercu Buana.
2. Haris Wahyudi ST, M.Sc selaku Koordinator Kerja Praktek Universitas Mercu Buana.
3. Prof. Dr rer.nat Usman Sudjadi Di pL.Ing APU, selaku Dosen Pembimbing Skripsi di Universitas Mercu Buana yang telah memberikan pengetahuan, bimbingan, dukungan dan saran sehingga laporan ini dapat selesai dengan baik.
4. Semua dosen dan karyawan Program Studi S1 Teknik Mesin Universitas Mercu Buana.
5. Ayah dan ibu tercinta beserta seluruh keluarga yang telah memberikan dukungan dan do'anya.
6. Rekan-rekan seperjuangan S1 Teknik Mesin Universitas Mercu Buana Angkatan XXI, terima kasih atas bantuan dan semangat yang telah diberikan.
7. Nurhadi Adi Andoyo, Ahmad Sulthoni, dan Rahmat Dwi jaya yang telah memberikan bantuan morilnya.
8. Serta semua pihak yang telah membantu, yang tidak bisa saya sebutkan satu persatu.

Kekurangan atau ketidaksempurnaan tentu masih ada, namun bukan sesuatu yang disengaja, hal tersebut semata-mata karena kekhilafan dan keterbatasan pengetahuan

yang dimiliki oleh penulis. Oleh karena itu kritik dan saran positif yang membangun sangat diharapkan demi kesempurnaan Laporan Skripsi ini. Akhir kata semoga Laporan Skripsi ini bermanfaat bagi pembaca dan mahasiswa, khususnya mahasiswa Program Studi S1 Teknik Mesin Universitas Mercubuana.

Jakarta, 13 Desember 2016



Tri Prasetiya

## ABSTRAK

Pengerasan Permukaan pada Roda gigi buatan lokal Indonesia dengan menggunakan alat *DC-Plasma Nitrocarburizing* buatan BATAN (Badan Tenaga Nuklir Nasional) merupakan upaya untuk meningkatkan kekerasan permukaan Roda gigi lokal buatan Indonesia. Dimana material Roda gigi ini akan meningkat kekerasannya setelah dilakukan perlakuan pengerasan permukaan dengan menggunakan Alat *DC-Plasma Nitrocarburizing*. Penelitian ini menggunakan waktu treatment yang bervariasi (1-5 jam) dan dengan pemanasan 400 °C. Penelitian ini dilakukan dengan menguji Roda gigi kedalam beberapa spesimen untuk diuji perubahan sebelum dan sesudah dilakukan perlakuan pengerasan permukaan dengan menggunakan *DC-Plasma Nitrocarburizing*. Diharapkan setelah dilakukan perlakuan tersebut maka Roda gigi buatan Indonesia akan meningkat secara kualitas dan mampu bersaing dengan produk negara lain.

Kata kunci: Pengerasan Permukaan, Roda gigi , Buatan Indonesia, *DC-Plasma Nitrocarburizing*

## ABSTRACT

*Surface hardening on gear made by Indonesia with RF-Plasma Nitrocarburizing was made by Research Nuclear Energy Corporation (BATAN) Indonesia is kind of way to improve the quality of gear Made by Indonesia on wear resistant. Whereas these material Gear would increase the surface hardness after surface hardening treatment done by DC-Plasma Nitrocarburizing. This research using variable times (2-10 hours) with heating until 400 °C. The gear would cut to the some piece specimens for test the increasing surface hardness before and after these treatment using DC-Plasma Nitrocarburizing. The result, expectation after these treatment, gear made by Indonesia would improved qualitically and it can perform then compete with another country products.*

*Keywords: Surface Hardening, gear, Made in Indonesia, DC-Plasma Nitrocarburizing*



## DAFTAR ISI

		<b>Halaman</b>
<b>LEMBAR PERNYATAAN</b>		i
<b>LEMBAR PENGESAHAN PSTA-BATAN</b>		ii
<b>LEMBAR PENGESAHAN</b>		iii
<b>PENGHARGAAN</b>		iv
<b>ABSTRAK</b>		vi
<b>DAFTAR ISI</b>		vii
<b>DAFTAR GAMBAR</b>		ix
<b>DAFTAR TABEL</b>		xi
<b>DAFTAR NOTASI</b>		
		
<b>BAB I</b>	<b>PENDAHULUAN</b>	
1.1	Latar Belakang	1
1.2	Rumusan Masalah	3
1.3	Tujuan Penelitian	3
1.4	Batasan dan Ruang Lingkup Penelitian	3
1.5	Sistematika Penulisan	4
<b>BAB II</b>	<b>TINJAUAN PUSTAKA</b>	
2.1	Pendahuluan	5
2.2	Definisi Roda gigi	5
2.3	Definisi Plasma	11
2.4	Perlakuan Pengerasan Permukaan	12
2.5	<i>Nitriding dan Nitrocarburizing</i>	12
2.6	Terminologi dan prosesnya	16
2.7	Pengujian Kekerasan Mikro Vickers	21
<b>BAB III</b>	<b>METODOLOGI</b>	
3.1	Pendahuluan	23
3.2	Diagram Alir Penelitian	23

3.3	Metode Pengumpulan Data	25
3.4	Alat dan Bahan Penelitian	25
3.5	Persiapan Sampel Penelitian	26
3.6	Preparasi Permukaan	27
	3.6.1 Proses Pembersihan Sisa-sisa Oli	27
	3.6.2 <i>Grinding</i>	28
	3.6.3 <i>Polishing</i>	30
	3.6.4 <i>Cleaning</i>	30
3.7	Proses <i>Plasma Nitrocarburizing</i>	31
3.8	Pengujian Laboratorium	33
	3.8.1. Pengujian Kekerasan	33
	3.8.2 Pengujian Struktur Mikro	34
	3.8.3 Pengujian Komposisi Kimia	35
<b>BAB IV</b>	<b>HASIL YANG DI CAPAI DAN POTENSI KHUSUS</b>	
4.1	Pendahuluan	39
4.2	Hasil Pengujian Bahan	39
	4.2.1 Hasil Uji Kekerasan	39
	4.2.2 Hasil <i>Scanning Electron Microscope (SEM)</i>	54
	4.2.3 Hasil Uji Energy Dispersive Spectroscopy (EDS)	57
	4.2.4 Pembahasan Hasil Uji Kimia	63
	4.2.5 Pembahasan Keseluruhan	64
<b>BAB V</b>	<b>KESIMPULAN DAN SARAN</b>	
5.1	Kesimpulann	65
5.2	Saran	66
	<b>DAFTAR PUSTAKA</b>	67

## DAFTAR GAMBAR

<b>No. Gambar</b>		<b>Halaman</b>
2.1	Prinsip Kerja Roda Gigi	6
2.2	Kurva <i>Evolvent</i>	7
2.3	Kurva Sikloida	8
2.4	Kurva Equidistanta	9
2.5	Klasifikasi Roda Gigi Berdasarkan Sumbunya	10
2.6	Penampang Mikrostruktur Lapisan Compound Dan Zona Difusi Pada Material Tools Steel.	13
2.7	<i>Struktur Kristal Austenit FCC</i>	15
2.8	<i>Struktur Kristal Ferit FCC</i>	15
2.9	<i>Struktur Kristal Martensit BCT</i>	16
2.10	Klasifikasi <i>Nitriding Dan Nitrocarburizing</i>	18
2.11	Kekerasan Meningkat Lapisan Compound Meningkat Dengan Peningkatan Konten Paduan Dari Baja Yang Di Treatment (Perlakuan)	19
2.12	Ciri Khas (Typical) Kekerasan Setelah <i>Nitriding Dan Nitro Carburizing</i>	20
2.13	Prinsip Pengukuran Kekerasan <i>Vickers</i>	22
3.1	Diagram Alir Penelitian	24
3.2	Proses Pecucian Sampel	28
3.3	Mesin <i>Grinding</i>	29
3.4	Proses <i>Grinding</i>	30
3.5	<i>Ultrasonic Cleaner</i>	31
3.6	Proses Pembersihan Material Dengan <i>Ultrasonic Cleaner</i>	31
3.7	Siklus Proses <i>Nitrocarburizing</i>	32
3.8	Mesin <i>DC-Plasma Nitrocarburizing</i>	32
3.9	Alat Uji Kekerasan (HV)	33
3.10	Pengukuran Diagonal Penjejakan	34
3.11	Alat Uji Komposisi Kimia	35
3.12	Alat Uji Struktur Mikro	36
4.1	Gambar Penjejakan Sampel Awal Dengan Perbesaran 400 X	40
4.2	Grafik Kekerasan Sampel Awal	42

4.3	Gambar Penjejukan Sampel Jepang 1 dengan Perbesaran 400 X	42
4.4	Grafik Kekerasan Produk Jepang	43
4.5	Grafik Kekerasan Rata-Rata Sampel Produk Jepang Dan Sampel Awal	45
4.6	Gambar Penjejukan Sampel A Dengan Perbesaran 400 X	44
4.7	Grafik Kekerasan Sampel A	45
4.8	Gambar Penjejukan Sampel B Dengan Perbesaran 400 X	46
4.9	Grafik Kekerasan Sampel B	47
4.10	Gambar Penjejukan Sampel C dengan Perbesaran 400 X	47
4.11	Grafik Kekerasan Sampel C	49
4.12	Gambarpenjejukan Sampel D dengan Perbesaran 400 X	49
4.13	Grafik Penjejukan Sampel D	50
4.14	Gambar Penjejukan Sampel E Dengan Perbesaran 400 X	51
4.15	Grafik Kekerasan Sampel E	52
4.16	Performa HV Rata-Rata Seluruh Sampel Yang Di Treatment	53
4.17	Grafik Performa Kekerasan Sampel Jepang Dan Awal Terhadap Material Yang Di Treatment	53
4.18	Penampang Struktur Mikro Sampel A Dengan Perbesaran 3000x	54
4.19	Penampang Struktur Mikro Sampel B Dengan Perbesaran 3000x	55
4.20	Penampang Struktur Mikro Sampel C Dengan Perbesaran 3000x	55
4.21	Penampang Struktur Mikro Sampel D Dengan Perbesaran 3000x	56
4.22	Penampang Struktur Mikro Sampel E Dengan Perbesaran 3000x	56
4.23	Penampang Mikro Struktur Sampel A Menggunakan EDS	57
4.24	Grafik Analisis Kualitatif <i>Plasma Nitrocarburizing</i> 1 Jam	57
4.25	Penampang Mikro Struktur Sampel B Menggunakan EDS	58
4.26	Grafik Analisis Kualitatif <i>Plasma Nitrocarburizing</i> 2 Jam	58
4.27	Penampang Mikro Struktur Sampel C Menggunakan EDS	59
4.28	Grafik Analisis Kualitatif <i>Plasma Nitrocarburizing</i> 3 Jam	59
4.29	Penampang Mikro Struktur Sampel D Menggunakan EDS	60
4.30	Grafik Analisis Kualitatif <i>Plasma Nitrocarburizing</i> 4 Jam	60
4.31	Penampang Mikro Struktur Sampel E Menggunakan EDS	61
4.32	Grafik Analisis Kualitatif <i>Plasma Nitrocarburizing</i> 5 Jam	61

**DAFTAR TABEL**

<b>No. Tabel</b>	<b>Halaman</b>
2.1 Metode Proses Pengerasan Permukaan pada Baja	12
3.1 Sampel yang digunakan	27
4.1 Diagonal Penjejukan	40
4.2 Kekerasan Sampel Awal	41
4.3 Kekerasan Sampel Pembanding Produk Jepang	43
4.4 Kekerasan Sampel A	45
4.5 Kekerasan Sampel B	47
4.6 Kekerasan Sampel C	48
4.7 Kekerasan Sampel D	50
4.8 Kekerasan Sampel E	52
4.9 HV Rata-rata Keseluruhan Sampel	52



**DAFTAR NOTASI**

<b>Notasi</b>	<b>Keterangan</b>	<b>Satuan</b>
d	Panjang diagonal rata-rata	mm
P	Beban Indentasi	kgf
HV	Hardness Vickers	kgf/mm <sup>2</sup>

