

SURFACE HARDENING MATERIAL *LOW CARBON STEEL* DENGAN
PLASMA DISKRIT APLIKASI RANTAI (*CONVEYOR TRANSFER*
CASE HOT CELL) DI PLTN DENGAN TEMPERATUR
TETAP DAN WAKTU BERVARIASI



UNIVERSITAS
MERCU BUANA

A CIPTA HARDYANING WISNU M
41314110059

PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MERCU BUANA
JAKARTA 2020

LAPORAN TUGAS AKHIR

SURFACE HARDENING MATERIAL *LOW CARBON STEEL* DENGAN
PLASMA DISKRIT APLIKASI RANTAI (*CONVEYOR TRANSFER*
CASE HOT CELL) DI PLTN DENGAN TEMPERATUR
TETAP DAN WAKTU BERVARIASI



Disusun Oleh:

Nama : A Cipta Hardyaning Wisnu M
NIM : 41314110059
Program Studi : Teknik Mesin

DIAJUKAN UNTUK MEMENUHI SYARAT KELULUSAN MATA KULIAH
TUGAS AKHIR PADA PROGRAM SARJANA STRATA SATU (S1)
FEBRUARI 2020

ABSTRAK

Telah dilakukan *study* profil kekerasan dan mikrostruktur pada bahan material low carbon steel untuk aplikasi rantai conveyor hot cell di PLTN setelah mendapat perlakuan Plasma Nitrocarburizing. Bahan pada rantai conveyor hot cell sendiri adalah bahan baja carbon rendah atau low carbon steel. Rantai conveyor itu sendiri digunakan untuk mentransfer bahan nuklir dari cell satu ke cell lain. Dalam proses ini terjadi gesekan antara rantai dan gear yang mengakibatkan aus. Bahan untuk rantai conveyor sendiri harus memiliki daya tahan aus yang tinggi, kuat, dan tahan lama. Untuk meningkatkan kualitas bahan low carbon steel agar tahan aus dapat dilakukan dengan pengerasan permukaan logam. Untuk menguji keberhasilan permukaan pada low carbon steel dengan waktu *nitrocarburizing* divariasi mulai dari 1 jam, 2 jam, 3 jam, 4 jam, 5 jam untuk proses *nitrocarburizing* pada temperature 400⁰C. Pengamatan yang dilakukan pada material yang diolah adalah pengujian kekerasan dengan Vickers Hardness Tester, struktur mikro menggunakan *Scanning Electron Microscope* (SEM). Hasilnya menunjukkan bahwa, Tingkat kekerasan material setelah di *surface hardening nitrocarburizing* menunjukkan bahwa semakin lama waktu *surface hardening* maka kekerasan permukaan semakin tinggi dan otomatis ketahanan aus juga semakin tinggi. Kekerasan material sebelum di *surface hardening* sebesar 118,40 HV dan kekerasan material setelah di beri perlakuan *surface hardening* dengan temperature 400⁰C pada waktu 5 jam yang adalah 287,79 HV.

Kata kunci : Plasma, *Nitrocarburizing*, *Low Carbon Steel*, Baja SA 36, Kekerasan, *Transfer Case di Hot Cell*

UNIVERSITAS
MERCU BUANA

***SURFACE HARDENING MATERIAL LOW CARBON STEEL WITH PLASMA
DISKRIT CHAIN APPLICATION (CONVEYOR TRANSFER
CASE HOT CELL) IN PLTN WITH TEMPERATURE
REMAIN AND VARIABLE TIME***

ABSTRACT

Hardness profile and microstructure studies have been conducted on low carbon steel materials for the application of hot cell conveyor chains in nuclear power plants after receiving Plasma Nitrocarburizing treatment. The material in the hot cell conveyor chain itself is low carbon steel. The conveyor chain itself is used to transfer nuclear material from one cell to another cell. In this process friction occurs between the chain and gear which results in wear. Material for the conveyor chain itself must have high wear resistance, strong and durable. To improve the quality of low carbon steel material to be resistant to wear can be done by hardening the metal surface. To test the success of the surface on low carbon steel with nitrocarburizing time varied starting from 1 hour, 2 hours, 3 hours, 4 hours, 5 hours for the nitrocarburizing process at 400⁰C. Observations made on the processed material are hardness testing with Vickers Hardness Tester, microstructure using Scanning Electron Microscope (SEM). The results show that, the level of hardness of the material after nitrocarburizing surface hardening shows that the longer the time the higher the surface hardness and automatically the higher wear resistance. The hardness of the material before surface hardening is 118.40 HV and the hardness of the material after being treated surface hardening with a temperature of 400⁰C at 5 hours which is 287.79 HV.

Keywords: *Plasma, Nitrocarburizing, Low Carbon Steel, SA 36 Steel, Chain, Hardness, Transfer Case in Hot Cell*

MERCU BUANA

LEMBAR PERNYATAAN

Yang bertandatangan di bawah ini,

Nama : A Cipta Hardyaning Wisnu M
NIM : 41314110059
Jurusan : Teknik Mesin
Fakultas : Teknik
Judul Tugas Akhir : Surface Hardening Material low Carbon Steel Dengan Plasma Diskrit Aplikasi Rantai (*Conveyor Transfer Case Hot Cell*) Di PLTN Dengan Temperatur Tetap dan Waktu Bervariasi.

Dengan ini menyatakan bahwa saya membuat Tugas Akhir ini dengan sesungguhnya dan hasil penulisan Laporan Tugas Akhir yang telah saya buat ini merupakan hasil 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 bersedia menerima sanksi berdasarkan aturan di Universitas Mercu Buana.

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

UNIVERSITAS
MERCU BUANA

Jakarta, 20 Februari 2020



(A Cipta Hardyaning Wisnu M)

HALAMAN PENGESAHAN

**SURFACE HARDENING MATERIAL *LOW CARBON STEEL* DENGAN
PLASMA DISKRIT APLIKASI RANTAI (*CONVEYOR TRANSFER
CASE HOT CELL*) DI PLTN DENGAN TEMPERATUR
TETAP DAN WAKTU BERVARIASI**



Disusun Oleh:

Nama : A Cipta Hardianing Wisnu M

NIM : 41313110059

Program Studi : Teknik Mesin



Telah diperiksa dan disetujui oleh pembimbing

Pada tanggal 20 Februari 2020

Mengetahui,

Dosen Pembimbing

Koordinator Tugas Akhir

Prof. Dr. rer. Nat. Usman Sudjadi.

Alief Avicenna Luthfie, ST, M.Eng

PENGHARGAAN

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa yang telah memberikan rahmat-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan Laporan Tugas Akhir yang berjudul Surface Hardening Material low Carbon Steel Dengan Plasma Diskrit Aplikasi Rantai (Conveyor Transfer Case Hot Cell) Di PLTN Dengan Temperatur Tetap dan Waktu Bervariasi. Penulisan disusun untuk dapat memenuhi salah satu persyaratan kurikulum sarjana strata satu (S1) di Fakultas Teknik Mesin Universitas Mercu Buana.

Dalam proses pelaksanaan tugas akhir ini, penulis telah mendapatkan banyak bimbingan, saran, dan dukungan dari banyak pihak. Oleh karena itu, penulis ingin mengucapkan terimakasih kepada:

1. Prof. Dr. rer. Nat. Usman Sudjadi. Selaku Dosen Pembimbing yang telah sangat membantu penulis dalam menyelesaikan Laporan Tugas Akhir.
2. Drs. BA, Tjipto Sujitno, MT., Ir. Suprpto, dan Sayono selaku pembimbing di PSTA BATAN Yogyakarta.
3. Keluarga yang telah selalu memberikan dukungan dan doa selama penyusunan Laporan Tugas Akhir khususnya Bulek Sri Lestari Pak Puji Susilo.
4. Ir. Nanang Ruhyat, MT. Selaku Kaprodi Teknik Mesin Universitas Mercu Buana.
5. Alief Avicenna Luthfie, ST., M.Eng. selaku Sek. Kaprodi & Koordinator Tugas Akhir Teknik Mesin Universitas Mercu Buana yang telah sangat membantu penulis dalam proses Perencanaan Laporan Tugas Akhir.
6. Teman-teman yang memberikan dukungan kepada penulis untuk menyelesaikan Tugas Akhir.

Dalam hal ini penulis memohon maaf atas segala kekurangan yang mungkin terjadi dalam penyusunan laporan ini. Semoga laporan tugas akhir ini dapat memberikan manfaat bagi seluruh pihak yang membaca.

20 Februari 2020



A Cipta Hardyning Wisnu M

DAFTAR ISI

LEMBAR PERNYATAAN	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
PENGHARGAAN	iii
ABSTRAK	iv
<i>ABSTRACT</i>	v
DAFTAR ISI	vi
DAFTAR GAMBAR	viii
DAFTAR TABEL	xi
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. SISTEMATIKA PENULISAN	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1. PENDAHULUAN	4
2.1.1. Definisi Plasma	4
2.1.2. Jenis - jenis Plasma	5
2.1.3. Proses Pembentukan Plasma	6
2.1.4. Difusi Atom	7
2.1.5. Faktor - faktor Yang Mempengaruhi Proses Difusi	9
2.1.6. Ionisasi	9
2.1.7. Derajat Ionisasi	10
2.2. SURFACE HARDENING	10
2.2.1. Surface Hardening Tanpa Merubah Komposisi Kimia Permukaan	11
2.2.2. Surface Hardening Merubah Komposisi Kimia Permukaan	11
2.3. MIKROSTRUKTUR	13
2.3.1. Prinsip Pengujian Mikro Struktur	13
2.4. SEM (<i>Scanning Electron Microscope</i>)	14

2.5	PENGUJIAN KEKERASAN	14
2.6	BAJA CARBON	17
2.7	SIFAT - SIFAT MEKANIK BAJA	18
BAB III METODOLOGI PENELITIAN		20
3.1	PENDAHULUAN	20
3.2	ALAT DAN BAHAN	22
3.3	PROSES <i>SURFACE HARDENING LOW CARBON STEEL</i>	28
3.3.1	Pemotongan Plat <i>Low Carbon Steel</i> menjadi 6 potong	29
3.3.2	Proses Cleaning Pada Material <i>Low Carbon Steel</i>	29
3.3.3	Proses Polishing Pada Material <i>Low Carbon Steel</i>	30
3.3.4	Proses Pembungkusan Material <i>Low Carbon Steel</i>	31
3.4	PENGUJIAN KEKERASAN	31
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN		33
4.1	PENDAHULUAN	33
4.2	PROSES PEMOTONGAN DAN PEMBERSIHAN <i>LOW CARBON STEEL</i>	33
4.3	PROSES POLISHING MATERIAL <i>LOW CARBON STEEL</i>	35
4.4	PROSES <i>SURFACE HARDENING</i> MATERIAL <i>LOW CARBON STEEL</i>	36
4.5	PROSES UJI KEKERASAN DENGAN <i>VICKERS HARDNESS TESTER</i>	40
4.6	PEMBAHASAN STRUKTUR MIKRO	48
BAB V PENUTUP		51
5.1	KESIMPULAN	51
5.2	SARAN	52
DAFTAR PUSTAKA		53
LAMPIRAN 1		54
LAMPIRAN 2		55

DAFTAR TABEL

Tabel 1.1 Tabel komposisi kimia Baja SA 36	28
Tabel 1.2 Tabel perbandingan uji kekerasan dari masing-masing temperature	40



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Ilustrasi perbedaan materi antara fase gas dengan fase plasma untuk gas hydrogen	5
Gambar 2.2	Mekanisme difusi dengan kekosongan	8
Gambar 2.3	Mekanisme difusi dengan interstisi	8
Gambar 2.4	Mekanisme difusi dengan substitusi	9
Gambar 2.5	Skema penjejukan alat uji kekerasan vickers	15
Gambar 2.6	Indentor piramid yang digunakan dalam uji kekerasan vickers	16
Gambar 2.7	Microstruktur baja carbon	17
Gambar 3.1	Diagram alir	21
Gambar 3.2	Mesin Pemotong	22
Gambar 3.3	Gerinder polister	23
Gambar 3.4	Alat ultrasonic cleaner	24
Gambar 3.5	Becker glas	24
Gambar 3.6	Amplas	25
Gambar 3.7	Cairan HF	25
Gambar 3.8	Cairan aquades	26
Gambar 3.9	Gas nitrogen	26
Gambar 3.10	Gas CH ₄ Ar	27
Gambar 3.11	Baja SA 36	27
Gambar 3.12	Hasil pemotongan plat material low carbon steel	28
Gambar 3.13	Hasil dari pembersihan material low carbon steel	29
Gambar 3.14	Proses polishing dengan alat grinding dan hasil polishing	29
Gambar 3.15	Material yang sudah dibugnkus dengan tisu dan dimasukan kedalam plastk standing pouch	30
Gambar 3.16	Proses pengujian kekerasan dengan alat <i>vickers hardness tester</i>	32
Gambar 4.1	Hasil pemotongan material dengan mesin cutter	33
Gambar 4.2	Perendaman material dengan cairan HF dan hasil setelah direndam dengan cairan HF	34
Gambar 4.3	Material yang sudah disterilkan	35
Gambar 4.4	Proses polishing dengan alat grinding dan hasil setelah dipolishing	35

Gambar 4.5	Skema perangkat nitrokarburising plasma / ion	36
Gambar 4.6	Mesin nitridasi dan material yang dimasukan kedalam mesin nitridasi	37
Gambar 4.7	Hasil dari proses surface hardening nitrocarburising dengan temperature 400 ⁰ C dengan waktu 1 jam	37
Gambar 4.8	Hasil dari proses surface hardening nitrocarburising dengan temperature 400 ⁰ C dengan waktu 2 jam	38
Gambar 4.9	Hasil dari proses surface hardening nitrocarburising dengan temperature 400 ⁰ C dengan waktu 3 jam	38
Gambar 4.10	Hasil dari proses surface hardening nitrocarburising dengan temperature 400 ⁰ C dengan waktu 4 jam	39
Gambar 4.11	Hasil dari proses surface hardening nitrocarburising dengan temperature 400 ⁰ C dengan waktu 5 jam	39
Gambar 4.12	Grafik perbandingan uji kekerasan	41
Gambar 4.13	Penekanan vickers hardness tester raw material	42
Gambar 4.14	Grafik uji kekerasan raw material	42
Gambar 4.15	Penekanan vickers hardness tester material temperature 400 ⁰ C waktu 5 jam	43
Gambar 4.16	Grafik uji kekerasan dengan temperature 400 ⁰ C dengan waktu 5 jam	43
Gambar 4.17	Penekanan vickers hardness tester material temperature 400 ⁰ C waktu 4 jam	44
Gambar 4.18	Grafik uji kekerasan dengan temperature 400 ⁰ C dengan waktu 4 jam	44
Gambar 4.19	Penekanan vickers hardness tester material temperature 400 ⁰ C waktu 3 jam	45
Gambar 4.20	Grafik uji kekerasan dengan temperature 400 ⁰ C dengan waktu 3 jam	45
Gambar 4.21	Penekanan vickers hardness tester material temperature 400 ⁰ C waktu 2 jam	46
Gambar 4.22	Grafik uji kekerasan dengan temperature 400 ⁰ C dengan waktu 2 jam	46
Gambar 4.23	Penekanan vickers hardness tester material temperature 400 ⁰ C waktu	

	1 jam	47
Gambar 4.24	Grafik uji kekerasan dengan temperature 400 ⁰ C dengan waktu 1 jam	47
Gambar 4.25	Hasil pengamatan mikrostruktur dengan SEM perbesaran 10000x pada raw material	48
Gambar 4.26	Hasil pengamatan mikrostruktur dengan SEM perbesaran 10000x pada material yang sudah di surface hardening dengan temperature 4000C pada waktu 1 jam.	49
Gambar 4.27	Hasil pengamatan mikrostruktur dengan SEM perbesaran 10000x pada material yang sudah di <i>surface hardening</i> dengan temperature 400 ⁰ C pada waktu 3 jam.	49
Gambar 2.28	Hasil pengamatan mikrostruktur dengan SEM perbesaran 10000x pada material yang sudah di <i>surface hardening</i> dengan temperature 400 ⁰ C pada waktu 5 jam.	50