

SKRIPSI

**KARAKTERISASI LAPISAN HASIL PROSES NITRIDISASI
PADA BESI TUANG NODULAR DENGAN TEMPERATUR 450°C,
550°C DAN 650°C SELAMA 2 JAM**



Disusun Oleh :

Nama : Ilham Maulana Hakim

Nim : 1611089

**JURUSAN TEKNIK MESIN S1
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG**

2020



LEMBAR PERSETUJUAN SKRIPSI

**KARAKTERISASI LAPISAN HASIL PROSES NITRIDISASI
PADA BESI TUANG NODULAR DENGAN TEMPERATUR 450°C,
550°C DAN 650°C SELAMA 2 JAM**

Disusun Oleh :

Nama : Ilham Maulana Hakim

Nim : 1611089

Jurusan : Teknik Mesin S-1

Mengetahui,

Ketua Jurusan Teknik Mesin S-1



Dr. I Komang Astana Widi ST., MT.

NIP. Y. 1030400405

Diperiksa/Disetujui,

Dosen Pembimbing

Ir. I Wayan Sujana, M.T.

NIP.195812311969031012



PT. BNI (PERSERO) MALANG
BANK NIAGA MALANG

PERKUMPULAN PENGELOLA PENDIDIKAN UMUM DAN TEKNOLOGI NASIONAL MALANG
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG

FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
PROGRAM PASCASARJANA MAGISTER TEKNIK

Kampus I : Jl. Bendungan Sigura-gura No. 2 Telp. (0341) 551431 (Hunting), Fax. (0341) 553015 Malang 65145
Kampus II : Jl. Raya Karanglo, Km 2 Telp. (0341) 417636 Fax. (0341) 417634 Malang

BERITA ACARA UJIAN SKRIPSI

FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI

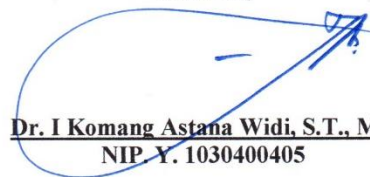
Nama : Ilham Maulana Hakim
NIM : 16.11. 089
Jurusan : Teknik Mesin S-1
Judul : Karakterisasi Lapisan Hasil Proses Nitridisasi Pada Besi Tuang
Nodular Dengan Temperatur 450°, 550° Dan 650°C
Selama 2 Jam

Dipertahankan di hadapan Tim Ujian Skripsi Jenjang Program Strata Satu (S-1)

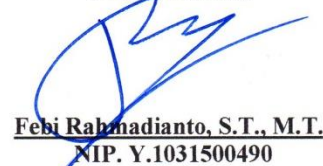
Pada Hari : Kamis
Tanggal : 30 Januari 2020
Dengan Nilai : 82,60 (A)

PANITIA MAJELIS PENGUJI SKRIPSI

KETUA,

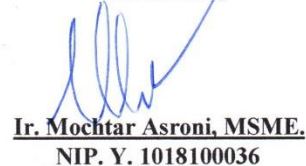

Dr. I Komang Astana Widi, S.T., M.T.
NIP. Y. 1030400405

SEKRETARIS,

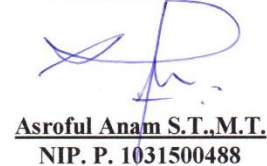

Febi Rahmadiano, S.T., M.T.
NIP. Y.1031500490

ANGGOTA

PENGUJI I,


Ir. Mochtar Asroni, MSME.
NIP. Y. 1018100036

PENGUJI II,


Asroful Anam S.T., M.T.
NIP. P. 1031500488

ii





ABSTRAK

Ilham Maulana Hakim (16.11.089)

Jurusan Teknik Mesin S-1, FTI – Institut Teknologi Nasional Malang

Email : ilhammaulanahakim1@gmail.com

Besi tuang nodular (ducttle iron) atau sering disebut FCD (brro costing ductile) pada dasarnya termasuk dalam kelompok besi cor kelabu (gray cast iron) dimana perbedaannya terletak dalam bentuk \$afitnya (graphite), yaitu gaphit pada besi tuang kelabu berbentuk serpih (flake) sedang pada besi tuang bergraphit bulat graphit berbentuk bulat (nodul). Jika .ditinjau dari kekuatan terutama sifat mekanis yang dimiliki, graphit bulat (nodul). Pada pengujian spesimen dengan temperatur 550°C didapat hasil yang lebih rendah dibandingkan dengan temperatur 450°C dikarenakan hasil nitride permukaan yang tidak rata. Pada temperatur 650°C lapisan lebih keras karena permukaan nya lebih rata dibandingkan dengan temperatur 550°C. permukaan yang tidak rata disebabkan karena kurang terjadinya reaksi antara atom nitrogen dengan atom besi sehingga kekerasan menurun pada spesimen benda uji besi tuang nodular. Spesimen sesudah di proses nitridisasi yang terlihat berupa unsur perlit, cementite, dan transformasi ledeburit ke cementit. Pada spesimen yang sudah di proses nitridisasi terbentuk kulit keras berupa endapan paduan nitrida (compound layer) yang mengandung Fe₄N pada permukaan spesimen sebagai hasil dari unsur ikatan kimia antara atom nitrogen dengan unsur yang ada pada spesimen.

Kata kunci : nitridisasi, besi tuang nodular, kekerasan, kedalaman lapisan, SEM-EDS.



KATA PENGANTAR

Puji dan syukur kehadirat Tuhan Yang Maha Esa atas berkat dan rahmat-Nya, sehingga tahap demi tahap dalam penyusunan skripsi ini bisa terselesaikan studi S-1 Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Nasional Malang.

Penyusunan skripsi ini tentu tidak lepas dari adanya bantuan berbagai pihak, baik secara langsung maupun tidak langsung. Oleh karena itu penyusun ingin mengucapkan banyak terima kasih kepada :

1. Tuhan Yang Maha Esa yang telah memberikan kasih dan rahmat-Nya kepada penulis.
2. Kedua orang tua beserta keluarga, terimakasih atas doa dan dukungannya demi cepat terselesaikannya skripsi ini.
3. Bapak Dr. Ir. Kustamar, M.T. Selaku Rektor ITN Malang.
4. Ibu Dr. Ellysa Nursanti, ST., M.T. Selaku Dekan Fakultas Teknologi Industri ITN Malang.
5. Bapak Dr. I Komang Astana Widi, ST., M.T. Selaku ketua Jurusan Teknik Mesin S-1 Institut Teknologi Nasional Malang.
6. Bapak Ir. I Wayan Sujana, M.T. Selaku Dosen Pembimbing Penyusunan Skripsi.
7. Ir. Basuki Widodo, M.T. Selaku Ketua Bidang Metarulgi dan Material.
8. Ir. Teguh Rahardjo, M.T. Selaku dosen wali yang telah memberikan nasihat dan arahan, serta didikan selama ini.
9. Seluruh Dosen dan Staf Jurusan Teknik Mesin S-1 Institut Teknologi Nasional Malang.
10. Dan teman-teman sekelas, sekampus, maupun diluar kampus yang telah memberikan dukungan selama penulis melaksanakan Penyusunan Skripsi.



Penyusun menyadari sebagai manusia biasa bahwa masih banyak kekurangan dalam penyusunan skripsi ini. Untuk itu penyusun mengharapkan kritik dan saran yang membangun untuk menyempurnakan skripsi ini.

Mudah-mudahan laporan Skripsi yang telah penyusun sajikan ini dapat sangat bermanfaat khususnya bagi penyusun sendiri dan umumnya bagi para pembaca serta mahasiswa Jurusan Teknik Mesin S-1.

Malang, 12 Januari 2020

Penulis

Ilham Maulana Hakim



PERNYATAAN KEASLIAN ISI SKRIPSI

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Ilham Maulana Hakim
NIM : 16.11.089
Jurusan : Teknik Mesin S-1

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi saya yang berjudul "KARAKTERISASI LAPISAN HASIL PROSES NITRIDISASI PADA BESI TUANG NODULAR DENGAN TEMPERATUR 450°C, 550°C DAN 650°C SELAMA 2 JAM" adalah skripsi hasil karya saya sendiri, bukan merupakan duplikasi serta tidak mengutip atau menyadur sebagian atau sepenuhnya dari karya orang lain, kecuali yang sudah disebutkan dari sumber aslinya.

Malang, Januari 2019
Yang membuat pernyataan



Ilham Maulana Hakim
NIM. 16.11.089



DAFTAR ISI

LEMBAR PERSETUJUAN SKRIPSI.....	i
BERITA ACARA UJIAN SKRIPSI.....	ii
ABSTRAK	iii
KATA PENGANTAR	iv
PERNYATAAN KEASLIAN ISI SKRIPSI.....	v
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR TABEL.....	xi
DAFTAR GRAFIK.....	xii
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
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	4
2.1 Penelitian Terdahulu.....	4
2.2 Besi Tuang (Cast iron).....	4
2.2.1 Unsur-unsur kandungan Besi Tuang (Cast Iron)	5
2.2.2 Klasifikasi Besi Tuang (Cast Iron)	6
2.3 Besi Tuang Nodular.....	9
2.3.1 Karakterisasi besi tuang nodular.....	11
2.3.2 Aplikasi besi tuang nodular	11



2.4 Perlakuan Panas.....	12
2.4.1 Klasifikasi Perlakuan Panas.....	12
2.4.2 Perlakuan Panas Termal.....	12
2.4.3 Perlakuan Panas Termokimia	14
2.4.4 Klasifikasi Perlakuan Panas Termokimia.....	14
2.4.5 Karakterisasi Perlakuan Panas Termokimia	15
2.4.6 Perlakuan Panas Termomekanik (Thermomechanical Treatment).....	16
2.4.7 Perlakuan Inovatif Permukaan (Innovative Sufacte Treatment).....	17
2.5 Perlakuan Panas Nitridasi.....	18
2.5.1 Gas Nitridasi	18
2.5.2 Pack Nitriding.....	19
2.5.3 Plasma Nitriding	20
2.6 Fluidised Bed.....	20
2.6.1 Proses Nitridasi dalam Fluidised Bed.....	20
2.6.2 Suplay Gas dalam Fluidised Bed	21
2.6.3 Fluidising Medium.....	22
2.6.4 Karakteristik Fluidised Bed	22
2.6.5 Parameter dan Proses Fluidised Bed.....	22
2.7 Difusi Atom.....	23
BAB III RANCANGAN PENELITIAN.....	25
3.1 Diagram Alir Penelitian.....	25
3.2 Alat dan Bahan Penelitian	26
3.2.1 Alat-alat Yang Digunakan	26
3.2.2 Bahan Penelitian	28
3.3 Waktu dan Tempat Penelitian	29
3.4 Prosedur Penelitian.....	29
3.4.1 Sampel Penelitian	29
3.4.2 Proses Perlakuan Panas Nitridisasi	29



BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN	30
4.1 Data Hasil Pengujian Distribusi Kekerasan	30
4.1.1 Data Hasil Pengujian Distribusi Kekerasan.....	30
4.1.2 Analisa Distribusi Kekerasan (Micro Vickers).....	34
4.2 Data Hasil Foto SEM-EDS.....	35
4.2.1 Data Hasil Foto SEM-EDS	35
4.2.2 Analisa Struktur Mikro dan SEM-EDS	42
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	44
5.1 Kesimpulan.....	44
5.2 Saran	44
DAFTAR PUSTAKA	45
LAMPIRAN	47



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Gambar struktur besi tuang kelabu	6
Gambar 2.2 Gambar struktur besi tuang putih	7
Gambar 2.3 Gambar struktur besi tuang mampu tempa	8
Gambar 2.4 Gambar struktur dari besi tuang nodular	9
Gambar 2.5 Gambar Klasifikasi Perlakuan Panas	12
Gambar 2.6 Gambar Pengaruh Unsur Paduan Proses Nitridisasi	19
Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian	25
Gambar 3.2 Dapur Fluidized Bed Furnance	26
Gambar 3.3 Mesin Wire Cutting.....	26
Gambar 3.4 Mesin Poles	27
Gambar 3.5 Micro Vickers.....	27
Gambar 3.6 Mesin Uji SEM.....	28
Gambar 3.7 Gambar Spesimen Besi Tuang Nodular	28
Gambar 4.1 Spesimen sebelum di proses dengan pembesaran 1000X	36
Gambar 4.2 Spesimen sebelum di proses dengan pembesaran 5000X	36
Gambar 4.3 Gambar Struktur Dari Spesimen Yang Belum Diproses.....	37
Gambar 4.4 Pembesaran 1000X temperatur 450°C selama 2 jam	37
Gambar 4.5 Pembesaran 5000X temperatur 450°C selama 2 jam	38
Gambar 4.6 Struktur dan lapisan nitridasi pada temperatur 450°C selama 2 jam	38
Gambar 4.7 Pembesaran 1000X temperatur 550°C selama 2 jam	39
Gambar 4.8 Pembesaran 5000X temperatur 550°C selama 2 jam	39
Gambar 4.9 Struktur dan lapisan nitridisasi pada temperature 550°C selama 2 jam.....	40
Gambar 4.10 Pembesaran 1000X temperatur 650°C selama 2 jam	40
Gambar 4.11 Pembesaran 5000X temperatur 650°C selama 2 jam	41
Gambar 4.12 Struktur dan lapisan nitridisasi pada temperatur 650°C selama 2 jam.....	41



DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Kandungan komposisi besi tuang nodular.....	11
Tabel 2.2 Aplikasi Besi Cor Nodular	11
Tabel 4.1 Kekerasan sebelum proses nitridisasi.....	30
Tabel 4.2 Kekerasan setelah proses nitridisasi pada temperatur 450°C Selama 2 jam	31
Tabel 4.3 Kekerasan setelah proses nitridisasi pada temperatur 550°C Selama 2 jam	32
Tabel 4.4 Kekerasan setelah proses nitridisasi pada temperature 650°C Selama 2 jam	33



DAFTAR GRAFIK

Gambar 4.1 Grafik hubungan antara jarak dengan kekerasan sebelum proses nitridisasi	30
Gambar 4.2 Grafik hubungan antara jarak dengan kekerasan temperatur FCD 450°C selama 2 jam.....	31
Gambar 4.3 Grafik hubungan antara Jarak dengan kekerasan temperatur FCD 550°C selama 2 jam.....	32
Gambar 4.4 Grafik hubungan antara Jarak dengan kekerasan temperatur FCD 650°C selama 2 jam.....	33
Gambar 4.5 Grafik hubungan antara Jarak dengan kekerasan temperatur FCD 450 °C, FCD 550 °C, dan FCD 650°C selama 2 jam.....	34