

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



**Disusun Oleh :**

**Nama**

**: Azwar Hakim**

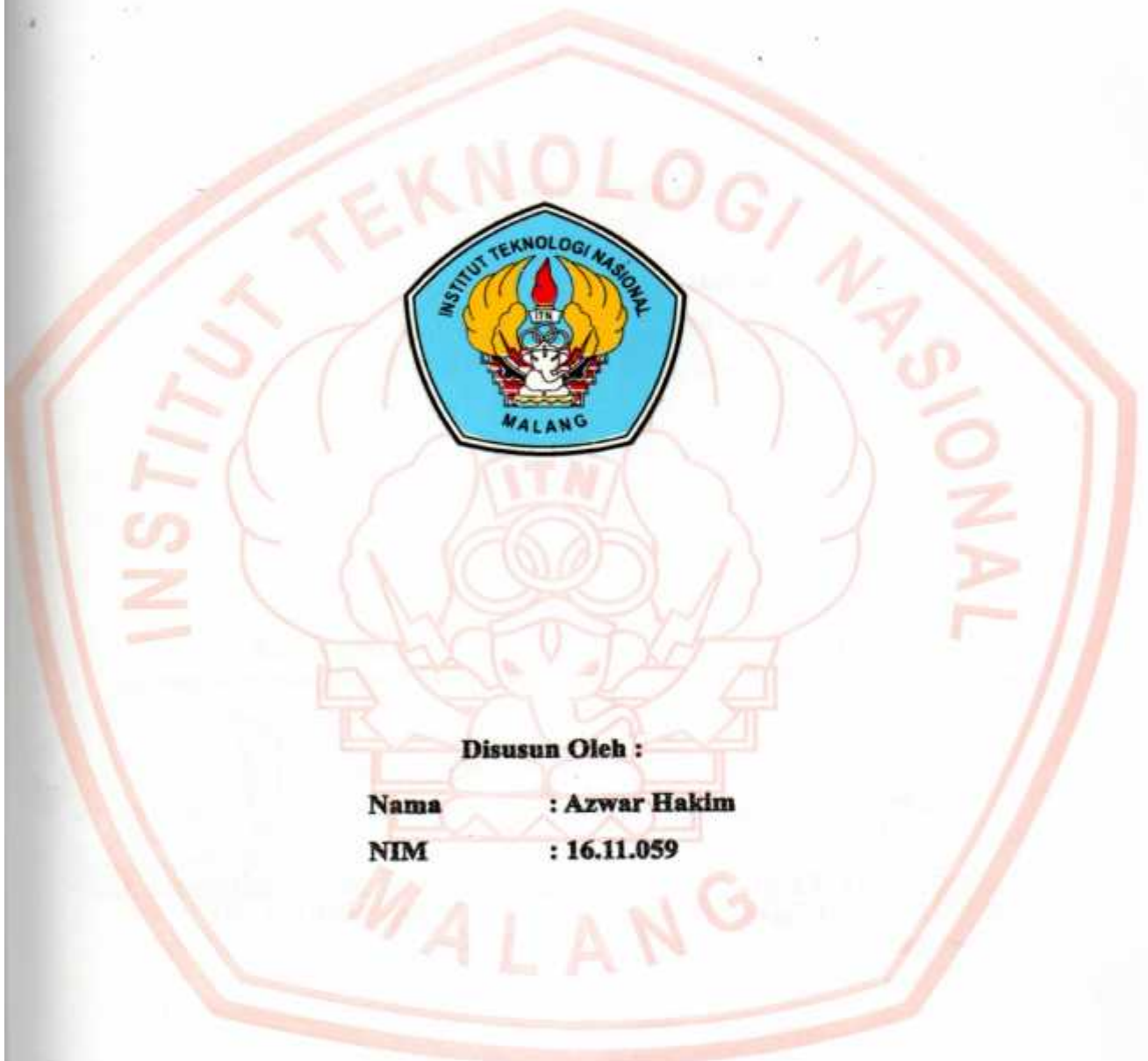
**NIM**

**: 16.11.059**

**JURUSAN TEKNIK MESIN S-1**



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



**Disusun Oleh :**

**Nama : Azwar Hakim**

**NIM : 16.11.059**

**JURUSAN TEKNIK MESIN S-1**  
**FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI**  
**INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG**

**2020**

**LEMBAR PERSETUJUAN SKRIPSI**

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

**Disusun Oleh :**

**Nama : Azwar Hakim**

**NIM : 16.11.059**

**Jurusan : Teknik Mesin S-1**

**Mengetahui,**

**Ketua Jurusan Teknik Mesin S-1**



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

**Diperiksa/Disetujui,  
Dosen Pembimbing**



**Ir. I Wawan Sujana, M.T.**  
**NIP. 19581231198903102**



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 : Azwar Hakim  
NIM : 16.11. 059  
Jurusan : Teknik Mesin S-1  
Judul : Karakterisasi Lapisan Hasil Proses Nitridisasi Pada Besi Tuang Kelabu Dengan Variasi 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 : 82,45 (A)

**PANITIA MAJELIS PENGUJI SKRIPSI**

**KETUA,**


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

**SEKRETARIS,**


  
Febi Rahmadianto, 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

## ABSTRAK

Azwar Hakim (16.11.059)

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

Email/Hp : [hk.azwar88@gmail.com](mailto:hk.azwar88@gmail.com)/087865544002

Besi tuang adalah paduan besi karbon dengan kandungan karbon lebih dari 2%. Paduan besi dengan kandungan karbon kurang dari 2% disebut sebagai baja. Unsur paduan utama yang membentuk karakter besi tuang adalah karbon (C) antara 3-3,5% dan silikon (Si) antara 1,8-2,4%. Perbedaan kadar C dan Si menyebabkan titik lebur besi tuang lebih rendah dari baja, yakni sekitar 1.150 sampai 1.200°C. Besi cor kelabu sangat rendah keuletannya karena adanya serpihan karbon. Dengan berkembangnya industri otomotif dan industri pemesian, maka perkembangan teknologi material perlu di tingkatkan. Diperhatikan dalam pemakaian material yaitu kondisi kerja dari komponen pemesian, diperlukan permukaan yang keras. Perlakuan panas nitridisasi merupakan perlakuan panas yang dilakukan dengan mendifusikan nitrogen dan *quenching*, yang bertujuan untuk mengeraskan permukaan. Pada penelitian ini dilakukan proses nitridisasi pada besi tuang kelabu pada temperatur 450°C, 550°C dan 650°C, dengan *holding* selama 2 jam. Setelah dilakukan proses nitridisasi pada besi tuang kelabu, pada penelitian ini bertujuan untuk mengetahui karakterisasi lapisan hasil nitridisasi pada besi tuang kelabu yang meliputi distribusi kekerasan dan analisa foto SEM-EDS. Hasil yang di peroleh pada penelitian ini pada setiap temperature yaitu: Pada temperatur 450°C selama 2 jam di dapatkan hasil pengujian sebesar 221,5 HV pada jarak 10 µm, 213,2 HV pada jarak 20 µm, 208,5 HV pada jarak 30 µm, 191,7 HV pada jarak 40 µm, dan 185,7 HV pada jarak 50 µm. Pada temperatur 550°C selama 2 jam di dapatkan hasil pengujian sebesar 207,0HV pada jarak 10 µm, 204,1 HV pada jarak 20 µm, 201,1 HV pada jarak 30 µm, 181,2 HV pada jarak 40 µm, dan 164,4 HV pada jarak 50 µm. pada temperatur 650°C selama 2 jam di dapatkan hasil pengujian sebesar 204,4 HV pada jarak 10 µm, 200,9 HV pada jarak 20 µm, 199,9 HV pada jarak 30 µm, 193,4 HV pada jarak 40 µm, dan 189,2 HV pada jarak 50 µm. Dari hasil pengujian tersebut kekerasan paling tinggi di setiap temperature didapatkan pada jarak 10 µm. Dari hasil foto SEM spesimen setelah proses nitridisasi dapat dilihat terbentuk kulit keras berupa endapan paduan nitrida (*compound layer*) yang mengandung Fe<sub>4</sub>N pada permukaan spesimen sebagai hasil dari ikatan kimia anatara atom nitrogen dengan unsur paduan pada besi tuang kelabu. Dan dilakukan uji EDS untuk mengetahui unsur kandungan kimia yang terbentuk.

**Kata kunci:** besi tuang kelabu, lapisan nitridisasi, distribusi kekerasan, SEM-EDS.

## KATA PENGANTAR

Puji Syukur kehadiran Tuhan Yang Maha Esa atas berkat dan rahmat-Nya, sehingga tahap demi tahap dalam penyusunan skripsi ini bisa terselesaikan tepat waktu. Skripsi ini disusun untuk menyelesaikan 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 mengucapkan banyak terima kasih kepada :

1. Tuhan Yang Maha Esa yang telah memberikan kasih dan rahmat-Nya kepada penulis.
2. Kedua orang tua yang telah memberikan bantuan moril maupun materiil.
3. Dr. Ir. Kustamar, M.T. selaku Rektor ITN Malang
4. Dr. Ellysa Nursanti, S.T., M.T. selaku Dekan Fakultas Teknologi Industri ITN Malang
5. Dr. I Komang Astana Widi, S.T., M.T. selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin S-1 Institut Teknologi Nasional Malang.
6. Ir. I Wayan Sujana, M.T. selaku dosen pembimbing Penyusunan Skripsi.
7. Ir. Basuki Widodo, M.T. selaku Ketua Bidang Metarulgi dan Material.
8. Seluruh Dosen dan Staf Jurusan Teknik Mesin S-1 Institut Teknologi Nasional Malang.
9. Dan teman-teman se kelas, sekampus, maupun diluar kampus yang telah memberikan dukungan selama penulis melaksanakan Penyusunan Skripsi.

Pada akhirnya sebagai manusia biasa penyusun menyadari bahwa dalam menyusun skripsi ini masih banyak kekurangan dan jauh dari kata sempurna. Untuk itu, kekurangan yang ada akan menjadi sebuah pelajaran bagi penyusun. Penyusun mengharapkan koreksi berupa kritik dan saran yang bersifat membangun dari pembaca terutama pengoreksi untuk menyempurnakan skripsi ini.

Mudah-mudahan skripsi yang telah penyusun sajikan ini dapat sangat bermanfaat khususnya bagi penyusun sendiri dan umumnya bagi para pembaca.

Malang, Januari 2020

Penyusun

Azwar Hakim



## PERNYATAAN KEASLIAN ISI SKRIPSI

Saya yang bertadatang di bawah ini :

Nama : Azwar Hakim  
NIM : 16.11.059  
Jurusan : Teknik Mesin S-1

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi saya yang berjudul "Karakterisasi Lapisan Hasil Proses Nitridisasi Pada Besi Tuang Kelabu Dengan Variasi Temperatur 450°, 550° 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 disebit dari sumber aslinya.

Malang, Januari 2020

Yang membuat pernyataan



Azwar Hakim  
NIM. 16.11.059

## DAFTAR ISI

LEMBAR PERSETUJUAN SKRIPSI.....	ii
BERITA ACARA UJIAN SKRIPSI.....	iii
ABSTRAK .....	iv
KATA PENGANTAR .....	v
PERNYATAAN KEASLIAN ISI SKRIPSI.....	vii
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR GAMBAR .....	xi
DAFTAR TABEL.....	xii
DAFTAR GRAFIK.....	xiii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	3
1.3 Batasan Masalah.....	3
1.4 Tujuan Penelitian .....	4
1.5 Manfaat Penelitian .....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 Penelitian Terdahulu .....	5
2.2 Besi Tuang ( <i>Cast Iron</i> ) .....	6
2.2.1 Unsur-unsur kandungan Besi Tuang ( <i>Cast Iron</i> ) .....	6
2.2.2 Klasifikasi Besi Tuang ( <i>Cast Iron</i> ) .....	7
2.3 Besi Tuang Kelabu ( <i>Gray Cast Iron</i> ) .....	11
2.3.1 Karakteristik Besi Tuang Kelabu ( <i>Gray Cast Iron</i> ) .....	11
2.3.2 Aplikasi Besi Tuang Kelabu ( <i>Gray Cast Iron</i> ) .....	14
2.4 Perlakuan Panas .....	14
2.4.1 Klasifikasi pada Perlakuan Panas.....	15
2.4.2 Perlakuan Panas Termal ( <i>Thermal Treatment</i> ) .....	15
2.4.3 Perlakuan Panas Termokimia ( <i>Thermochemical Treatment</i> ) .....	17

2.4.4 Perlakuan Panas Termomekanis ( <i>Thermomechanical Treatment</i> ) .....	19
2.4.5 Perlakuan Inovatif Permukaan ( <i>Innovative Surface Treatment</i> ) .....	20
2.5 Nitridasi ( <i>Nitriding</i> ) .....	21
2.5.1 Macam-macam proses <i>Nitriding</i> .....	22
2.5.2 <i>Nitriding</i> Dalam <i>Fluidized Bed Furnace</i> .....	24
2.5.3 Keuntungan penggunaan <i>Fluidized Bed Furnace</i> .....	24
2.5.4 Kekurangan dapur <i>Fluidized Bed Furnace</i> .....	25
2.5.5 Suplay Gas dalam <i>Fluidized Bed Furnace</i> .....	25
2.5.6 Karakteristik <i>Fluidised bed</i> .....	26
2.5.7 Parameter dan proses <i>Fluidised Bed</i> .....	27
<b>BAB III RANCANGAN PENELITIAN</b> .....	29
3.1 Diagram Alir Penelitian .....	29
3.2 Alat Dan Bahan Penelitian .....	30
3.2.1 Alat Penelitian .....	30
3.2.2 Bahan Penelitian.....	32
3.3 Waktu Dan Tempat Penelitian .....	33
3.4 Prosedur Penelitian.....	33
3.4.1 Sampel Penelitian.....	33
3.4.2 Proses Perlakuan Panas Nitridasi .....	34
<b>BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN</b> .....	35
4.1 Data Hasil Pengujian.....	35
4.1.1 Data Hasil Pengujian Kekerasan .....	35
4.1.2 Data Hasil Pengujian SEM-EDS.....	39
4.2 Pembahasan.....	45
4.2.1 Analisa Distribusi Kekerasan ( <i>Micro Vickers</i> ) .....	46
4.2.2 Analisa Struktur Mikro dan SEM-EDS.....	47

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	49
5.1 Kesimpulan .....	49
5.2 Saran.....	50
DAFTAR PUSTAKA .....	51
LAMPIRAN.....	53

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Struktur Mikro Besi Tuang Kelabu .....	8
Gambar 2.2 Struktur Mikro Besi Tuang Nodular .....	8
Gambar 2.3 Struktur Mikro Besi Tuang Mampu Tempa .....	9
Gambar 2.4 Struktur Mikro Besi Tuang Putih .....	10
Gambar 2.5 Bentuk Potongan Grafit Besi Tuang Kelabu Macam A, B, C, D, E .....	12
Gambar 2.6 Klasifikasi Perlakuan Panas. ....	15
Gambar 2.7 Pengaruh Unsur Paduan Proses <i>Nitriding</i> .....	22
Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian .....	29
Gambar 3.2 Dapur Fluidize Bed Furnance.....	30
Gambar 3.3 Mesin Wire Cutting.....	30
Gambar 3.4 Mesin Poles .....	31
Gambar 3.5 Mesin Micro Vicker .....	31
Gambar 3.6 Mesin Uji SEM-EDS.....	32
Gambar 3.7 Sampel Penelitian 2D .....	32
Gambar 3.8 Sampel Penelitian 3D .....	33
Gambar 4.1. Pembesaran Inti 100× Spesimen Sebelum Diproses .....	40
Gambar 4.2. Pembesaran 1000× Setelah Proses Nitridisasi 450°C Selama 2 Jam .....	41
Gambar 4.3. Pembesaran 1000× Setelah Proses Nitridisasi 550°C Selama 2 Jam .....	43
Gambar 4.4. Pembesaran 1000× Setelah Proses Nitridisasi 650°C Selama 2 Jam .....	44

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Komposisi Besi Tuang .....	10
Tabel 2.2 Karakteristik Besi Tuang Kelabu .....	13
Tabel 4.1. kekerasan sebelum proses nitridisasi .....	35
Tabel 4.2 kekerasan setelah proses nitridisasi pada temperatur 450 <sup>0</sup> C 2 Jam .....	36
Tabel 4.3 kekerasan setelah proses nitridisasi pada temperatur 550 <sup>0</sup> C 2 Jam .....	37
Tabel 4.4 kekerasan setelah proses nitridisasi pada temperatur 650 <sup>0</sup> C 2 Jam .....	38
Tabel 4.5 Hasil Uji EDS Spesimen Yang Belum Diproses .....	41
Tabel 4.6 Hasil Uji EDS Spesimen Setelah Proses Nitridisasi 450 <sup>0</sup> C selama 2 jam ..	42
Tabel 4.7 Hasil Uji EDS Spesimen Setelah Proses Nitridisasi 550 <sup>0</sup> C selama 2 jam ..	43
Tabel 4.8 Hasil Uji EDS Spesimen Setelah Proses Nitridisasi 650 <sup>0</sup> C selama 2 jam ..	45

## DAFTAR GRAFIK

Grafik 4.1 Distribusi Kekerasan Sebelum Proses Nitridisasi.....	36
Grafik 4.2 Distribusi Kekerasan Setelah Proses Nitridisasi 450 <sup>0</sup> C 2 jam.....	37
Grafik 4.3 Distribusi Kekerasan Setelah Proses Nitridisasi 550 <sup>0</sup> C 2 jam.....	38
Grafik 4.4 Distribusi Kekerasan Setelah Proses Nitridisasi 650 <sup>0</sup> C 2 jam.....	39
Grafik 4.5 Hasil Uji EDS Spesimen Yang Belum Diproses .....	40
Grafik 4.6 Hasil Uji EDS Spesimen Setelah Proses Nitridisasi 450 <sup>0</sup> C selama 2 jam.	42
Grafik 4.7 Hasil Uji EDS Spesimen Setelah Proses Nitridisasi 550 <sup>0</sup> C selama 2 jam.	43
Grafik 4.8 Hasil Uji EDS Spesimen Setelah Proses Nitridisasi 650 <sup>0</sup> C selama 2 jam.	45
Grafik 4.9 Perbandingan Distribusi Kekerasan Setelah Proses Nitridisasi .....	46

