

**ANALISIS PERBANDINGAN NILAI KEKERASAN
MATERIAL BAJA KARBON MEDIUM DENGAN BAJA
PADUAN HASIL PROSES PLASMA NITRIDING**

SKRIPSI

Diajukan untuk memenuhi persyaratan memperoleh gelar Sarjana Teknik Program
Pendidikan Strata Satu



Oleh:

RYAN DODI WIJAYA

41187001150106

PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS ISLAM "45"

BEKASI

2022

HALAMAN PERSETUJUAN SKRIPSI

Dipertahankan di depan tim penguji sidang skripsi dan diterima sebagai bagian persyaratan untuk memperoleh gelar Sarjana pada Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Islam "45" Bekasi

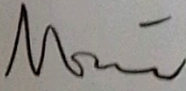
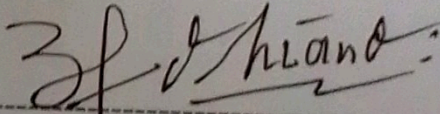
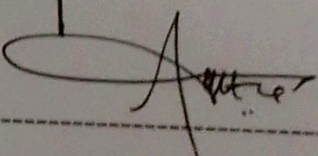
ANALISIS PERBANDINGAN NILAI KEKERASAN MATERIAL BAJA KARBON MEDIUM DENGAN BAJA PADUAN HASIL PROSES PLASMA NITRIDING

Nama : RYAN DODI WIJAYA
NPM : 41187001150106
Program Studi : Mesin S-1
Fakultas : Teknik

Bekasi, 25 Agustus 2022

Tim Penguji

Anggota Dewan Penguji:

| Nama | Tanda Tangan |
|--|--|
| 1. Novi Laura Indrayani, S.Si., M.Eng. 45104052015010 |  ----- |
| 2. Fatimah Dian Ekawati, S.T., M.T. 45102012018001 |  ----- |
| 3. R. Hengki Rahmanto, S.T., M.Eng. 45101032013007 |  ----- |

HALAMAN PENGESAHAN SKRIPSI

**ANALISIS PERBANDINGAN NILAI KEKERASAN
MATERIAL BAJA KARBON MEDIUM DENGAN BAJA PADUAN
HASIL PROSES PLASMA NITRIDING**

Dipersiapkan dan disusun oleh

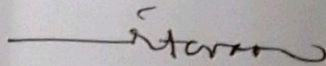
RYAN DODI WIJAYA

41187001150106

Telah dipertahankan didepan Dewan Penguji
pada tanggal 25 Agustus 2022

Disetujui oleh

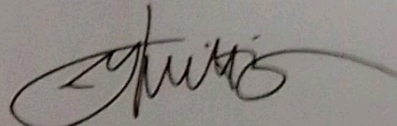
Pembimbing I



H. Ahsan, S.Pd., MT.

45502012018051

Pembimbing II



Riri Sadiana, S.Pd., M.Si.

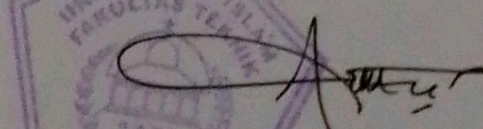
45104052015009

Skripsi ini telah diterima sebagai salah satu persyaratan
untuk memperoleh gelar Sarjana

Bekasi, 25 Agustus 2022

Mengetahui,

Ketua Program Studi Teknik Mesin S-1



R. Hengki Rahmanto, S.T., M.Eng.

45101032013007

PERNYATAAN KEASLIAN PENELITIAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : RYAN DODI WIJAYA
NPM : 41187001150106
Program Studi : Mesin S1
Fakultas : Teknik
Email : ryandodiwijaya@gmail.com

Dengan ini menyatakan dengan sesungguhnya bahwa penelitian saya yang berjudul

ANALISIS PERBANDINGAN NILAI KEKERASAN MATERIAL BAJA KARBON MEDIUM DENGAN BAJA PADUAN HASIL PROSES PLASMA NITRIDING

bebas dari plagiarisme. Rujukan sudah sesuai dengan Teknik penulisan karya ilmiah.. Apabila di kemudian hari dapat dibuktikan adanya unsur plagirisme tersebut, saya bersedia menerima sanksi sesuai dengan peraturan perundangan yang berlaku

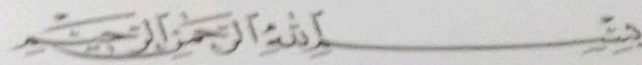
Bekasi, 25 Agustus 2022

Yang membuat pernyataan,



RYAN DODI WIJAYA

KATA PENGANTAR



Syukur Alhamdulillah, penulis penatkan kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat, taufiq, hidayah dan inayah-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini, sebagai salah satu syarat akademis yang wajib ditempuh mahasiswa dalam memperoleh gelar sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Mesin di fakultas Teknik Universitas Islam "45" Bekasi.

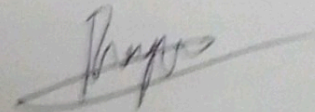
Dalam penyusunan skripsi ini penulis mengucapkan terima kasih kepada berbagai pihak yang telah memberi bimbingan, bantuan, dan dukungan moril maupun materil sehingga memudahkan penulis dalam menyelesaikannya. Dan skripsi ini tidak terwujud tanpa adanya dukungan dan bantuan dari berbagai pihak, baik secara langsung maupun tidak langsung. Oleh karena itu, pada kesempatan ini penulis menyampaikan rasa terima kasih sebesar-besarnya kepada :

1. Bapak R.Hengki Rahmanto, S.T., M. Eng. selaku ketua jurusan teknik mesin Universitas Islam "45 Bekasi.
2. Bapak H. Ahsan, S.T, M.T. , selaku dosen pembimbing.
3. Bapak Hengki Rahmanto, S.T., M.Eng. selaku dosen pembimbing.
4. Seluruh dosen, staf, pengurus Universitas Islam "45 Bekasi pada umumnya dan terutama Fakultas Teknik Universitas Islam "45 Bekasi.
5. Kepada keluarga saya terutama untuk kakak saya yang bernama Ranu Sadana yang telah memberikan dukungan moral maupun materi.
6. Teman seperjuangan khususnya Angkatan 2015 dalam perkuliahan. Terima kasih banyak atas kerjasamanya selama masa perkuliahan. Semoga silaturahmi ini terus ada sampai kapanpun. Aamiin.
7. Rekan rekan Teknik Mesin Universitas Islam "45 Bekasi.
8. Terima kasih kepada Himpunan Mahasiswa Mesin (HUMAN) yang telah mengajarkan rasa tanggung jawab, disiplin, rasa kekeluargaan yang tidak mengenal materi.

9. Terima kasih kasih kepada Forum Komunikasi Himpunan Jurusan yang senantiasa memberikan pengalaman.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari sempurna. Oleh karena itu, saran dan kritik yang membangun penulis harapkan demi kesempurnaan skripsi ini. Akhirnya penulis berharap semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat dan menambah wawasan pengetahuan bagi semua pihak yang membutuhkan.

Hormat saya,



Ryan Dodi Wijaya

DAFTAR ISI

| | |
|--|------|
| HALAMAN JUDUL | i |
| HALAMAN PENGESAHAN SKRIPSI..... | ii |
| HALAMAN PERSETUJUAN SKRIPSI..... | iii |
| PERNYATAAN KEASLIAN PENELITIAN | iv |
| MOTTO DAN PERSEMBAHAN..... | v |
| ABSTRAK..... | viii |
| ABSTRACT..... | ix |
| DAFTAR ISI..... | x |
| DAFTAR GAMBAR..... | xiii |
| DAFTAR TABEL..... | xiv |
| BAB 1 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 |
| 1.6 Metode Penelitian..... | 3 |
| 1.7 Sistematika Penulisan..... | 4 |
| BAB II LANDASARAN TEORI | 5 |
| 2.1 Baja..... | 5 |
| 2.1.1 Klasifikasi Baja..... | 6 |
| 2.1.2 Sifat-sifat Baja | 7 |
| 2.1.3 Baja S45C | 8 |
| 2.1.4 Pengertian baja AISI 4340 | 8 |
| 2.2 Teori Dasar Perlakuan Panas (<i>Heat Treatment</i>)..... | 9 |
| 2.2.1 Proses Pengerasan (<i>Hardening</i>) | 10 |
| 2.2.2 <i>Normalizing</i> | 11 |
| 2.2.3 <i>Tempering</i> | 11 |
| 2.2.4 Lama Waktu Penahanan (<i>Holding Time</i>)..... | 12 |
| 2.4 Nitriding..... | 14 |

DAFTAR GAMBAR

| | |
|--|----|
| Gambar 2.1 Proses Uji kekerasan vickers dan bentuk indentornya..... | 19 |
| Gambar 2.2 Mesin <i>Hardness Vickers</i> | 23 |
| Gambar 2.3 Hasil Indentor Mesin <i>Hardness</i> | 23 |
| Gambar 2.4 Parameter dasar pada pengujian Brinell (Dieter, 1987)..... | 23 |
| Gambar 3.1 Diagram alir penelitian..... | 34 |
| Gambar 3.2 Tungku Plasma Nitriding..... | 35 |
| Gambar 3.3 <i>Hardness Vickers</i> | 36 |
| Gambar 3.4 Material buat penelitian | 36 |
| Gambar 3.5 flow proses plasma nitriding..... | 37 |
| Gambar 3.6 Parameter Pengujian Kekerasan..... | 38 |
| Gambar 3.7 Spesimen Pengujian Kekeras..... | 38 |
| Gambar 4.1 Pengaruh Temperatur 350°C..... | 40 |
| Gambar 4.2 Pengaruh Temperatur 420°C..... | 41 |
| Gambar 4.3 Pengaruh Temperatur 500°C..... | 41 |
| Gambar 4.4 Hasil Rata-rata pengaruh Temperatur..... | 42 |
| Gambar 4.5 Grafik Hasil Uji Kekerasan 350°C..... | 46 |
| Gambar 4.6 Grafik Hasil Uji Kekerasan 420°C..... | 46 |
| Gambar 4.7 Grafik Hasil Uji Kekerasan 500°C..... | 46 |
| Gambar 4.8 Grafik Perbandingan Hasil Uji Kekerasan Pada Suhu 350°C..... | 48 |
| Gambar 4.9 Grafik Perbandingan Hasil Uji Kekerasan Pada Suhu 420°C..... | 49 |
| Gambar 4.10 Grafik Perbandingan Hasil Uji Kekerasan Pada Suhu 500°C..... | 49 |

| | | |
|------------------------------------|---|----|
| 2.5 | Macam-Macam Unsur Paduan Logam..... | 15 |
| 2.5.1 | Karbon (C)..... | 15 |
| 2.5.2 | Silikon (Si)..... | 16 |
| 2.5.3 | Mangan (Mn)..... | 16 |
| 2.5.4 | Posfor (P)..... | 16 |
| 2.5.5 | Sulfur (S)..... | 16 |
| 2.5.6 | Chrom (Cr)..... | 16 |
| 2.5.7 | Nikel (Ni)..... | 17 |
| 2.5.8 | Molibdenum (Mo)..... | 17 |
| 2.6 | Pengaruh Unsur Paduan Pada Baja..... | 17 |
| 2.7 | Pengujian Kekerasan Material..... | 18 |
| 2.8 | Pengujian Kekerasan..... | 19 |
| 2.9 | Pengujian Kekerasan <i>Rockwell</i> | 20 |
| 2.10 | Uji Kekerasan <i>Vickers</i> | 20 |
| 2.10.1 | Standar Metode Pengujian <i>Vickers</i> | 24 |
| 2.10.2 | Penulisan angka dalam metode kekerasan <i>Vickers</i> | 24 |
| 2.10.3 | Kelebihan dan Kekurangan Pengujian Kekerasan <i>Vickers</i> | 25 |
| 2.9.5 | Uji Kekerasan Brinell..... | 26 |
| 2.9.6 | Uji Kekerasan Brinell Palu Poldy..... | 28 |
| 2.9.7 | Gas Hidrogen..... | 29 |
| 2.9.8 | Gas Nitrogen..... | 31 |
| 2.10 | Temperatur..... | 33 |
| BAB III METODOLOGI PENELITIAN..... | | 34 |
| 3.1 | Alur Penelitian..... | 34 |
| 3.2 | Bahan Yang Digunakan..... | 35 |
| 3.3 | Alat Yang Digunakan..... | 35 |
| 3.4 | Cara Pembuatan Spesimen..... | 36 |
| 3.5 | Plasma nitriding process..... | 36 |
| 3.6 | Pelaksanaan pengujian..... | 37 |
| 3.6.1 | Uji Kekerasan Spesimen Plasma Nitriding..... | 37 |
| BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN..... | | 39 |
| 4.1 | Data Referensi..... | 39 |

DAFTAR TABEL

| | |
|--|----|
| Tabel 2.1 Nilai kekerasan material setelah uji Hardness Vickers..... | 24 |
| Tabel 4.1 Komposisi Material S45C..... | 39 |
| Tabel 4.2 Mechanical Properties Baja S45C | 39 |
| Tabel 4.3 Hasil Uji kekerasan HV | 42 |
| Tabel 4.4 Komposisi Baja AISI 4340 | 44 |
| Tabel 4.5 Mechanical Properties Baja AISI 4340 | 44 |
| Tabel 4.6 Hasil Uji 350°C..... | 45 |
| Tabel 4.7 Hasil Uji 420°C..... | 45 |
| Tabel 4.8 Hasil Uji 500°C..... | 45 |
| Tabel 4.9 Hasil Perbandingan Uji Kekerasan..... | 48 |

| | | |
|----------------------------------|---|----|
| 4.1.1 | Komposisi Material..... | 39 |
| 4.1.2 | Mechanical Properties..... | 39 |
| 4.2 | Hasil Uji Kekerasan | 40 |
| 4.3 | Analisa Dan Pembahasan Hasil Pengujian Kekerasan..... | 42 |
| 4.4 | Data Referensi..... | 43 |
| 4.4.1 | Komposisi Kimia Baja AISI 4340..... | 43 |
| 4.4.2 | Mechanical Properties Baja AISI 4340..... | 44 |
| 4.5 | Hasil Uji Kekerasan | 44 |
| 4.5.1 | Tabel Hasil Uji Kekerasan..... | 45 |
| 4.5.2 | Grafik Hasil Uji Kekerasan..... | 45 |
| 4.5.3 | Grafik perbandingan hasil uji kekerasan..... | 47 |
| BAB V KESIMPULAN DAN SARAN | | 50 |
| 5.1 | Kesimpulan..... | 50 |
| 5.2 | Saran..... | 51 |
| DAFTAR PUSTAKA | | 52 |

ABSTRAK

Material AISI 4340 dikenal sebagai material HSLA (High Strength Low Alloy). Material ini termasuk kedalam baja karbon medium dengan paduan rendah Ni-Cr dan Mo. Baja AISI 4340 memiliki sifat yang baik dalam hal ketahanan impact dan sifat tahan abrasinya. Dalam industri otomotif material yang diperlukan ialah material yang memiliki kekerasan yang tinggi dan tahan aus karena sebagian besar komponen otomotif banyak yang saling bergesekan. Upaya yang dilakukan untuk memenuhi kebutuhan material tersebut yaitu dengan proses mendifusikan unsur nitrogen ke permukaan material. Penambahan unsur nitrogen kedalam permukaan material komposit matrik aluminium ini dilakukan dengan tujuan meningkatkan kekerasan material tersebut. Proses nitridasi dengan teknik plasma merupakan salah satu cara dalam perlakuan permukaan (Surface Treatment) suatu material. Hasil dari pengujian kekerasan dari plasma nitriding dengan parameter temperature 350°C, 420°C dan 500°C dengan pengujian pada ketebalan 0.02mm, 0.2mm dan 0.4mm. Kekerasan material pada temperature 350°C dengan parameter kedalaman 0.02mm sebesar 362.32 HV, parameter kedalaman 0.2mm sebesar 261.99 HV dan parameter kedalaman 0.4mm sebesar 235.64 HV. Kekerasan material pada temperature 420°C dengan parameter kedalaman 0.02mm sebesar 368.19 HV, parameter kedalaman 0.2mm sebesar 274.92 HV dan parameter kedalaman 0.4mm sebesar 256.92 HV. Kekerasan material pada temperature 500°C dengan parameter kedalaman 0.02mm sebesar 435.62 HV, parameter kedalaman 0.2mm sebesar 273.02 HV dan parameter kedalaman 0.4mm sebesar 273.02 HV. Hasil dari pengujian ketebalan lapisan pada proses plasma nitriding dengan temperature 350°C sebesar 13,80 μ , temperature 420°C sebesar 17,66 μ dan temperature 500°C sebesar 17,46 μ .

Kata kunci : nitriding, perlakuan panas, AISI 4340, kekerasan

ABSTRACT

AISI 4340 material is known as HSLA (High Strength Low Alloy) material. This material belongs to medium carbon steel with a low alloy of Ni-Cr and Mo. AISI 4340 steel has good properties in terms of impact resistance and abrasion resistance. In the automotive industry, the material needed is a material that has high hardness and is wear-resistant because most of the automotive components rub against each other. Efforts are being made to meet the needs of these materials, namely the process of diffusing nitrogen elements to the surface of the material. The addition of nitrogen elements into the aluminum matrix composite material is carried out with the aim of increasing the hardness of the material. The nitriding process with the plasma technique is one of the surface treatments of a material. The results of the hardness test of plasma nitriding with temperature parameters of 350°C, 420°C and 500°C with tests at thicknesses of 0.02mm, 0.2mm and 0.4mm. The hardness of the material at a temperature of 350°C with a depth parameter of 0.02mm is 362.32 HV, a depth parameter of 0.2mm is 261.99 HV and a depth parameter of 0.4mm is 235.64 HV. material at a temperature of 420 °C with a depth parameter of 0.02mm of 368.19 HV, a depth parameter of 0.2mm of 274.92 HV and a depth of 0.4mm of 256.92 HV. The hardness of the material at a temperature of 500 °C with a depth parameter of 0.02mm is 435.62 HV, a depth parameter of 0.2mm is 273.02 HV and a depth parameter of 0.4mm is 273.02 HV. The results of testing the thickness of the coating on the plasma nitriding process with a temperature of 350°C of 13.80, a temperature of 420°C of 17.66 and a temperature of 500°C of 17.46.

Keywords: nitriding, heat treatment, AISI 4340, hardness