

TUGAS AKHIR

**PENGARUH PLASMA NITROKARBURASI
TERHADAP TERBENTUKNYA SENYAWA,
KEKERASAN DAN KEAUSAN PADA PERMUKAAN
TITANIUM MURNI KOMERSIAL**



Disusun sebagai salah satu syarat menyelesaikan Program Studi Strata I
pada Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah
Surakarta

Disusun Oleh :

DICKY ADITYA SEPTARICOV

NIM : D200130019

**JURUSAN TEKNIK MESIN FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA
2019**

PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Saya menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi dengan judul **“PENGARUH PLASMA NITROKARBURASI TERHADAP TERBENTUKNYA SENYAWA, KEKERASAN DAN KEAUSAN PADA PERMUKAAN TITANIUM MURNI KOMERSIAL”** yang dibuat untuk memenuhi sebagian syarat memperoleh derajat sarjana S1 pada Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta, sejauh yang saya ketahui bukan merupakan tiruan atau duplikasi dari skripsi yang sudah dipublikasikan dan atau pernah dipakai memperoleh gelas kesarjanaan di lingkungan Universitas Muhammadiyah Surakarta atau instansi manapun, kecuali bagian yang sumber informasinya saya cantumkan sebagaimana mestinya.

Surakarta, Juni 2019

Yang menyatakan



Dicky Aditya Septaricov

HALAMAN PERSETUJUAN

Tugas akhir yang berjudul "Pengaruh Plasma Nitrokarburasi Terhadap Terbentuknya Senyawa, Kekerasan dan Keausan pada Permukaan Titanium Murni Komersial" telah disetujui oleh pembimbing dan diterima untuk memenuhi sebagian persyaratan memperoleh derajat sarjana S1 pada Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta.

Dipersiapkan Oleh :

Nama : Dicky Aditya Septaricov

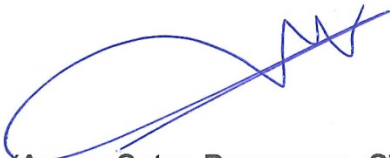
Nim : D200130019

Disetujui Pada :

Hari : Rabu

Tanggal : 31 Juli 2019

Pembimbing Tugas Akhir



(Agung Setyo Darmawan, ST., MT)

HALAMAN PENGESAHAN

Tugas akhir berjudul "Pengaruh Plasma Nitrokarburasi Terhadap Senyawa Yang Terbentuk, Kekerasan dan Keausan Pada Permukaan Titanium Murni Komersial" telah dipertahankan di hadapan tim penguji dan telah dinyatakan sah untuk memperoleh derajat sarjana S1 pada Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta.

Dipersiapkan Oleh :

Nama : Dicky Aditya Septriov

Nim : D200130019

Disetujui Pada :

Hari : Rabu

Tanggal : 31 Juli 2019 .

Tim Penguji :

Ketua : Agung Setyo Darmawan, ST, MT

Anggota 1 : Ir. Sunardi Wiyono, MT

Anggota 2 : Wijianto, ST, M.Eng, Sc

Mengetahui

Dekan



(Ir. H. Sri Sunarjono, MT. Ph.D)

Ketua Jurusan

(Ir. H. Subroto, M.T)



LEMBAR SOAL TUGAS AKHIR
FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA

Berdasarkan surat keputusan Rektor Universitas Muhammadiyah Surakarta :
Nomor 023/II/2019 Tanggal 13 - 2 - 2019 tentang Pembimbingan Tugas
Akhir dengan ini :

Nama : Agung Setyo Darmawan, ST.,MT

Pangkat/Jabatan : Lektor/Ilc

Memberikan soal tugas akhir kepada Mahasiswa :

Nama : Dicky Aditya Septaricov

Nomor Induk : D200130019

Jurusan / Semester : Teknik Mesin / Akhir

Judul / Topik : Pengaruh Plasma Nitrokarburasi Terhadap
Terbentuknya Senyawa, Kekerasan dan Keausan
pada Permukaan Titanium Komersial.

Rincian Soal / Tugas : Plasma Nitrokarburasi, Uji Keras, Uji Keausan dan
XRD.

Demikian soal tugas akhir ini dibuat untuk dapat dilaksanakan sebagaimana
mestinya.

Surakarta, 19 Februari 2019

Pembimbing

Agung Setyo Darmawan, ST.,MT

HALAMAN MOTTO

“Kecantikan yang abadi terletak pada keelokan adab dan ketinggian ilmu seseorang. Bukan terletak pada wajah dan pakaiannya”

(Buya Hamka)

“Menuntut ilmu adalah taqwa. Menyampaikan ilmu adalah ibadah.
Mengulang-ulang ilmu adalah zikir. Mencari ilmu adalah jihad”

(Abu Hamid Al Ghazali)

“Barangsiapa memudahkan (urusan) orang yang kesulitan, maka Allah Azza wa Jalla memudahkan baginya (dari kesulitan) di dunia dan akhirat.”

(HR Muslim)

PENGARUH PLASMA NITROKARBURASI TERHADAP TERBENTUKNYA SENYAWA, KEKERASAN DAN KEAUSAN PADA PERMUKAAN TITANIUM MURNI KOMERSIAL

Abstrak

Perkembangan teknologi yang maju pada saat ini, membutuhkan material-material yang berkualitas baik, khususnya material yang berbahan dasar logam. Sifat-sifat mekanik material logam seperti : kekerasan, kekuatan, ketangguhan dan keausan yang selalu berhubungan dengan senyawa yang terbentuk pada material tersebut. Hal ini mendorong perlunya penelitian serta pengembangan teknologi, akan perubahan senyawa yang terbentuk pada material yang berbahan dasar logam.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh variasi perbandingan komposisi gas N_2 dan CH_4 (1:1, 1:2, 1:3 dan 1:4) dengan waktu 4 jam, serta dengan temperatur $450^\circ C$, dan tekanan gas 1,6 mBar terhadap senyawa yang terbentuk, kekerasan dan ketahanan aus pada permukaan titanium murni komersial sebelum dan sesudah proses plasma nitrokarburasi.

Dari hasil pengujian didapat nilai kekerasan awal (raw material) 105,75 VHN, dengan proses plasma nitrokarburasi optimum selama 4 jam, temperatur $450^\circ C$ dan tekanan 1,6 mBar naik menjadi 236,32 VHN, mengalami peningkatan 111 %. Sedangkan pada uji kekerasan cross section titik yang paling mendekati permukaan memiliki kekerasan yang hampir sama dengan permukaannya dan mengalami penurunan kekerasan pada titik yang dibawahnya. Pada pengujian keausan yang awalnya sebesar $4,468 \times 10^{-8} \text{ mm}^2/\text{kg}$ mengalami penurunan menjadi sebesar $6,140 \times 10^{-9} \text{ mm}^2/\text{kg}$. Perubahan tersebut terjadi karena terbentuknya senyawa TiN dan TiC pada permukaan titanium murni komersial setelah diproses plasma nitrokarburasi.

Kata Kunci : Plasma, Nitrokarburasi, Titanium, Senyawa

INFLUENCE OF PLASMA NITROCARBURIZING ON FORMED COMPOUNDS, HARDNESS AND WEAR RESISTANCE ON THE SURFACE OF COMMERCIAL PURE TITANIUM

Abstract

The development of advanced technology at this time requires good quality materials, especially metal-based materials. Mechanical properties of metal materials such as: hardness, strength, toughness and wear which are always associated with formed compounds in the which material. This encourages the need for research and development of technology, will change the formed compounds in metal surface.

This study aims to determine the effect of variations in the composition ratio of gas N_2 and CH_4 (1: 1, 1: 2, 1: 3 and 1: 4) with duration time of 4 hours, and with temperatures of 450 °C, and gas pressure of 1.6 mBar to formed compounds, hardness and wear resistance on the surface of commercially pure titanium before and after the nitrocarburizing plasma process.

From the test results the value of initial material (raw material) was 105.75 VHN, with the optimum plasma nitrocarburation process for 4 hours, temperature of 450 °C and pressure of 1,6 mBar up to 236.32 VHN, experiencing an increase of 111%. Whereas in the cross section hardness test the closest point to the surface has almost the same hardness as the surface and experiences a decrease in hardness at the point below. At the wear test the initial $4,468 \times 10^{-8} \text{ mm}^2 / \text{kg}$ decreases to $6,140 \times 10^{-9} \text{ mm}^2 / \text{kg}$. These changes occur because of the formation of TiN and TiC compounds on the surface of commercially pure titanium after nitrocarburation plasma processing.

Keywords: Plasma, Nitrocarburation, Titanium, Compounds

HALAMAN PERSEMBAHAN

Segala puji syukur selalu saya panjatkan kehadirat Allah SWT atas kehendak dan kuasaNya, pada akhirnya saya selaku penulis dapat mempersembahkan skripsi ini untuk :

“Bapak dan Ibu Tercinta”

Kepada Bapak (Sukamdi) dan Ibu (Sami Asih) tercinta, dengan bangga saya persembahkan karya sederhana ini sebagai tanda hormat, bakti dan terima kasih atas segala kasih sayang, nasihat, doa dan dukungannya yang tiada henti selama ini yang telah Bapak dan Ibu berikan kepada saya. Semoga dengan karya sederhana ini menjadi langkah awal untuk terus membuat Bapak dan Ibu bangga dan bahagia di dunia dan di akhirat, Aamiin.

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh

Alhamdulillah Robbi 'Alamin, puji syuku penulis panjatkan kepada Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan nikmat-Nya, sehingga penyusunan laporan penelitian ini dapat terselesaikan.

Tugas akhir yang berjudul **“PENGARUH PLASMA NITROKARBURASI TERHADAP TERBENTUKNYA SENYAWA, KEKERASAN DAN KEAUSAN PADA PERMUKAAN TITANIUM MURNI KOMERSIAL”** dapat terselaikan atas dukungan dari berbagai pihak. Untuk itu, dalam kesempatan ini saya selaku penulis dengan segala hormat dan ketulusan ingin menyampaikan rasa terima kasih dan penghargaan sebesar – besarnya kepada :

1. Bapak Ir. H. Sri Sunarjono, MT., Ph.D, selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta.
2. Bapak Ir. H. Subroto, MT selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta.
3. Bapak Ir. Sunardi Wiyono, MT selaku Koordinator Tugas Akhir Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta.
4. Bapak Ir. Pramuko Ilmu Purboputro, MT selaku Pembimbing Akademik Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta yang telah membantu dalam proses administrasi selama masa perkuliahan.
5. Bapak Agung Setyo Darmawan, ST., MT selaku Pembimbing Tugas Akhir yang telah membimbing, mengarahkan dan memberi petunjuk dalam penyusunan Tugas Akhir.
6. Jajaran staf dan dosen Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta.
7. Kepada Plt Kepala PSTA-BATAN yang telah memberikan ijin penelitian.

8. Kepada Kepala Bidang Fisika Partikel yang telah memberikan ijin penelitian.
9. Bapak Ir. Suprpto, Bapak Drs. B.A. Tjipto Sutjipto, MT., APU, Bapak Sayono yang telah memberikan bimbingan selama melaksanakan penelitian di PSTA-BATAN demi kelancaran tugas akhir ini.
10. Bapak dan Ibu tercinta yang telah memberikan doa, dukungan dan kasih sayang yang tiada henti dan sangat luar biasa.
11. Teman-teman Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Surakarta angkatan 2013 yang banyak memberikan semangat dan bantuan.
12. Khairunisa ZA dan Faiz NA yang telah memberikan bantuan selama proses penyusunan tugas akhir.
13. Semua pihak yang tidak dapat penulis sebutkan, terima kasih atas dukungannya.

Penulis menyadari bahwa laporan ini masih banyak kekurangan, oleh karena itu kritik dan saran yang bersifat membangun dari pembaca akan penulis terima dengan senang hati dan penulis ucapkan banyak terima kasih. Semoga semua amal baik yang diberikan semua pihak kepada penulis akan mendapat balasan yang lebih baik dan sempurna dari Allah SWT.

Wassalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh.

Surakarta, Juni 2019

Dicky Aditya Septaricov

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
PENYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR	ii
HALAMAN PERSETUJUAN	iii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iv
LEMBAR SOAL TUGAS AKHIR	v
MOTTO	vi
ABSTRAK	vii
ABSTRACK.....	viii
HALAMAN PERSEMBAHAN	ix
KATA PENGANTAR	x
DAFTAR ISI	xii
DAFTAR GAMBAR	xv
DAFTAR TABEL	xvii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Identifikasi Masalah	3
1.3 Pembatasan Masalah	4
1.5 Tujuan Masalah	4
1.6 Manfaat Masalah	5
1.7 Sistematika Penulisan	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1 Tinjauan Pustaka	6
2.2 Konsep Plasma	8
2.2.1 Pengerasan Logam dengan Sistem Plasma	8
2.2.2 Plasma Lucutan Pijar DC	10
2.2.3 Plasma Nitrokarburasi	11
2.3 Logam Titanium	12

2.4 Uji X-Ray Diffraction (XRD)	15
2.5 Uji Kekerasan Vickers	17
2.6 Uji Keausan	19
2.7 Hipotesis	20
 BAB III METODE PENELITIAN	 21
3.1 Diagram Alir Penelitian	21
3.2 Tahap – Tahap Penelitian	22
3.2.1 Studi Pustaka dan Lapangan	22
3.2.2 Persiapan Alat dan Bahan	23
3.2.2.1 Alat	23
3.2.2.2. Bahan	26
3.2.3 Tata Cara Penelitian	28
3.2.4 Proses Plasma Nitrokarburasi	29
3.2.5 Instalasi Pengujian	31
3.2.5.1 Alat Uji X-Ray Diffraction (XRD)	31
3.2.5.2 Alat Uji Kekerasan	32
3.2.5.3 Alat Uji Keausan	33
 BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN	 34
4.1 Uji X-Ray Diffraction (XRD)	34
4.2 Data Uji Kekerasan Vickers	36
4.2.1 Nilai Kekerasan Setelah Proses Plasma Nitrokarburasi	 36
4.2.1.1 Hasil Uji Kekerasan Permukaan	36
4.2.1.2 Hasil Uji Kekerasan pada Arah Kedalaman (Cross Section)	 38
4.2.2 Perbandingan Kekerasan Sebelum dan Sesudah Proses Plasma Nitrokarburasi	 40
4.3 Uji Keausan	41

BAB V PENUTUP	44
5.1 Kesimpulan	44
5.2 Saran	45

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Foto Plasma Lucutan Pijar	9
Gambar 2.2 Skema plasma lucutan pijar DC	12
Gambar 2.3 Susunan Berkala Unsur Mendeleev	13
Gambar 2.4 Ilustrasi difraksi sinar-X pada XRD.....	16
Gambar 2.5 Sketsa uji kekerasan Vickers	18
Gambar 2.6 Jenis lekukan piramida intan.....	19
Gambar 2.7 Skema pengujian keausan.....	20
Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian.....	21
Gambar 3.2 Foto mesin CNC milling	23
Gambar 3.3 Foto mesin bubut	24
Gambar 3.4 Foto mesin poles.....	25
Gambar 3.5 Foto amplas	25
Gambar 3.6 Foto autosol	26
Gambar 3.7 Foto mesin pencuci ultrasonic.....	26
Gambar 3.8 Spesimen uji kekerasan dan uji XRD	27
Gambar 3.9 Dimensi material untuk uji XRD dan uji kekerasan	27
Gambar 3.10 Spesimen untuk uji keausan	28
Gambar 3.11 Dimensi spesimen uji keausan.....	28
Gambar 3.12 Mesin Plasma Nitrokarburasi	29
Gambar 3.13 Skema Mesin Plasma Nitrokarburasi	30
Gambar 3.14 Alat Uji X-Ray Diffraction (XRD).....	32
Gambar 3.15 <i>Universal Hardness Tester</i>	32
Gambar 3.16 Alat Uji Laju Keausan.....	33
Gambar 4.1 Hasil uji <i>x-ray diffraction</i> pada titanium murni komersial setelah proses plasma nitrokarburasi	35
Gambar 4.2 Hubungan intensitas (cps) dengan 2θ (deg) pada hasil uji XRD	35
Gambar 4.3 Hubungan kekerasan vickers dengan perbandingan gas N_2 dan CH_4	37

Gambar 4.4 Hubungan kekerasan vickers dengan posisi titik pengujian kekerasan <i>cross section</i>	39
Gambar 4.5 Hubungan uji keausan sebelum dan sesudah proses plasma nitrokarburasi.....	43

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Sifat Mekanik Titanium.....	14
Tabel 2.2 Sifat Fisik Titanium.....	15
Tabel 4.1 Pengaruh Variasi Perbandingan Komposisi Gas N ₂ dan CH ₄ Pada Proses Plasma Nitrokarburasi Terhadap Kekerasan...	37
Table 4.2 Hasil uji kekerasan <i>cross section</i> setelah proses plasma nitrokarburasi pada setiap variasi komposisi gas N ₂ dan CH ₄	39
Tabel 4.4 Hasil keausan sebelum proses plasma nitrokarburasi dan sesudah proses plasma nitrokarburasi.....	43