

TUGAS AKHIR
PENGARUH *SPUTTERING* TERHADAP KETAHANAN
KOROSI BAJA AISI 410



Disusun sebagai syarat menyelesaikan Studi Strata Satu
Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik
Universitas Muhammadiyah Surakarta

Disusun oleh:

Rinanto Rizky Adha
D200190026

PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA

2023

TUGAS AKHIR
PENGARUH *SPUTTERING* TERHADAP KETAHANAN
KOROSI BAJA AISI 410



Disusun sebagai syarat menyelesaikan Studi Strata Satu
Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik
Universitas Muhammadiyah Surakarta

Disusun oleh:

Rinanto Rizky Adha

D200190026

PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA

2023

PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

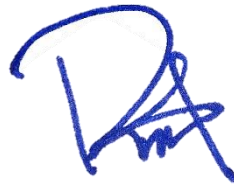
Saya menyatakan dengan sesungguhnya bahwa tugas akhir dengan judul :

“PENGARUH *SPUTTERING* TERHADAP KETAHANAN KOROSI BAJA AISI 410”

Dibuat untuk memenuhi sebagai syarat memperoleh gelar Sarjana S1 pada Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta. Sejauh yang saya ketahui bukan merupakan tiruan maupun duplikasi dari tugas akhir yang sudah dipublikasikan dan atau pernah dipakai untuk mendapatkan gelar kesarjanaan di lingkup Universitas Muhammadiyah Surakarta atau instansi manapun, kecuali bagian sumber informasi yang saya cantumkan sebagaimana mestinya.

Surakarta, 24 Juli 2023

Yang menyatakan,



Rinanto Rizky Adha

D200190026

HALAMAN PERSETUJUAN

Tugas akhir ini berjudul **“PENGARUH *SPUTTERING* TERHADAP KETAHANAN KOROSI BAJA AISI 410”** telah diterima dan disetujui oleh Pembimbing Tugas Akhir untuk dipertahankan didepan dewan penguji sebagai syarat untuk memperoleh gelar Sarjana S1 (Strata Satu) pada Program Studi Teknik Mesin Univeritas Muhammadiyah Surakarta.

Dipersiapkan oleh :

Nama : **Rinanto Rizky Adha**

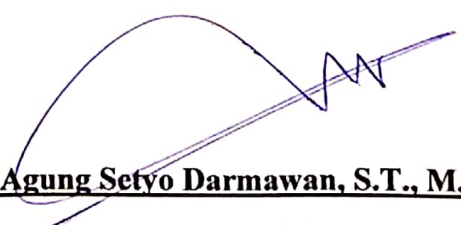
NIM : **D200190026**

Disetujui pada :

Hari : Selasa

Tanggal : 28 Juli 2023

Pembimbing Tugas Akhir



Ir. Agung Setyo Darmawan, S.T., M.T., IPM.

NIK 896

HALAMAN PENGESAHAN

Skripsi ini berjudul “PENGARUH *SPUTTERING* TERHADAP KETAHAN KOROSI BAJA AISI 410” telah dipertahankan di hadapan Tim Penguji dan telah dinyatakan sah untuk memenuhi sebagian syarat memperoleh derajat sarjana S1 pada Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta.

Dipersembahkan oleh :

Nama : RINANTO RIZKY ADHA

NIM : D200190026

Disahkan pada :

Hari/Tanggal :

Dosen Penguji:

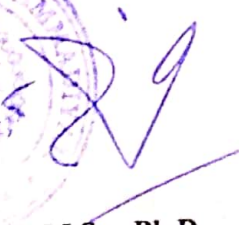
Ketua : Ir. Agung Setyo Darmawan, S.T., M.T., IPM. (.....)

Anggota 1 : Dr. Agus Yulianto, S.T., M.T. (.....)

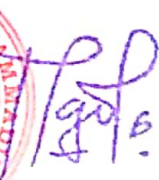
Anggota 2 : Dr. Ir. Ngafwan, M.T. (.....)

Mengetahui.

Dekan Fakultas Teknik


Rois Fatoni, S.T, M.Sc., Ph.D.

Ketua Jurusan Teknik Mesin


Ir. Agus Dwi Anggono, M.Eng., Ph.D.

LEMBAR SOAL TUGAS AKHIR

Berdasarkan Surat Keputusan Rektor Universitas Muhammadiyah Surakarta Nomor 245/II/2023 Tanggal 08 Maret 2023 tentang Pembimbing Tugas Akhir, dengan ini:

Nama : Ir. Agung Setyo Darmawan, S.T., M.T.
Pangkat/Jabatan : Penata/Lektor
Kedudukan : Pembimbing Tugas Akhir

Memberikan Soal Tugas Akhir Kepada Mahasiswa:

Nama : Rinanto Rizky Adha
Nim : D200190026
Jurusan/Semester : Teknik Mesin/8
Judul/Topik : Pengaruh *Sputtering* Terhadap Ketahanan Korosi Baja Aisi 410

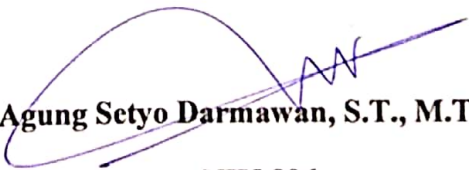
Rincian Soal/Tugas:

1. Mengatahui proses plasma *sputtering*
2. Mengetahui ketahanan korosi pada RAW material baja AISI 410
3. Mengetahui ketahanan korosi pada material baja AISI 410 setelah proses *Annealing*
4. Mengetahui ketahanan korosi pada material baja AISI 410 setelah proses *Sputtering*

Demikian Soal Tugas Akhir ini dibuat untuk dapat digunakan sebagaimana mestinya.

Surakarta, 10 Maret 2023

Pembimbing Tugas Akhir


Ir. Agung Setyo Darmawan, S.T., M.T., IPM.

NIK 896

Keterangan:

Dibuat rangkap 3 (tiga)

1. Untuk Kajur 3 (koodinator TA)
2. Untuk Pembimbing Tugas Akhir
3. Untuk Mahasiswa

MOTTO

“Berjalanlah sesuai alur yang diberikan maka akan kau temui kebahagiaan yang kau inginkan”

“Maka sesungguhnya bersama kesulitan ada kemudahan”
(QS. Al-Insyirah: 5)

“Allah tidak membebani seseorang melainkan sesuai dengan kesanggupannya”
(QS. Al- Baqarah: 286)

“Ketika kamu ingin menyerah, lihatlah kebelakang dan kemudian ketahui seberapa jauh kamu telah berusaha untuk meraih tujuanmu”

HALAMAN PERSEMBAHAN

Dengan rasa syukur yang mendalam, dengan telah diselesaikannya Skripsi ini penulis mempersembahkannya kepada :

1. Allah SWT yang telah memberikan kesehatan, rahmat, hidayah, rezeki, dan semua yang penulis butuhkan sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir dengan baik.
2. Kedua orang tua dan saudara kandung yang telah memberikan dukungan terbesar serta mendoakan selalu, bersusah payah sehingga penulis bisa bersekolah di jenjang yang lebih tinggi, hingga menyelesaikan tugas akhir dengan baik.

PENGARUH *SPUTTERING* TERHADAP KETAHANAN KOROSI BAJA AISI 410

Rinanto Rizky Adha, Ir. Agung Setyo Darmawan, S.T., M.T., IPM.

Program Studi Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Surakarta

Jl. Ahmad Yani Tromol Pos 1, Pabelan, Kartasura, Sukoharjo, Jawa Tengah

E-mail : rizkyadhaa03@gmail.com

ABSTRAK

Proses *sputtering* adalah proses PVD (*physical Vapor Deposition*) yang telah terbukti meningkatkan kekerasan permukaan dan pelapisan pada permukaan baik bahan logam, non logam, keramik maupun polimer. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui ketahanan korosi terhadap raw material baja AISI 410 dan untuk mengetahui pengaruh *sputtering* terhadap ketahanan korosi baja tahan karat AISI 410 dari hasil *Annealing*. Pada penelitian ini material yang digunakan yaitu baja AISI 410 dengan melakukan *annealing* menggunakan temperatur 850 °C dalam waktu penahanan selama 20 menit. Teknik yang digunakan adalah plasma *sputtering* dengan target tungsten nitrida (WN). *Sputtering* dilakukan dalam waktu proses 120 menit dengan menggunakan tegangan 4 kV dan arus 10 mA. Kemudian dilakukan pengujian korosi dengan menggunakan metode elektrokimia *potensiostat* untuk mengetahui ketahanan korosinya. Dari hasil pengujian korosi didapatkan peningkatan ketahanan korosi setelah dilakukan plasma *sputtering*. Didapatkan hasil laju korosi raw material sebesar 1,0439E-06 mmpy dan didapatkan hasil pengujian korosi setelah dilakukan plasma *sputtering* sebesar 3,43074E-07 mmpy. Maka dapat disimpulkan bahwa peningkatan ketahanan korosi dengan proses plasma *sputtering* menggunakan tungsten nitrida (WN) dalam waktu 120 menit dapat menghambat laju korosi sebesar 7,00822E-07 mmpy.

Kata kunci: Baja AISI 410, *Annealing*, Plasma *sputtering* (WN), Korosi

THE EFFECT OF SPUTTERING ON THE CORROSION RESISTANCE OF AISI 410 STEEL

Rinanto Rizky Adha, Ir. Agung Setyo Darmawan, S.T., M.T., IPM.

Mechanical Engineering Study Program, Muhammadiyah University of Surakarta

Jl. Ahmad Yani Tromol Post 1, Pabelan, Kartasura, Sukoharjo, Central Java

E-mail : rizkyadhaa03@gmail.com

ABSTRACT

The sputtering process is a PVD (physical Vapor Deposition) process which has been proven to increase surface hardness and coating on surfaces of both metal, non-metal, ceramic and polymer materials. This study aims to determine the corrosion resistance of AISI 410 steel raw material and to determine the effect of sputtering on the corrosion resistance of AISI 410 stainless steel from annealing results. In this research the material used is AISI 410 steel by annealing using a temperature of 850 OC in a holding time of 20 minutes. The technique used is plasma sputtering with tungsten nitride (WN) as the target. Sputtering was carried out in a processing time of 120 minutes using a voltage of 4 kV and a current of 10 mA. Then the corrosion test was carried out using the potentiostat electrochemical method to determine its corrosion resistance. From the results of corrosion testing, it was found that corrosion resistance increased after plasma sputtering. The raw material corrosion rate was 1,0439E-06 mmpy and the corrosion test results after plasma sputtering were 8,05872E-07 mmpy. So it can be concluded that increasing corrosion resistance by plasma sputtering process using tungsten nitride (WN) within 120 minutes can inhibit the corrosion rate by 7,00822E-07mmpy.

Keywords: *AISI 410 Steel, Annealing, Plasma sputtering (WN), Corrosion*

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh

Alhamdulillahirobbil'alamin, puji syukur atas kehadiran Allah SWT karena berkat nikmat, berkat, hidayah, dan izin-Nya penulis dapat menyelesaikan penulisan laporan tugas akhir dengan judul **“PENGARUH *SPUTTERING* TERHADAP KETAHANAN KOROSI BAJA AISI 410”**

Kami menyadari bahwa laporan tugas akhir ini tidak dapat terselesaikan tanpa adanya bantuan, dukungan, dan saran dari berbagai pihak. Oleh karena itu kami ingin mengucapkan terimakasih kepada:

1. Bapak Rois Fatoni, S.T., M.Sc., Ph.D selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta.
2. Bapak Ir. Agus Dwi Anggono, S.T., M.Eng., Ph.D selaku Ketua Program Studi Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Surakarta dan selaku Pembimbing Akademik yang telah memberikan saran, masukan dan nasehat akademik selama penulis menjadi mahasiswa.
3. Ibu Taurista Perdana Syawitri, S.T., M.Sc., Ph.D. selaku Koordinator Tugas Akhir Program Studi Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Surakarta.
4. Bapak Ir. Agung Setyo Darmawan, S.T., M.T., IPM. selaku Pembimbing Tugas Akhir yang telah membimbing, mengarahkan dan membantu segala proses pengerjaan tugas akhir.
5. Bapak Ir. Suprpto selaku pembimbing lapangan yang telah mengarahkan, membantu, dan membimbing selama penelitian tugas akhir serta staf dan karyawan Pusat Riset Tenaga Akselerator (PRTA) Badan Riset dan Inovasi Nasional (BRIN).
6. Ibu Yeny Widya Rakhmawati, A.Md. selaku Laboran Laboratorium Korosi dan Kegagalan Material Teknik Material dan Metalurgi Institute Teknologi Sepuluh November.
7. Bustomi Muhammad Yazid dan Redwan Cahyo Putro selaku rekan kelompok tugas akhir yang telah bekerja sama secara kompak dalam menyelesaikan tugas akhir ini.

8. Teman-teman Teknik Mesin Angkatan 2018 dan Angkatan 2019 yang tidak dapat disebutkan satu per satu, terima kasih atas dukungan dan solidaritasnya.
9. Semua pihak yang terlibat dan membantu penulis dalam menyelesaikan tugas akhir baik secara langsung maupun tidak langsung.

Penulis berharap laporan tugas akhir ini dapat bermanfaat bagi pembaca, dan atas segala kekurangan yang ada pada laporan ini penulis memohon maaf yang sebesar-besarnya. Penulis menyadari bahwa Laporan Tugas Akhir ini belum sempurna, oleh karena itu penulis mengharapkan kritik dan saran yang bersifat membangun dari para pembaca.

Wassalamu'alaikum warahmatullahi wabarakatuh

Surakarta, 24 Juli 2023



Rinanto Rizky Adha

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR.....	iii
HALAMAN PERSETUJUAN.....	iv
HALAMAN PENGESAHAN.....	v
LEMBAR SOAL TUGAS AKHIR.....	vi
LEMBAR SOAL MOTTO	vii
ABSTRAK	viii
ABSTRACT	ix
HALAMAN PERSEMBAHAN.....	x
KATA PENGANTAR.....	xi
DAFTAR ISI.....	xiii
DAFTAR GAMBAR.....	xvi
DAFTAR TABEL.....	xvii
DAFTAR SIMBOL	xviii
DAFTAR LAMPIRAN	xix
 BAB I PENDAHULUAN	 1
1.1 Latar Belakang	2
1.2 Perumusan Masalah	2
1.3 Batasan Masalah.....	2
1.4 Tujuan Penelitian	3
1.5 Manfaat Penelitian	3
 BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	 4
2.1 Kajian Pustaka.....	4
2.2 Landasan Teori.....	5
2.2.1 Baja tahan karat (stainless steel).....	5
2.2.1.1 Baja tahan karat austenitik	6
2.2.1.2 Baja tahan karat feritik	6
2.2.1.3 Baja tahan karat martensitic	6
2.2.2 Annealing.....	8
2.2.3 <i>Sputtering</i>	10
2.2.4 Korosi dan Pengujiannya.....	13
2.2.4.1 Jenis Korosi.....	14
2.2.4.1.1 Korosi Seragam.....	14
2.2.4.1.1 Korosi galvanis.....	14
2.2.4.1.2 Korosi celah	15
2.2.4.1.3 Korosi pitting	16
2.2.4.1.4 Korosi Antar Butir.....	16

2.2.4.1.5 Korosi Leaching Selektif.....	19
2.2.4.1.6 Korosi Erosi	19
2.2.5 Pencegahan Korosi	20
2.2.6 Pengujian Korosi.....	21
BAB III METODE PENELITIAN	24
3.1 Rancangan Penelitian	24
3.2 Alat dan bahan penelitian.....	25
3.2.1 Alat Penelitian.....	25
3.2.2 Bahan Penelitian.....	27
3.3 Instalasi Pengujian	28
3.3.1 Proses Bubut.....	28
3.3.2 Proses Polishing	28
3.3.3 Proses Annealing.....	28
3.3.4 Proses Plasma <i>Sputtering</i>	28
3.3.5 Proses Uji Ketahanan Korosi	29
3.4 Lokasi Penelitian.....	30
3.5 Prosedur Penelitian.....	30
3.5.1 Persiapan Spesimen Baja AISI 410 untuk Proses <i>Sputtering</i> dan Pengujian Korosi	30
3.5.2 Persiapan Sampel Baja AISI 410 Perlakuan Annealing Untuk Plasma <i>Sputtering</i>	31
3.5.3 Proses Plasma <i>Sputtering</i>	31
3.5.4 Proses Pengujian Korosi	32
3.6 Jadwal Penelitian.....	33
3.7 Rancangan Analisis Data	34
3.7.1 Rancangan Data Hasil Uji Ketahanan Korosi.....	34
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	35
4.1 Pengujian Ketahanan Korosi.....	35
4.1.1 Nilai laju korosi raw material Baja AISI 410.....	36
4.1.2 Nilai laju korosi Baja AISI 410 setelah proses Annealing dengan suhu 850 °C dan waktu tahan 20 menit	38
4.1.3 Nilai Laju Korosi Baja AISI 410 setelah Proses Plasma <i>Sputtering</i> dengan target Tungsten Nitrida (W) dalam waktu 120 menit.....	38
4.2 Pengaruh Proses Annealing dan Proses Sputering terhadap Laju Korosi baja AISI 410	39
BAB V PENUTUP.....	41
5.1 Kesimpulan	41
5.2 Saran.....	41

DAFTAR PUSTAKA	42
LAMPIRAN.....	45

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Diagram Fasa Besi Karbida Menunjukkan Rentang Temperatur Perlakuan Panas Untuk Baja Karbon Biasa	9
Gambar 2. 2 Skema mesin plasma <i>sputtering</i>	11
Gambar 2. 3 Proses <i>Sputtering</i>	12
Gambar 2. 4 Skema Alur Korosi Pada Besi (Fe)	13
Gambar 2. 5 Korosi seragam pada bangkai kapal	14
Gambar 2. 6 Foto menunjukkan korosi galvanik sekitar saluran masuk satu siklus pompa lambung kapal yang ditemukan di kapal penangkap ikan. Korosi terjadi antara magnesium cangkang yang dilemparkan di sekitar baja inti	15
Gambar 2. 7 Pada pelat ini, yang direndam dalam air laut, korosi celah telah terjadi di wilayah yang ditutupi oleh ring	16
Gambar 2. 8 Korosi sumuran pada daun kemudi perahu	16
Gambar 2. 9 Endapan endapan partikel Cr ₂₃ C ₆ yang terbentuk pada korosi antar butir	17
Gambar 2. 10 Peluruhan las di daerah sepanjang kampuh pada baja tahan karat yang rentan terbentuk ketika lasan didinginkan	17
Gambar 2. 11 Korosi selektif pada pipa	18
Gambar 2. 12 Kegagalan akibat benturan pada elbow yang merupakan bagian dari saluran kondensat uap	19
Gambar 2. 13 Skema Peralatan Uji Elektrokimia Potensiostat	22
Gambar 3. 1 Diagram Alir Penelitian	24
Gambar 3. 2 Perangkat Mesin Bubut	25
Gambar 3. 3 Tungku Pemanas (Furnace)	26
Gambar 3. 4 Mesin Poles	26
Gambar 3. 5 Spesimen	27
Gambar 3. 6 Target tungsten	27
Gambar 3. 7 Mesin Plasma Sputering PSTA-BRIN	29
Gambar 3. 8 Alat Uji Corrosion Rate	29
Gambar 3. 9 Rancangan Grafik Polarisasi	34
Gambar 4. 1 Kurva Polarisasi Pada Spesimen Raw Material Baja AISI 410 ..	37
Gambar 4. 2 Polarisasi Pada Spesimen Baja AISI 410 Dengan Proses Annealing 850 °C Dengan Waktu tahan 20 menit	38
Gambar 4. 3 Kurva Polarisasi Pada Spesimen Baja AISI 410 Dengan Proses Annealing 850 °C Dengan Waktu tahan 20 menit dan Proses <i>Sputtering</i> Dengan Variasi Waktu 120 menit	39
Gambar 4. 4 Perbandingan Laju Korosi Pengaruh Proses Annealing dan Proses <i>Sputtering</i> baja AISI 410	40

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Komposisi, Sifat mekanik dan aplikasi baja tahan karat	7
Tabel 2.2 Komposisi baja tahan karat AISI 410	8
Tabel 3.1 Jadwal Penelitian Tugas Akhir	33
Tabel 3.2 Data Hasil Pengujian Laju Korosi	34
Tabel 4.1 Hasil Pengujian Korosi	40

DAFTAR SIMBOL

CR	: Laju Korosi	(mmpy / milimeter per year)
K ₁	: Konstanta laju korosi	(mm g/ μ A cm year)
EW	: Berat equivalen material	(gram)
ρ	: massa jenis spesimen	(g/cm ³)
i _{cor}	: massa jenis arus korosi	(μ A/cm ²)
W	: Massa yang hilang	(gram)
D	: Massa jenis spesimen	(g/cm ³)
A	: Luas permukaan specimen uji	(cm ²)
T	: Lama waktu perendaman	(jam)
m	: massa	(kg)
V	: Volume	(cm ²)
r	: jari jari	(cm)
t	: tinggi	(cm)

DAFTAR LAMPIRAN

Gambar data hasil pengujian korosi raw material baja AISI 410	46
Gambar data hasil pengujian korosi baja aisi 410 dengan proses <i>annealing</i> pada suhu 850 °c dengan <i>holding time</i> 20 menit	47
Gambar data hasil pengujian korosi baja aisi 410 dengan proses <i>sputtering</i> dengan target tungsten nitrida (WN) dengan waktu 120 menit	48
Handbook ASTM G102	49