

SKRIPSI

**KARAKTERISASI BAJA TAHAN KARAT DENGAN PERLAKUAN
SPUTTERING PERAK PASCA PLASMA NITROCARBURIZING SEBAGAI
BAHAN PERALATAN BIOMEDIK**

Diajukan Sebagai Syarat Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik Program Studi
S-1 Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Yogyakarta



Disusun Oleh:

NANDA WIDA LAKSANA
20180130171

**PROGRAM STUDI S-1 TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH YOGYAKARTA
2023**

PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan sesungguhnya bahwa skripsi / tugas akhir berjudul **“Karakteristik Baja Tahan Karat Dengan Perlakuan *Sputtering* paduan Perak Pasca *Nitrocarburizing* Sebagai Bahan Peralatan Biomedik”** ini adalah hasil karya saya yang bagian penelitian dari pembimbing Ir. Aris Widyo Nugroho, S.T., M.T., Ph.D. Dan tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di Perguruan Tinggi, dan sepengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah dituliskan atau dipublikasikan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis disebutkan sumbernya dalam naskah dan dalam daftar pustaka.

Yogyakarta, 25 Januari 2023



Nanda Wida Laksana

MOTTO

“Allah tidak membebani seseorang melainkan sesuai dengan kesanggupannya”

(Q.S Al-Baqarah: 286)

“Bersabarlah kamu dan kuatkanlah kesabaran dan tetaplah bersiap siaga dan bertawaqalah kepada Allah supaya kamu menang”

(Q.S Ali Imran: 200)

“Nikmati prosesnya, jalani dan ikuti arusnya. Terkait hasil, kita serahkan pada yang kuasa”

PERSEMBAHAN

Skripsi ini adalah bagian dari ibadah saya kepada Allah SWT karena kepada-Nya kami menyembah, dan kepada-Nya kami mohon pertolongan. Sekaligus sebagai ungkapan terima kasih kepada Bapak Widayanto, Ibu Suhartini , yang terus memotivasi saya dalam hidup saya, dan seluruh anggota keluarga besar saya atas semua dukungan dan bantuannya. Seluruh dosen Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Yogyakarta yang telah membimbing saya selama kuliah.

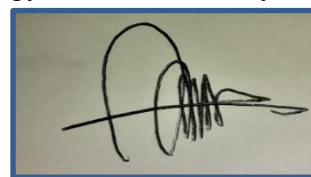
KATA PENGANTAR

Alhamdulillah Rabbi'lamin, saya panjatkan kehadiran Allah SWT, atas berkat dan rahmat dan karunia yang dilimpahkan-Nya sehingga saya dapat menyelesaikan Laporan Tugas Akhir dengan judul **“KARAKTERISTIK BAJA TAHAN KARAT DENGAN PERLAKUAN *SPUTTERING* PERAK PASCA *NITROCARBURIZING* SEBAGAI BAHAN PERALATAN BIOMEDIK”**.

Penulis sangat bersyukur dapat menyelesaikan tugas akhir ini yang merupakan salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana dan sebagai bukti bahwa penulistelah menyelesaikan pendidikan sarjananya di Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Yogyakarta. Selain itu, penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu penulis selama proses penyusunan Tugas Akhir ini.

Dalam penyusunan Tugas Akhir ini, penulis menyadari bahwa laporan ini masih jauh dari kata kesempurnaan. Untuk itu kritik dan saran yang bersifat membangun dari semua pihak sangat diharapkan demi kesempurnaan penyusunan laporan tugas akhir ini. Penulis berharap semoga laporan Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi penulis dan pembaca serta dapat digunakan sebagai referensi untuk penelitian selanjutnya. bantuan selama melakukan penelitian ini. Saya mengucapkan terima kasih kepada

Yogyakarta, 21 January 2023

A rectangular box containing a handwritten signature in black ink. The signature is stylized and appears to be 'Nanda Wida Laksana'.

Nanda Wida Laksana

UCAPAN TERIMAKASIH

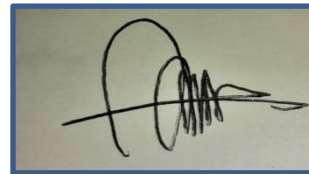
Penulis menyadari bahwa tersusunnya Tugas Akhir ini tidak lepas dari bantuan, bimbingan, saran, dan dukungan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terima kasih kepada :

1. Ir. Berli Paripurna Kamiel, S.T., Meng. Sc., Ph.D Selaku Ketua Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.
2. Ir. Aris Widyo Nugroho, S.T., M.T., Ph.D. Selaku Dosen Pembimbing Utama yang telah banyak memberikan dukungan, bimbingan dan motivasi yang membangun selama penyusunan Tugas Akhir.
3. Ir. Muhammad Budi Nur Rahman, S.T., M.eng Selaku Dosen Pembimbing Pendamping yang telah banyak memberikan dukungan, bimbingan dan motivasi yang membangun selama penyusunan Tugas Akhir.
4. Bapak Dr. Ir. Totok Suwanda, S.T., M.T. Selaku Dosen Penguji Tugas Akhir Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.
5. Seluruh Dosen Program Studi S-1 Teknik Mesin FT UMY yang telah banyak memberikan pengalaman serta ilmu yang bermanfaat selama penulis berkuliah.
6. Ir. Suprpto Selaku Pembimbing Lapangan yang telah banyak memberikan dukungan, bimbingan dan motivasi yang membangun selama pengujian dan penyusunan Tugas Akhir.
7. Drs. B.A. Tjipto Sujitno, M.T.APU Selaku Pembimbing Lapangan yang telah banyak memberikan dukungan, bimbingan dan motivasi yang membangun selama pengujian dan penyusunan Tugas Akhir.

8. Seluruh pihak di kalangan Pusat Penelitian Badan Tenaga Atom Nasional, yang tidak dapat disebut satu persatu atas segala bantuannya.
9. Orang tua saya, Ibu, Bapak, dan Seluruh anggota keluarga yang memberikan dukungan secara moral dan material selama penulis menyelesaikan tugas akhir ini.
10. Teman-teman S-1 Teknik Mesin FT UMY khususnya Tim Tugas Akhir (Riki dan Yuwan).
11. Serta seluruh pihak terlibat dan tidak dapat penulis sebut satu persatu yang telah membantu.

Terakhir, semoga Allah SWT membalas kebaikan dan jasa-jasa mereka semua dengan rahmat dan kebaikan yang terbaik dari-Nya dan semoga skripsi ini dapat bermanfaat untuk kemajuan peralatan biomedik.

Yogyakarta, 21 Januari 2023

A handwritten signature in black ink, enclosed in a blue rectangular border. The signature is stylized and appears to be 'Nanda Wida Laksana'.

Nanda Wida Laksana

INTISARI

Penggunaan teknologi rekayasa material kini semakin beragam. Salah satu kemajuan dalam metode pelapisan adalah *sputtering*. Proses *nitrocarburizing*, yang merupakan jenis lapisan difusi bahan, sering digunakan untuk mengaplikasikan bahan pelapis pada permukaan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh perlakuan permukaan *nitrocarburizing* dan lama waktu *sputtering* terhadap sifat mekanik nilai kekerasan dan sifat fisis antibakteri serta *wettability* pada SS 316L.

Penelitian ini menggunakan plat SS 316L sebagai bahan yang dipotong dengan diameter 14 mm dan tebal 3 mm. Dilakukan proses *nitrocarburizing* dengan suhu 400°C selama 4 jam. *Sputtering* variasi tekanan gas argon 4×10^{-2} mbar dengan variasi waktu 20, 25, dan 30 menit menggunakan tembaga perak sebagai lapisannya. Bahan di uji SEM-EDS, XRD kekerasan kekasaran, *wettability*, korosi. Berdasarkan hasil penelitian yang sudah dilakukan dengan pengujian SEM-EDS, XRD, kekerasan, kekasaran, *wettability*, korosi, dan antibakteri.

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa pada variasi waktu 20 menit mendapatkan hasil SEM-EDS Ag, C, Fe, O memiliki unsur XRD Ag, C_{Fe2}, Fe₃, C_{Fe2}, Fe, Ni memiliki senyawa kekerasan yang optimum 242.50 VHN, kekasaran 1.64 µm, sudut kontak 97.7° , laju korosi 0.14316 mpy, dan *sputtering* Ag pasca *Nitrocarburizing* berhasil menekan aktivitas bakteri menjadi 2 bakteri, dan struktur mikro terdapat fase austenit.

Kata Kunci: SS 316L, Ag, *sputtering*, *nitrocarburizing*, SEM-EDS, XRD, kekerasan, kekasaran, sudut kontak, korosi, biologis, struktur mikro.

ABSTRACT

The use of material engineering technology is now increasingly diverse. One of the advances in the coating method is sputtering. The nitrocarburizing process, which is a type of diffusion layer of material, is often used to apply coating materials on surfaces. This study aims to determine the effect of nitrocarburizing surface treatment and the length of time sputtering on the mechanical properties of hardness value and antibacterial physical properties and wettability in SS 316L.

This study used SS 316L plate as a material cut with a diameter of 14 mm and a thickness of 3 mm. A nitrocarburizing process with a temperature of 400 ° C is carried out for 4 hours. Sputtering argon gas pressure variations of 4×10^{-2} mbar with time variations of 20, 25, and 30 minutes using silver copper as the coating. Bahan in the SEM-eds test, XRD hardness roughness, wettability, corrosion. Based on the results of research that has been carried out with SEM-EDS, XRD, hardness, roughness, wettability, corrosion, and antibacterial testing.

The results of this study showed that at a time variation of 20 minutes to get the results of SEM-EDS Ag, C, Fe, O has elements XRD Ag, C₂, Fe₃, C₂, Fe, Ni have an optimum hardness compound of 242.50 VHN, roughness 1.64 μ m, contact angle 97.7°, corrosion rate 0.14316 mpy, and post-Nitrocarburizing Ag sputtering successfully suppressed bacterial activity to 2 bacteria, and the microstructure had an austenite phase.

Keywords: SS316L, silver, sputtering, nitrocarburizing, SEM-EDS, XRD, hardness, roughness, contact angle, corrosion, biology, microstructure.

DAFTAR ISI

COVER	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
PERNYATAAN.....	iii
MOTTO	iv
PERSEMBAHAN.....	v
KATA PENGANTAR.....	vi
UCAPAN TERIMAKASIH.....	vii
INTISARI	ix
ABSTRACT	x
DAFTAR ISI.....	xi
DAFTAR TABEL.....	xiv
DAFTAR GAMBAR.....	xv
DAFTAR LAMPIRAN	xvii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Perumusan Masalah.....	4
1.3 Batasan Masalah.....	4
1.4 Tujuan Penelitian.....	4
1.5 Manfaat Penelitian.....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI	5
2.1 Tinjauan Pustaka	5
2.2 Dasar Teori	8
2.2.1 Baja Tahan Karat.....	8
2.2.2 Baja Tahan Karat 316L.....	9
2.2.3 Perak	10
2.2.4 Lapisan <i>Antimicrobial</i>	11
2.2.5 <i>Nitrocarburing</i>	12
2.2.6 <i>Sputtering</i>	15
2.2.7 Peralatan Biomedik	16
2.2.8 Pengujian Kekerasan Vickers	16
2.2.9 Pengujian SEM/EDX	18
2.2.10 Pengujian Korosi.....	18

2.2.11	Pengujian XRD	19
2.2.12	Pengujian Kekasaran <i>Raughness</i>	20
2.2.13	Pengujian Sudut Kontak/ <i>Wettability</i>	21
2.2.14	Pengujian Struktur Mikro.....	21
2.2.15	Pengujian Sifat Antibakteri	21
BAB III METODOLOGI		23
3.1	Prosedur Pelaksanaan Penelitian	23
3.2	Bahan dan Alat Penelitian	27
3.2.1	Bahan-Bahan Penelitian	27
3.2.2	Alat Penelitian.....	27
3.3	Prosedure Pelaksanaan Penelitian	27
3.4	Pengujian	29
3.4.1	Uji kekerasan mikro Vickers.....	29
3.4.2	Scanning Electron Microscopy (SEM-EDS).....	29
3.4.3	Korosi Potensiostat	30
3.4.4	X- Ray Diffraction (XRD)	31
3.4.5	Uji kekasaran <i>Roughness</i>	31
3.4.6	Uji Struktur Mikro	31
3.4.7	Pengujian <i>Wettability</i>	32
3.4.8	Pengujian Antimicroba	32
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....		34
4.1	Hasil Perlakuan <i>Sputtering</i> Perak Pasca <i>Nitrocarburizing</i>	34
4.2	Hasil Foto Makro Permukaan Spesimen	36
4.3	Pengujian Struktur Mikro	37
4.4	Pengujian SEM-EDS	41
4.5	Pengujian XRD.....	44
4.6	Hasil uji kekerasan	46
4.7	Pengujian Kekasaran	47
4.8	<i>Wettability</i>	49
4.9	Pengujian Korosi	51
4.10	Pengujian Sifat Antibakteri	54
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN		56
5.1	Kesimpulan.....	56
5.2	Saran.....	58
DAFTAR PUSTAKA		59

LAMPIRAN.....	61
----------------------	-----------

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1. Komposisi kimia SS 316 L	9
Tabel 4. 1 Komposisi Unsur Hasil EDS Nitrocarburizing	42
Tabel 4. 2 Komposisi Unsur Hasil EDS Sputtering Ag 20	44
Tabel 4. 3 Hasil pengukuran laju korosi	52

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 prinsip dasar antimicrobial : menolak mikroba dengan (a) antifouling polymers, (b) charge, dan (c) ultrahydrophobic surface : membunuh mikroba dengan (d) melepas biocides dan (e) antimicrobial polymers.....	11
Gambar 2. 2 Proses Nitrocarburizing	14
Gambar 2. 3 Proses Sputtering	15
Gambar 2. 4 Bentuk Indentor vikers	17
Gambar 2. 5 Tekstur Permukaan Benda Kerja.....	20
Gambar 3. 1 Diagram Alir Penelitian	26
Gambar 4. 1a)raw, b)Nitrocarburizing, c)Nitrocarburizing Sputtering Ag 20, d)Nitrocarburizing Sputtering Ag 25, e)Nitrocarburizing Sputtering Ag 30, f) Sputtering Ag 20, g) Sputtering Ag 25, h)Sputtering Ag 30	35
Gambar 4. 2 a) Makro raw, b) Makro Nitrocarburizing, c) Sputtering Ag Pasca Nitrocarburizing 20 Menit, d) Sputtering Ag Pasca Nitrocarburizing 25 Menit, e) Sputtering Ag Pasca Nitrocarburizing 30 Menit, f) Sputtering Ag 20, g) Sputtering Ag 25, h) Sputtering Ag 30.	36
Gambar 4. 3 Spesimen uji Struktur Mikro	37
Gambar 4. 4 Hasil Pengujian Struktur Mikro a) Nitrocarburizing, b) Nitrocarburizing Sputtering Perak 20 menit, c) Sputtering perak 20 menit, dan d) Sputtering Perak 30 menit.....	38
Gambar 4. 5 Hasil Foto Lapisan tipis a) dan b) Nitrocarburizing, c) dan d) Nitrocarburizing Sputtering Perak 20 menit, e) dan f) Sputtering Perak 20 menit, g) dan h) Sputtering perak 30 menit.....	40
Gambar 4. 6 Foto SEM Nitrocarburizing.....	41
Gambar 4. 7 Hasil pengujian EDS	42
Gambar 4. 8 Foto SEM Sputtering Ag 20 menit Pasca Nitrocarburizing	43
Gambar 4. 9 Hasil Pengujian EDS	43
Gambar 4. 10 Grafik hasil XRD	45
Gambar 4. 11 Grafik nilai kekerasan Permukaan	46

Gambar 4. 12 Grafik hasil uji kekasaran.....	48
Gambar 4. 13 Foto Hasil Wettability a) raw, b) Nitrocarburizing, c) Nitrocarburizing Sputtering Ag 20, d) Nitrocarburizing Sputtering Ag 25, e) Nitrocarburizing Sputtering Ag 30, f) Sputtering Ag 20, g) Sputtering Ag 25, h) Sputtering Ag 30	50
Gambar 4. 14 Hasil Grafik Sudut Kontak.....	50
Gambar 4. 15 grafik hasil Korosi	52
Gambar 4. 16 Grafik hasil laju korosi	53
Gambar 4. 17 Hasil Pengujian Mikroba a)Raw, b)Nitrocarburizing, dan c)Sputtering Perak 20 menit.....	54
Gambar 4. 18 Grafik Hasil Perhitungan Mikroba Pada Sempel	55

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Diffraction Pattern Graphics Raw Material	61
Lampiran 2. Diffraction Pattern Graphics Nitrocarburizing	61
Lampiran 3. Diffraction Pattern Graphics Ag 20 menit.....	62
Lampiran 4. Data Real Hasil Pengujian Korosi Raw Material	62
Lampiran 5. Data Real Hasil Pengujian Korosi Nitrocarburizing	63
Lampiran 6. Data Real Hasil Pengujian Korosi Ag 20 menit	63
Lampiran 7 Data Kalkulasi Nitrocarburizing	64
Lampiran 8 Data Kalkulasi Raw	64
Lampiran 9 Data Kalkulasi Nitrocarburizing Sputtering Ag 20	65