

SKRIPSI

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

Diajukan Guna Memenuhi Persyaratan Untuk Memperoleh Gelar Strata Satu (S-1)
Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Yogyakarta



UMY

**UNIVERSITAS
MUHAMMADIYAH
YOGYAKARTA**

Unggul & Islami

Disusun oleh :

RIKI GANDUNG PANGESTU

20180130022

**PROGRAM STUDI S-1 TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH YOGYAKARTA
2022**

LEMBAR PENGESAHAN



LEMBAR PENGESAHAN

SKRIPSI

Karakteristik Baja Tahan Karat dengan Perlakuan *Sputtering* Tembaga
Pasca *Nitrocarburizing* Sebagai Bahan Peralatan Biomedik

*Characterization of Stainless Steel by Post-Bitrocarburizing Copper Sputtering
Treatment as Biomedical Equipment Material*

Dipersiapkan dan disusun oleh:

Riki Gandung Pangestu

20180130022

Telah dipertahankan di depan Dewan Penguji

Pada Rabu, 18 Januari 2023

Pembimbing Utama

Pembimbing Pendamping

Ir. Aris Widyo Nugroho, S.T., M.T., Ph.D.
NIK. 197110232 201507 123083

Ir. Muh. Budi Nur Rahman, S.T., M.eng
NIK. 19591220 201510 123088

Pembimbing BRIN

Dosen Penguji

Drs. BA. Tjipto Sujitno, M.T.
NIP. 19541229 198103 1005

Dr. Ir. Totok Suwanda, S.T., M.T
NIK. 19690304 199603 123024

**Tugas Akhir ini telah diterima sebagai salah satu persyaratan
untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik**

Pada Senin, 23 Januari 2023

Mengetahui,

**Ketua Program Studi S-1 Teknik Mesin Fakultas Teknik
Universitas Muhammadiyah Yogyakarta**



Ir. Beni Pasipurna Kamiel, S.T., M.Eng.Sc., Ph.D.
NIK. 19740302 200104 123049

PERNYATAAN

PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan sesungguhnya bahwa skripsi / tugas akhir berjudul “**Karakteristik Baja Tahan Karat Dengan Perlakuan *Sputtering* Tembaga Pasca *Nitrocarburizing* Sebagai Bahan Peralatan Biomedik**” ini adalah hasil karya saya yang bagian penelitian dari pembimbing Ir. Aris Widy 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.

18 Januari 2023
10000
METERAN
TEMPEL
DA91FAKX275232655
Riki Gandung Pangestu

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 Supriadi dan Ibu Sri Laelani, 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.

INTISARI

Perkembangan teknologi rekayasa material saat ini telah berkembang sangat pesat terlebih dunia industri, salah satunya industri biomedis. Hal ini menuntut industri terus berinovasi untuk menciptakan produk sesuai kebutuhan pasar. Tujuan utama dari rekayasa material adalah untuk merekayasa permukaan suatu material agar diperoleh material baru dengan sifat yang lebih baik, termasuk peningkatan kekerasan dan ketahanan terhadap korosi sebagai peralatan biomedik. Salah satu baja tahan karat yang paling banyak digunakan sebagai bahan peralatan biomedik adalah baja tahan karat tipe SS 316L. Tipe tersebut merupakan material yang paling umum digunakan, dikarenakan ketahanan korosinya yang kuat dan mudah untuk dibentuk, namun tipe tersebut tidak memiliki sifat antimikroba.

Pada penelitian ini menggunakan metode nitrocarburizing untuk meningkatkan kekerasan material dan sputtering tembaga untuk melapiskan tembaga pada material berguna untuk menambahkan sifat antimikroba. Penelitian ini dilakukan dengan mengeraskan material menggunakan proses nitrocarburizing dengan temperatur 400°C dengan waktu 4 jam. Setelah proses tersebut dilakukan proses sputtering tembaga dengan variasi waktu 20, 25, dan 30 menit. Pengujian yang digunakan penelitian ini yaitu SEM-EDS, XRD, kekerasan, kekasaran, korosi, keterbasahan, biologis, dan struktur mikro.

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa pada variasi waktu 20 menit mendapatkan hasil SEM-EDS memiliki unsur Cu,O,Fe,C,Cr XRD memiliki senyawa Fe₃C, Fe₃N, Fe₂N, Fe, Cu kekerasan yang optimum 271.71VHN, kekasaran 1.66µm, sudut kontak 118.6°, laju korosi 0.014408 mpy, uji biologis 67 bakteri, dan struktur mikro terdapat fase austenit.

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

ABSTRACT

The development of material engineering technology is currently growing very rapidly, especially in the industrial world, one of which is the biomedical industry. This requires the industry to continue to innovate to create products according to market needs. The main objective of materials engineering is to engineer the surface of a material in order to obtain new materials with better properties, including increased hardness and corrosion resistance for biomedical equipment. One of the most widely used stainless steels for biomedical equipment is stainless steel type SS 316L. This type is the most commonly used material, due to its strong corrosion resistance and easy to form, but this type does not have antimicrobial properties.

In this study using the nitrocarburizing method to increase the material hardness and copper sputtering to coat copper on the material is useful for adding antimicrobial properties. This research was carried out by hardening the material using a nitrocarburizing process with a temperature of 400°C for 4 hours. After this process, the copper sputtering process was carried out with variations of 20, 25, and 30 minutes. The tests used in this study were SEM-EDS, XDR, hardness, roughness, corrosion, wettability, biology, and microstructure.

The results of this study indicate that at a time variation of 20 minutes the SEM-EDS results have Cu,O,Fe,Cr,Cr elements. XRD has Fe₃C,Fe₃N, Fe₂N,Fe,Cu compounds. 118.6°, corrosion rate 0.014408 mpy, biological test 67 bacteria, and microstructure contained austenite phase.

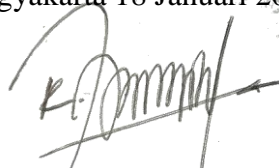
Keywords: SS316L,copper,sputtering,nitrocarburizing,SEM-EDS, XRD,hardness, roughness,contact angle,corrosion,biology,microstructure.

KATA PENGANTAR

Alhamdulillah Rabbil'alamin, 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* TEMBAGA 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 penulis telah 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.

Yogyakarta 18 Januari 2023



Riki Gandung Pangestu

UCAPAN TERIMA KASIH


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. Bapak Ir. Berli Paripurna Kamiel, S.T., Meng. Sc., Ph.D Selaku Ketua Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.
2. Bapak Ir. Aris Widy 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. Bapak 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. Bapak Drs. B.A. Tjipto Sujitno, MT Selaku Pembimbing Lapangan yang telah banyak memberikan dukungan, bimbingan dan motivasi yang membangun selama pengujian dan penyusunan Tugas Akhir.
7. Bapak Ir. Suprpto Selaku Pembimbing Lapangan yang telah banyak memberikan dukungan, bimbingan dan motivasi yang membangun selama pengujian dan penyusunan Tugas Akhir.
8. Seluruh pihak 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 (Nanda dan Yuwan).
11. Keluarga Besar Kontrakan (Aini, Adi, Arga dan Galuh) yang banyak membantu serta mendukung penulis selama dalam perantauan.
12. Keluarga Besar ASC (Tama, Suryo, Rafi, Bagas, Iko, Fedderick, Azra, Ardan, Fajar, Ridhwan dan Achmad).
13. Keluarga Besar GAVUMY (Ajib, Abhi, Nanda, dan Boges).
14. Teruntuk orang spesial Dwi Linda Astuti *support system* yang sangat berjasa dalam pembuatan tugas akhir ini, seseorang yang sering saya repotkan, seseorang yang siap mendengar keluh kesah hingga tangisan yang saya curahkan dalam setiap pembuatan tugas ini, terimakasih sudah memberi semangat dan selalu mendukung saya selama ini.
15. 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 di dalam dunia kesehatan .

Yogyakarta, 18 Januari 2023



Riki Gandung Pangestu

DAFTAR ISI

	Halaman
LEMBAR PENGESAHAN	ii
PERNYATAAN	iii
MOTTO	iv
PERSEMBAHAN	v
INTISARI	vi
ABSTRACT	vii
KATA PENGANTAR	viii
UCAPAN TERIMAKASIH	ix
DAFTAR ISI	xi
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR GAMBAR	xiv
DAFTAR LAMPIRAN	xv
BAB I PENDAHULUAN	16
1.1 Latar Belakang	16
1.2 Rumusan Masalah	19
1.3 Batasan Masalah.....	19
1.4 Tujuan Penelitian.....	19
1.5 Manfaat Penelitian.....	20
BAB II TINJAUAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI	21
2.1 Tinjauan Pustaka	21
2.2 Dasar Teori	23
2.2.10 Pengujian kekasaran Roughness	34
2.2.11 Pengujian Sudut Kontak/Wettability	35
2.2.12 Pengujian Sifat Antibakteri.....	35
2.2.13 Pengujian Struktur Mikro	36
BAB III METODOLOGI	37
3.1 Diagram Alir.....	37
3.2 Bahan dan Alat Penelitian	39
3.3 Prosedure Pelaksanaan Penelitian	39

3.4	Pengujian	40
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN		45
4.1	Hasil Spesimen Perlakuan Nitrocarburing	45
4.2	Hasil Spesimen Perlakuan <i>Sputtering</i> Tembaga Pasca <i>Nitrocarburing</i> 45	
4.3	Hasil Foto Makro Permukaan Spesimen	47
4.4	Pengujian SEM-EDS	48
4.5	Pengujian XRD.....	52
4.6	Pengujian Kekasaran Permukaan	53
4.7	Pengujian Kekerasan Permukaan	54
4.8	Pengujian Wettability	55
4.9	Pengujian Korosi	57
4.10	Pengujian Sifat Antimikroba	59
4.11	Pengujian Struktur Mikro	61
BAB V PENUTUP		65
5.1	Kesimpulan.....	65
5.2	Saran	67
DAFTAR PUSTAKA		68
LAMPIRAN.....		70
	Lampiran 1. <i>Diffraction Pattern Graphics</i> Raw Material	70
	Lampiran 2. <i>Diffraction Pattern Graphics Nitrocarburing</i>	70
	Lampiran 3. <i>Diffraction Pattern Graphics</i> Cu 20 menit	71
	Lampiran 4. Data <i>Real</i> Hasil Pengujian Korosi Raw Material	71
	Lampiran 5. Data <i>Real</i> Hasil Pengujian Korosi <i>Nitrocarburing</i>	72
	Lampiran 6. Data <i>Real</i> Hasil Pengujian Korosi Cu 20 Menit	72

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2.1 Komposisi Kimia SS 316L	24
Tabel 4.1 Komposisi Unsur Hasil EDS <i>Nitrocarburizing</i>	49
Tabel 4.2 Komposisi Unsur Hasil EDS <i>Sputtering Cu</i>	51

DAFTAR GAMBAR

Halaman

Gambar 2.1. Prinsip dasar lapisan antimicrobial: menolak mikroba dengan (a)antifouling polymers,(b) charge (c) ultrahydrophobic surface; membunuh mikroba dengan (d) melepaskan biocides dan (e) antimicrobial polymers.....	26
Gambar 2.2 Proses <i>Sputtering</i>	27
Gambar 2.3 Proses <i>Nitrocarburizing</i>	29
Gambar 2.4 Bentuk indenter <i>vickers</i> dan rumus.....	31
Gambar 2.5 Tekstur Permukaan Benda Kerja.....	34
Gambar 3.1 Diagram Alir	38
Gambar 4.1 Hasil Spesimen a) Sebelum <i>Nitrocarburizing</i> , b) Setelah <i>Nitrocarburizing</i>	45
Gambar 4.2 Hasil Spesimen a) Sebelum <i>Sputtering</i> , b) <i>Sputtering</i> Cu 20 menit, c) <i>Sputtering</i> Cu 25 menit, d) <i>Sputtering</i> Cu 30 menit	46
Gambar 4.3 Hasil Foto Makro a) Raw, b) <i>Nitrocarburizing</i> , c) <i>Sputtering</i> Cu 20 menit, d) <i>Sputtering</i> Cu 25 menit, e) <i>Sputtering</i> Cu 30 menit	47
Gambar 4.5 Hasil Pengujian EDS	49
Gambar 4.8 Hasil XRD	52
Gambar 4.11 Grafik Kekerasan Permukaan.....	54
Gambar 4.12 Foto Hasil Wettability a) raw, b) <i>Nitrocarburing</i> , c) <i>Nitrocarburizing Sputtering</i> Cu 20, d) <i>Nitrocarburizing Sputtering</i> Cu 25, e) <i>Nitrocarburizing Sputtering</i> Cu 30, f) <i>Sputtering</i> Cu 20, g) <i>Sputtering</i> Cu 25, h) <i>Sputtering</i> Cu 30. .	56
Gambar 4.13 Hasil Grafik Sudut Kontak.....	57
Tabel 4.3 Hasil pengukuran laju korosi	58
Gambar 4.16 Hasil Pengujian Mikroba a)Raw, b) <i>Nitrocarburizing</i> , dan c) <i>Sputtering</i> Tembaga 20 menit	60
Gambar 4.17 Grafik Hasil Perhitungan Mikroba Pada Sampel	60
Gambar 4.18 Hasil Pengujian Struktur Mikro a) <i>Nitrocarburizing</i> , b) <i>Nitrocarburizing Sputtering</i> Tembaga 20 menit, c) <i>Sputtering</i> Tembaga 20 menit, dan d) <i>Sputtering</i> Tembaga 30 menit.	61
Gambar 4.19 Hasil Foto Lapisan Tipis a) dan b) <i>Nitrocarburizing</i> , c) dan d) <i>Nitrocarburizing Sputtering</i> Tembaga 20 menit, e) dan f) <i>Sputtering</i> Tembaga 20 menit, g) dan h) <i>Sputtering</i> Tembaga 30 menit.....	63

DAFTAR LAMPIRAN

Halaman

Lampiran 1. <i>Diffraction Pattern Graphics</i> Raw Material.....	70
Lampiran 2. <i>Diffraction Pattern Graphics Nitrocarburizing</i>	70
Lampiran 3. <i>Diffraction Pattern Graphics</i> Cu 20 menit.....	71
Lampiran 4. Data <i>Real</i> Hasil Pengujian Korosi Raw Material	71
Lampiran 5. Data <i>Real</i> Hasil Pengujian Korosi <i>Nitrocarburizing</i>	72
Lampiran 6. Data <i>Real</i> Hasil Pengujian Korosi Cu 20 Menit.....	72