

PENGARUH *SPUTTERING* TERHADAP KETAHANAN KOROSI BAJA AISI 410

Rinanto Rizky Adha, Ir. Agung Setyo Darmawan, S.T., M.T., IPM.
Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta

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*. Teknik yang digunakan adalah plasma *sputtering* dengan target tungsten nitrida (WN). *Sputtering* dilakukan dalam waktu proses 120 menit. 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.

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

Abstract

The sputtering process is a PVD (Physical Vapor Deposition) process which has been proven to increase surface hardness and coating on the surface 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. The technique used is plasma sputtering with tungsten nitride (WN) as the target. Sputtering is done in 120 minutes processing time. Then the corrosion test was carried out using the potentiostat electrochemical method to determine its corrosion resistance. From the results of corrosion testing, the acquisition of increased corrosion resistance after plasma sputtering was carried out. The raw material corrosion rate was $1.0439E-06$ mmpy and the corrosion test results obtained after plasma sputtering were $3.43074E-07$ mmpy.

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

1. PENDAHULUAN

Baja AISI 410 merupakan jenis baja yang tahan karat atau *stainless steel* martensitik yang termasuk salah satu jenis logam dengan kadar karbon

menengah. Baja jenis ini sering digunakan sebagai bahan material komponen mesin jet, komponen senjata serta alat potong (Rais dkk, 2020).

Ketahanan korosi baja tahan karat martensitik lebih rendah dibandingkan baja austenitik dan feritik. Kekerasan baja AISI 410 merupakan yang paling rendah dari keseluruhan baja martensitik grid-4 lainnya, sehingga ketahanan aus dan korosinya masih terus dilakukan perbaikan (Jatisukmanto, 2017).

Korosi merupakan peristiwa penurunan kualitas pada logam yang disebabkan terjadinya reaksi kimia dengan lingkungan sekitar. Faktor yang mempengaruhi korosi antara lain kenaikan suhu yang mempercepat laju korosi, semakin tinggi suhu semakin cepat energi kinetik partikel yang bereaksi meningkat sehingga melampaui energi aktivasi. Kecepatan pengadukan juga mempengaruhi kontak antara zat pereaksi dan logam akan semakin besar sehingga ion – ion logam akan semakin banyak yang lepas sehingga logam akan mengalami kerapuhan. Konsentrasi bahan korosif berhubungan dengan keasaman atau kebasaan suatu larutan logam, yang berada pada lingkungan asam akan cepat korosi, begitu juga pada larutan basa (Miranda, 2020).

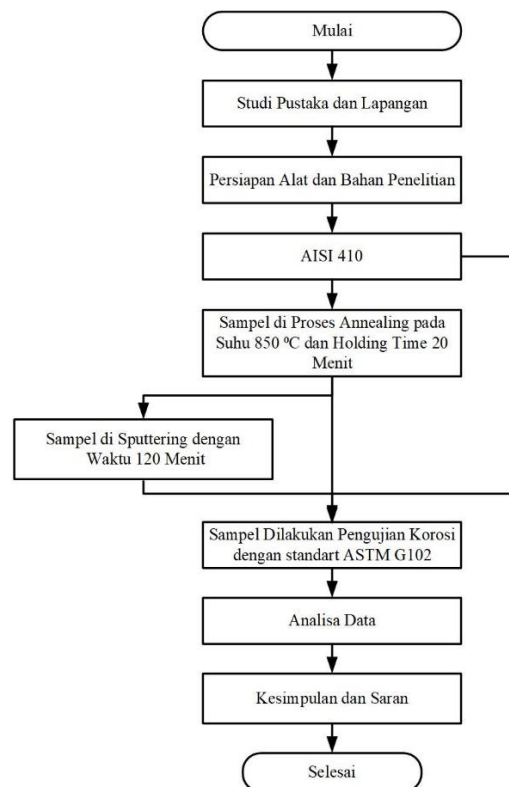
Sputtering merupakan proses penyisipan atom target atau bahan pelapis pada permukaan substrat dengan cara menembakkan ion-ion berenergi tinggi pada permukaan target yang menyebabkan atom-atom permukaan target tersebut terurai dan menyisip pada permukaan substrat. Adanya perbedaan potensial dengan substrat, atom-atom yang terurai tersebut mengarah dan terdepositasi pada permukaan substrat. Deposisi lapisan tipis Titanium Nitrida (TiN) memiliki sifat keras, tahan korosi, tahan abrasi, tahan suhu tinggi, koefisien gesek rendah, biokompatibel dan memiliki sifat mekanis yang baik. Metode *Sputtering* ini dapat diterapkan pada hampir semua material seperti logam, bukan logam, jenis paduan, oksida, karbida, nitride, dan polimer (Rohi dkk, 2019)

P.S. Szabo dkk. (2022) melakukan penelitian mengenai Model analitis untuk *sputtering* permukaan kasar dengan tujuan menghitung proses permukaan

kasar gaussian acak dibawah sudut datang dengan mempertimbangkan sudut datang lokal, bayangan, dan pengendapan kembali bahan yang tertahan. Perbandingan hasil percobaan sebelumnya dan simulasi numerik untuk berbagai kasus menunjukkan model secara kuantitatif mereproduksi hasil *sputtering* dari sampel yang berbeda pada berbagai rezim kekasaran.

Muhamad R.W.K dkk (2019) melakukan penelitian tentang analisis laju korosi baja karbon ST 60 terhadap larutan hidrogen klorida (HCl) dan larutan natrium hidroksida (NaOH). Dalam penelitian ini menjelaskan bahwa korosi merupakan kerusakan material logam yang disebabkan reaksi antara logam dengan lingkungannya yang menghasilkan oksida logam, sulfida logam atau hasil reaksi lainnya yang lebih dikenal sebagai pengkaratan. Hasil penelitian tersebut adalah terjadinya korosi pada baja karbon ST 60 pada larutan hydrogen klorida (HCl) dan natrium hidroksida (NaOH), berkurangnya berat specimen yang terjadi akibat laju korosi specimen

2. METODE



Gambar 1. Gambar Diagram Alir Penelitian

Penelitian ini diawali dengan peneliti mencari referensi yang berhubungan dengan material baja, teknik pelapisan dan ketahanan korosi. Sumber referensi sendiri dapat diambil dari jurnal, makalah tugas akhir terdahulu, situs internet, dan beberapa sumber lainnya.

3. Hasil dan pembahasan

3.1 Hasil Penelitian dan Analisis Sampel

Dari serangkaian penelitian yang dilakukan maka didapatkan hasil pengujian korosi sebagai berikut:

3.1.1 Pengujian Ketahanan Korosi

Pada pengujian ini dilakukan proses pengujian korosi menggunakan metode elektrokimia dengan potensiostat. Pengujian korosi dilakukan untuk mengetahui ketahanan korosi pada baja AISI 410 pada penelitian ini ada 3 sample yang digunakan yaitu:

- a. Raw material Baja AISI 410.
- b. Baja AISI 410 yang diproses *Annealing* menggunakan suhu 850 °C dengan waktu tahan selama 20 menit.
- c. Baja AISI 410 yang diproses oleh plasma *sputtering* menggunakan target tungsten nitrida (WN) dengan waktu 120 menit.

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui perbandingan antara Raw material baja AISI 410 dengan baja AISI 410 yang telah dilakukan proses *annealing* dan baja AISI 410 yang telah dilakukan proses pelapisan plasma *sputtering* dengan target tungsten (W). Pada kondisi ini merupakan kondisi lingkungan alam yang terjadi apabila baja AISI 410 terekspos pada lingkungan air laut. Untuk mengetahui pengaruh NaCl pada baja AISI 410 terhadap laju korosi seperti pada lingkungan air laut, digunakan konsentrasi NaCl 3,5% sebagai larutan pengujian ketahanan korosi.

Metode yang digunakan dalam penelitian laju korosi yaitu dengan menggunakan metode pengujian elektrolisis sel tiga elektroda atau elektrokimia dengan alat potensiostat yang kemudian didapatkan hasil

berupa kurva polarisasi, tiga elektroda tersebut berupa, *working electroda*, *counter electroda*, *reference electroda*. *Working electroda* digunakan sebagai benda uji korosi, *counter electroda* digunakan sebagai elektroda pembantu dan *reference electroda* sebagai elektroda referance. Dalam penelitian ini untuk mengolah hasil pengujian yang berupa grafik polarisasi antara Potensial (V) dan Kerapatan Arus (A/cm²) dilakukan dengan menggunakan metode analisis tafel, yaitu ekstrapolasi garis di daerah katoda dan anoda sedemikian rupa sehingga mereka berpotongan pada suatu titik. Titik ini mewakili E_{corr} dan I_{corr}, sehingga dari data tersebut laju korosi dapat diketahui. Metode analisis tafel tersebut digunakan pada hasil pengujian korosi dengan bantuan software CorrTest, dimana kecepatan membaca dari satu titik ke titik lainnya (*scan rate*) diatur sebesar 0,2 Mv/s terhadap potensial korosi atau jumlah elektron pada laju korosi.

3.1.1.1 Nilai laju korosi raw material Baja AISI 410

Berdasarkan hasil pengujian korosi terhadap spesimen Baja AISI 410 raw material didapatkan hasil grafik seperti pada gambar 4.1. Kurva tersebut menunjukkan bahwa nilai I_{corr} sebesar 9,5736E-05 A/cm². Laju korosi pada baja AISI 410 raw material yang memiliki massa 5,99 g dengan diameter 14 mm dan tinggi 5 mm dihitung dengan cara sebagai berikut:

$$CR = K_1 \times \frac{i_{corr}}{\rho} \times EW$$

$$CR = K_1 \times \frac{i_{corr}}{\frac{m}{V}} \times EW$$

$$CR = K_1 \times \frac{i_{corr}}{\frac{m}{\pi r^2 t}} \times EW$$

$$CR = 3,27 \times 10^{-3} \times \frac{9,5736E - 05}{5,99} \times 25,94$$

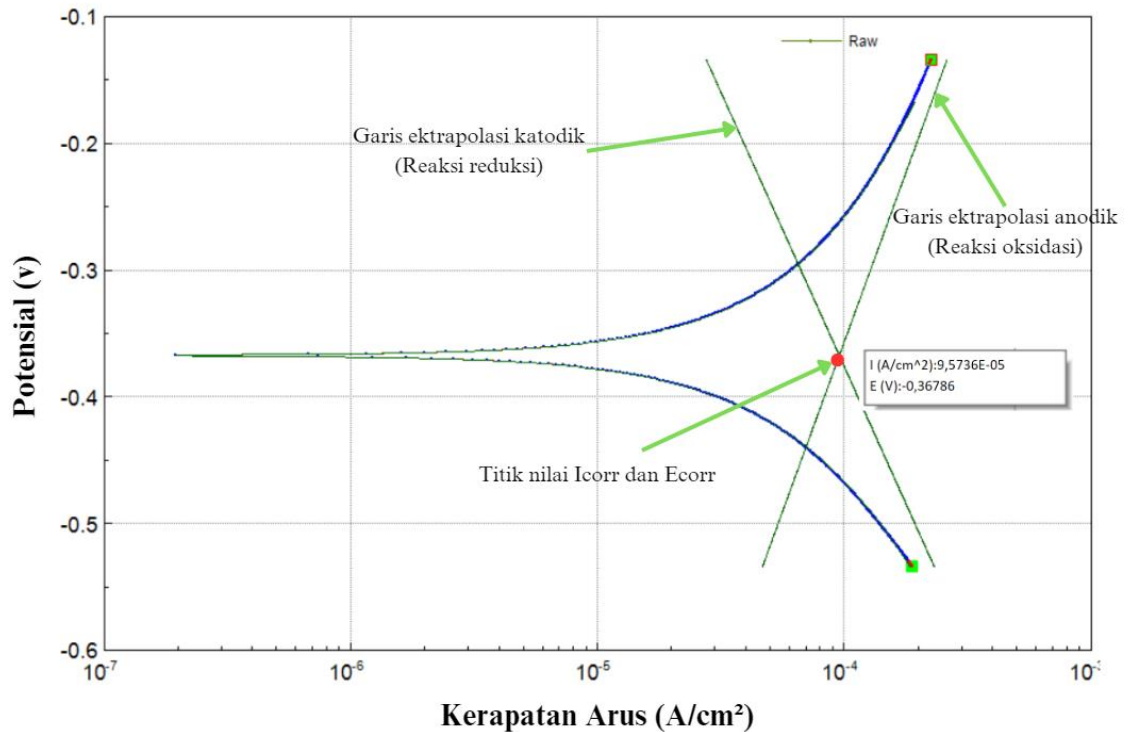
$$\frac{22}{7} \times 0,7 \times 0,7 \times 0,5$$

$$CR = 0,00327 \times \frac{9,5736E - 05}{7,77922078} \times 25,94$$

$$CR = 0,00327 \times 1,23066E - 05 \times 25,94$$

$$CR = 1,0439E - 06 \text{ mmpy}$$

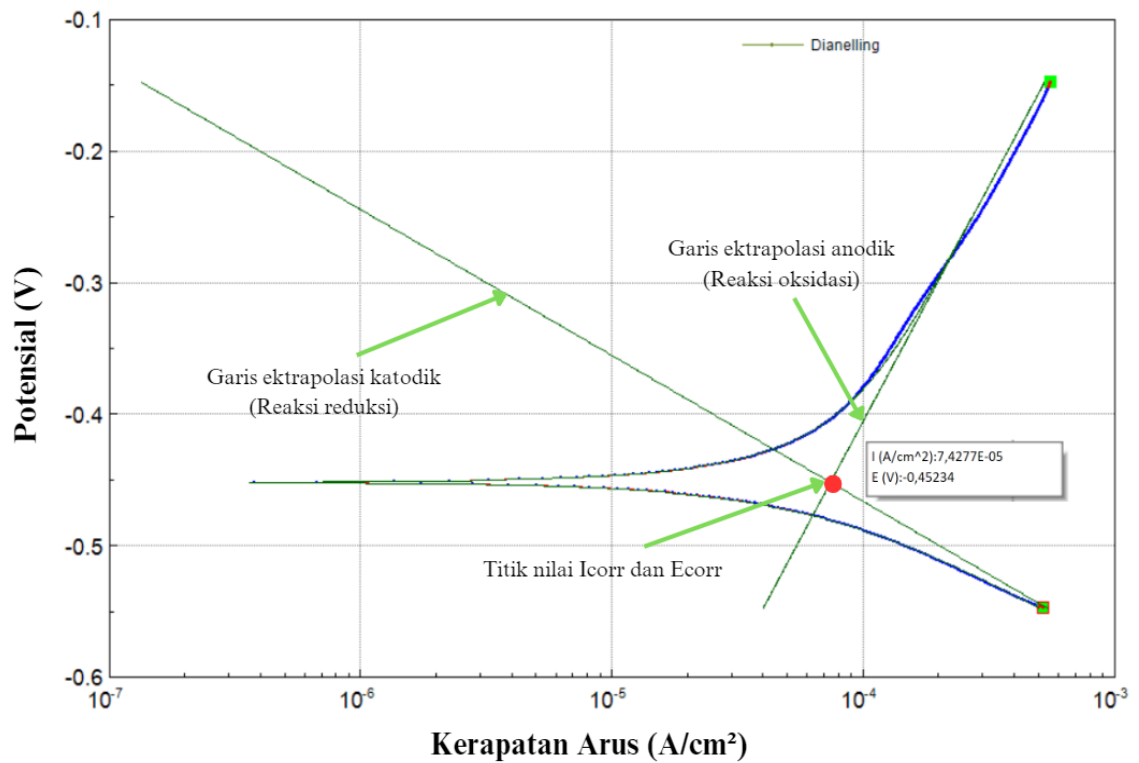
Jadi dari perhitungan tersebut di dapatkan nilai laju korosi sebesar 1,0439E-06 mmpy.



Gambar 2. Kurva Polarisasi Pada Spesimen Raw Material Baja AISI 410

3.1.1.2 Nilai laju korosi Baja AISI 410 setelah proses *Annealing* dengan suhu 850 °C dan waktu tahan 20 menit

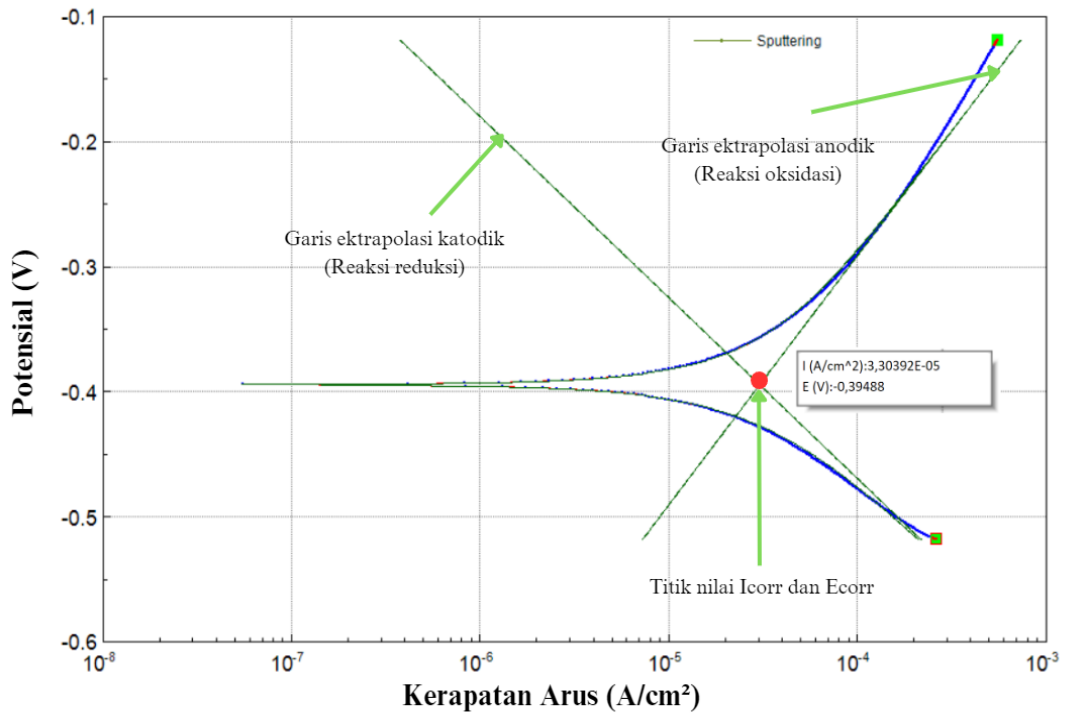
Berdasarkan hasil pengujian korosi terhadap spesimen baja AISI 410 yang dilakukan proses *annealing* dengan suhu 850 °C dengan waktu tahan 20 menit didapatkan hasil grafik seperti pada gambar 4.2. Kurva tersebut menunjukkan bahwa nilai I_{corr} sebesar 7,4277E-05 A/cm² yang memiliki massa benda 6,02 g dengan diameter 14 mm dan tinggi benda 5mm. Maka didapatkan nilai laju korosi sebesar 8,05872E-07 mmpy.



Gambar 3. Polarisasi Pada Spesimen Baja AISI 410 Dengan Proses Annealing 850 °C Dengan Waktu tahan 20 menit

3.1.1.3 Nilai Laju Korosi Baja AISI 410 setelah Proses Plasma *Sputtering* dengan target Tungsten Nitrida (W) dalam waktu 120 menit

Berdasarkan hasil pengujian korosi terhadap spesimen baja AISI 410 yang dilakukan proses *annealing* dengan suhu 850 °C dengan waktu tahan 20 menit dan dilanjutkan plasma *sputtering* dengan tungsten nitrida (WN) dalam waktu 120 menit didapatkan hasil grafik seperti pada gambar 4.3. Kurva tersebut menunjukkan bahwa nilai I_{corr} sebesar $3,30392E-05$ A/cm² yang mempunyai massa benda 6,29 g dengan diameter benda 14 mm dan tinggi 5 mm. Maka didapatkan nilai laju korosi sebesar $3,43074E-07$ mmpy.



Gambar 4. Kurva Polarisasi Pada Spesimen Baja AISI 410 Dengan Proses Annealing 850 °C Dengan Waktu tahan 20 menit dan Proses *Sputtering* Dengan Variasi Waktu 120 menit

3.2 Pengaruh Proses Annealing dan Proses Sputering terhadap Laju Korosi baja AISI 410

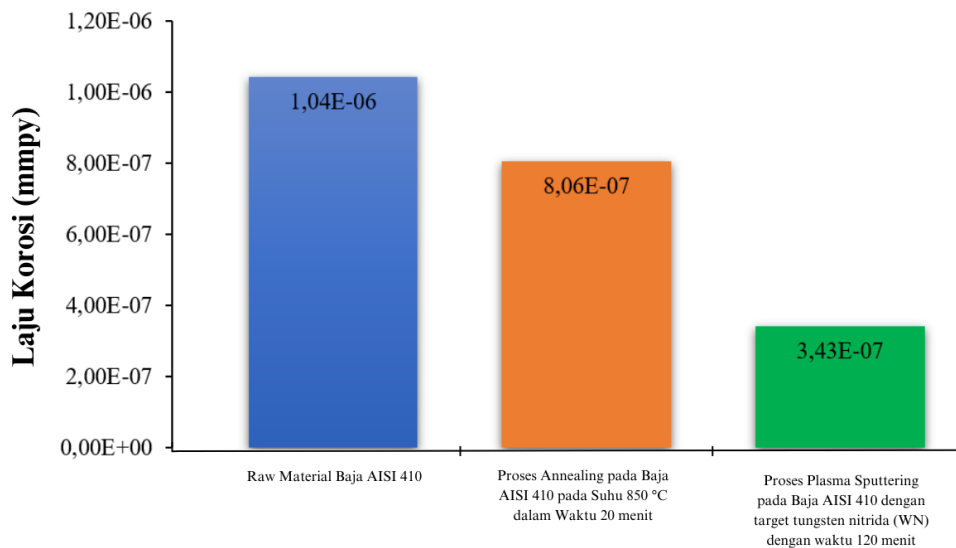
Berdasarkan pengujian korosi ini dapat disimpulkan dari kurva polarisasi ketiga spesimen maka di dapatkan perbandingan laju korosi yang dapat dilihat pada tabel 4.1 dan gambar 4.4 yang merupakan perbandingan antara raw material, *annealing* pada suhu 850 °C dalam waktu tahan 20 menit, dan proses *sputtering* dengan tungsten nitrida dalam waktu 120 menit.

Berdasarkan data hasil pengujian laju korosi terhadap material baja AISI 410 raw material dengan yang sudah diproses *annealing* dan yang sudah dilakukan *plasma sputtering* pada tabel 4.1 dan gambar 4.4 dapat diketahui adanya perbedaan besaran nilai (I_{corr}) dan laju korosi (mmpy) pada setiap spesimen yang dilakukan pengujian. Dari gambar 4.1 dapat dilihat bahwa pada proses *sputtering* di dapatkan nilai laju korosi yang paling rendah, karena pada proses *sputtering* terbentuk lapisan tungsten nitrida (WN) (Handoyo, 2022).

Yang berfungsi sebagai pelindung terhadap serangan korosi pada baja AISI 410 baik yang dianil maupun yang tidak.

Tabel 1. Hasil Pengujian Korosi

Jenis Material	I corr (A/cm ²)	Laju Korosi (mm/year)
Raw material	9,5736E-05	1,0439E-06
Material proses Annealing	7,4277E-05	8,05872E-07
Material proses Annealing dilanjutkan <i>Sputtering</i>	3,30392E-05	3,43074E-07



Gambar 5 Perbandingan Laju Korosi Pengaruh Proses Annealing dan Proses *Sputtering* baja AISI 410

4. Penutup

4.1 Kesimpulan

Dari hasil penelitian yang didapat dari pengujian korosi dengan material uji baja AISI 410 yang dilakukan proses pelapisan plasma *sputtering*

menggunakan tungsten nitrida (WN) dan hasil *annealing* maka dapat disimpulkan:

1. Dari data hasil pengujian korosi raw material baja AISI 410 dengan larutan NaCl 3,5% didapatkan hasil I_{corr} sebesar $9,5736\text{E-}05$ A/cm² sehingga didapatkan laju korosi sebesar $1,0439\text{E-}06$ mm/year.
2. Dari data hasil pengujian korosi material baja AISI 410 yang dilakukan proses *annealing* pada suhu 850 °C dengan larutan NaCl 3,5%, didapatkan I_{corr} sebesar $7,4277\text{E-}05$ A/cm² sehingga didapatkan laju korosi sebesar $8,05872\text{E-}07$ mm/year.
3. Dari data hasil pengujian korosi baja AISI 410 yang dilakukan proses *sputtering* dalam waktu 120 menit menggunakan target tungsten nitrida (WN) dengan larutan NaCl 3,5% didapatkan I_{corr} sebesar $3,30392\text{E-}05$ A/cm² sehingga didapatkan laju korosi sebesar $3,43074\text{E-}07$ mm/year. Proses *sputtering* mengakibatkan pengurangan laju korosi pada baja AISI 410 yang dianil.

4.2 Saran

Setelah dilakukan penelitian ini, maka mendapatkan beberapa saran yang dapat digunakan untuk mengembangkan penelitian ini, antara lain:

1. Perlu dilakukan perbandingan target pada proses *sputtering* menggunakan titanium nitrida (TiN) untuk mengetahui ketahanan korosi yang optimum.
2. Perlu dilakukan pengujian bakteri untuk mengetahui kandungan bakteri pada baja AISI 410 untuk kegunaan alat kesehatan dan mengetahui apakah bakteri yang ada pada baja AISI 410 gampang tumbuh pada tubuh manusia atau membunuh manusia.
3. Perlu dilakukan pengujian keausan untuk mengetahui sifat mekanik lainnya dari proses *sputtering*.

DAFTAR PUSTAKA

Bagja Restu Muhammad, A. W. N. (2017). Disain Dan Fabrikasi Mesin *Sputtering* Skala Laboratorium untuk Penumbuhan Film Tipis (*Design and fabrication of Laboratory Scale Sputtering Machine for Thin Film Growth*). Semesta Teknika, 20(1), 1–7.

- Bekarevich, R., Toyoda, M., Baba, S., Zhang, K., Nakata, T., Taniguchi, S., & Hirahara, K. (2017). *Joule Heat-Assisted Loading of an Individual Gold Nanoparticle into Carbon Nanotube. Proceeding of Chemistry Conferences*, 2.
- Budi, M. I. R. S., & Subagyo. (2021). Pengaruh *Holding Time* dan Media Pendingin Pada Proses *Hardening* Terhadap Kekerasan Dan Laju Korosi Baja Aisi 410. *Jurnal Teknik Ilmu Dan Aplikasi* , 2(1), 10–14. <https://doi.org/10.33795/jtia.v2i1.48>
- Darmawan, A. S., & Masyrukan. (2019). *Struktur dan Sifat Material* . Surakarta: Muhammadiyah University Press.
- Darmawan, A. S., (2020) *Ilmu Bahan Teknik* . Surakarta: Muhammadiyah University Press.
- Dideposisi, Y. A. I. G., Metode, D., Pada, S., Aisi, B., Salahudin, X., Widodo, S., Mulyaningsih, N., Tehtik, F., & Tidar, J. (n.d.). *Titanium nitrida* .
- H, Wagiyo., Syahril, & Suparyadi. (2006). Pengaruh waktu *sputtering* terhadap peningkatan ketahanan korosi suhu tinggi bahan corten. *Sains Material Indonesia* , 2.
- Jatisukamto, G., Malau, V., Ilman, M. N., & Iswanto, P. T. (2017). Analisis Hasil Deposisi Implantasi Ion Nitrogen Pada Lapisan D.C. Magnetron *Sputtering* Aluminium Terhadap Ketahanan Korosi Permukaan Baja AISI 410. 1.
- Li, P. H., & Chu, P. K. (2016). *Thin film deposition technologies and processing of biomaterials. Thin Film Coatings for Biomaterials and Biomedical Applications* , 3–28. <https://doi.org/10.1016/B978-1-78242-453-6.00001-8>
- Miranda, E. (2020). Analisis Laju Korosi Pada Logam Melalui Proses Dipcoating Larutan. *Jurnal Hadron* , 2(01), 29–33.
- Muhammad, B. R., & Nugroho, A. W. (2017). *Disain dan Fabrikasi Mesin Sputtering* Skala Laboratorium untuk Penumbuhan Film Tipis. *Jurnal ilmiah semesta teknika* , 1.
- Mutiara, E., Aziz, I., A.S., Y. D., Isfandi, Pribadi, S., & Suprpto. (2017). Proses Pelapisan *Kelongsong Zirkaloi* dengan DC *Sputtering* Reaktif Menggunakan Target Tunggal Zr dan Ti. *Hasil-Hasil Penelitian EBN* , 1(1), 52–58.
- Nova, C., Malau, V., Sujitno, T., Grafika, J., Yogyakarta, N., & Fax, T. (2012).

Pengaruh Tekanan dan Lama Plasma Nitriding Terhadap Kekerasan dan Laju Korosi Baja Tahan Karat AISI 410. Simposium Nasional RAPI XI FT UMS – 2012, 85–92.

Nurdiyah Lestari. (2018). Jurnal Ilmiah Teknologi FST Undana Vol . 12 No . 2 2018 Edisi Khusus September Jurnal Ilmiah Teknologi FST Undana Vol . 12 No . 2 2018 Edisi Khusus September. Jurnal Ilmiah Teknologi, 12(2), 18–23.

Outokumpu. (2013). *Handbook of Stainless Steel*. 1–89. <http://www.outokumpu.com/sitecollectiondocuments/outokumpu-stainless-steel-handbook.pdf>

Puspasari, V., Agung, M., Velix, J., Penelitian, P., & Serpong, K. P. (2020). P ENGARUH *ANNEALING* TERHADAP KEKERASAN DAN STRUKTUR MIKRO BAJA TAHAN KARAT AISI 410-3M O -3Ni. 75–82.

Rais, J., Sunardi, S., & Listijorini, E. (2020). Karakterisasi Kekerasan Dan Struktur Mikro Baja Aisi 410 Pada Proses Tempering Dengan Variasi Media Pendingin. Rotor, 13(2), 43. <https://doi.org/10.19184/rotor.v13i2.21355>

Rohi, J. R., Iswanto, P. T., Sujitno, T., & Kondi, E. U. (2019). PENGARUH *SPUTTERING* TiN TERHADAP KEKASARAN, KEKERASAN PERMUKAAN MATERIAL AISI316L. Jurnal Poli-Teknologi, 18(3), 331–338. <https://doi.org/10.32722/pt.v18i3.2412>

Setiadi, H. (2018). Analisis struktur mikro dan sifat mekanik lapisan NiCr-Al yang dibentuk dengan metode *sputtering* pada baja st 40. Solo.

Sulhadi, Wahyuni, S., Mulyani, S., Carieta, V. A., Aryanto, D., Sugianto, & Marwoto, P. (2019). FABRIKASI FILM TIPIS ZnO : Ga DENGAN METODE DC MAGNETRON *SPUTTERING* Pengaruh Daya Plasma dan Suhu.

Sungkono, S., Setiawan, J., Isfandi, I., & Azis, I. (2019). Pelapisan Permukaan Baja Tahan Karat Aisi 304 Dengan Khrom Oksida Menggunakan Metoda *Sputtering*. Urania Jurnal Ilmiah Daur Bahan Bakar Nuklir, 25(2), 71–80. <https://doi.org/10.17146/urania.2019.25.2.5433>

Supriyono. (2017). Material Teknik. Surakarta: Muhammadiyah University Press.

Szabo, P. S., Cupak, C., Biber, H., Jäggi, N., Galli, A., Wurz, P., & Aumayr, F. (2022). *Analytical model for the sputtering of rough surfaces. Surfaces and*

Interfaces, 30(June), 101924. <https://doi.org/10.1016/j.surfin.2022.101924>

Wicaksana, A., & Rachman, T. (2018). 濟無No Title No Title No Title. *Angewandte Chemie International Edition*, 6(11), 951–952., 3(1), 10–27. <https://medium.com/@arifwicaksanaa/pengertian-use-case-a7e576e1b6bf>

Wirjoadi, Siswanto, Bambang, & Sudj atmoko. (2009). Analisis sifat mikro lapisan tipis tin pada substrat al hasil plasma. Prosiding PPI - PDIPTN- BATAN Yogyakarta, 1–7.