

ANALISIS SIFAT FISIK LAPISAN TIPIS TITANIUM NITRIDA PADA BAJA AISI 410 YANG DILAPIS DENGAN METODE SPUTTERING

Xander Salahudin

Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Tidar

Jl. Kapten Suparman 39 Magelang 56125

Email: xander@untidar.ac.id

Abstrak

Material untuk peralatan kedokteran harus memiliki beberapa keunggulan karakteristik, diantaranya tahan korosi, tahan aus dan memiliki permukaan yang halus. Modifikasi permukaan dengan menggunakan lapisan tipis titanium nitrida pada permukaan material akan dilakukan untuk mengetahui pengaruhnya terhadap nilai kekasaran. Tujuan penelitian ini yaitu mengetahui pengaruh variasi waktu pelapisan titanium nitrida pada baja AISI 410 terhadap kekasaran permukaan lapisan titanium nitrida. Proses pelapisan pada penelitian ini menggunakan DC magnetron sputtering. Variasi waktu pelapisan titanium nitrida pada baja AISI 410 yaitu 40, 50, dan 60 menit. Sedangkan variabel tetap yang digunakan yaitu tegangan 0,4 kV, kuat arus 80 mA, tekanan chamber 4×10^{-2} torr, jarak target-substrat 12 mm dan rasio titanium nitrida-nitrogen = 11:2. Uji kekasaran dilakukan dengan Surface Roughness Measuring Instrument model SE 1700. Pengujian kekasaran menghasilkan nilai kekasaran terendah pada permukaan yang dideposisi titanium nitrida dalam waktu 40 menit, dengan nilai kekasaran rata-rata $0,69 \mu\text{m}$, dan nilai kekasaran rata-rata akar $0,0857 \mu\text{m}$. Dari penelitian dapat disimpulkan bahwa pengaruh deposisi titanium nitrida pada baja AISI 410 tidak memiliki pengaruh yang signifikan terhadap nilai kekasaran rata-rata dan nilai kekasaran rata-rata akar.

Kata kunci: AISI 410, sputtering, kekasaran, TiN.

1. PENDAHULUAN

Banyaknya penggunaan titanium nitrida pada peralatan kedokteran karena titanium nitrida memiliki keunggulan. Beberapa keunggulan dari titanium nitrida yaitu nilai kekerasan yang tinggi, tahan aus, *biocompatible* dan tahan korosi. Pada penelitian ini, lapisan tipis titanium nitrida diperoleh dengan mendeposisi titanium, dan saat proses deposisi diberi gas nitrogen, sehingga terjadi reaksi kimia antara titanium dan gas nitrogen, yang menghasilkan titanium nitrida (Kim, 2010).

Proses pelapisan titanium nitrida menggunakan teknik sputtering banyak digunakan untuk meningkatkan nilai kekerasan, keausan abrasi, ketahanan korosi. Lapisan titanium nitrida juga banyak digunakan pada bidang kedokteran karena lapisan ini *biocompatible* pada bahan implant (Zheng, 2007). Titanium nitrida memiliki nilai kekerasan dan kestabilan kimia yang tinggi, serta ikatan adhesi dengan substrat yang baik. Hal ini menjadikan titanium nitrida menjadi pilihan sebagai bahan pelapis pada alat potong maupun cetakan (Yao, 2005).

Nilai kekasaran permukaan sangat berpengaruh terhadap nilai keausan abrasi logam. Semakin tinggi nilai kekasaran suatu logam, akan semakin mudah aus logam tersebut karena keausan abrasi. Pengukuran kekasaran yang paling sering digunakan yaitu kekasaran rata-rata. Sedangkan kekasaran rata-rata akar diperlukan untuk memberikan informasi terhadap ketidakberaturan permukaan logam, sehingga dapat diketahui kemungkinan distribusi dari nilai tertinggi dan terendah permukaan logam (Huttings, 1992).

Penelitian yang dilakukan Salahudin dkk (2011) pada baja AISI 410 untuk mengetahui pengaruh lapisan tipis titanium nitrida terhadap nilai kekerasan, sifat korosi dan ketebalan penampang melintang lapisan. Penelitian yang dilakukan menghasilkan nilai kekerasan tertinggi pada waktu pelapisan selama 50 menit, dengan nilai kekerasan $245,28 \text{ VHN}_{0,01}$. Laju korosi terendah juga diperoleh pada waktu pelapisan selama 50 menit, yaitu $2,2 \text{ mm/yr}$. Sedangkan ketebalan penampang melintang lapisan titanium nitrida sangat dipengaruhi oleh waktu pelapisan, dimana semakin lama waktu pelapisan akan semakin tinggi nilai ketebalan lapisan. Ketebalan lapisan yang diperoleh berada pada range $15\text{-}30 \mu\text{m}$.

Penelitian ini akan memodifikasi permukaan dengan menggunakan lapisan tipis titanium nitrida. Permukaan material hasil deposisi akan ditinjau untuk mengetahui pengaruhnya terhadap nilai kekasaran. Tujuan penelitian ini yaitu mengetahui pengaruh variasi waktu pelapisan titanium nitrida pada baja AISI 410 terhadap kekasaran permukaan lapisan titanium nitrida.

2. METODOLOGI

2.1. Alat dan Bahan

Alat dan bahan yang digunakan pada penelitian ini yaitu:

- Mesin sputtering, milik Pusat Teknologi Akselerator dan Proses Bahan (PTAPB) BATAN, Yogyakarta.
- Alat uji kekasaran (*Surface Roughness Measuring Instrument*), model SE 1700 yang diproduksi oleh Fowler.
- Baja AISI 410, merupakan bahan yang digunakan pada penelitian. Bahan ini memiliki bentuk tabung pipih, dengan diameter 14 mm dan tebal 2 mm.
- Bahan pelapis, yaitu titanium murni dan gas nitrogen.
- Gas argon, sebagai gas *inert* ketika proses sputtering berlangsung.

2.2. Sputtering

Proses sputtering dilakukan pada spesimen yang telah melalui tahap preparasi spesimen, berupa pengampelasan, pemolesan autosol, dan pencucian dengan alkohol. Hal tersebut dimaksudkan supaya permukaan baja AISI 410 menjadi halus dan bersih.

Proses sputtering menggunakan gas argon sebagai gas inert yang membantu proses sputter. Pada proses sputtering terjadi tumbukan ion yang menyebabkan atom pada target terlepas dan atom tersebut kemudian menempel pada substrat (Grainger, 1989). Proses ini berlangsung secara terus menerus, sehingga proses pelapisan pada substrat yang terjadi dalam skala atom dapat mencapai ketebalan yang cukup.

Proses pelapisan pada penelitian ini menggunakan DC magnetron sputtering. Variasi waktu pelapisan titanium nitrida pada baja AISI 410 yaitu 40, 50, dan 60 menit. Sedangkan variabel tetap yang digunakan yaitu tegangan 0,4 kV, kuat arus 80 mA, tekanan *chamber* 4×10^{-2} torr, jarak target-substrat 12 mm dan rasio titanium nitrida-nitrogen = 11:2. Mesin sputtering yang digunakan pada penelitian disajikan pada Gambar 1.



Gambar 1. Mesin DC magnetron sputtering

2.3. Uji Kekasaran

Pengujian kekasaran dimaksudkan untuk memperoleh nilai kekasaran rata-rata (R_a) pada permukaan lapisan titanium nitrida dan nilai kekasaran rata-rata akar (R_q) permukaan lapisan. Alat uji kekasaran yang digunakan tampak pada Gambar 2.



Gambar 2. Alat uji kekasaran

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Komposisi Baja AISI 410

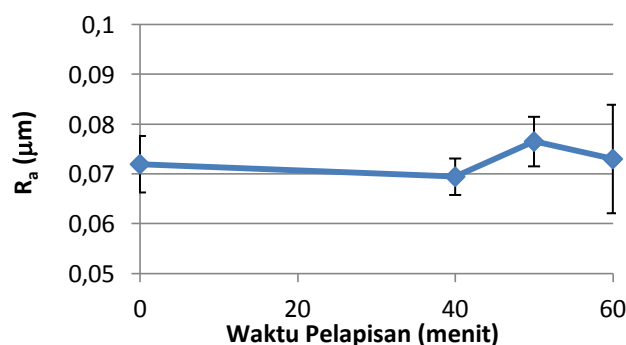
Material yang digunakan dalam penelitian adalah baja tahan karat martensitik AISI 410, dengan komposisi unsur disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Komposisi baja AISI 410

Unsur	Persentase	Unsur	Persentase
C	0,12	Cu	0,055
Si	0,3385	W	0,0118
S	0,025	Ti	0,003
P	0,0199	Sn	0,0074
Mn	0,4275	Al	0,0034
Ni	0,2119	Ca	0,0058
Cr	12,8251	Zn	0,0173
Mo	0,0285	Fe	85,9

3.2 Kekasaran Rata-rata

Hasil uji kekasaran rata-rata pada baja AISI 410 yang telah dilapisi titanium nitrida, disajikan pada Gambar 3.



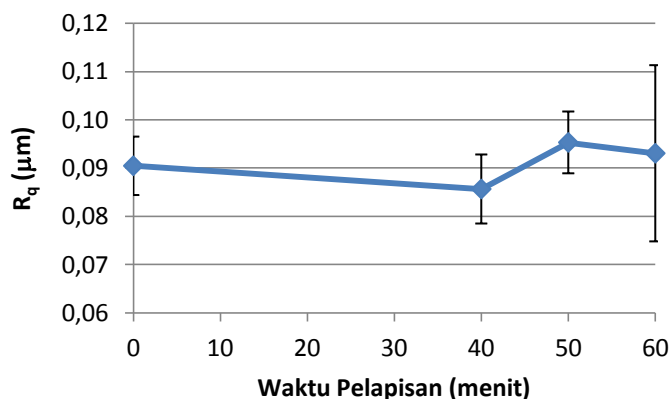
Gambar 3. Pengaruh waktu pelapisan terhadap nilai kekasaran rata-rata lapisan titanium nitrida

Nilai kekasaran lapisan tipis titanium nitrida yang dideposisikan ke baja AISI 410 selama 40 menit, 50 menit, dan 60 menit berturut-turut yaitu $0,0695 \mu\text{m}$, $0,07653 \mu\text{m}$, dan $0,073 \mu\text{m}$. Sedangkan nilai kekasaran permukaan baja AISI 410 tanpa perlakuan yaitu $0,072 \mu\text{m}$. Dari hasil pengujian kekerasan diperoleh bahwa nilai kekasaran terendah diperoleh pada waktu pelapisan selama 40 menit. Namun, jika dibandingkan dengan nilai kekasaran yang lain, perbedaan nilai kekasaran yang diperoleh tidaklah besar. Perbedaan terbesar antara nilai kekasaran rata-rata tertinggi dan terendah yaitu $0,00703 \mu\text{m}$. Hal ini menunjukkan bahwa waktu pelapisan titanium nitrida pada baja AISI 410 tidak memiliki pengaruh yang signifikan terhadap nilai kekasaran permukaan.

Hal ini terjadi karena lapisan titanium yang dideposisikan pada proses sputtering sangatlah tipis. Dengan ukuran jari-jari atom titanium sebesar 140 pm dan jari-jari atom nitrogen sebesar 65 pm , kecenderungan atom-atom titanium dan nitrogen akan membentuk profil permukaan yang sesuai dengan profil permukaan baja AISI 410. Secara sederhana, nilai kekasaran rata-rata pada permukaan hasil lapisan sangat dipengaruhi oleh kehalusan permukaan baja AISI 410 ketika preparasi spesimen uji.

3.3 Kekasaran Rata-rata Akar

Nilai kekasaran rata-rata akar pada lapisan tipis titanium nitrida disajikan pada Gambar 4.



Gambar 4. Pengaruh waktu pelapisan terhadap nilai kekasaran rata-rata akar lapisan titanium nitrida

Nilai kekasaran rata-rata akar baja AISI 410 tanpa perlakuan yaitu $0,0905 \mu\text{m}$. Sedangkan nilai kekasaran rata-rata akar lapisan tipis titanium nitrida yang dideposisi selama 40 menit, 50 menit, dan 60 menit berturut-turut yaitu $0,0857 \mu\text{m}$, $0,0953 \mu\text{m}$, dan $0,0931 \mu\text{m}$. Jika ditinjau secara keseluruhan, perbedaan antara nilai kekasaran rata-rata akar tertinggi dan terendah adalah $0,0096 \mu\text{m}$. Dari hasil pengujian ini, dapat diketahui bahwa nilai kekasaran rata-rata akar menunjukkan tren yang linear, sehingga dapat disimpulkan bahwa pengaruh waktu pelapisan terhadap nilai kekasaran rata-rata akar sangat kecil.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil dan pembahasan dapat diperoleh bahwa pengaruh deposisi titanium nitrida pada baja AISI 410 tidak memiliki pengaruh yang signifikan. Perbedaan antara nilai kekasaran rata-rata tertinggi dan terendah adalah $0,00703 \mu\text{m}$. Sedangkan perbedaan antara nilai kekasaran rata-rata akar tertinggi dan terendah adalah $0,0096 \mu\text{m}$.

DAFTAR PUSTAKA

- Grainger, S., (1989), *Engineering Coatings – Design and Application*, England, Abington Publishing.
- Hutchings, I.M., (1992), *Tribology: Friction and Wear of Engineering Materials*, London.

- Kim, W., (2010), Properties and Rapid Consolidation of Binderless Titanium Nitrida By Pulsed Currcurrent Activated Sintering, *Ceramic Processing Research*, Vol. 11 No 5.
- Salahudin, X., Malau, V., Sujitno, T., dan Jatisukamto, G., (2011), Pengaruh Pelapisan Tin Hasil Deposisi DC Magnetron Reactive Sputtering Terhadap Sifat Mekanik Dan Sifat Korosi Baja Tahan Karat Martensitik AISI 410, *Proceeding SNFT Umsida*.
- Yao, S.H., Su, Y.L, Kao, W.H., Liu, T.H., (2005), Tribology and Oxidation Behavior of TiN/AlN Nano-multilayer Films, *Elsevier*.
- Zheng, X.H., (2007), Preparation and Tribological Behavior of TiN/a-C Composite Films Deposited By DC Magnetron Sputtering, *Elsevier*.