

# KARAKTERISASI LAPISAN TITANIUM NITRIDA YANG DIDEPOSISI DENGAN METODE SPUTTERING PADA BAJA AISI 410

Xander Salahudin, Sri Widodo, Nani Mulyaningsih  
*Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Tidar  
Magelang*

## **ABSTRAK**

*AISI 410 is widely used for medical equipments. However, corrosion resistance of martensitic stainless steels is at intermediate level (its corrosion resistance is poorer than the others). Mechanical and corrosion properties of AISI 410 can be improved by modifying metal surface. In this study, titanium nitride acts as coating material due to its high hardness and good corrosion resistance, it is biocompatible also. The purpose of this study is knowing the effect of time variation to the titanium nitride layer characteristics after sputtering process.*

*Titanium nitride coating process was conducted on currents of 80 mA, voltage of 0,4 kV, substrate and target material distance of 12 mm, pressure-of  $4 \times 10^{-2}$  torr and Argon : Nitrogen = 17 : 3. The coating process was done with variation of deposition time (30 minutes, 40 minutes, 50 minutes, 60 minutes, and 70 minutes). The metallographic test used EDX. EDX test conducted to determine the composition of the coating.*

*The highest hardness value was obtained at a coating time of 50 minutes, with an increase of 34,75% compared to the base metal hardness value. EDX tested on the titanium nitride layer showed an increase of titanium composition on the surface layer. Increasing of titanium content will affect the hardness increase*

compared to the base material (AISI 410 stainless steel without treatment).

**Keywords:** AISI 410, layer, EDX.

## A. PENDAHULUAN

Baja tahan karat banyak digunakan sebagai material pada peralatan kedokteran. Baja tahan karat martensitik memiliki kekerasan yang cukup baik jika dibandingkan dengan baja tahan karat yang lainnya, namun ketahanan korosi baja tahan karat martensitik berada pada tingkat menengah (memiliki ketahanan korosi yang buruk jika dibandingkan dengan baja tahan karat yang lain). Peningkatan sifat mekanik dan korosi baja AISI 410 dapat dilakukan dengan modifikasi permukaan logam.

Proses pelapisan menggunakan teknik *reactive sputtering* merupakan metode modifikasi permukaan yang dapat dilakukan untuk meningkatkan sifat dari logam, baik sifat mekanik maupun korosinya. Metode *reactive sputtering* akan menghasilkan lapisan pada permukaan logam, sehingga akan melindungi logam dasar dari kontak langsung terhadap lingkungan. Sifat dari bahan pelapis (titanium nitrida) yang memiliki nilai kekerasan tinggi juga akan meningkatkan nilai kekerasan dari permukaan logam.

Penelitian ini menggunakan titanium nitrida sebagai bahan pelapis karena titanium nitrida memiliki kekerasan yang tinggi, ketahanan korosi yang baik, dan *biocompatible*, sehingga sangat cocok untuk aplikasi peralatan kedokteran. Tujuan dari penelitian ini yaitu mengetahui pengaruh variasi waktu pelapisan terhadap karakteristik lapisan titanium nitrida yang dihasilkan setelah proses sputtering.

Berdasarkan kajian yang dilakukan terhadap penelitian tentang pelapisan titanium nitrida pada baja tahan karat, diperoleh fakta bahwa lapisan tipis titanium nitrida pada permukaan baja tahan karat akan meningkatkan nilai kekerasan. Maka penelitian yang menggunakan baja AISI 410 sebagai logam dasar dan titanium nitrida sebagai pelapis permukaan akan dihasilkan peningkatan nilai kekerasan.

## **B. TEORI DASAR**

### **Baja Tahan Karat**

Baja tahan karat merupakan material yang tidak mudah terkorosi jika dibandingkan dengan baja karbon. Perbedaan antara keduanya yaitu kandungan kromium dalam material tersebut. Kandungan kromium yang cukup tinggi pada baja tahan karat menghasilkan lapisan oksida pasif  $\text{Cr}_2\text{O}_3$  pada permukaan baja tahan karat. Lapisan oksida ini yang menjadikan baja tahan karat tidak mudah terkorosi.

Secara umum, baja tahan karat dibagi menjadi 4 kelas, yaitu (International Stainless Steel Forum):

#### **1. Baja tahan karat feritik**

Baja tahan karat feritik umumnya memiliki kandungan kromium antara 12,5 – 17%, dan tidak ada kandungan nikel. Baja tahan karat feritik memiliki ketahanan korosi dengan tingkat menengah jika dibandingkan dengan baja tahan karat yang lain.

#### **2. Baja tahan karat martensitik**

Baja tahan karat pertama yang dikembangkan untuk

keperluan komersil adalah baja tahan karat martensitik. Jika dibandingkan dengan baja tahan karat yang lain, baja tahan karat martensitik memiliki kandungan karbon yang sangat tinggi (0,2 – 1%), dengan kandungan kromium antara 12 – 18%.

### **3. Baja tahan karat austenitic**

Penambahan nikel ke baja tahan karat akan menghasilkan struktur mikro austenit. Secara umum, baja tahan karat austenitik memiliki komposisi rata-rata 16 – 26% kromium dan 6 – 12% nikel. Baja tahan karat austenitik memiliki ketahanan korosi yang sangat baik.

### **4. Baja tahan karat duplex**

Baja tahan karat duplex memiliki mikrostruktur gabungan antara feritik dan austenitik, kandungan kromium antara 18 – 26%, serta kandungan nikel antara 4 – 7%. Kandungan nikel yang terlalu rendah tidak memungkinkan untuk mendapatkan struktur mikro austenitik, sehingga baja tahan karat duplex memiliki stuktur mikro feritik dan austenitik. Baja tahan karat duplex memiliki kandungan molibdenum 0 – 4%.

### **5. Baja Tahan Karat Martensitik AISI 410**

Baja tahan karat martensitik mampu diberi perlakuan panas untuk meningkatkan sifat mekaniknya (sama seperti *low-alloy steel* atau *plain-carbon steel*). Ketahanan korosi yang dimiliki baja tahan karat martensitik berada pada tingkat menengah, dimana ketahanan korosinya lebih buruk dibandingkan dengan baja tahan karat yang lain.

Baja tahan karat martensitik yang digunakan pada penelitian

ini yaitu baja AISI 410, dengan komposisi sesuai produk yang dikeluarkan PT. Tira Austenite Tbk. Komposisi baja AISI 410 ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Komposisi baja AISI 410

AISI 410	C	Mn	Si	P	S	Cr	Mo	Ni	N
Min	-	-	-	-	-	11,5	-	0,75	-
Max	0,15	1,00	1,00	0,04	0,03	13,5	-	0,75	-

## 6. Titanium Nitrida

Paduan dengan dasar titanium banyak digunakan untuk peralatan medis karena memiliki ketahanan korosi yang tinggi dan *biocompatible*. Paduan titanium banyak digunakan karena titanium murni merupakan material lunak dengan ketahanan geser permukaan rendah, yang disebabkan karena terbentuknya oksida secara alami di permukaan titanium (Subramanian et.al, 2011).

Paduan titanium nitrida banyak digunakan karena keunggulan sifat yang dimiliki yaitu sifat mekanik dan kimia yang baik, seperti nilai kekerasan yang tinggi, ketahanan korosi dan ketahanan aus yang tinggi. Titanium nitrida banyak digunakan sebagai bahan pelapis material untuk meningkatkan sifat pada permukaan logam (Subramanian et.al, 2011). Penggunaan titanium nitrida sebagai bahan pelapis selain bertujuan untuk mendapatkan perbaikan sifat pada permukaan logam, juga dapat digunakan sebagai pelapis dekoratif (Bavadi et.al, 2012). Karakteristik titanium nitrida pada temperatur 20°C dapat dilihat pada Tabel 2.

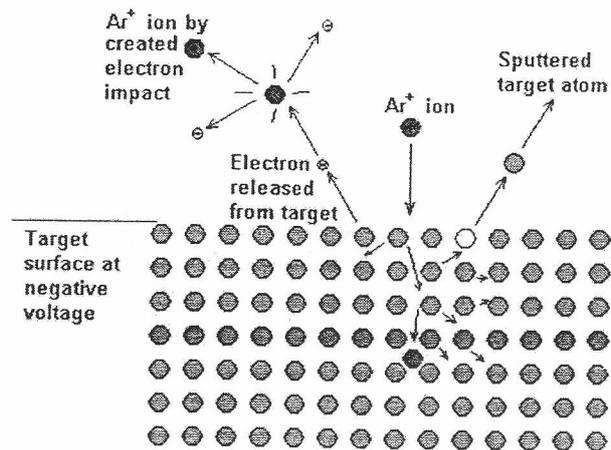
Tabel 2. Karakteristik titanium nitrida (Pierson, 1996)

Karakteristik	Keterangan
Komposisi	TiN <sub>0,6</sub> – TiN <sub>1,1</sub>
Berat molekul	64,95
Warna	Keemasan
Massa jenis	5,4 g/cm <sup>3</sup>
Titik leleh	2950°C
Kalor spesifik (Cp)	33,74 J/mol.K
<i>Thermal expansion</i>	9,35 x 10 <sup>-6</sup> /°C
Modulus elastisitas	251 Gpa

### 7. DC Reactive Sputtering

Proses deposisi lapisan tipis menggunakan teknik *Physical Vapour Deposition* (PVD) telah banyak digunakan di sektor industri. Proses ini digunakan pada industri logam, industri pembuatan alat medis, industri optik, dan industri pembuatan komponen elektrik. Lapisan tipis yang dihasilkan dari teknik PVD mampu menjawab beberapa kebutuhan dari masing-masing aplikasi, seperti kekerasan yang tinggi, sampai dengan gesekan yang rendah (Constantin et.al, 2011).

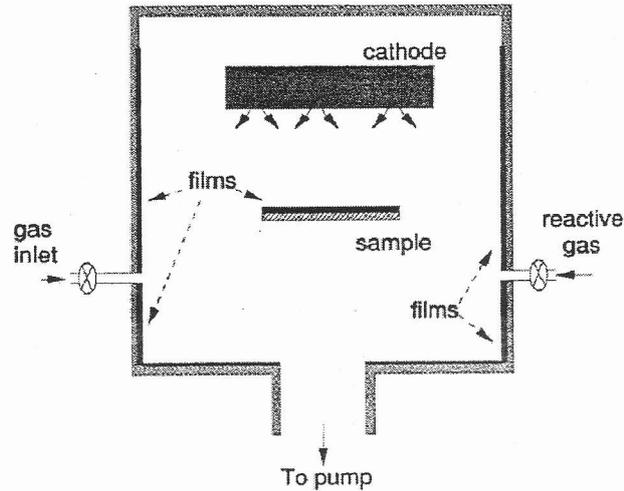
Salah satu teknik PVD yaitu teknik sputtering. Prinsip pelapisan menggunakan teknik sputtering disajikan pada Gambar 1.



Gambar 1. Proses sputtering pada tingkat molekuler (Kirschbrown, 2007)

Teknik sputtering memanfaatkan tumbukan ion berenergi tinggi ( $\text{Ar}^+$ ) pada permukaan logam target. Atom-atom target yang terlempar akan menempel pada permukaan substrat (logam yang akan dilapis), sehingga akan didapatkan lapisan tipis pada permukaannya (Constantin et.al, 2011).

Teknik *reactive sputtering* merupakan teknik sputtering yang menggunakan pelapis dalam bentuk gas. Penelitian ini akan menggunakan gas nitrogen yang akan bereaksi dengan titanium, sehingga akan didapatkan lapisan tipis titanium nitrida. Proses *reactive sputtering* ditunjukkan pada Gambar 2.



Gambar 2. Proses *reactive sputtering* (Seshan, 2002)

### C. METODE PENELITIAN

Proses pelapisan titanium nitrida dilakukan dengan kuat arus 80 mA, tegangan rata-rata 0,4 kV, jarak antara substrat dan bahan target yaitu 12 mm, tekanan  $4 \times 10^{-2}$  torr dan perbandingan gas Argon : Nitrogen = 17 : 3.

Proses pelapisan diawali mengatur tekanan kerja didalam mesin sputtering. Setelah tekanan tercapai, mesin sputtering dihidupkan dan kemudian mengkondisikan sesuai dengan variabel kerja mesin sputtering. Proses pelapisan dilakukan dengan variasi waktu proses pelapisan (30 menit, 40 menit, 50 menit, 60 menit, dan 70 menit).

#### 1. Pelaksanaan Penelitian

Persiapan Spesimen Uji

Spesimen uji dalam penelitian ini memiliki ukuran diameter

14 mm dan tebal 2 mm. Persiapan spesimen uji dilakukan untuk mendapatkan permukaan yang halus. Proses untuk mendapatkan permukaan yang halus yaitu dengan mengampelas permukaan spesimen dan kemudian dilakukan pemolesan menggunakan autosol. Proses akhir yaitu pencucian menggunakan alkohol untuk menghilangkan kotoran dan minyak yang ada pada permukaan spesimen.

## **2. Proses Pelapisan**

Spesimen yang telah melalui tahap persiapan kemudian dilapisi titanium nitrida dengan variasi lama waktu pelapisan. Proses pelapisan menggunakan DC *Reactive Sputtering*.

## **3. Pengujian Spesimen**

Spesimen yang telah dilapisi titanium nitrida, kemudian diuji pada permukaannya. Pengujian yang dilakukan yaitu uji metalografi. Uji metalografi yang dilakukan yaitu uji EDX. Uji EDX dilakukan untuk mengetahui komposisi hasil lapisan setelah dilakukan proses sputtering. Preparasi spesimen uji EDX dengan melakukan pemotongan melintang spesimen dan dihaluskan dengan amplas. Pengamplasan dilakukan dari nomor amplas 400, 800, 1000 dan 1500 mesh, setelah itu dilakukan pemolesan spesimen dengan autosol dan pencucian dengan alkohol. Sampel yang telah mengkilat sudah siap untuk dilakukan uji EDX.

## **D. PEMBAHASAN**

### **1. Nilai Kekerasan**

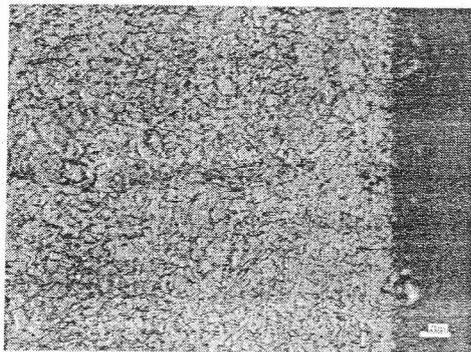
Baja tahan karat AISI 410 yang telah dilapisi titanium nitrida

memiliki peningkatan nilai kekerasan dibandingkan dengan tanpa perlakuan. Peningkatan nilai kekerasan baja tahan karat AISI 410 yang dilapisi titanium nitrida selama 30, 40, 50, 60 dan 70 menit secara berturut-turut yaitu 22,08%, 27,38%, 34,07%, 26,05%, dan 23,24%. Peningkatan nilai kekerasan tertinggi didapat dengan waktu deposisi selama 50 menit, dengan kenaikan nilai kekerasan sebesar 34,07%.

Kenaikan nilai kekerasan baja AISI 410 yang telah dilapisi karena lapisan tipis titanium nitrida memiliki nilai kekerasan yang lebih besar dibandingkan dengan baja AISI 410. Penurunan nilai kekerasan setelah mencapai titik maksimum karena adanya perubahan struktur lapisan yang terbentuk setelah proses pelapisan melebihi waktu 50 menit, yang ditandai dengan adanya perubahan warna pada permukaan lapisan.

## 2. Ketebalan Lapisan dan Pengujian EDX

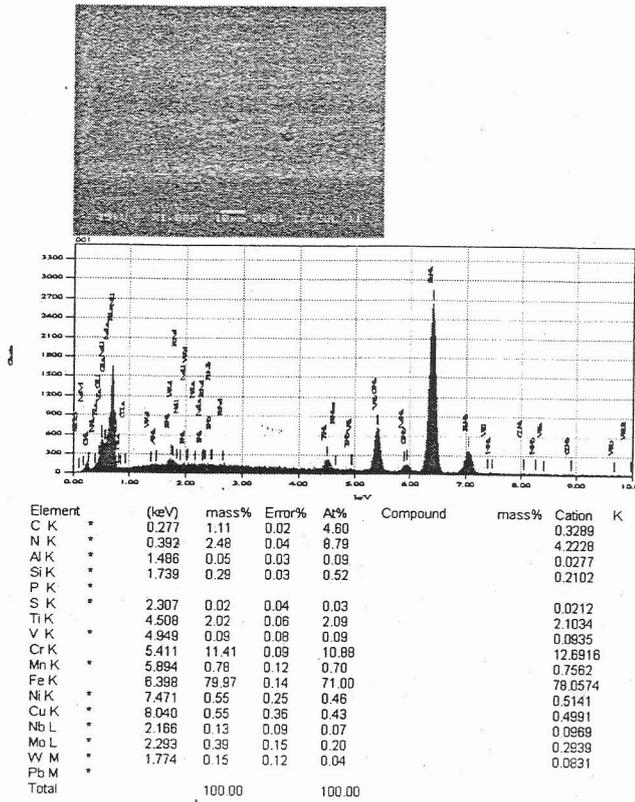
Pengamatan posisi melintang dari baja tahan karat AISI 410 setelah dilapisi titanium nitrida selama 50 menit disajikan pada Gambar 4.



Gambar 4. Pengamatan melintang baja tahan karat AISI 410

Proses deposisi titanium nitrida selama 50 menit akan menghasilkan tebal lapisan antara 20 – 25  $\mu\text{m}$ . Lama waktu sputtering mempengaruhi ketebalan lapisan titanium nitrida, dimana ketebalan lapisan titanium nitrida akan semakin tinggi dengan semakin lamanya proses sputtering, dikarenakan atom target yang terdeposisi semakin banyak.

Hasil uji EDX pada baja tahan karat AISI 410 setelah dilapisi titanium nitrida selama 50 menit disajikan pada Gambar 5.



Gambar 5. Hasil uji EDX

Gambar diatas menunjukkan bahwa terdapat peningkatan unsur titanium pada permukaan lapisan hasil deposisi TiN. Hal ini menunjukkan bahwa lapisan mengandung unsur titanium yang semakin tinggi. Peningkatan kandungan titanium akan berpengaruh terhadap peningkatan nilai kekerasan jika dibandingkan dengan material dasar (baja tahan karat AISI 410 tanpa perlakuan).

#### E. KESIMPULAN

Kesimpulan yang dapat ditarik dari penelitian ini yaitu:

1. Hasil terbaik pelapisan titanium nitrida dengan variabel proses sesuai penelitian yaitu pada waktu pelapisan selama 50 menit;
2. Hasil uji EDX pada lapisan titanium nitrida dengan waktu pelapisan 50 menit membuktikan terjadinya peningkatan kandungan unsur titanium pada lapisan.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Bavadi, R., and Valedbagi, S., 2012, Physical Properties Of Titanium Nitride Thin Film Prepared By Dc Magnetron Sputtering, *Materials Physics and Mechanics*, page 167-172.
- Constantin, D.G., Apreutesei, M., Arvinte, R., Marin, A., Andrei, O.C., and Munteanu, D., 2011, Magnetron Sputtering Technique Used For Coatings Deposition; Technologies And Applications, *7th International Conference on Materials Science and Engineering*, Romania.

International Stainless Steel Forum, *The Stainless Steel Family*, Belgium.

Kirschbrown, J., 2007, *RF/DC Magnetron Sputtering*.

Pierson, H.O., 1996, *Handbook of Refractory Carbides and Nitrides*, Noyes Publications, USA.

Salahudin, X., 2011, Pengaruh Variasi Waktu Pelapisan TiN Hasil Deposisi DC Reactive Magnetron Sputtering Terhadap Kekerasan, Laju Korosi, Keausan Abrasi Dan Kekasaran Baja Tahan Karat Martensitik AISI 410, *Tesis*, Yogyakarta.

Seshan, K., 2002, *Handbook of Thin-film Deposition Processes and Techniques*, Noyes Publications, California.

Subramanian, B., Brindha, G., Makoto, T., Hiroshi, N., and Akira, K., 2011, Evaluation of Plasma Ion Beam Sputtered TiN / TiAlN Multilayers on Steel for Bio Implant Applications, *JWRI*, Vol. 40 No. 2.