

**PENGARUH NITRIDASI TERHADAP LAJU KOROSI  
STAINLESS STEEL AISI 316L DENGAN METODE PACK NITRIDING**

**Skripsi**

*Untuk Memenuhi Sebagian Persyaratan Memperoleh Gelar Sarjana Sains*

Program Studi Fisika  
Jurusan Fisika



**ELVIYENTI**  
05 135 030

**JURUSAN FISIKA  
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
UNIVERSITAS ANDALAS  
PADANG  
2010**

## INTISARI

Telah dilakukan nitridasi pada *stainless steel* AISI 316L dengan metoda *pack nitriding*. Nitridasi dilakukan dengan variasi temperatur yaitu 380, 400, 420, 440 dan 460 °C dan variasi jumlah urea yaitu 2, 4, 6, 8, 10 dan 12 gram. Uji korosi dilakukan menggunakan sel elektrokimia dan potensiostat/galvanostat model 273 dalam media cairan tubuh tiruan (0,9 % larutan sodium klorida). Dari hasil uji korosi yang sudah diperoleh menunjukkan bahwa *stainless steel* yang dinitridasi dengan metode *pack nitriding* pada 400 °C merupakan temperatur optimal dengan 10 gram urea mampu memperlambat laju korosi sampai 4 kali dibandingkan dengan sampel sebelum dinitridasi yaitu dari 0,282 *milli-inch per year* (mpy) menjadi 0,0739 mpy. Hasil pengamatan struktur mikro dengan SEM-EDS pada permukaan *stainless steel* terdapat lapisan besi nitrida dan pada *stainless steel* AISI 316L yang terkorosi mengalami korosi bentuk lubang (*pitting corrosion*).

Kata kunci: nitridasi, laju korosi, *stainless steel* AISI 316L, cairan tubuh tiruan.

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Dewasa ini perkembangan teknologi dan industri dalam penggunaan material logam sangat besar peranannya, diantaranya dalam bidang *orthopedik* yaitu logam sebagai suatu peralatan medis yang dibuat untuk menggantikan struktur dan fungsi suatu bagian biologis (implan) dalam tubuh. Salah satu logam yang digunakan sebagai implan adalah *stainless steel* AISI 316L. Tetapi, ada kendala dalam penggunaan logam tersebut yaitu adanya kerusakan pada permukaannya. Kerusakan suatu logam selalu diawali dari permukaan. Kerusakan permukaan dapat disebabkan karena korosi maupun berinteraksi dengan benda lain, misalkan bergesekan dengan komponen lain. Masalah kerusakan permukaan tidak dapat dihindari namun hanya dapat dicegah (Smallman, 1999).

Banyak cara yang dapat dilakukan untuk mencegah kerusakan permukaan logam diantaranya meningkatkan kualitas pada permukaan logam. Dalam bidang rekayasa material, cara itu dikenal dengan istilah *surface treatment* (perlakuan permukaan). Pada dasarnya perlakuan permukaan dapat dilakukan dengan dua cara, yaitu pertama dengan menambah unsur lain atau mengubah komposisi kimianya yaitu dengan cara nitridasi (*nitriding*), karburasi (*carburizing*), karbonitridasi (*carbonitriding*), sedangkan yang kedua dengan cara mengubah fasa atau struktur kristalnya melalui pemanasan pada temperatur tertentu yang kemudian diikuti dengan pendinginan cepat (*quench*) ataupun lambat, tergantung



bahan apa yang ingin dituju (Tjipto, 2003).

Nitridasi merupakan perlakuan permukaan dengan melibatkan difusi nitrogen pada suatu logam pada temperatur dan jangka waktu tertentu tergantung dari ketebalan lapisan atau aplikasi dari material yang diinginkan. Nitridasi dapat dilakukan menggunakan metode gas, cair dan padat untuk diberikan kepada material target diantaranya paduan baja, *stainless steel* atau material lain yang mengandung unsur paduan aluminium, krom, tungsten dan vanadium yang bermanfaat dalam proses nitridasi karena unsur-unsur tersebut dapat membentuk lapisan nitrida yang stabil pada temperatur nitridasi (Conrad et al, 2003).

Penelitian tentang nitridasi sudah pernah dilakukan oleh Setiawan (2009) dengan metode *gas nitriding* dan menggunakan gas amoniak ( $\text{NH}_3$ ) sebagai sumber nitrogen dengan variasi temperatur dan lamanya waktu nitridasi. Hasil dari nitridasi yang dilakukan dengan *gas nitriding* menunjukkan adanya penurunan laju korosi dibandingkan dengan sebelum dilakukan nitridasi.

Nitridasi dapat dilakukan dengan metode *gas nitriding*, *plasma/ion nitriding* dan *pack nitriding*. Metode padatan (*pack nitriding*) adalah proses nitridasi dengan menggunakan zat padat sebagai sumber nitrogen kemudian menguburkan sampel ke dalam padatan tersebut. Pada penelitian ini dilakukan nitridasi dengan metode *pack nitriding* karena prosesnya yang lebih sederhana serta penelitian sebelumnya belum ada yang melakukan nitridasi dengan metode ini. Nitridasi dilakukan dengan metode *pack nitriding* dengan variasi temperatur dan massa urea. Urea sebagai sumber nitrogen diharapkan bisa berdifusi ke permukaan *stainless steel* AISI 316L membentuk lapisan besi nitrida di

permukaan *stainless steel* sehingga disaat dilakukan uji korosi diharapkan akan terjadi penurunan laju korosi atau terjadinya peningkatan ketahanan korosi dari sebelum dilakukan nitridasi.

Sampel yang digunakan pada penelitian ini adalah *stainless steel* AISI 316L. Nitridasi dilakukan terhadap *stainless steel* AISI 316L karena pentingnya aplikasi *stainless steel* AISI 316L sebagai material yang digunakan untuk penggantian tulang persendian, lutut, pinggul, penyembuhan patah tulang dan selama pemakaian material implan dapat mengalami cacat permukaan yang disebabkan oleh faktor-faktor kimia pada permukaan material seperti korosi, sehingga dapat mempersingkat waktu pemakaian. Biasanya umur pemakaian kira-kira 10 tahun. Kerusakan yang terjadi pada material implan sebagian besar (70 %) disebabkan oleh korosi (Kumachi, et al., 2003).

Adapun karakteristik dari *stainless steel* AISI 316L adalah baja tahan karat jenis austenit dan memiliki modulus elastis pada suhu kamar (25°C) berkisar 190 – 210 GPa, kepadatan (*density*) 7,98 gr/cm<sup>3</sup>. Kekuatan tarik bervariasi antara 515 – 827 MPa, kapasitas panas 0,5 J/gr-°C, Resistivitas listrik  $74 \times 10^{-5}$  ohm-cm dan konduktivitas termal 16,3 W/m.K serta merupakan baja karbon rendah dengan kandungan karbon maksimal 0,03 % dari massanya.

Berangkat dari permasalahan di atas, maka perlu dilakukan studi lebih lanjut tentang pentingnya nitridasi sebagai salah satu teknik rekayasa permukaan material dan diharapkan hasil penelitian ini akan berguna untuk meningkatkan efisiensi atau daya guna logam melalui nitridasi agar diperoleh lapisan besi nitrida pada permukaan material sehingga ketahanan korosinya dapat ditingkatkan.

## BAB V

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### 5.1 Kesimpulan

1. Hasil uji korosi *stainless steel* AISI 316L dengan nitridasi pada temperatur 380, 400, 420, 440, dan 460 °C dan urea 4 gram diperoleh laju korosi yang paling rendah atau ketahanan korosi paling tinggi pada temperatur 400 °C yaitu 0,1268 mpy.
2. Hasil uji korosi *stainless steel* AISI 316L nitridasi pada temperatur 400 °C dengan variasi jumlah urea 2, 4, 6, 8, 10 dan 12 gram diperoleh laju korosi yang paling rendah dengan nitridasi urea 10 gram yaitu 0,0739. Dalam hal ini terjadi peningkatan ketahanan korosi sekitar 4 kali dari sebelum nitridasi yaitu 0,282 mpy menjadi 0,0739 mpy setelah nitridasi.
3. Dari hasil uji struktur mikro dengan SEM diperoleh sampel yang mempunyai ketahanan korosi yang paling baik tidak banyak terdapat lubang korosi sedangkan pada ketahanan korosi yang buruk ditemui banyak terdapat lubang korosi (*pitting corrosion*) sedangkan hasil identifikasi fasa dengan difraktometer sinar-X (XRD) menunjukkan bahwa terdapat lapisan besi nitrida di permukaan *stainless steel*.



## DAFTAR PUSTAKA

- Amstead, 1989. *Teknologi Mekanik Jilid 1 Edisi ketujuh versi SI*. Jakarta: Erlangga.
- Chaidir, A., 2008. "Penentuan Laju Korosi Paduan ZrNbSnFe dengan Metode Elektrokimia", *Prosiding Seminar Pengelolaan Perangkat Nuklir Tahun 2008*. PTBIN-BATAN Serpong. hal. 46-51.
- Conrad, H., Kneer, Metlab, 2003. "*Surface Hardning of Steel: Gas Nitriding of Steels*", *ASM Handbook*, ASM International. vol. 4, hal. 906-909.
- Craig, B. D. dan Lane, R., 2006. *Corrosion Prevention and Control: A Program Management Guide for Selecting Materials*, AMMTIAC, Rome, New York.
- Darbellay, 2006. "*Gas Nitriding: An Industrial Perspective By*", *Jerome Seminar Department of Materials Science and Engineering*, McMaster University.
- Darminto, 2008. *Pengantar Kristalografi dan Difraksi Kristal*. Laboratorium Difraksi Sinar-X, LPPM ITS. Surabaya.
- Khelfaoui, Y., Kerkar, M., Bali, A., Dalar, F., 2006. "*Electrochemical Characterisation of a PVD Film of Titanium on AISI 316L Implant Stainless Steel*", *Surface & Coatings Technology*, vol. 200, hal. 4523-4529.
- Kumachi, M., Sridhar, Raj, B., 2003. "*Corrosion of Bio Implants*". *Metallurgy and Materials Group*", vol. 28, parts 3 & 4, hal 601-637.
- Liang, W., Xiaolei, Jiujun, Yaqin, 2001. "*Characteristics of Low Pressure Plasma Arc Source Ion Nitride Layer on Austenitic Stainless Steel at Low Temperature*", *Thin Solid Film*, vol. 391, hal 11-16.
- Okamoto, H. and Massalski, T. B., 1991. "*Alloy Phase Diagrams*", *ASM Handbook*, ASM International. Vol. 3, hal. 33.
- Roberge, P. R., 2000. *Handbook of Corrossion Engineering*. McGraw-Hill, New York.
- Smallman, R. E. dan Bishop R. J., 1999. *Metallurgi Fisik Modern dan Rekayasa Materi*, Edisi ke-6. Terjemahan oleh Sriati Djaprie. Erlangga: Jakarta.