

Penggunaan Konsentrasi Molaritas Tinggi Pada *Hard Anodizing* Untuk Perbaikan Sifat Mekanik Aluminium 6061

Putu Hadi Setyarini^{1,*}, Rudy Soenoko¹, Agus Suprpto², Yudy Surya Irawan¹

¹ Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Brawijaya Jl. MT. Haryono 167, Malang 65145

² Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Merdeka Jl. MT. Haryono 167, Malang 65145

* E-mail: putu_hadi@ub.ac.id

Abstrak. Aluminium merupakan salah satu jenis logam yang banyak digunakan di kehidupan sehari-hari dan dunia industri. Untuk meningkatkan sifat fisik dan mekanis aluminium dapat dilakukan dengan berbagai cara. Proses yang dapat dilakukan di antaranya meliputi proses perlakuan panas hingga proses pelapisan. Salah satu proses yang banyak digunakan untuk aluminium dan paduannya adalah anodizing. Adapun tujuan yang ingin dicapai adalah untuk mengetahui pengaruh penggunaan titanium sebagai katoda pada proses hard anodizing aluminium 6061 terhadap ketebalan lapisan oksida. Dalam penelitian ini variasi arus listrik yang digunakan adalah 1,5 dan 2 Ampere serta tegangan listrik yang digunakan adalah 15, 20 dan 25 volt. Larutan elektrolit yang digunakan yaitu asam fosfat (H_3PO_4) 3 mol dan asam oksalat ($C_2H_2O_4$) 1 mol, temperatur elektrolit dijaga konstan 0-10°C. Hasil penelitian ini didapatkan hubungan antara tegangan dan arus listrik dengan ketebalan lapisan oksida, dimana peningkatan tegangan dan arus listrik yang digunakan akan meningkatkan ketebalan lapisan oksida. Nilai rata-rata ketebalan lapisan oksida terendah diperoleh pada tegangan 15 volt dan arus listrik 1,5 Ampere sebesar 44,56µm dan ketebalan lapisan oksida tertinggi terjadi saat tegangan 25 volt dan arus listrik 2 Ampere sebesar 71,22µm.

Kata Kunci: Aluminium, Arus Listrik, Hard Anodizing, Titanium, Ketebalan Lapisan Oksida, Tegangan

1. Pendahuluan

Luasnya penggunaan aluminium untuk berbagai aplikasi otomotif, perahu, rumah tangga, kereta api sampai dengan komponen pesawat luar angkasa disebabkan karena material ini mempunyai konduktivitas termal/elektrik yang tinggi, mampu mesin yang sangat baik, tersedia dalam berbagai bentuk (ditempa, dirol, dicor sampai dengan dalam bentuk komposit – MMC) serta harga yang relative rendah [1-4]. Namun di balik berbagai kelebihan tersebut, kekerasan serta ketahanan korosi dan aus yang rendah menyebabkan keterbatasan aplikasi material ini. Sehingga untuk memperbaiki kondisi ini diperlukan suatu perlakuan tertentu. Salah satu proses finishing permukaan aluminium yang mulai populer pada awal tahun 1960 sampai saat ini adalah proses anodizing karena proses ini cukup sederhana, efisien serta murah yang menjadikannya banyak diaplikasikan pada berbagai industri [5]. Anodizing sendiri merupakan suatu proses perlakuan permukaan yang banyak dilakukan pada logam-logam ringan, terutama aluminium, mangan, titanium dan seng karena mampu meningkatkan kekerasan serta ketahanan korosi dan aus dengan membentuk lapisan oksida yang lebih kuat [6].

Banyak penelitian telah dilakukan untuk mengetahui bagaimana meningkatkan sifat mekanik hasil anodizing, terutama ketebalan dan kekerasannya. Sedangkan penggunaan material yang berbeda dengan logam induk dengan tujuan untuk memperkuat lapisan oksida yang nantinya akan meningkatkan ketebalan dan kekerasan belum pernah dibahas. Beberapa contoh penggunaan logam yang berbeda pada proses anodizing aluminium adalah dengan menggunakan platina [7] dan lead [8] sebagai katoda. Sementara itu ada penelitian yang menggunakan Mg sebagai anoda dan stainless steel sebagai katoda [9]. Akan tetapi penggunaan titanium sebagai katoda pada proses anodizing belum dibahas. Padahal titanium terkenal sebagai logam reaktif yang relative aman dan banyak digunakan untuk kesehatan. Dari sini timbul pemikiran untuk menggunakan titanium sebagai pengganti

aluminium karena sifat titanium yang jauh lebih tahan korosi serta aus apabila dibandingkan dengan aluminium. Adapun tujuan yang ingin dicapai adalah untuk mengetahui pengaruh penggunaan titanium sebagai katoda pada proses *hard anodizing* aluminium 6061 dengan variasi arus dan tegangan terhadap ketebalan lapisan oksida.

2. Metode Penelitian

Pada penelitian ini digunakan aluminium 6061 sebagai anoda dengan komposisi bahan seperti pada tabel 1 berikut:

Tabel 1. Komposisi Aluminium 6061

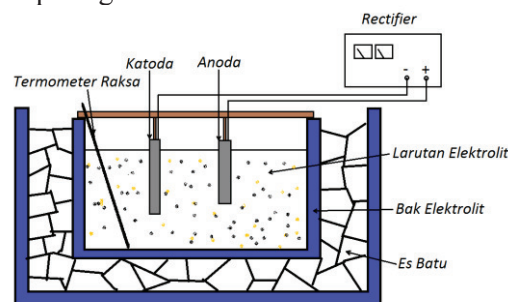
Unsur	Kandungan (%)
Magnesium	0,08
Silikon	0,68
Tembaga	0,21
Seng	0,06
Titanium	0,08
Mangan	1,01
Kromium	0,05
Besi	0,22
Aluminium	Balance

Sedangkan komposisi titanium dapat dilihat pada tabel 2 berikut:

Tabel 2. Komposisi Titanium

Unsur	Kandungan (%)
Titanium	92,2
Besi	0,54
Nikel	0,29
Seng	0,14
Tulium	0,90
Kalsium	2,43
Fosfor	2,6
Iterbium	0,9
Renium	0,3

Instalasi penelitian dapat dilihat pada gambar 1 berikut:



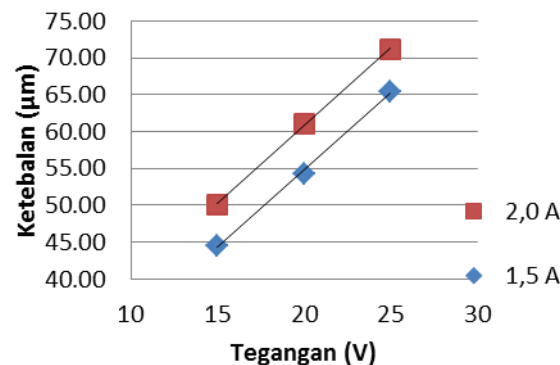
Gambar 1: Instalasi penelitian

Aluminium hasil *pretreatment* dihubungkan pada anoda kemudian direndam dalam bak plastik (bak elektrolisis) dengan dimensi 40x20x15cm yang berisi larutan asam fosfat 3 mol dan asam oksalat 1 mol sebanyak 2000 ml pada temperatur 0-2°C, dan pada sisi katoda dihubungkan ke lempengan titanium dengan dimensi 10x10 cm dengan tebal 2 mm, setelah itu pengaturan tegangan dan arus listrik yang telah direncanakan pada *rectifier*. Langkah selanjutnya, *rectifier* dinyalakan dan waktu proses 60 menit. Setelah proses ini yaitu proses perlakuan akhir, yaitu aluminium hasil proses *anodizing* dibersihkan atau direndam dengan air murni dan dikeringkan dengan kain lap kering.

Pengambilan data ketebalan dilakukan dengan tiga kali pengulangan setiap variasinya. Adapun cara pengujian dari spesimen menggunakan *Time Thickness Coating Gauge* dimana untuk mengukur ketebalan lapisan oksida aluminium 6061 hasil *anodizing*. Sedangkan pengambilan data kekerasan dilakukan dengan menggunakan *Time Microvickers Hardness Tester* dan dilakukan dengan lima kali pengulangan setiap variasinya. Keseluruhan sampel ketebalan dan kekerasan kemudian diambil rata-ratanya.

3. Hasil Dan Pembahasan

Grafik hubungan antara tegangan dan ketebalan lapisan oksida dapat dilihat pada gambar 2 berikut.

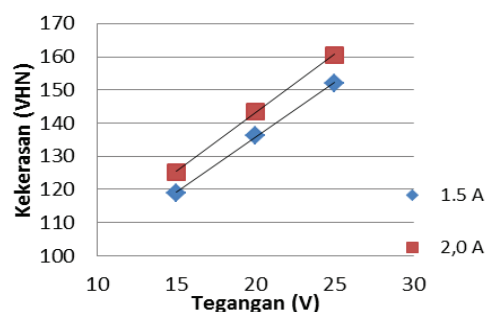


Gambar 2. Grafik hubungan antara tegangan dan arus listrik terhadap ketebalan lapisan oksida aluminium 6061 hasil *hard anodizing*.

Variasi tegangan dan arus listrik akan mempengaruhi ketebalan lapisan oksida aluminium 6061 hasil *hard anodizing*. Dari grafik diatas dapat dilihat bahwa semakin besar tegangan dan arus listrik maka ketebalan lapisan oksida akan semakin meningkat. Ketebalan lapisan terendah pada saat arus listrik 1,5 A dan tegangan 15 volt sebesar 44,56 µm sedangkan tertinggi pada saat arus listrik 2A dan tegangan 30 volt sebesar 71,22 µm.

Hal ini disebabkan karena semakin tinggi tegangan yang digunakan maka beda potensial yang terjadi juga semakin tinggi sehingga energi ionisasi yang dihasilkan akan semakin tinggi juga. Hal ini akan mengakibatkan energi untuk melepaskan ikatan ion pada titanium akan semakin besar, sehingga ion-ion titanium yang lepas dari ikatannya akan semakin banyak. Dengan semakin banyaknya ion-ion titanium yang lepas dari ikatannya, maka semakin besar pula energi kinetik yang dihasilkan sehingga semakin banyak juga ion-ion titanium yang menempel pada permukaan benda kerja (aluminium). Hal ini menyebabkan ketika spesimen diuji ketebalan lapisan, nilainya akan semakin meningkat, begitu pula sebaliknya.

Grafik hubungan antara tegangan dan kekerasan permukaan aluminium 6061 dapat dilihat pada gambar 3 berikut.



Gambar 3. Grafik hubungan antara tegangan dan arus listrik terhadap kekerasan permukaan aluminium 6061 hasil *hard anodizing*.

Variasi tegangan dan arus listrik mempengaruhi kekerasan permukaan aluminium 6061 hasil *hard anodizing*. Dari grafik diatas dapat dilihat bahwa semakin besar tegangan dan arus listrik maka kekerasan permukaan aluminium 6061 akan semakin meningkat. Kekerasan terendah terjadi saat arus listrik 1,5 A dan tegangan 15 volt dengan nilai 119,02 VHN sedangkan kekerasan tertinggi terjadi saat arus listrik 2 A dan tegangan 30 volt sebesar 160,43 VHN.

Hal ini disebabkan karena semakin tinggi tegangan yang digunakan maka beda potensial yang terjadi juga semakin tinggi sehingga energi ionisasi yang dihasilkan akan semakin tinggi juga. Hal ini akan mengakibatkan energi untuk melepaskan ikatan ion pada titanium akan semakin besar, sehingga ion-ion titanium yang lepas dari ikatannya akan semakin banyak. Dengan semakin banyaknya ion-ion titanium yang lepas dari ikatannya, maka semakin besar pula energi kinetik yang dihasilkan sehingga semakin banyak juga ion-ion titanium yang menumbuk permukaan aluminium dan menyebabkan jarak antar atom akan semakin rapat pada permukaan benda kerja (aluminium). Hal ini menyebabkan ketika spesimen diuji kekerasan dengan menggunakan *Vickers*, nilai tingkat kekerasannya lebih tinggi, begitu pula sebaliknya.

4. Kesimpulan

Dengan semakin tinggi tegangan dan arus listrik yang digunakan, maka nilai ketebalan lapisan semakin tinggi. Ketebalan lapisan terendah pada saat arus listrik 1,5 A dan tegangan 15 volt sebesar 44,56 μm sedangkan tertinggi pada saat arus listrik 2A dan tegangan 30 volt sebesar 71,22 μm .

5. Daftar Pustaka

- [1] T.Aerts, Th. Dimogerontakis, I.De Graeve, J.Fransaer, H.Terryn, Influence of the anodizing temperature on the porosity and the mechanical properties of the porous anodic oxide film. *Surface& Coatings Technology* Vol. 201, pp. 7310-7317. 2006.
- [2] L.E. Fratila-Apachitei, I.Apachitei, J.Duszczyk, Thermal effects associated with hard anodizing of cast aluminum alloys. *Journal of Applied Electrochemistry* Vol. 36 pp. 481-486. 2006.
- [3] J.M. Wheeler, J.A. Curran, S.Shresta, Microstructure and multi-scale mechanical behavior of hard anodized and plasma electrolytic oxidation (PEO) coatings on aluminum alloy 5052. *Surface& Coatings Technology* 207 (2012) 480-488.
- [4] W. Bensalah, M.Feki, M.Wery, H.F.Ayedi, Chemical dissolution resistance of anodic oxide layers formed on aluminum. *Transactions of Nonferrous Metals Society of China* 21 (2011) 1673-1979.
- [5] V.Raj, M.Mumjitha, " Comparative study of formation and corrosion performance of porous alumina and ceramic nanorods formed in different electrolytes by anodization " *Materials Science and engineering B* Vol. 179 pp. 25-35. Januari 2014.
- [6] J. Lee, U. Jung, W. Kim, W.Chung, Effects of residual water in the pores of aluminum anodic oxide layers prior to sealing on corrosion resistance *Applied Surface Science* 283 (2013) 941-946.
- [7] GQ Ding GQ, R. Yang, JN Ding, NY Yuan, YY Zhu. "Fabrication of Porous Anodic Alumina with Ultrasmall Nanopores" *Nanoscale Research Letters* Vol 5. pp. 57– 63. 2010.
- [8] W. Aperador, A.E. Delgado, J. Bautista, "Improved Corrosion Protection Properties in Anodic Films Type Porous on 2024 T3 Aluminium Alloys Obtained by Pulse Reverse Plating" *International Journal of Electrochemical Science* 8 (2013) 9607-9617.
- [9] J. Martín, CV Manzano, O. Caballero-Calero, M. Martín-Gonzalez. High-aspect-ratio and highly ordered 15-nm porous alumina templates. *ACS Applied Materials and Interfaces* Vol 5 pp. 72 – 9 2013.