

PENGARUH TEGANGAN PADA PROSES ANODISASI TERHADAP KEKASARAN PERMUKAAN DAN UKURAN PORI

Putu Hadi Setyarini

*Teknik Mesin, Universitas Brawijaya
Jl. MT Haryono 167 Malang
Email : putu_hadi@ub.ac.id*

Abstrak. Pada penelitian ini akan ditelaah mengenai penggunaan katoda yang berbeda pada proses anodisasi aluminium. Proses anodisasi aluminium dilakukan dengan menggunakan katoda titanium dengan memvariasikan tegangan listrik sebesar 15 V, 20 V, 25 V, 30 V. Variabel yang dikendalikan adalah suhu elektrolit selama penelitian yang berkisar pada 5°C, arus listrik sebesar 1 A, jarak anoda dan katoda sejauh 5 cm, waktu proses selama 60 menit dan molaritas larutan elektrolit asam fosfat sebesar 1M. Sementara itu dalam penelitian ini variabel karakteristik fisik yang diuji adalah kekasaran permukaan dengan menggunakan Mitutoyo SJ 301 dan pengukuran ukuran pori dengan memakai Scanning Electron Microscopy. Dari hasil yang diperoleh dapat diketahui bahwa tegangan mampu menurunkan kekasaran permukaan sebesar 53% pada tegangan 30 V dan menurunkan ukuran pori sebesar 26% pada tegangan 25 V. Hal ini menunjukkan bahwa tegangan mampu memperbaiki kekasaran permukaan karena ukuran pori juga mengalami penurunan.

Kata kunci : tegangan, anodisasi, kekasaran permukaan, ukuran pori

1. Pendahuluan

Pada satu dekade terakhir, terdapat banyak sekali ide dalam hal aplikasi yang berpotensi dari material berstruktur dasar nano. Selama ini, hampir semua metode sederhana dalam memproduksi material sintesis telah meninjau masa lalu dan menganalisa kegunaan yang mungkin dalam manufaktur nanomaterial. Berbagai penelitian telah dilakukan untuk mengetahui bagaimana meningkatkan kemampuan hasil anodisasi, baik itu dengan mempelajari pengaruh anodisasi terhadap mikrostruktur [1], menelaah karakteristik korosi yang terjadi apabila dilakukan anodisasi dua langkah [2], mengisi pori yang terbentuk dengan material lain [3], mempergunakan berbagai elektrolit [4] sampai dengan pemakaian media pengkorosi berbeda [5].

Proses anodisasi sendiri merupakan proses elektrokimia yang akan mengubah kadar unsur kimia pada permukaan melalui proses oksidasi untuk menghasilkan sebuah lapisan oksida yang cukup tebal untuk menahan oksidasi lebih jauh lagi [6]. Ada dua macam lapisan oksida yang terbentuk selama proses ini berlangsung, yaitu lapisan penghalang yang tak berpori, tipis dan keras yang disebut dengan lapisan *barrier* dan yang kedua adalah lapisan oksida berpori yang lebih tebal yang biasa disebut lapisan *porous* [7].

Penggunaan material yang berbeda dengan logam induk dengan tujuan untuk memperkuat lapisan oksida belum banyak dibahas. Beberapa contoh penggunaan logam yang berbeda pada proses anodisasi aluminium adalah dengan menggunakan platina [8] dan timbal [4] sebagai katoda. Sementara itu ada juga penelitian yang menggunakan magnesium sebagai anoda dan baja tahan karat sebagai katoda [9]. Penggunaan titanium sebagai katoda pada proses anodisasi belum pernah dibahas baik itu dari morfologi setelah dilakukan anodisasi sampai dengan ketahanan korosinya. Padahal titanium terkenal sebagai logam dengan aplikasinya yang luas karena mempunyai sifat mekanis yang baik, ketahanan korosi yang amat sangat baik serta memiliki kemampuan biokompatibilitas [10].

Riset awal proses anodisasi paduan aluminium yang menggunakan titanium sebagai katoda telah dilakukan untuk mengetahui ketahanan korosi dengan menggunakan metoda EIS dan karakteristik permukaan yang terbentuk setelah proses anodisasi tersebut dilakukan dengan menggunakan XRD [11]. Hasil yang diperoleh menunjukkan bahwa titanium belum mampu terdeposit pada hasil anodisasi. Berdasarkan hal tersebut maka pengembangan proses anodisasi dengan menggunakan material lain, khususnya titanium, sebagai katoda dapat dikembangkan lebih lanjut dan perlu ditelaah

dengan lebih mendalam mengenai kekasaran permukaan dan ukuran pori yang terbentuk setelah dianodisasi.

2. Pembahasan

Pada penelitian ini terdapat tiga variabel yang digunakan untuk hasil anodisasi paduan aluminium, yaitu dengan memvariasikan tegangan listrik pada 15 V, 20 V, 25 V, 30 V. Sedangkan variabel yang dikendalikan adalah suhu elektrolit yang digunakan selama penelitian berkisar pada 5°C, arus listrik sebesar 1 A, jarak antara anoda dan katoda sebesar 5 cm, waktu proses anodisasi selama 60 menit dan molaritas larutan elektrolit asam fosfat sebesar 1 M. Sementara itu dalam penelitian ini variabel karakteristik fisik dan mekanik yang dipilih adalah kekasaran permukaan dan ukuran pori pada permukaan lapisan oksida.

Proses persiapan paduan aluminium yang akan dijadikan spesimen uji meliputi pemotongan paduan aluminium dengan berukuran 5 mm x 50 mm x 50 mm. Selanjutnya permukaan spesimen yang telah terpotong dihaluskan dengan kertas gosok, sehingga diperoleh permukaan yang mengkilap dan memantulkan cahaya seperti cermin.

Langkah selanjutnya adalah proses anodisasi yang meliputi tiga tahap, yaitu :

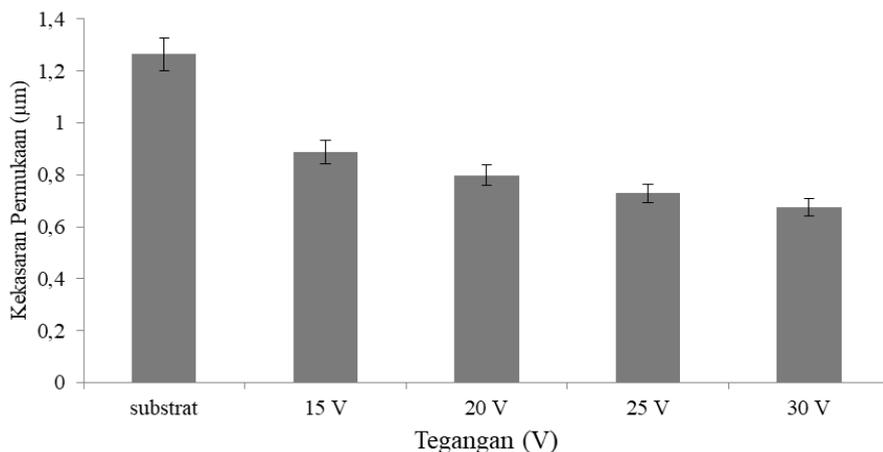
1. Perlakuan awal (*Pre-treatment*) yang terdiri dari
 - a. *Degreasing*
Degreasing dilakukan untuk menghilangkan oli atau lemak yang terdapat pada permukaan aluminium sebelum diproses anodisasi. Pembersihan yang dilakukan biasanya dilakukan dengan menggunakan larutan asam sulfat pada suhu 60°C selama 10 menit.
 - b. *Etching*
Etching dilakukan untuk menghaluskan permukaan dan menghilangkan lapisan film oksida aluminium yang terdapat pada permukaan. Oksida aluminium akan larut karena direndam dalam larutan natrium hidroksida pada suhu 30°C selama 5 menit.
 - c. *Desmutting*
Desmutting dilakukan dengan menggunakan larutan asam nitrat dengan konsentrasi 10% pada suhu 30°C selama 5 menit.
2. Proses Anodisasi
Proses anodisasi dilakukan pada paduan aluminium yang sudah dipelakukan awal dan selanjutnya dihubungkan dengan anoda sebagai kutub positif pada *power supply*. Aluminium tersebut kemudian dicelupkan ke dalam bak yang akan digunakan untuk proses elektrolisis yang telah diisi dengan larutan 1M asam fosfat sebanyak 1 liter pada suhu yang dijaga konstan pada suhu 5°C, dan pada sisi katoda dihubungkan ke lempengan titanium yang akan bertindak sebagai kutub negatif pada *power supply*. Selanjutnya dilakukan pengaturan tegangan serta pengukuran jarak anoda dan katoda sebagaimana yang telah direncanakan. Langkah selanjutnya adalah menyalakan *power supply* dan proses anodisasi berjalan 60 menit.
3. *Drying*
Drying adalah proses pengeringan spesimen setelah proses anodisasi selesai dilakukan. Proses ini dilakukan dengan mencuci terlebih dahulu spesimen dengan aquades dan kemudian mengeringkannya dengan kain yang halus sampai benar-benar kering dan selanjutnya diletakkan pada tempat yang kering dan tertutup rapat.

Selanjutnya material uji kemudian diuji kekasaran permukaan dengan menggunakan alat uji SurfTest Mitutoyo SJ 301. Pengambilan data dilakukan sebanyak 10 kali dengan lokasi pengambilan data kekasaran dilakukan secara acak pada permukaan spesimen. Kemudian dari data yang diperoleh, diambil rata-ratanya untuk tiap variasi yang dilakukan.

Sedangkan untuk pengukuran pori, dilakukan dengan menggunakan Phenom Scanning Electron Microscopy pada permukaan hasil anodisasi setelah sebelumnya diberikan *coating* yaitu lapisan tipis pada permukaan spesimen dengan menggunakan gold-palladium (Au : 80% dan Pd : 20%) sehingga mendapat lapisan dengan tebal 400 Å supaya spesimen yang akan diuji menjadi konduktor. Selanjutnya spesimen yang akan diuji dimasukkan ke dalam *specimen chamber* pada mesin SEM dan dilakukan observasi pada spesimen uji pada lokasi-lokasi yang akan diambil datanya sebelum

dilakukan pemotretan.

Dari hasil pengujian, sebagaimana tampak pada Gambar 1, terjadi penurunan kekasaran permukaan seiring dengan peningkatan tegangan. Sebelum dilakukan proses anodisasi, kekasaran permukaan mencapai 1.266. sedangkan setelah dianodisasi dengan tegangan 15 V, nilai kekasaran mengalami penurunan sebesar 0.877. apabila tegangan ditingkatkan menjadi 30 V, maka akan diperoleh nilai kekasaran permukaan 0.674. hal ini menunjukkan bahwa permukaan material setelah dianodisasi akan mempunyai permukaan yang lebih homogen jika dibandingkan dengan material yang tidak dianodisasi.

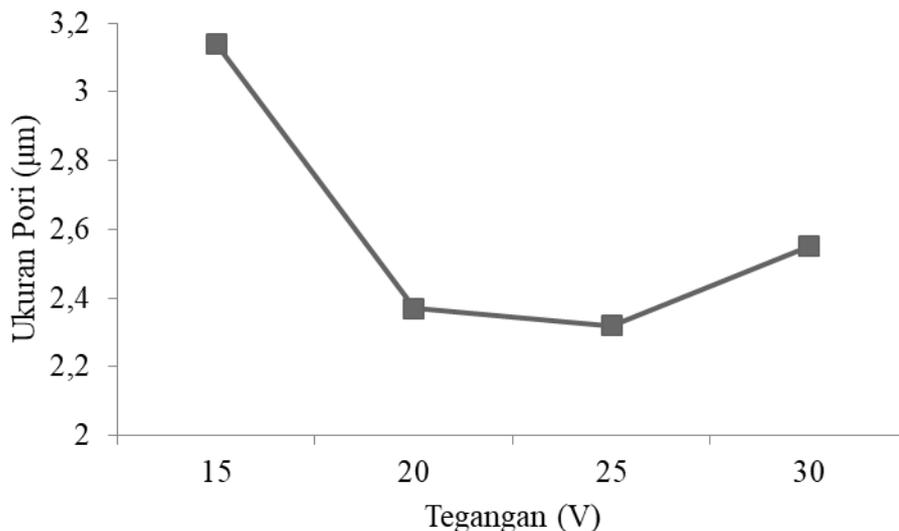


Gambar 1. Nilai kekasaran permukaan hasil anodisasi pada tegangan yang berbeda

Sedangkan ukuran pori yang terbentuk ditabelkan pada Tabel 1 dan ditunjukkan pada Gambar 2 menjelaskan tentang ukuran pori yang didapat setelah proses anodisasi dengan tegangan yang berbeda.

Tabel 1. Ukuran pori yang terbentuk setelah proses anodisasi

Tegangan	Ukuran pori (µm)
15 V	3,14 ± 1,65
20 V	2,37 ± 1,42
25 V	2,32 ± 0,69
30 V	2,55 ± 1,27



Gambar 2. Ukuran pori yang didapat setelah proses anodisasi dengan tegangan yang berbeda

Hasil rerata ukuran pori dan standar deviasi yang ditunjukkan pada Tabel 1 dan Gambar 2 tersebut menunjukkan bahwa spesimen yang dianodisasi dengan tegangan 25 V menghasilkan ukuran pori yang lebih kecil serta dengan ukuran pori yang lebih seragam jika dibandingkan dengan spesimen yang dianodisasi pada tegangan yang lebih rendah dan apabila dibandingkan dengan spesimen dengan tegangan 30 V, spesimen dengan tegangan 25 V mempunyai jumlah pit yang jauh lebih sedikit. Hal ini menunjukkan bahwa pertumbuhan lapisan oksida mampu dikontrol oleh tegangan.

Hal tersebut dapat dijelaskan sebagai berikut. Pada tahap awal dari proses anodisasi terjadi perpindahan ion Al^{3+} dari logam menuju antar muka logam / oksida membentuk lapisan oksida. Sementara itu ion O^{2-} terbentuk dari air pada antar muka oksida / elektrolit dan berpindah menuju lapisan oksida. Selama tahap ini sekitar 70% dari ion Al_3^+ dan ion O_2^- ion berkontribusi pada pembentukan lapisan *barrier* [12]. Sementara itu sisa ion Al_3^+ akan dilarutkan ke dalam elektrolit. Selama proses pembentukan lapisan oksida ini lapisan *barrier* terus melakukan pertumbuhan oksida lebih terus-menerus dan berubah menjadi dasar terbentuknya pori di mana medan listrik yang tinggi cukup untuk mendorong ion Al_3^+ melalui lapisan *barrier* dan pertumbuhan lapisan oksida terjadi pada antar muka logam / oksida yang dihasilkan dari migrasi ion O_2^- dan OH^- pada dasar lapisan pori [13]. Ini juga menjelaskan ketergantungan ukuran pori dengan medan listrik yang dihasilkan oleh tegangan anodisasi

3. Simpulan

Dari hasil pengujian anodizing dengan menggunakan anoda aluminium dan katoda titanium, dapat disimpulkan bahwa :

1. Nilai kekasaran permukaan mengalami penurunan yang cukup signifikan sebesar 53% jika dibandingkan dengan substrat, dengan nilai sebesar 1,2 μm .
2. Tegangan memberikan pengaruh yang cukup signifikan terhadap kekasaran permukaan hasil anodisasi aluminium dengan menggunakan titanium sebagai katoda. Nilai tegangan optimal diperoleh saat tegangan mencapai 25 V yang ditandai dengan ukuran pori yang terbentuk mencapai ukuran optimal pada $2,32 \pm 0,69 \mu m$

Daftar Pustaka

- [1]. Kuburi, L.S.; Malik, I.A.; Alabi, A.A.; Dauda, M., "Effect Of Corrosion On The Microstructure Of Anodized Aluminium", International Journal Of Applied Engineering Research, Vol. 7 No. 11, pp. 1223-1225, 2012
- [2]. Bouchama, L., Azzouz, N., Boukmouche, N., Chopart, J.P., Daltin, A.L., Bouznit, Y., "Enhancing Aluminium Corrosion Resistance By Two Step Anodizing", Surface and Coatings Technology, No. 235, pp. 676-684, 2013
- [3]. Whelan, M., Cassidy, J.; Duffy, B., "Sol-Gel Sealing Characteristics For Corrosion Resistance Of Anodized Aluminium", Surface And Coating Techonology, No. 235, pp. 86-96, 2013
- [4]. Raj, V.; Mumjitha, M., "Comparative Study of Formation And Corrosion Performance Of Porous Alumina And Ceramic Nanorods Formed In Different Electrolytes By Anodization", Material Science And Engineering B, Vol. 179, No.1, pp. 25-35, 2014
- [5]. Madakson, P.B.; Malik, I.A.; Laminu, S.K.; Bashir, I.G., "Effect Of Anodization On The Corrosion Behavior Aluminium Alloy In HCl Acid and NaOH", International Journal Of Materials Engineering, Vol. 294, pp. 38-42, 2012
- [6]. Bensalah, W., Feki, M., Wery, M., Ayedi, H.F., "Chemical Dissolution Resistance Of Anodic Oxide Layers Formed On Aluminium", Transactions of Nonferrous Metals Society of China, Vol. 21, pp. 1673-1679, 2011
- [7]. Poinern, G.E.J., Ali, N., Fawcett, D., "Progress in Nano-Engineered Anodic Aluminum Oxide Membrane Development, Materials, Vol. 4, pp. 487-526, 2011
- [8]. Araoyinbo, A.O., Noor, A.F.M., Sreekantan, S., Aziz, A. "Voltage Effect On Electrochemical Anodization Of Aluminium At Ambient Suhue", International Journal Of Mechanical Dan Materials Engineering, Vol. 5, No. 1, pp. 53-58, 2010
- [9]. Tu, X., Chen, L., Shen, J., Miao, C., Wu, J., "Effects of Sucrose On Anodized Film Formed on AZ31B Magnesium Alloy In Environmental-Friendly Electrolyte", International Journal of Electrochemical Science, Vol. 7, No. 9573-9579, 2011
- [10]. Kim, E.S.; Jeong, Y.H.; Choe, H.C.; Brantley, W.A., "Formation Of Titanium Dioxide Nanotubes On Ti030Nb-Xta Alloys By Anodizing", Thin Solid Films, Vol. S49, pp. 141-146, 2013

- [11]. Setyarini, P.H., Soenoko, R., Suprpto, A., Irawan, Y.S., "*Properties of Electrochemical Impedance and Surface Characteristics of Anodized AA 6061*", International Review of Mechanical Engineering, Vol. 10, No. 3, pp. 186-190, 2016
- [12]. Palbroda, E. "*Aluminium Porous Growth—II On The Rate Determining Step*". Electrochimica Acta, Vol. 40, pp. 1051-1055, 1995
- [13]. Kim, Y.S., Pyun, S.I., Moon, S.M., Kim, J.D. "*The Effects Of Applied Potential And Ph On The Electrochemical Dissolution Of The Barrier Layer In Porous Anodic Oxide Film On Pure Aluminium*", Corrosion Science, Vol. 38, pp. 329-336, 1996