

Optimasi Parameter Anodizing pada Aluminium 6061 dengan Metode Taguchi

Dewi 'Izzatus Tsamroh, Agus Suprpto^{*}, Pungky Eka Setyawan

Jurusan Teknik Mesin Universitas Merdeka Malang
Jalan Taman Agung 1 Malang Indonesia (Alamat termasuk nama negara)

dewi.tsamroh@unmer.ac.id

^{*}agus.suprpto@unmer.ac.id (penulis korespondensi)

pungky.setya@unmer.ac.id

Abstrak— Aluminium 6061 merupakan salah satu paduan aluminium yang digunakan dalam berbagai bidang. Penggunaan Aluminium 6061 ditemukan pada industri makanan hingga industri otomotif. Hal ini karena aluminium 6061 memiliki berbagai sifat unik, yang mana ia memiliki sifat yang ringan, tahan terhadap korosi, mudah dilas, ditempa, dan dicor. Meskipun demikian, paduan aluminium ini memiliki kekerasan dan ketahanan aus yang rendah. Perlakuan anodizing banyak dilakukan untuk meningkatkan kekerasan permukaan material dengan berbagai jenis variasi variabel bebas. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mendeskripsikan hasil optimasi pada proses anodizing dengan menggunakan metode Taguchi. Metode penelitian ini adalah metode eksperimental dengan pendekatan statistik dengan menggunakan Minitab 16, tiga parameter terkontrol dipilih yaitu jenis larutan (H_2SO_4 , H_3PO_4 , dan HNO_3), besar tegangan (15, 20, 30V), dan durasi waktu pencelupan (10, 20, 30 menit). Ketebalan lapisan oksida, kekerasan permukaan, dan ketahanan aus aluminium 6061 merupakan karakteristik kualitas. Eksperimen dilakukan dengan menggunakan *orthogonal arrays* L9 (3^3). Hasil penelitian menunjukkan bahwa peringkat parameter yang berpengaruh secara signifikan adalah jenis larutan, durasi waktu pencelupan, dan terakhir adalah besar tegangan.

Kata kunci— Anodizing, aluminium 6061, ketebalan lapisan, kekerasan, ketahanan aus, Taguchi.

Abstract— Aluminum 6061 is an aluminum alloy that is used in various fields. The use of Aluminum 6061 is found in the food industry to the automotive industry. This is because aluminum 6061 has a variety of unique properties, which are lightweight, resistant to corrosion, easy to weld, hammer and cast. Despite this, aluminum alloy has low hardness and wear resistance. Anodizing treatment is mostly done to increase the surface hardness of the material with various types of independent variable variations. Therefore, this study aimed to describe the optimization results in the anodizing process using the Taguchi method. Methodology of this research was an experimental method with a statistical approach by using Minitab 16, three controlled parameters were selected, which were the solution type (H_2SO_4 , H_3PO_4 , and HNO_3), the voltages (15, 20, 30V), and the duration of immersion (10, 20, 30 minutes). The oxide layer thickness, surface hardness and wear resistance of aluminum 6061 were quality characteristics. Experiments were carried out using orthogonal arrays L9 (3^3). The results showed that the ranking of parameters that had a significant effect were the type of solution, the duration of immersion, and the last was voltage.

Keywords— Anodizing, aluminum 6061, thickness coating, hardness, wear resistance, Taguchi.

I. PENDAHULUAN

Paduan aluminium banyak digunakan di industri, seperti industri otomotif dan pesawat terbang [1]. Penggunaan paduan aluminium dalam industri pesawat terbang mencapai 90% [2]. Saat ini penggunaan paduan aluminium telah meningkat pesat [3], pada tahun 2011 paduan aluminium digunakan sebanyak 68,5 ton, dan terus meningkat sebesar 9,9% pertahun dalam ton [4]. Paduan aluminium 6061 merupakan salah satu jenis paduan aluminium yang telah banyak digunakan dalam industri otomotif sejak tahun 1980. Paduan ini telah diaplikasikan di berbagai bidang, tidak hanya untuk otomotif dan pesawat terbang tetapi juga untuk peralatan rumah tangga, komponen regulator, nuklir, komponen militer dan konstruksi lainnya [5]. Suku cadang otomotif yang bekerja pada suhu tinggi seperti kepala silinder, piston, katup, blok mesin, dll. Sebagian besar terbuat dari paduan aluminium [3], [6]. Aluminium alloy banyak dipilih sebagai material dalam industri otomotif atau pesawat terbang karena sifat khususnya yaitu rasio kekuatan terhadap berat yang tinggi, selain itu material ini memiliki sifat ringan, kekuatan tinggi, murah, ketahanan korosi yang baik, dan mudah dibuat [7]. Namun kekuatan bahan ini lebih rendah dibandingkan dengan bahan komersial lainnya seperti baja, besi tuang, dan tembaga. Paduan aluminium yang

diaplikasikan sebagai komponen otomotif dalam industri seharusnya memiliki kekuatan yang lebih tinggi, sehingga sifat mekaniknya perlu ditingkatkan [8].

Sifat mekanik aluminium dapat ditingkatkan dengan melakukan beberapa perlakuan seperti paduan, perlakuan panas, penuaan, dan juga pengerjaan dingin [3]. Duralium merupakan jenis non ferro-alloy yang terdiri dari aluminium, tembaga, dan magnesium yang memiliki sifat-sifat sebagai berikut: ringan, tahan korosi baik, tahan aus dan tahan lelah (durability) tinggi [9], [10]. Salah satu jenis perlakuan yang dapat dilakukan untuk memperbaiki sifat mekanik duralium adalah proses anodizing [11].

Penelitian sebelumnya dengan menggunakan proses anodizing pada paduan aluminium 6061 (AA6061) dalam larutan elektrolit H_2SO_4 merupakan proses penting dalam pembentukan film aluminium oksida anodik (AAO) untuk meningkatkan ketahanan material terhadap korosi. Dalam penelitian ini, pengaruh parameter konsentrasi elektrolit, rapat arus, dan waktu anodisasi terhadap evolusi ketahanan korosi pada paduan AA6061 diselidiki menggunakan metode Taguchi [12].

Penelitian ini akan menggunakan metode Taguchi untuk mengetahui parameter jenis larutan, besar tegangan, serta durasi waktu pencelupan yang paling optimum terhadap respon ketebalan lapisan oksida, kekerasan permukaan, serta ketahanan aus paduan aluminium 6061.

II. METODE

a. Metode Taguchi

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah proses desain eksperimental yaitu metode desain Taguchi [13]. Metode Taguchi telah banyak diterapkan dalam analisis teknik untuk mengoptimalkan karakteristik kinerja melalui pengaturan parameter desain [10]. Metode Taguchi melibatkan pengurangan variasi dalam proses melalui desain eksperimen yang kuat [14].

b. Eksperimen

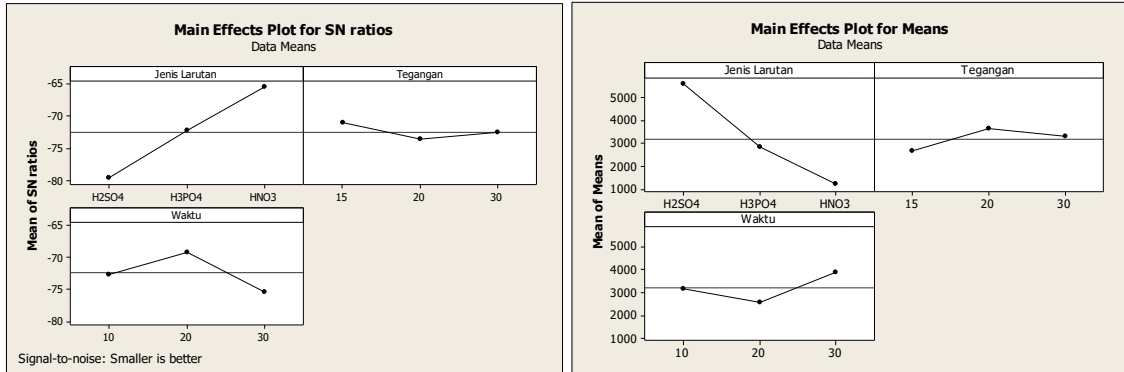
Eksperimen dilakukan sesuai dengan hasil optimasi kemudian dilanjutkan dengan uji sifat mekanik. Spesimen aluminium 6061 dibentuk dengan dimensi 10 mm x 35 mm x 25 mm. Pre-treatment pada specimen dilakukan proses degreasing etching, dan desmutting. Proses anodizing pada penelitian ini menggunakan tiga level untuk tiga faktor. Setelah proses anodizing dilakukan, dilanjutkan dengan proses dying, dan diakhiri dengan pengujian spesimen. Layout standar pada eksperimen ini adalah orthogonal array L9 (3^3), parameternya disajikan pada Tabel 1. Sedangkan parameter dan levelnya ditunjukkan pada Tabel 2. Tabel 3 menunjukkan desain eksperimen untuk setiap proses anodizing dan hasilnya. Faktor/parameter yang meliputi jenis larutan (H_2SO_4 , H_3PO_4 , HNO_3), besar tegangan (15, 20, 30V) dan waktu pencelupan (10, 20, 30 menit) pada proses anodizing paduan dicatat dalam kolom OA L9 (3^3). Ketebalan lapisan, kekerasan permukaan, dan ketahanan aus merupakan luaran/hasil. Data mean dan S/N ratio digunakan untuk menganalisis data.

Nomor Percobaan	Heat treatment parameters		
	A	B	C
1	1	1	1
2	1	2	2
3	1	3	3
4	2	1	2
5	2	2	3
6	2	3	1
7	3	1	3
8	3	2	1
9	3	3	2

Tabel 2. Parameter Anodizing dan levelnya

Level	Jenis Larutan	Tegangan	Waktu Pencelupan
1	H ₂ SO ₄	15 V	10 menit
2	H ₃ PO ₄	20 V	20 menit
3	HNO ₃	30 V	30 menit

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

**Gambar 1.** S/N Rasio Taguchi

Gambar di atas menunjukkan respon Taguchi terhadap parameter anodizing yang digunakan dalam penelitian ini. Berdasarkan Gambar 1, dapat diketahui jika parameter yang paling optimum pada proses anodizing dalam penelitian ini adalah jenis larutan H₂SO₄ dengan tegangan 20 V, serta waktu pencelupan selama 30 menit. Berdasarkan analisis Taguchi juga didapatkan hasil sebagai berikut. Hasil penelitian menunjukkan bahwa peringkat parameter yang berpengaruh secara signifikan adalah jenis larutan, durasi waktu pencelupan, dan terakhir adalah besar tegangan.

Penelitian ini selaras dengan penelitian terdahulu yang meneliti mengenai pengaruh proses anodizing terhadap ketahanan korosi sampel AA6061, pada penelitian tersebut tegangan dengan nilai yang konstan 22 V merupakan nilai paling optimum dalam kaitannya pada ketahanan korosi AA6061 [14]. Perilaku tegangan-waktu tipikal untuk film AA6061 yang dianodisasi di bawah kondisi anodisasi berbeda. Umumnya, proses anodizing dapat dibagi menjadi tiga tahap. Tahap pertama adalah pembentukan lapisan penghalang; pada saat yang sama, tegangan meningkat tajam. Ketika tegangan mencapai nilai maksimum, tahap kedua dimulai, dan lapisan berpori terbentuk; jika lapisan berpori tidak terbentuk dengan jelas selama transisi dari tegangan maksimum ke tegangan stabil, maka akan terjadi retak. Selanjutnya, tegangan secara bertahap menurun seiring dengan meningkatnya waktu anodisasi proses anodizing dan tegangan pada akhirnya mencapai nilai yang stabil, yang merupakan awal dari tahap ketiga. Selama tahap ketiga, ketebalan lapisan berpori meningkat seiring dengan waktu anodisasi, sedangkan tegangan tetap konstan [14].

Penelitian sebelumnya mengenai anodizing pada aluminium 6061 menunjukkan bahwa ketebalan lapisan oksida berpengaruh secara signifikan terhadap kekerasan permukaan spesimen. Selain itu, penelitian ini juga menunjukkan bahwa ketahanan aus pada spesimen hasil anodizing juga dipengaruhi oleh besar tegangan dan waktu pencelupan [15].

IV. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil dan pembahasan tentang optimasi parameter anodizing pada paduan aluminium 6061 dengan menggunakan metode Taguchi, dapat disimpulkan bahwa parameter yang paling berpengaruh secara signifikan dalam menghasilkan ketebalan lapisan oksida yang optimum, angka kekerasan dan ketahanan aus yang baik adalah jenis larutan pada

peringkat 1, kemudian durasi waktu pencelupan pada peringkat 2, dan besar tegangan pada peringkat 3. Kondisi optimal untuk mendapatkan ketebalan, angka kekerasan, dan ketahanan aus paduan aluminium 6061 pada proses anodizing adalah: jenis larutan H_2SO_4 , waktu pencelupan selama 30 menit, dengan tegangan sebesar 20 V.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis berterima kasih kepada Kemenristek Dikti untuk HIBAH PDUPT 2020.

REFERENSI

- [1] M. Chacko and J. Nayak, "Aging Behaviour of 6061 Al-15 vol% SiC Composite in T4 and T6 Treatments," *Int. J. Chem. Mol. Nucl. Mater. Metall. Eng.*, vol. 8, no. 3, pp. 195–198, 2014.
- [2] P. Rambabu, N. E. Prasad, and V. V. Kutumbarao, "Aerospace Materials and Material Technologies," 2017.
- [3] P. Puspitasari, D. Puspitasari, M. I. N. Sasongko, Andoko, and H. Suryanto, "Tensile strength differences and type of fracture in artificial aging process of duralium against cooling media variation," *AIP Conf. Proc.*, vol. 1778, pp. 0–4, 2016.
- [4] E. Ghassemieh, "Materials in Automotive Application , State of the Art and Prospects," *New Trends Dev. Automot. Ind.*, pp. 365–394, 2011.
- [5] K. Lee, S. Yang, and J. Yang, "Optimization of heat-treatment parameters in hardening of titanium alloy Ti-6Al-4V by using the Taguchi method," *Int. J. Adv. Manuf. Technol.*, 2016.
- [6] Anne Zulfia, Ratna Juwita, Ari Uliana, I Nyoman Jujur, and Jarot Raharjo, "Proses Penuaan (Aging) pada Paduan Aluminium AA 333 Hasil Proses Sand Casting," *J. Tek. Mesin*, vol. 12, no. 1, pp. 13–20, 2010.
- [7] J. Mulyanti, "Pengaruh Temperatur Proses Aging Terhadap Karakteristik Material Komposit Logam Al-SiC Hasil Stircasting," *J. Kompetensi Tek.*, vol. 2, no. 2, pp. 95–104, 2011.
- [8] P. Kumar, K. B. Prateek, M. Shilpa, and C. S. C. Kumar, "Optimization of Heat Treatment Parameters for the A2024 aluminum Alloy Using Taguchi 's Orthogonal Array Approach," vol. 1, no. 3, 2014.
- [9] A. Feni, "Pengaruh Ketebalan Dinding Terhadap Distribusi Kekerasan Dan Porositas Bushing dari Duralumin Powder Metallurgy," pp. 1–10.
- [10] M. Stoicănescu, M. Smeadă, V. Geamăn, and I. Radomir, "The Influence of Work Parameters about the Heat Treatment Applied to AlCu4Mg1,5Mn - Aluminum Alloy," *Procedia - Soc. Behav. Sci.*, vol. 62, pp. 886–890, 2012.
- [11] I. Polmear, "Aluminium Alloys--A Century of Age Hardening," *Mater. forum*, vol. 28, pp. 1–14, 2004.
- [12] M. M. Hamasha, A. T. Mayyas, and M. T. Hayajneh, "The Effect of Time , Percent of Copper and Nickel on the Natural Precipitation Hardness of Al – Cu – Ni Powder Metallurgy Alloys Using Design of Experiments," *J. Miner. Mater. Charact. Eng.*, vol. 10, no. 6, pp. 479–492, 2011.
- [13] D. I. Tsamroh, P. Puspitasari, Andoko, M. I. N. Sasongko, and C. Yazirin, "Comparison study on mechanical properties single step and three step artificial aging on duralium," vol. 20070, p. 20070, 2017.
- [14] I. C. Chung, C. K. Chung, Y. K. Su, "Effects of anodization parameters on the corrosion resistance of 6061 Al alloy using the Taguchi method," *Microsyst Technol.*, Springer-Verlag Berlin Heidelberg 2017.
- [15] Agus Suprpto, Pungky Setyawan, Aries Setiawan, Dewi Tsamroh, The Effect of Anodizing Solution Type Against the Coating Thickness and Wear Rate of Aluminum 6061. *International Journal of Mechanical Engineering and Technology* 10(12), 2019, pp. 57-64.