

IMPLEMENTASI DAN KARAKTERISASI PROSES ANODIZING PADA KOMPONEN ALAT KOSMETIK BERBAHAN ALUMINIUM TUBE 9004

Iwan Setyadi, Indra Muhamad Sugara

*Program Studi Teknik Mesin, FTI, Institut Teknologi Budi Utomo Jakarta
iwansetyadi2810@gmail.com*

Abstrak

Alumunium merupakan salah satu jenis logam yang ringan dan mudah dibentuk sehingga banyak digunakan untuk beberapa aplikasi diantaranya komponen peralatan kosmetik. Dalam aplikasinya komponen tersebut perlu peningkatan kekerasan permukaan supaya lebih tahan gores dan terlihat lebih menarik secara estetika. Metode yang digunakan adalah proses anodizing dengan variabel waktu nodizing sebesar 37,3 menit, 41,3 menit, 45,3 menit. Karakterisasi yang dilakukan meliputi uji kekerasan dengan metode Hardness Vickers (Hv) dan uji ketebalan lapisan oksida dengan pengujian SEM. Hasil penelitian menunjukkan bahwa waktu anodizing berperan menentukan kekerasan dan ketebalan lapisan oksida yang terbentuk. Semakin lama waktu semakin keras dan tebal lapisan. Nilai kekerasan tertinggi terjadi pada variasi waktu 45,3 menit dengan nilai kekerasan sebesar 44,9HV dengan ketebalan lapisan 21,55 μ m. Waktu anodizing 37,3 menit sudah dapat memenuhi kekerasan minimum yang disyaratkan sebesar 42 Hv dan ketebalan yang disyaratkan sebesar 10 μ m. Secara umum proses anodizing juga menyebabkan distribusi kekerasan relatif merata dan homogen dibandingkan sampel alumunium tube 9004 tanpa anodizing.

Kata kunci : anodizing, alumunium, ketebalan, kekerasan, distribusi kekerasan

1. PENDAHULUAN

Alumunium (Al) merupakan salah satu jenis logam yang ringan dengan densiti 2,7gr/cm (Callister & Rethwisch, 2007) dan mudah dibentuk baik dengan proses pemesinan, pengecoran, maupun pembentukan logam (metal forming). Keunggulan sifat ini menyebabkan Al banyak digunakan untuk beberapa aplikasi diantaranya komponen peralatan kosmetik.

Komponen peralatan kosmetik disamping mudah dibentuk memerlukan persyaratan tambahan diantaranya adanya pewarnaan supaya kelihatan menarik (nilai estetika jadi naik) dan juga kekerasan permukaan yang memadai supaya tidak mudah tergores. Untuk itu tentu diperlukan proses tambahan untuk mendapatkan performan tersebut.

Banyak metode yang bisa dilakukan untuk memodifikasi permukaan, namun salah satu metode yang cukup sederhana dan banyak digunakan adalah proses *anodizing*. *Anodizing* merupakan salah satu proses pelapisan permukaan logam seperti alumunium bisa dengan material lain maupun dengan oksida melalui proses elektrolisa (Grubbs, 1999; Santhiarsa, 2010). Tujuannya bisa untuk

memperbaiki sifat fisik, mekanis maupun untuk memperindah (keperluan estetika).

Banyak penelitian yang dilakukan untuk meningkatkan dan memodifikasi permukaan dengan proses *anodizing*. Ada yang meneliti pengaruh unsur paduan pelapisan (Habazaki et al., 1997), jenis material yang akan dilapis (Blawert et al., 2006; Thompson et al., 1999) dan pengaruh parameter seperti waktu, arus terhadap hasil *anodizing* (Andrianto et al., 2016; Nugroho, 2015; Setiawan & Ifansyah, 2019).

Pada artikel ini, hasil penelitian yang disampaikan adalah implementasi proses *anodizing* pada komponen alat kosmetik yang menggunakan material alumunium *tube* 9004. Variabel penelitiannya adalah waktu *anodizing*. Tujuannya adalah untuk mengamati dan menganalisa karakteristik kekerasan dan ketebalan lapisan oksida yang terbentuk pada permukaan alumunium tube 9004.

2. METODOLOGI

Dalam penelitian ini bahan yang di *anodizing* adalah alumunium *tube* 9004 setara dengan Al 1070 O (UNS A91070) dengan

komposisi kimia seperti yang ditunjukkan pada Tabel 1.

Parameter yang digunakan dalam proses *anodizing* adalah waktu total proses (pretreatment, electrolyte, oxidation, dieying, sealing & oven). Variasi waktu yang diteliti adalah 37,3 menit; 41,3 menit; 45,3 menit dengan rincian yang ditunjukkan pada Tabel 2.

Tabel 1 Komposisi Kimia Alumunium Tube 9004 (UNS A91070, n.d.)

| Unsur | % Berat |
|---------|---------|
| Al | ≥ 99,7 |
| Fe | ≤ 0,25 |
| Si | ≤ 0,20 |
| Zn | ≤ 0,04 |
| V | ≤ 0,05 |
| Cu | ≤ 0,04 |
| Ti | ≤ 0,03 |
| Mg | ≤ 0,03 |
| Mn | ≤ 0,03 |
| Lainnya | ≤ 0,03 |

Sumber: Hasil Penelitian

Tabel 2 Variasi Waktu *Anodizing* Yang Diteliti

| No | Tahapan <i>Anodizing</i> | Waktu Uji I (menit) | Waktu Uji II/standar (menit) | Waktu Uji III (menit) |
|----|--------------------------|---------------------|------------------------------|-----------------------|
| 1. | <i>Pretreatment</i> | 7 | 7 | 7 |
| 2. | <i>Electrolyte</i> | 7 | 7 | 7 |
| 3. | <i>Oxidation</i> | 12 | 15 | 18 |
| 4. | <i>Dieying</i> | 0,3 | 0,3 | 0,3 |
| 5. | <i>Sealing</i> | 6 | 7 | 8 |
| 6. | <i>Oven</i> | 5 | 5 | 5 |
| | Total | 37,3 | 41,3 | 45,3 |

Sumber: Hasil Penelitian

Tegangan dan arus yang digunakan adalah konstan masing-masing 13,5 volt dan 1,2 amper (arus DC).

Bahan-bahan dan parameter tambahan yang digunakan dalam proses *anodizing* meliputi :

a. *Pratreatment*

Bahan HNO₃ (100gr/liter) dan air RO (reverse osmosis). Suhunya ±30-35°C

b. *Electrolyte*

Bahan Air RO 70%, H₃PO₄ (10%), H₂SO₄ (20%). Suhunya ± 90-100°C

c. *Anodic Oxidation*

Bahan H₂SO₄ (400 ml), air RO (600 ml). Suhunya ± 30-58°C

d. *Dieying* (pewarnaan)

Bahan zat pewarna orange (2gr/liter), air RO

e. *Sealing*

Bahan bubuk sealing (5gr/liter), air RO.

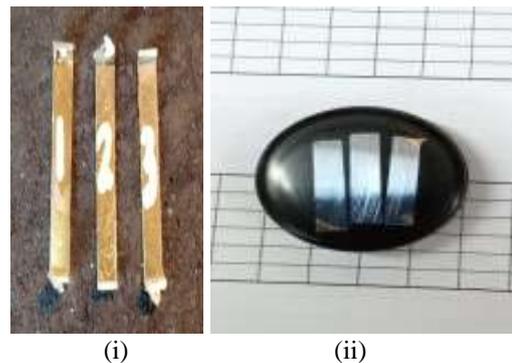
f. *Oven*, pemanasan dilakukan pada suhu ± 50°C

Gambar proses pelaksanaan *anodizing* dan sampelnya bisa dilihat pada Gambar 1 dan Gambar 2.



Gambar 1 Tahapan Proses *Anodizing* Yang Dilakukan

Sumber: Hasil Penelitian



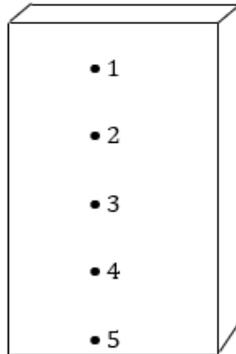
Gambar 2 (i) Spesimen alumunium tube 9004 dan (ii) Spesimen yang di *-mounting* untuk diuji

Sumber: Hasil Penelitian

Karakterisasi yang dilakukan meliputi uji SEM (scanning electron microscope) untuk pengecekan ketebalan lapisan oksida yang terbentuk pada permukaan. SEM yang digunakan adalah Inspect-S50.

Pengujian kekerasan (hardness testing) untuk mengetahui nilai kekerasan (Hv) yang diperoleh setelah proses pelapisan. Alat uji kekerasan yang digunakan adalah *Vickers Hardness Tester* (Future Tech FM 300). Sebagai pembandingan digunakan material tanpa *anodizing* (kondisi awal).

Pengukuran distribusi kekerasan (hardness distribution) pada sampel dilakukan pada 5 titik. Sketsa titik pengukurannya dapat dilihat pada Gambar 3 berikut.



Gambar 3 Sketsa Titik Pengukuran Distribusi Kekerasan

Sumber: Hasil Penelitian

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Hasil

Hasil penelitian ini meliputi hasil uji kekerasan (hardness) dan hasil SEM (scanning electron microscope).

Hasil Uji Hardness

Tabel 3 berikut menunjukkan nilai kekerasan yang diperoleh seiring dengan variasi waktu *anodizing*.

Tabel 3 Hasil uji kekerasan (Hv) hasil *anodizing* pada semua kondisi, tanpa *anodizing* dan standar

| No | Variabel | Kekerasan Rata-rata (Hv) |
|----|------------------------|--------------------------|
| 1. | Tanpa <i>Anodizing</i> | 41,10 |
| 2. | T1 (37,3 menit) | 42,38 |
| 3. | T2 (41,3 menit) | 44,28 |
| 4. | T3 (45,3 menit) | 44,9 |
| 5. | Standar perusahaan | 42 |

Sumber: Hasil Penelitian

Distribusi Kekerasan Lapisan

Tabel 4 menunjukkan distribusi nilai kekerasan pada permukaan aluminium *tube* 9004 sebelum dan sesudah proses *anodizing*.

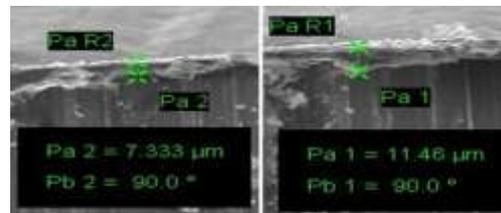
Tabel 4 Hasil uji distribusi kekerasan (Hv) permukaan hasil *anodizing* pada semua kondisi dan tanpa *anodizing*

| No | Variasi | Kekerasan lapisan | | | | |
|----|------------------------|-------------------|------|------|------|------|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 1. | Tanpa <i>Anodizing</i> | 41,5 | 40,3 | 42,2 | 39,5 | 41,1 |
| 2. | T1 (37,3 menit) | 42,1 | 42,7 | 42,5 | 42,3 | 42,3 |
| 3. | T2 (41,3 menit) | 44,5 | 44,2 | 44,8 | 44,2 | 43,7 |
| 4. | T3 (45,3 menit) | 44,5 | 44,8 | 44,7 | 45,2 | 45,3 |

Sumber: Hasil Penelitian

Hasil SEM (scanning electron microscope)

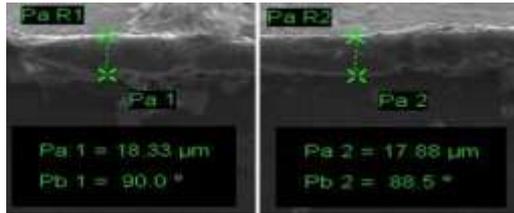
Hasil SEM yang menunjukkan ketebalan lapisan yang terbentuk dapat dilihat pada Gambar 5-7.



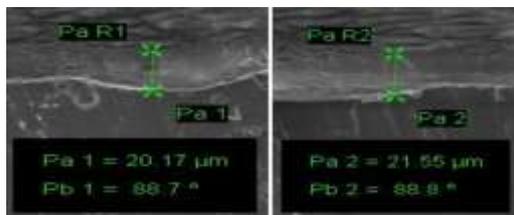
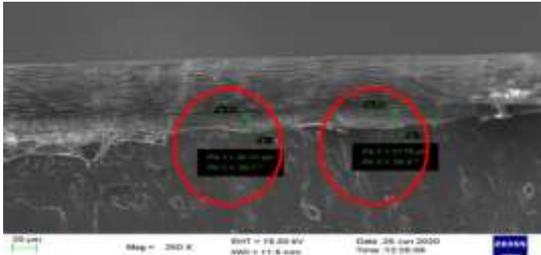
Gambar 5 Ketebalan sampel T1 waktu 37,3 menit berdasarkan foto SEM

Sumber: Hasil Penelitian





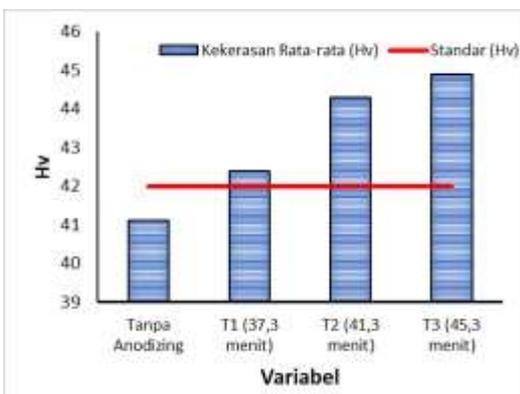
Gambar 6 Ketebalan sampel T2 waktu 41,3 menit berdasarkan foto SEM
Sumber: Hasil Penelitian



Gambar 7 Ketebalan sampel T3 waktu 45,3 menit berdasarkan foto SEM
Sumber: Hasil Penelitian

3.2 Pembahasan

Analisis Nilai Kekerasan (Hardness)



Gambar 8 Grafik hubungan waktu *anodizing* terhadap nilai kekerasan vs standar
Sumber: Hasil Penelitian

Dari Tabel 3 dan Gambar 8 dapat dilihat bahwa nilai kekerasan secara umum akan meningkat dengan semakin lamanya waktu *anodizing*, terutama yang berkaitan dengan waktu oksidasi. Peningkatan kekerasan ini terjadi pada semua variasi waktu yang

digunakan. Semakin lama proses *anodizing* menyebabkan lapisan aluminium oksida pada specimen akan semakin tebal.

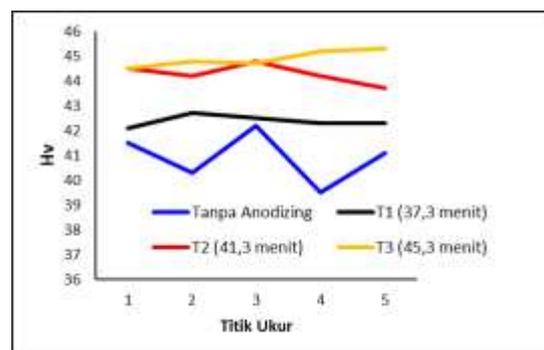
Mengacu pada standar kekerasan lapisan yang ditargetkan perusahaan (42 Hv), maka dapat diketahui bahwa waktu *anodizing* 37,3 menit (terendah) dapat mencapai kekerasan 42,38 Hv. Nilai ini masuk dan bahkan dapat melampaui standar yang ditetapkan. Sedangkan untuk waktu *anodizing* yang lebih lama nilai kekerasannya semakin meningkat.



Gambar 9 Grafik hubungan waktu *anodizing* terhadap % kenaikan nilai kekerasan terhadap sampel tanpa *anodizing*
Sumber: Hasil Penelitian

Gambar 9 menunjukkan bahwa prosentase peningkatan relatif kekerasan sampel *anodizing* terhadap sampel non *anodizing* bertambah seiring dengan semakin lamanya waktu *anodizing*. Besar kenaikan berkisar 3,11-9,25%. Prosentase peningkatan terbesar pada T3 (waktu 45,3 menit) yaitu 9,25%, sedangkan yang terendah ada pada T1 (3,73 menit) sebesar 3,11%.

Analisis Distribusi Kekerasan Lapisan

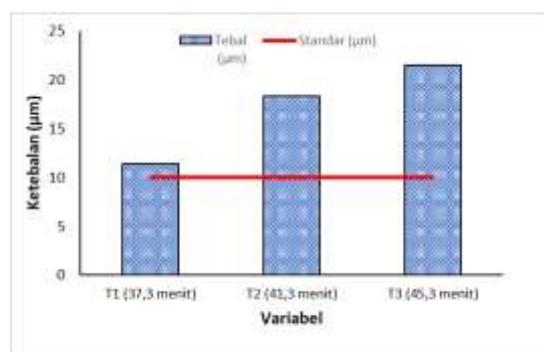


Gambar 10 Grafik distribusi kekerasan permukaan sampel berbagai variasi waktu *anodizing* dan sampel tanpa *anodizing*
Sumber: Hasil Penelitian

Mengacu pada Tabel 3 dan Gambar 10 terlihat hasil pengujian distribusi kekerasan pada 5 titik ukur ke arah panjang sampel pada masing-masing waktu *anodizing* terlihat relatif linear. Artinya ketebalan yang dihasilkan relatif seragam dan homogen. Tampak bahwa nilai tertinggi ada pada 45,3 menit diikuti oleh 41,3 menit dan 37,3 menit. Sedangkan distribusi kekerasan sampel tanpa *anodizing* terlihat sedikit fluktuatif walupun relatif linear. Adanya proses *anodizing*, maka permukaan yang tadinya berpori akan ditutupi oleh oksida yang mengendap pada permukaan.

Analisis Ketebalan dari Hasil SEM

Dari hasil foto SEM (Gambar 5-7) dapat dilihat perbedaan ketebalan lapisan oksida aluminium setelah proses *anodizing* dimana berturut-turut pada specimen T1 dengan lama waktu vareasi 37,3 menit menghasilkan tebal 11.4 μm , pada specimen T2 dengan waktu 41.3 menit tebal 18.33 μm , dan kemudian pada specimen T3 dengan waktu 45,3 menit memiliki tebal 21.55 μm . Semakin lama waktu *anodizing* menyebabkan ketebalan lapisan oksida yang terbentuk pada permukaan aluminium *tube* 9004 meningkat.



Gambar 11 Grafik hubungan waktu *anodizing* terhadap ketebalan lapisan vs standar.

Sumber: Hasil Penelitian

Gambar 11 juga menunjukkan bahwa disamping terjadi peningkatan ketebalan yang terjadi dengan bertambahnya waktu *anodizing*, penelitian ini juga menunjukkan bahwa waktu *anodizing* terendah (37,3 menit) dapat memenuhi standar ketebalan yang diinginkan. Standar ketebalan yang disyaratkan perusahaan minimal 10 μm .

4. KESIMPULAN

Proses *anodizing* mampu meningkatkan nilai kekerasan (hardness) dan pelapisan oksida pada permukaan aluminium *tube* 9004. Peningkatan nilai kekerasan dan ketebalan sangat dipengaruhi oleh lama waktu proses. Waktu *anodizing* 37,3 menit sudah dapat memenuhi kekerasan minimum yang disyaratkan sebesar 42 Hv dan ketebalan yang disyaratkan sebesar 10 μm .

DAFTAR PUSTAKA

- Andrianto, A., Suwardiyono, S., & Kurniasari, L. (2016). Pengaruh kuat arus dan waktu terhadap hasil pewarnaan dan massa aluminium pada proses *anodizing* dengan elektrolit H_2SO_4 15%. *Jurnal Inovasi Teknik Kimia*, 1(1).
- Blawert, C., Dietzel, W., Ghali, E., & Song, G. (2006). *Anodizing treatments for magnesium alloys and their effect on corrosion resistance in various environments. Advanced Engineering Materials*, 8(6), 511–533.
- Callister, W. D., & Rethwisch, D. G. (2007). *Fundamentals of Materials Science and Engineering*. In *Journal of Visual Languages & Computing* (3th ed., Vol. 11, Issue 3). WileyPLUS. https://www.m-culture.go.th/mculture_th/download/king9/Glossary_about_HM_King_Bhumibol_Adulyadej's_Funeral.pdf
- Grubbs, C. A. (1999). *Anodizing of aluminum. Metal Finishing*, 97(1), 476–493.
- Habazaki, H., Shimizu, K., Skeldon, P., Thompson, G. E., Wood, G. C., & Zhou, X. (1997). *Effects of alloying elements in anodizing of aluminium. Transactions of the IMF*, 75(1), 18–23.
- Nugroho, F. (2015). *Pengaruh Rapat Arus dan Waktu Anodizing Terhadap Ketebalan Lapisan Aluminium Oksida pada Aluminium Paduan AA 2024-T3. FLYWHEEL: Jurnal Teknik Mesin Untirta*, 1(1).
- Santhiarsa, I. G. N. N. (2010). *Pengaruh Kuat Arus Listrik Dan Waktu Proses Anodizing Dekoratif Pada Aluminium Terhadap Kecerahan Dan Ketebalan Lapisan. Jurnal Energi Dan Manufaktur*.
- Setiawan, H. M., & Ifansyah, N. (2019). *Pengaruh Waktu Anodizing Dan Jarak Anoda-Katoda Terhadap Nilai Laju*

- Korosi Aluminium 6061-T6. *Jurnal Inovator*, 2(1), 1–4.
- Thompson, G. E., Habazaki, H., Shimizu, K., Sakairi, M., Skeldon, P., Zhou, X., & Wood, G. C. (1999). Anodizing of aluminium alloys. *Aircraft Engineering and Aerospace Technology*.
- UNS A91070. (n.d.). *Aluminum 1070 Alloys*. <https://www.azom.com/article.aspx?ArticleId=8692>