

PERANAN AERASI SEL ELEKTROLISIS DALAM PEMBENTUKAN PORI PADA PROSES ANODIZING LOGAM ALUMINIUM

Eko Budiyanto¹, Lukito Dwi Yuono²

Jurusan Teknik Mesin, Universitas Muhammadiyah Metro
Jl. Ki Hajar Dewantara No. 116 Metro, Lampung, Indonesia
Email: eko_budiyanto99@yahoo.com¹, lukitodwiyuono@gmail.com²

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui peranan aerasi sel elektrolisis dalam pembentukan pori pada lapisan proses *anodizing* logam Aluminium. Selain Beda potensial, Pembentukan lapisan oksida pada permukaan Aluminium juga dipengaruhi oleh jumlah oksigen yang terdapat pada larutan elektrolit. Pengaliran udara (aerasi) pada proses ini diharapkan akan menyuplai sejumlah oksigen pada sel elektrolisis sehingga larutan elektrolit tidak mengalami defisit oksigen. Tujuan lain penambahan aliran udara pada proses ini adalah untuk menciptakan rongga pori pada oksida Aluminium yang dibentuk. Kualitas produk hasil *anodizing* ditentukan oleh ketebalan pori yang terbentuk serta jarak antar pori. Untuk keperluan yang membutuhkan material bersifat dekoratif, jarak antar pori yang terbentuk haruslah saling berdekatan untuk menghindari pewarnaan yang kurang merata. Material yang digunakan dalam penelitian ini adalah Aluminium paduan Mangan dan Silikon (Al-Mg-Si). Ukuran spesimen *anodizing* Aluminium adalah 60 x 15 x 3 (mm). Tahap preparasi Aluminium dilakukan pembersihan secara fisik dan kimiawi, spesimen dicuci menggunakan alkohol dan aquadest yang selanjutnya dilakukan perendaman pada larutan Natrium Hidroksida (NaOH) selama 2 menit. Proses *anodizing* Aluminium menggunakan asam sulfat (H₂SO₄) sebagai elektrolit dengan beda potensial 25 V selama 3 menit dan variasi aerasi 5, 10, dan 15 lpm. Jarak antar sel elektrolisis diatur sejauh 20 cm. Hasil dari proses *anodizing*, material diuji dan dianalisa karakteristik permukaannya menggunakan uji Scanning Electron Microscopy (SEM). Hasil yang diperoleh adalah debit aerasi pada proses *anodizing* memberikan pengaruh yang signifikan terhadap nilai degradasi material Aluminium. Pada debit aerasi masing-masing 10 lpm, 15 lpm, dan 20 lpm diperoleh nilai degradasi sebesar 0.0009 gr (0.0123 %), 0.0095 gr (0.1319 %), 0.041 gr (0.5621 %). Sedangkan karakteristik permukaan, bentuk, dan jarak antar pori dapat dipresentasikan dalam gambar hasil pengamatan SEM.

Kata Kunci : Aluminium, *anodizing*, aerasi, SEM, pori.

PENDAHULUAN

Aluminium merupakan salah satu logam non-ferrous yang paling banyak dipergunakan dalam bidang keteknikan karena memiliki sifat yang ringan, tahan terhadap korosi, dan dapat didaur ulang [1]. Aluminium sering dimanfaatkan sebagai bahan baku pembuatan berbagai perlengkapan rumah tangga, industri otomotif, hingga pembuatan pesawat terbang. Hal ini dikarenakan Aluminium memiliki beberapa sifat yang unggul seperti kuat, ringan, serta konduktivitas panas dan listrik tinggi. Aluminium juga memiliki

sifat mampu mesin (*machinability*) dan sifat mampu cor (*castability*) baik, serta mudah ditempa (*formability*) dan lain-lain [2]. Selain karena keistimewaan dari sifat fisis yang dimiliki oleh logam Aluminium, kebutuhan pasar dunia terhadap logam Aluminium juga berhubungan dengan segi estetika. Berbagai industri seperti industri peralatan komunikasi (*handphone*), industri otomotif, dan industri peralatan rumah tangga adalah industri yang sudah menggunakan teknik pewarnaan logam Aluminium untuk meningkatkan nilai estetika logam tersebut.

Teknik pewarnaan logam Aluminium yang digunakan dalam industri adalah teknik pelapisan logam Aluminium dengan menggunakan pewarna (*dye*) ataupun dengan Chrome (Cr). Penggunaan teknik pelapisan dengan menggunakan pewarna maupun Chrome mempunyai beberapa kelemahan, yaitu mudah terkelupasnya pewarna ataupun Chrome pelapis logam Aluminium. Kelemahan ini akan berdampak pada daya beli pasar terhadap peralatan yang berbahan dasar Aluminium. Untuk meningkatkan nilai estetika pada logam Aluminium sebagai bahan dasar dalam sebuah industri, maka salah satu cara yang dapat digunakan adalah dengan memadukan antara logam Aluminium dengan logam lain yang memiliki nilai estetika lebih tinggi seperti emas atau tembaga. Teknik yang paling tepat digunakan untuk logam Aluminium yaitu teknik *anodizing* [3].

Teknik *anodizing* adalah suatu proses penyepuhan logam yang didasarkan atas pembentukan lapisan oksida Aluminium melalui oksidasi yang terkontrol sehingga terbentuk pori, pori inilah yang kemudian dilapisi/diisi oleh lapisan logam lain. Secara umum teknik *anodizing* dapat dibedakan menjadi dua jenis yaitu, regular *anodizing* dan hard *anodizing*. Yang membedakan dari kedua jenis teknik tersebut adalah atas dasar kuat atau lemahnya proses pembentukan oksida logam melalui pengontrolan. Teknik regular *anodizing* digunakan untuk keperluan yang bersifat dekoratif, sedangkan teknik hard *anodizing* lebih bertujuan meningkatkan kekuatan fisik dari sebuah logam. Teknik *anodizing* dapat digunakan untuk meningkatkan ketahanan logam Aluminium terhadap korosi serta meningkatkan ketahanan fisik serta keausan logam Aluminium. Pemilihan teknik *anodizing* akan sangat bergantung pada keperluan. Jika yang diperlukan hanya sebatas membuat Aluminium yang dekoratif atau memiliki nilai estetika maka cukup digunakan *anodizing* jenis regular *anodizing* [4].

Teknik *anodizing* pada dasarnya menggunakan prinsip elektrolisis. Berdasarkan jenis elektrolit yang digunakan, teknik yang paling umum digunakan dalam *anodizing* adalah jenis sulfuric acid *anodizing*. Hal ini disebabkan teknik ini yang paling bernilai ekonomis. Konsentrasi asam sulfat yang paling optimum digunakan untuk teknik *anodizing* adalah 15%. Pada konsentrasi 15%, karakteristik permukaan logam Aluminium hasil *anodizing* memberikan tingkat kekerasan dan keausan yang paling optimal [5]. Hal lain yang mempengaruhi kualitas Aluminium hasil *anodizing* adalah besar beda potensial yang diberikan. Perbedaan besar beda potensial yang diberikan akan mempengaruhi lebar dan ketebalan pori oksida Aluminium yang terbentuk [6].

Kualitas produk hasil *anodizing* ditentukan oleh ketebalan pori yang terbentuk serta jarak antar pori. Jarak antar pori yang terbentuk haruslah saling berdekatan untuk menghindari pewarnaan yang kurang merata [4]. Berdasarkan data SNI No.07-0734-1989 tentang kualitas lapisan anodisasi Aluminium, ketebalan pori oksida yang terbaik adalah pada kisaran $\pm 18 \mu\text{m}$ untuk keperluan dekoratif. Untuk keperluan khusus seperti peningkatan kekuatan fisik logam, SNI mempersyaratkan ketebalan pori rata-rata diatas $20 \mu\text{m}$. Keperluan khusus lebih cenderung pada kebutuhan konsumen terhadap kekuatan fisik dan keausan logam Aluminium hasil *anodizing*.

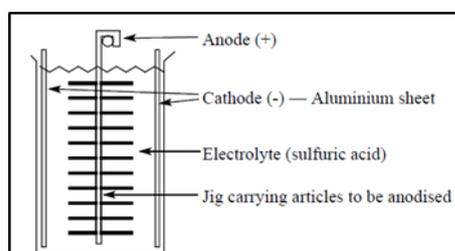
Pada proses *anodizing*, logam Aluminium yang telah dipreparasi dihubungkan dengan kutub positif power supply sedangkan kutub negatifnya akan dihubungkan dengan logam Aluminium lain. Kemudian pada sel ini dialirkan beda potensial. Beda potensial ini akan memicu pertumbuhan lapisan oksida pada permukaan logam Aluminium. Selain Beda potensial, Pembentukan lapisan oksida pada permukaan Aluminium juga dipengaruhi oleh jumlah oksigen yang terdapat pada larutan elektrolit. Pengaliran udara (aerasi) pada proses ini diharapkan

akan menyuplai sejumlah oksigen pada sel elektrolisis sehingga larutan elektrolit tidak mengalami defisit oksigen. Tujuan lain penambahan aliran udara pada proses ini adalah untuk menciptakan rongga pori pada oksida Aluminium yang dibentuk. Terbentuknya pori pada oksida menandakan proses *anodizing* berhasil dilakukan [4].

Dikarenakan pentingnya aerasi sel elektrolisis dalam proses *anodizing*, maka perlu dilakukan penelitian untuk mengetahui seberapa berpengaruh aerasi terhadap ukuran pori yang dihasilkan dalam proses *anodizing*. Dengan memvariasikan debit aerasi, maka akan diketahui debit aerasi yang tepat untuk pembentukan pori yang sesuai dengan kebutuhan. Sehingga dapat diinterpretasikan peranan aerasi dalam pembentukan pori pada proses *anodizing* logam Aluminium.

TINJAUAN PUSTAKA

Anodizing merupakan proses elektrolit dengan logam dijadikan anoda dalam elektrolit sesuai, sehingga bila dialiri listrik, permukaan logamnya diubah menjadi oksidanya, serta mempunyai sifat dekoratif, protektif, dan manfaat lainnya. Sesuai dengan sifat dan kerja elektrolit terhadap oksida anodik, kondisi operasi, juga hubungan tegangan/ arus, anoda logam terus terdegradasi dan diubah menjadi oksida yang terus bereaksi ke bagian dalam. Oksida yang terbentuk terakhir berdekatan dengan antar muka logam pelapis.



Gambar 1. Skema *anodizing*

Aluminium adalah logam putih yang liat dan dapat ditempa; bubuknya berwarna abu-abu. Logam ini melebur pada 659°C. Bila terkena udara, objek-objek

aluminium teroksidasi pada permukaannya, tetapi lapisan oksida ini melindungi objek dari oksida lebih lanjut.

Untuk menaikkan ketahanan terhadap korosi, logam aluminium dianodasi artinya produk logam aluminium sengaja dilapisi dengan aluminium oksida secara elektrolisis. Aluminium yang dianodasi ini mempunyai ketebalan lapisan ~0,01 mm dan lapisan oksida setebal ini mampu menyerap warna/zat warna sehingga permukaan logam dapat diwarnai. Pada proses “anodasi” ini, logam aluminium dipasang sebagai anode, karbon/grafit sebagai katode dan dipakai elektrolit larutan asam sulfat. Persamaan reaksi elektrolisisnya yaitu :

Pada anode terjadi oksidasi Al :

$$2\text{Al (s)} + 6\text{H}_2\text{O (l)} \rightarrow \text{Al}_2\text{O}_3 \text{ (s)} + 6\text{H}_3\text{O}^+ \text{ (aq)} + 6\text{e}^-$$
 (reaksi ini tidak akan berlanjut ketika anode Al telah terlapis rata oleh Al_2O_3)

Pada katode (reduksi) :

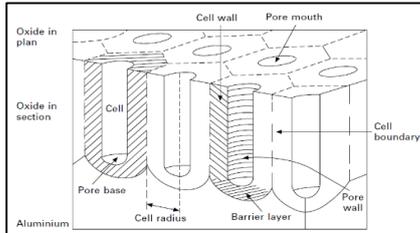
$$6\text{H}_3\text{O}^+ \text{ (aq)} + 6\text{e}^- \rightarrow 6\text{H}_2\text{O (l)} + \text{H}_2 \text{ (g)}$$

Logam aluminium yang dilapisi dengan oksida dapat mencegah pengkaratan. Ketahanan maksimum terhadap pengkaratan berada pada selang pH 4,5 sampai 8,5. Kebanyakan aluminium yg digunakan secara komersial diberi perlakuan sedemikian rupa agar dapat terlapis dengan oksida. Salah satu metode yang dinamakan *anodizing* dilakukan dengan cara objek aluminium dibuat sebagai anoda dan batang grafit dibuat sebagai katode dengan larutan elektrolit berupa asam sulfat (H_2SO_4).

Pada saat elektrolisis, peristiwa yang terjadi di elektroda ialah reaksi redoks. Di katoda (kutub negatif), reaksi reduksi dapat berupa pengendapan logam atau timbulnya gas H_2 . Di anoda (kutub positif), oksidasi dapat berupa pelarutan logam atau timbulnya gas O_2 .

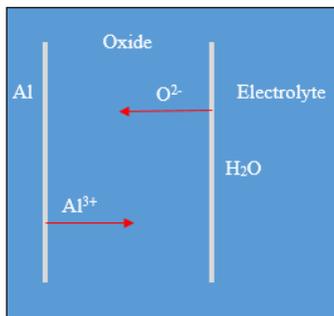
Proses penganodaan aluminium adalah proses elektrolisa sebagai elektrolit adalah asam sulfat. Benda dari logam aluminium dipasang pada kutub positif dan mengalami reaksi oksidasi pada permukaannya. Dengan demikian

terbentuklah suatu lapisan oksida aluminium pada permukaan benda itu, sehingga akan merupakan lapisan pelindung yang sekaligus dapat berfungsi dekoratif. Dalam pengamatan yang lebih dalam, oksida yang terbentuk membentuk lapisan berpori seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2.



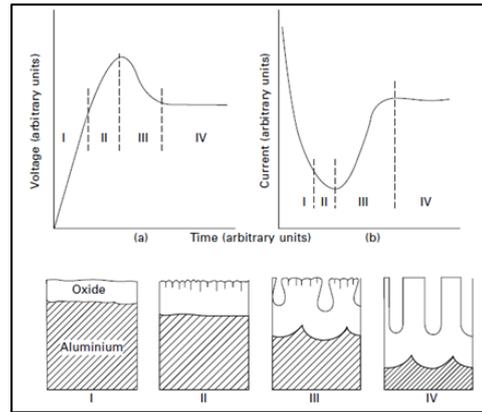
Gambar 2. Skema penjabaran lapisan anodik berpori pada aluminium [3].

Pada prinsipnya, ketika arus dialirkan pada suatu larutan garam, ion logam akan berpindah pada katoda dan ion dari radikal asam akan berpindah pada anoda. Pertukaran kimia ini terjadi pada permukaan kedua buah elektroda. Pada katoda akan terjadi reduksi dan pada anoda akan terjadi oksidasi.



Gambar 3. Transfer ion pada proses Anodizing Aluminium

Hasil utama pada katoda adalah endapan logam, tetapi pada beberapa kasus juga terjadi reduksi ion hidrogen membentuk gas hidrogen sebagai produk samping. Jika anoda merupakan logam yang sama dengan logam yang akan diendapkan pada katoda, maka anoda akan dioksidasi dan dilarutkan. Pengaruh arus dan beda potensial terhadap pertumbuhan lapisan oksida berpori ditunjukkan pada Gambar 4.



Gambar 4. Diagram pertumbuhan lapisan anodik berpori pada Aluminium, (a) kondisi Arus konstan, (b) kondisi beda potensial konstan [3].

METODE PENELITIAN

Variabel Penelitian

Variabel yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Variabel Bebas. Variabel bebas adalah variabel yang besarnya ditentukan sebelum dilakukan dan tidak dipengaruhi variabel lain. Pada penelitian ini variabel bebasnya adalah debit aerasi (10 lpm, 15 lpm, dan 20 lpm),
2. Variabel Terikat. Variabel terikat adalah variabel yang besar nilainya tergantung pada variabel bebas dan nilainya diperoleh setelah pelaksanaan penelitian. Pada penelitian ini variabel terikatnya adalah karakteristik permukaan logam aluminium (jarak dan diameter pori) Aluminium hasil *anodizing*,
3. Variabel Terkontrol. Variabel terkontrol adalah variabel yang besarnya dikendalikan atau dibuat tetap selama penelitian. Pada penelitian ini variabel terkontrolnya adalah konsentrasi elektrolit, beda potensial, jarak anoda-katoda, dan suhu ruang.

Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilakukan pada bulan April sampai November 2018, di Laboratorium Teknik Mesin Kampus II

Alat dan Bahan Penelitian

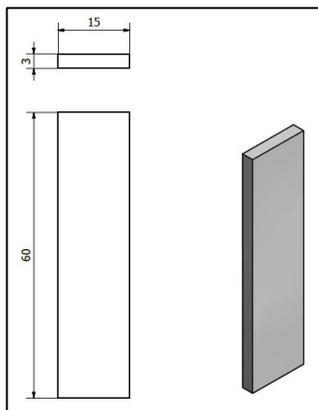
Peralatan

1. Kompresor udara 1 HP,
2. Bak kaca ukuran 25x10x10 (cm),
3. Flowmeter,
4. Adaptor,
5. Timbangan digital,
6. Mistar baja,
7. Ampere meter,
8. Gelas ukur,
9. Vernier caliper,
10. Sikat kawat,
11. Wadah acrylic,
12. Kabel,
13. Penjepit kabel (conector),
14. Camera digital,
15. SEM (*Scanning Electron Microscope*),
16. Air valve (kran udara),
17. Selang kompresor,
18. Gerinda,
19. Mata gerinda potong,
20. Stopwatch,
21. Alat uji komposisi material,
22. Voltmeter.

Bahan

1. Plat Aluminium dengan ketebalan 3 mm,
2. Larutan Asam Sulfat 15 %,
3. Sabun,
4. Aquades,
5. Larutan NaOH,

Bentuk dan dimensi spesimen *anodizing* ditunjukkan pada Gambar 5.



Gambar 5. Spesimen *anodizing*

Prosedur Penelitian

Penelitian ini dilakukan dalam 5 tahapan yaitu preparasi larutan NaOH 1 M, preparasi larutan asam sulfat, preparasi logam Aluminium, tahap *anodizing* logam Aluminium, dan uji karakteristik (pengamatan) logam Aluminium hasil *anodizing* dengan SEM.

Preparasi Larutan NaOH 1 M

1. 10 gram padatan NaOH dimasukkan ke dalam gelas ukur,
2. Kemudian NaOH dilarutkan dengan 250 ml aquadest.

Preparasi Larutan Asam Sulfat

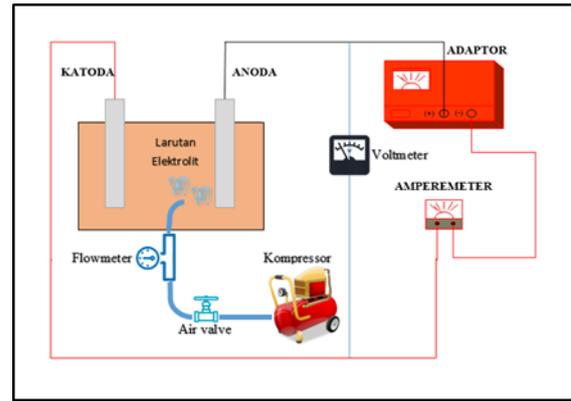
1. Larutan asam sulfat 15% disiapkan dengan cara mengencerkan asam sulfat dengan aquadest,
2. Tuang 78,11 ml asam sulfat pekat 96% ke dalam gelas ukur,
3. Larutkan asam sulfat dengan aquadest hingga volumenya menjadi 500 ml.

Preparasi Logam Aluminium

1. Pelat logam Aluminium dengan ketebalan 3 mm dipotong dengan ukuran 60 x 15 mm menjadi 18 spesimen untuk 9 kali percobaan, 9 spesimen sebagai anoda dan 9 spesimen lainnya sebagai katoda,
2. Spesimen kemudian dibersihkan secara fisik dari kotoran yang menempel dengan menggunakan alkohol,
3. Setelah dibersihkan dengan alkohol, spesimen dibersihkan dengan sabun dan aquadest,
4. Tahap pembersihan secara fisik dilanjutkan dengan pembersihan secara kimiawi, logam Aluminium direndam dalam larutan NaOH 1 M dalam suhu ruangan selama 2 menit untuk menghilangkan kotoran yang lolos dari pembersihan secara fisik (proses *degreasing*),
5. Setelah melalui proses *degreasing*, pelat Aluminium kembali dibersihkan dengan menggunakan aquadest.

Tahap *Anodizing* Logam Aluminium

1. Logam aluminium yang telah dibersihkan kemudian di-*anodizing*,
2. Logam aluminium yang akan di-*anodizing* dihubungkan dengan kutub positif *power supply* (Aluminium bertindak sebagai anoda),
3. Kemudian kutub negatif *power supply* dihubungkan pada logam aluminium lainnya (katoda),
4. Kedua elektroda ini kemudian dicelupkan kedalam larutan asam sulfat dengan konsentrasi 15% yang kemudian dialirkan listrik dengan beda potensial 25 V (Kusuma, Karyasa, & Suardana, 2014),
5. 3 pasang spesimen untuk *anodizing* yang diberikan aliran udara dengan debit aliran 5 lpm pada sel elektrolisis,
6. 3 pasang spesimen untuk *anodizing* yang diberikan aliran udara dengan debit aliran 10 lpm pada sel elektrolisis,
7. 3 pasang spesimen untuk *anodizing* yang diberikan aliran udara dengan debit aliran 15 lpm pada sel elektrolisis,
8. *Anodizing* dilakukan selama 10 menit pada suhu ruang,
9. Jarak antar elektroda diatur sejauh 20 cm,
10. Pengaliran udara menggunakan kompresor yang ditambahkan air valve sebagai pengatur debit aliran udara dan flowmeter pada selang kompresor,
11. Skema *anodizing* dapat dilihat pada Gambar 6.



Gambar 6. Skema proses *anodizing* Aluminium

Uji Karakteristik permukaan Logam Aluminium Hasil *Anodizing* dengan SEM

1. Setelah spesimen melalui proses *anodizing*, spesimen dilakukan uji karakteristik permukaan logam Aluminium,
2. Sebelum dilakukan uji karakteristik permukaan logam Aluminium, spesimen dipreparasi dengan menggunakan uv-bath,
3. Kemudian spesimen diukur konduktivitas listriknya untuk mempermudah pengoperasian serta pembacaan data SEM,
4. Spesimen dilakukan uji karakteristik permukaan logam Aluminium menggunakan SEM,
5. Pengamatan Uji karakteristik permukaan logam menggunakan SEM akan memberikan hasil berupa ketebalan dan lebar pori rata-rata pada permukaan lapisan oksida aluminium serta hasil berupa gambaran sebaran pori yang terbentuk selama proses *anodizing* berlangsung,
6. Hasil uji karakteristik permukaan logam Aluminium dianalisa.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Komposisi Kimia Aluminium

Hasil pengujian komposisi kimia menggunakan mesin uji OES (*Optical Emission Spectroscopy*) yang dilakukan di Laboratorium Lembaga Ilmu Pengetahuan

Indonesia (LIPI) Tanjung Bintang dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Komposisi kimia material Aluminium

Unsur	Si	Cu	Mg	Fe	Cr	Zn	Ti	Sn	Al
Spesimen	0.63	0.18	0.98	0.19	0.05	0.10	0.08	0.15	Balanced

Berdasarkan hasil pengujian komposisi kimia tersebut di atas, maka material Aluminium digolongkan ke dalam material Aluminium dengan paduan Mangan dan Silikon (Al-Mg-Si) dengan seri Al 6061 [7].

Persen Degradasi Aluminium Hasil Anodizing

Setelah melalui proses *anodizing* dengan variasi debit aerasi, material aluminium mengalami pengurangan volume maupun berat/massa. Untuk menentukan nilai persentase pengurangannya, maka perlu dilakukan 2 kali penimbangan pada setiap spesimen yakni sebelum dan sesudah proses *anodizing*. Hasil pengukuran berat sebelum proses *anodizing* disimbolkan dengan kode g1. Hasil pengukuran berat sesudah proses *anodizing* disimbolkan dengan kode g2. Spesimen yang diuji berjumlah 9 spesimen. 3 spesimen dilakukan proses *anodizing* dengan debit aerasi 10 liter per menit (lpm), 3 spesimen berikutnya dilakukan proses *anodizing* dengan debit aerasi 15 lpm, dan 3 spesimen yang lain dilakukan proses *anodizing* dengan debit aerasi 20 lpm. Semua pengujian menggunakan beda potensial 25 V dan jarak antara anoda dan katoda adalah 20 cm. Data hasil pengukuran berat sebelum dan sesudah proses *anodizing* Aluminium dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Data hasil pengukuran berat material

Spesimen	Jarak Anoda-Katoda (cm)	Beda Potensial (V)	Debit Aerasi (lpm)	g1 (gr)	g2 (gr)
1	20	25	10	7.2917	7.2910
2	20	25	10	7.2883	7.2873
3	20	25	10	7.3002	7.2994
4	20	25	15	7.2235	7.2145
5	20	25	15	7.1118	7.1024
6	20	25	15	7.2668	7.2568
7	20	25	20	7.3101	7.2723
8	20	25	20	7.2907	7.2465
9	20	25	20	7.2798	7.2388

Dari hasil pengukuran yang ditunjukkan pada Tabel 2 kemudian dihitung nilai pengurangan berat dari masing-masing spesimen dengan 3 variasi debit aerasi dan diambil nilai rata-ratanya. Nilai pengurangan berat spesimen setelah proses *anodizing* ditunjukkan oleh Tabel 3.

Tabel 3. Nilai pengurangan berat spesimen karena proses *anodizing*

Spesimen	Debit Aerasi (lpm)	g1 (gr)	g2 (gr)	g1-g2 (gr)
1	10	7.2917	7.2910	0.0007
2	10	7.2883	7.2873	0.001
3	10	7.3002	7.2994	0.0008
Rata-rata		7.2934	7.2925	0.0009
4	15	7.2235	7.2145	0.009
5	15	7.1118	7.1024	0.0094
6	15	7.2668	7.2568	0.01
Rata-rata		7.2007	7.1912	0.0095
7	20	7.3101	7.2723	0.0378
8	20	7.2907	7.2465	0.0442
9	20	7.2798	7.2388	0.041
Rata-rata		7.2935	7.2525	0.041

Dari Tabel 3 dapat diketahui bahwa nilai kehilangan berat (degradasi) yang terjadi sangat dipengaruhi oleh nilai debit aerasi. Pada debit aerasi 10 lpm, nilai kehilangan berat material hasil *anodizing* sebanyak 0.00083 gram, pada debit aerasi 15 lpm, nilai kehilangan berat material hasil *anodizing* sebanyak 0.0095 gram, Pada debit aerasi 20 lpm, nilai kehilangan berat material hasil *anodizing* sebanyak 0.041 gram. Nilai degradasinya meningkat seiring besarnya debit aerasi yang diberikan. Untuk menghitung persen degradasi pada material

Aluminium hasil *anodizing* dapat dihitung menggunakan rumus:

$$\% \text{ Degradasi} = \frac{g1-g2}{g1} \cdot 100\%$$

Dengan $g1$ adalah berat spesimen sebelum proses *anodizing*, $g2$ adalah berat spesimen setelah proses *anodizing*. Persen degradasi untuk spesimen yang dilakukan proses *anodizing* dengan debit aerasi 10 lpm dihitung dengan:

$$\begin{aligned} \% \text{ Degradasi (10 lpm)} &= \frac{g1-g2}{g1} \cdot 100\% \\ &= \frac{0.0009}{7.2934} \cdot 100\% \\ &= 0.0123 \% \end{aligned}$$

Dari perhitungan tersebut diperoleh nilai degradasi pada spesimen Aluminium yang telah dilakukan proses *anodizing* dengan debit aerasi 10 lpm sebesar 0.0123 %. Persen degradasi untuk spesimen yang dilakukan proses *anodizing* dengan debit aerasi 15 lpm dihitung dengan:

$$\begin{aligned} \% \text{ Degradasi (15 lpm)} &= \frac{g1-g2}{g1} \cdot 100\% \\ &= \frac{0.0095}{7.2007} \cdot 100\% \\ &= 0.1319 \% \end{aligned}$$

Dari perhitungan tersebut diperoleh nilai degradasi pada spesimen Aluminium yang telah dilakukan proses *anodizing* dengan debit aerasi 15 lpm sebesar 0.1319 %. Persen degradasi untuk spesimen yang dilakukan proses *anodizing* dengan debit aerasi 20 lpm dihitung dengan:

$$\begin{aligned} \% \text{ Degradasi (20 lpm)} &= \frac{g1-g2}{g1} \cdot 100\% \\ &= \frac{0.041}{7.2935} \cdot 100\% \\ &= 0.5621 \% \end{aligned}$$

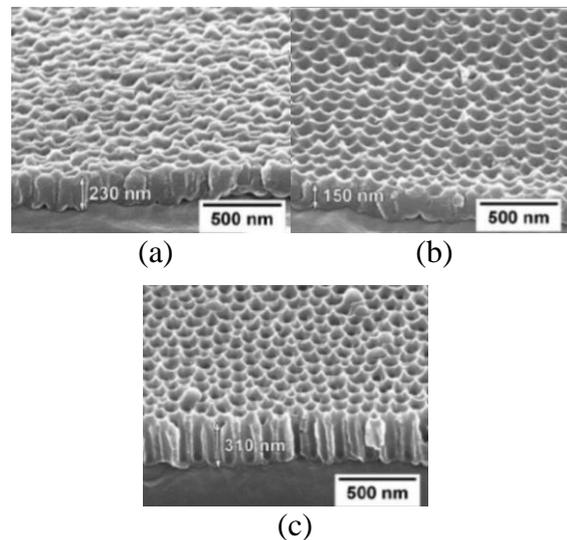
Dari perhitungan tersebut diperoleh nilai degradasi pada spesimen Aluminium yang telah dilakukan proses *anodizing* dengan debit aerasi 20 lpm sebesar 0.5621 %. Kenaikan nilai persen degradasi material hasil *anodizing* dapat dipresentasikan melalui Gambar 7.



Gambar 7. Persen degradasi Aluminium karena faktor debit aerasi pada proses *anodizing*

Karakteristik Permukaan Logam Aluminium

Pengamatan SEM hasil *anodizing* ditunjukkan pada Gambar 8.



Gambar 8. Lapisan pori permukaan aluminium hasil *anodizing* menggunakan debit aerasi (a) 10 lpm, (b) 15 lpm, (c) 20 lpm.

Proses *anodizing* menggunakan debit aerasi 10 lpm memberikan hasil lapisan oksidasi dengan ketinggian pori pada permukaan aluminium sebesar 230 nm, Proses *anodizing* menggunakan debit aerasi 15 lpm memberikan hasil lapisan oksidasi dengan ketinggian pori pada permukaan aluminium sebesar 150 nm, dan proses *anodizing* menggunakan debit aerasi 20 lpm memberikan hasil lapisan oksidasi dengan ketinggian pori pada permukaan aluminium sebesar 310 nm. Sedangkan jarak antar pori atau biasa disebut dengan kerapatan pori menunjukkan bahwa pada

proses *anodizing* dengan debit aerasi 10 lpm cenderung lebih lebar, sehingga untuk keperluan material aluminium sebagai material dengan sifat dekoratif maka proses *anodizing* menggunakan debit aerasi 15 lpm dan 20 lpm adalah yang lebih direkomendasikan.

KESIMPULAN

Dari hasil pengujian, pengamatan, dan perhitungan dapat disimpulkan sementara yaitu:

1. Debit aerasi pada proses *anodizing* memberikan pengaruh yang signifikan terhadap nilai degradasi material Aluminium,
2. Semakin besar debit aerasi menyebabkan semakin besar nilai degradasi material Aluminium yang dilakukan proses *anodizing*.
3. Untuk keperluan material aluminium sebagai material dengan sifat dekoratif maka proses *anodizing* menggunakan debit aerasi 15 lpm dan 20 lpm adalah yang lebih direkomendasikan.

REFERENSI

- [1]. Budiyo, E., Nugroho, E., & Zainudin, A. (2018). Uji KETAHANAN FATIK ALUMINIUM SCRAP HASIL REMELTING PISTON BEKAS MENGGUNAKAN ALAT Uji FATIK TIPE ROTARY BENDING. *Turbo: Jurnal Program Studi Teknik Mesin*, 7(1).
- [2]. Nugroho, F. (2015). PENGARUH RAPAT ARUS ANODIZING TERHADAP NILAI KEKERASAN PADA PLAT ALUMINIUM PADUAN AA SERI 2024-T3. *Jurnal Angkasa, Volume VIII Nomor 2*, 39-48.
- [3]. Dong, H. (2010). *Surface Engineering of Light alloys (Aluminium, Magnesium and Titanium Alloys)*. Padstow, Cornwall, UK: TJ Internasional Limited.
- [4]. Kusuma, A. K., Karyasa, I. W., & Suardana, I. N. (2014). ANODIZING LOGAM ALUMINIUM DENGAN VARIASI BEDA POTENSIAL. *Kimia Visvitalis, Volume 2*, 138-145.
- [5]. Sidharta, B. W., Soekrisno, R., & Iswanto, P. T. (2012, November 3). PENGARUH KONSENTRASI ELEKTROLIT DAN WAKTU ANODISASI TERHADAP KETAHANAN AUS DAN KEKERASAN PADA LAPISAN OKSIDA PADUAN ALUMINIUM ADC12. *Periode III*, hal. 312-317.
- [6]. Araoyinbo, A., Noor, A., Sreekantan, S., & Aziz, A. (2010). VOLTAGE EFFECT ON ELECTROCHEMICAL ANODIZATION OF ALUMINUM AT AMBIENT TEMPERATURE. *International Journal of Mechanical and Materials Engineering (IJMME), Vol. 5 (2010), No. 1*, 53-58.
- [7]. Dewi, M. (2016). Studi Mikrostruktur dan Sifat Mekanik Aluminium 6061 Melalui Proses Canai Dingin dan Aging. *Jurnal Furnace Vol 1 No. 1*.