

## Efektivitas Suhu Operasi dalam Peningkatan Lapisan Oksida Hasil Hard Anodizing Aluminium dalam Asam Sulfat 15% dan Asam Phospat 1%

Intan Salsabila<sup>1,\*</sup>, Muchamad Raihan Surya Rusmana<sup>2</sup>, Nina Puspita<sup>3</sup>, Rizky Fauzan<sup>4</sup>, Rony Pasonang Sihombing<sup>5</sup>

<sup>1,2,3,4,5</sup>Jurusan Teknik Kimia, Politeknik Negeri Bandung, Bandung 40012

E-mail : <sup>1,\*</sup>intan.salsabila.tkp21@polban.ac.id; <sup>2</sup>muchamad.raihan.tki20@polban.ac.id;

<sup>3</sup>nina.puspita.tki22@polban.ac.id; <sup>4</sup>rizky.fauzan.tki22@polban.ac.id; <sup>5</sup>rony.pasonang.sihombing@polban.ac.id

### ABSTRAK

Anodisasi merupakan metode pelapisan logam yang melibatkan konversi permukaan logam menjadi lapisan oksida melalui proses elektrolisis. Salah satu tujuan dari metode ini adalah untuk melindungi bagian logam sehingga dapat meningkatkan nilai kekerasan, ketahanan terhadap korosi, dan tahan aus. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi pengaruh variasi suhu operasi terhadap efisiensi dan ketebalan lapisan oksida yang dihasilkan melalui proses anodisasi. Larutan elektrolit yang digunakan meliputi asam sulfat 15% dengan penambahan konsentrasi fosfat 1%. Spesimen yang digunakan adalah aluminium tipe 1100 dengan tingkat kemurnian 99,00%, diberikan rapat arus sebesar 3A/dm<sup>2</sup>, waktu anodisasi berlangsung selama 30 menit pada variasi suhu 5°C; 10°C; dan 15°C. Berdasarkan analisis data didapatkan bahwa penggunaan suhu operasi yang rendah dapat meningkatkan nilai efisiensi, ketebalan lapisan oksida dan massa oksida. Nilai massa oksida dan efisiensi tertinggi diperoleh dari penelitian *hard anodizing* dengan suhu 5°C dan waktu anodisasi selama 30 menit, dengan hasil massa oksida sebesar 0,255 g dan efisiensi proses 69,03%. Nilai ketebalan lapisan oksida terbaik sebesar 18,43 µm diperoleh dari penelitian *hard anodizing* dengan suhu 5°C dan waktu anodisasi selama 30 menit.

#### **Kata Kunci**

*anodisasi, efisiensi, ketebalan, suhu*

### **1. PENDAHULUAN**

Aluminium merupakan logam yang sering digunakan dalam aplikasi alat-alat rumah tangga, otomotif, konstruksi bangunan, komponen pesawat terbang, maupun industri karena sifatnya yang ringan dan mudah untuk diproses. Selain itu, aluminium juga mudah membentuk oksida pasif yang dapat mencegah berlangsungnya proses korosi. Namun disamping keunggulan tersebut aluminium juga mempunyai kelemahan yaitu mudah terdeformasi dan mempunyai nilai kekerasan dan ketahanan aus yang rendah. Sifat-sifat tersebut dapat menurunkan masa pakai komponen jika komponen tersebut beroperasi pada kondisi yang harus bergesekan dengan komponen lainnya. Oleh karena itu, jika aluminium digunakan sebagai bahan baku komponen yang diaplikasikan pada kondisi di atas (contoh: piston), maka kekerasan dan ketahanan ausnya harus ditingkatkan. Untuk meningkatkan sifat-sifat tersebut salah satu cara yang dapat digunakan adalah dengan proses

pelapisan *hard anodizing*. Anodisasi didefinisikan sebagai suatu proses pelapisan permukaan secara elektrokimia dimana benda kerja dijadikan sebagai anoda yang akan dilapisi dengan oksidanya. Anodisasi logam aluminium memiliki tujuan untuk memperoleh lapisan tipis aluminium oksida (Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) yang memiliki sifat lebih baik dari pada logam aluminium.

Anodisasi atau anodizing diklasifikasikan menjadi 3 tipe yaitu : *chromic acid anodizing*, *sulphuric acid anodizing* dan *hard anodizing*. *Chromic acid Anodize (CAA)* adalah proses anodisasi dengan larutan elektrolit asam chromat, ketebalan film 0,05 – 0,1 mils. Sedangkan *Sulfuric Acid Anodize (SAA)* adalah proses anodisasi dengan larutan elektrolit asam sulfat, ketebalan film sampai 1 mils untuk konvensional coatings, terutama untuk kebutuhan dekoratif dan protektif. Yang terakhir, *Hard Coat Anodizing* untuk aplikasi engineering seperti pemakaian pada spare part current density voltase tinggi, ketebalan lapisan 1,8 µ - 25,4 µ. *Hard Coat Anodize (HCA)* secara

umum mampu mencapai 60-70 HRC, dengan permukaan halus dan warna gelap [1].

Proses *hard anodizing* menggunakan larutan asam sulfat ( $H_2SO_4$ ) sebagai elektrolit dapat menghasilkan lapisan oksida yang lebih tebal dibandingkan proses anodisasi menggunakan asam kromat. Namun, penggunaan asam sulfat sebagai larutan elektrolit menghasilkan pori-pori yang cukup besar pada permukaan logam. Kelemahan dan permasalahan ini dapat ditanggulangi dengan penambahan larutan elektrolit lemah yang dapat mengurangi laju pembentukan pori-pori pada benda kerja. Proses *hard anodizing* pada kondisi suhu tinggi pula dapat menurunkan hasil proses, sehingga dalam mengatasi kondisi tersebut diperlukan data mengenai suhu yang efektif dalam proses *hard anodizing*. Penambahan asam lemah dan suhu dapat menciptakan lapisan oksida yang tebal dan kekerasan yang tinggi [2]. Hasil yang diperoleh yaitu penambahan asam lemah dan peningkatan hasil proses pada kondisi suhu rendah. Untuk itu perlu dilakukan penelitian lebih lanjut terkait *hard anodizing* dalam larutan asam sulfat 15% dengan penambahan asam fosfat dengan variasi suhu untuk mendapatkan hasil yang efektif dalam peningkatan lapisan oksida.

Proses pelapisan *hard anodizing* ini dipengaruhi beberapa faktor seperti suhu, kerapatan arus, pH, dan waktu proses [3].

## 2. METODE PENELITIAN

### 2.1 Waktu dan Tempat Pelaksanaan Penelitian

Penelitian dilakukan di Laboratrium Pengendalian Korosi Teknik Kimia, Jurusan Teknik Kimia Politeknik Negeri Bandung.

### 2.2 Bahan dan Alat yang Digunakan

Untuk menunjang keberhasilan dalam penelitian ini dibutuhkan alat dan bahan yang digunakan selama rangkaian penelitian berlangsung. Alat dan bahan ditunjukkan pada Tabel 2.1 di bawah ini:

**Tabel 2.1** Alat dan Bahan

Alat	Bahan
1. Bak Penampung	1. Asam Sulfat 15%
2. Neraca Analitik	2. Asam Fosfat
3. Katoda Al	3. Natrium Hidroksida
4. Avometer	4. Asam Nitrat
5. <i>Rectifier</i>	5. Aquadest
6. Gelas Kimia 1000 ml	6. Resin
7. <i>Hot Plate</i>	7. Katalis
8. Gelas Ukur	8. Es Batu
9. Termometer	9. Aluminium

## 2.3 Variabel Penelitian

Variabel yang digunakan dalam penelitian ini adalah:

### 2.3.1 Variabel Bebas

Suhu Operasi : 5°C; 10°C; dan 15°C

### 2.3.2 Variabel Terikat

Benda Kerja : *Alloy 1100*

Konsentrasi Asam Sulfat : 15%

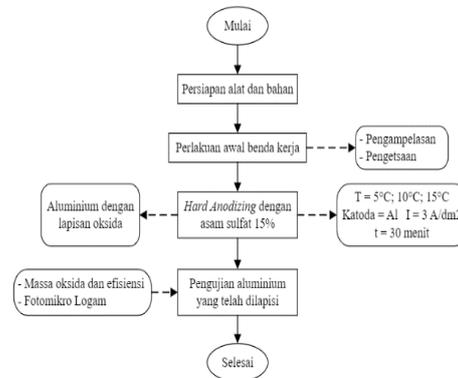
Konsentrasi Asam Fosfat : 1%

Rapat Arus : 3 A/dm<sup>2</sup>

Waktu proses : 30 menit

## 2.4 Prosedur Penelitian

Proses *hard anodizing* yang akan dilakukan secara garis besar dapat digambarkan pada Gambar 2.1



**Gambar 2.1** Rangkaian Proses

### 2.4.1 Perlakuan Awal Benda Kerja

Benda kerja yaitu aluminium 1100 dilakukan pengampelasan terlebih dahulu untuk memperhalus dan membuang kotoran atau produk korosi yang terdapat pada permukaan benda kerja. Benda kerja dilakukan proses etsa (*etching*) menggunakan larutan natrium hidroksida dengan tujuan membuka pori-pori di permukaan logam, selanjutnya dibilas dengan air bersih dan dicelupkan ke dalam larutan asam nitrat ( $HNO_3$ ) yang bertujuan untuk menetralkan sisa basa di permukaan logam serta bertujuan agar permukaan semakin bersih dan hasil anodisasi menjadi cerah.

### 2.4.2 Proses *Hard Anodizing*

Proses Anodisasi dilakukan dengan menggunakan Aluminium sebagai benda kerja ditempatkan pada kutub positif dan Aluminium sebagai katoda ditempatkan pada kutub negatif. Proses ini menggunakan larutan elektrolit yaitu Asam Sulfat 15% dengan penambahan konsentrasi asam fosfat sebesar 1%, serta variasi suhu pada

5°C; 10°C; dan 15°C. Kondisi operasi yang digunakan pada proses Anodisasi ini yaitu rapat arus 3 A/dm<sup>2</sup> dan waktu anodisasi 30 menit. Pada setiap variasi dilakukan percobaan dengan 3 sampel dengan logam ke 2 akan dilarutkan dalam campuran asam kromat dan asam fosfat untuk mengetahui hasil massa oksida [4]. Sedangkan logam 1 akan dilakukan pengujian kekerasan dan ketebalan lapisan oksida.

### 2.4.3 Pengujian Hasil

Pengujian hasil anodisasi pada logam aluminium yaitu berupa massa oksida, efisiensi, dan nilai ketebalan lapisan oksida. Perhitungan massa oksida yang terbentuk dilakukan dengan menggunakan persamaan hukum faraday dengan menghitung selisih berat benda kerja setelah pelarutan menggunakan campuran asan kromat dan asam fosfat [4] dan sebelum proses anodisasi berlangsung sehingga diperoleh nilai efisiensi proses. Nilai ketebalan lapisan oksida dilakukan dengan membandingkan volume oksida dengan luas permukaan.

## 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

### 3.1 Hasil Proses Hard Anodizing

Penelitian menggunakan benda kerja aluminium tipe 1100 yang memiliki kandungan pada Tabel 3.1 dibawah ini

**Tabel 3.1** Komposisi Aluminium 1100

Kandungan	Nilai
n	(%)
Aluminiu	Min
m	99
Silicon	0,25
Iron	0,35
Copper	0,05
Magnesi	
m	0,03
Titanium	0,03
Zinc	0,05

(Sumber : [5])

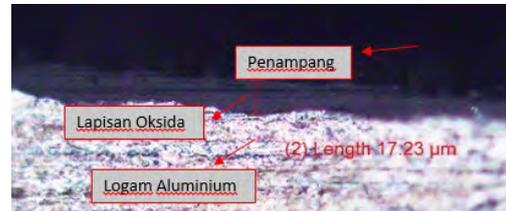
Penelitian difokuskan pada variasi suhu 5°C;10°C; dan 15°C terhadap kondisi operasi

rapat arus 3A/dm<sup>2</sup>, waktu operasi 30 menit, penggunaan katoda aluminium (Al) dan elektrolit asam sulfat 15% dengan penambahan konsentrasi fosfat 1%. Proses Hard Anodizing menggunakan sumber arus, sehingga ketika arus dinyalakan pada benda kerja akan terjadi pelepasan elektron yang selanjutnya akan teroksidasi dengan oksigen (O<sub>2</sub>) yang berasal dari larutan elektrolit sehingga membentuk aluminium oksida (Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) sebagai produk [6].

Reaksi pembentukan lapisan oksida pada aluminium ditunjukkan pada persamaan:



Lapisan oksida yang dihasilkan pada penelitian dengan suhu 5°C ditampilkan pada Gambar 3.1 dibawah ini



**Gambar 3.1** Hasil Proses Hard Anodizing

lapisan yang terbentuk yaitu lapisan dasar oksida (*barrier type oxide film*) dan lapisan pori oksida (*porous oxide film*). Struktur berpori yang timbul pada lapisan oksida merupakan hasil dari kesetimbangan antara reaksi pembentukan dan pelarutan lapisan oksida. Lapisan oksida yang dihasilkan memiliki fungsi untuk melindungi bagian logam sehingga dapat meningkatkan nilai kekerasan, ketahanan terhadap korosi, dan tahan aus [7].

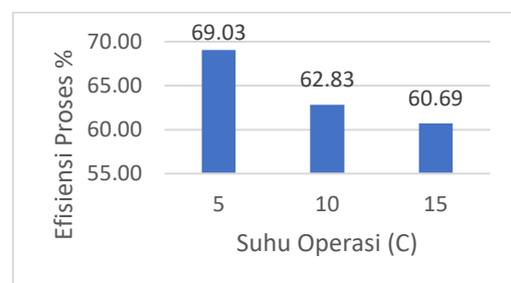
### 3.2 Pengaruh Suhu Terhadap Hasil Massa Oksida dan Efisiensi Proses

Massa oksida yang dihasilkan dari proses hard anodizing ditampilkan pada Tabel 3.1 dibawah ini

**Tabel 3.2** Hasil Massa Oksida

Suhu	Massa Oksida (g)
5 °C	0,255
10 °C	0,232
15 °C	0,224

Setelah didapatkan massa oksida maka dapat dihitung nilai efisiensi proses yang dihasilkan. Hasil efisiensi ditampilkan pada Gambar 3.2 dibawah ini



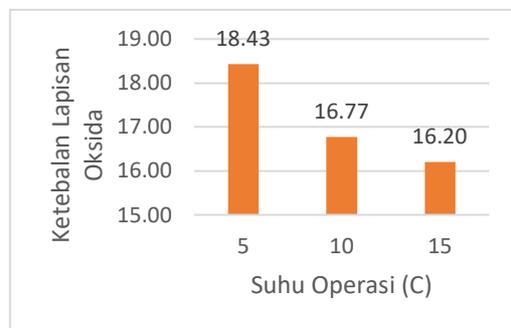
**Gambar 3.2** Hasil Efisiensi Proses

Berdasarkan hasil Tabel 3.1 dan Gambar 3.2 penggunaan suhu rendah yaitu 5°C dapat meningkatkan nilai massa oksida dan efisiensi proses dibandingkan dengan penggunaan suhu

yang lebih tinggi yaitu 10°C dan 20°C, dengan hasil massa oksida 0,255 g dan efisiensi proses 69,03%. Hal ini disebabkan suhu rendah dapat mendorong pertumbuhan oksida lebih cepat dan merata sehingga proses pelapisan yang terjadi dapat berjalan lebih maksimal dibandingkan penggunaan suhu yang lebih tinggi. Penggunaan suhu rendah sendiri dapat menghambat terjadinya laju reaksi yang berlebih yang dapat menyebabkan pelarutan oksida selama proses berlangsung [8].

### 3.3 Pengaruh Suhu Terhadap Hasil Ketebalan Lapisan Oksida

Pengukuran dilakukan menggunakan perbandingan volume oksida dengan luas permukaan sehingga diperoleh nilai ketebalan lapisan oksida yang ditampilkan pada Gambar 3.3 dibawah ini



Gambar 3. 3 Hasil Ketebalan Lapisan Oksida

Berdasarkan hasil Gambar 3.3 penggunaan suhu rendah yaitu 5°C dapat meningkatkan nilai ketebalan lapisan oksida dibandingkan dengan penggunaan suhu yang lebih tinggi yaitu 10°C dan 20°C, dengan hasil ketebalan oksida 18,43 μm. Hal ini disebabkan suhu rendah dapat memperlambat proses difusi ion dalam larutan elektrolit, sehingga proses pelapisan oksida memiliki waktu untuk mengisi celah pori yang terbentuk untuk menghasilkan lapisan yang lebih tebal dan minim poros. Dengan terbentuknya lapisan yang lebih tebal, dapat lebih baik melindungi logam dan meningkatkan ketahanan korosi dan ketahanan aus [9].

## 4. KESIMPULAN

Dari hasil penelitian hard anodizing dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Hasil proses *hard anodizing* berupa terbentuknya lapisan oksida ( $Al_2O_3$ ) yang terdapat pada permukaan logam aluminium yang berfungsi untuk melindungi logam dari korosi dan meningkatkan ketahanan aus
2. Nilai massa oksida dan efisiensi tertinggi diperoleh dari penelitian anodisasi keras dengan suhu 5°C dan waktu anodisasi selama 30 menit,

dengan hasil massa oksida sebesar 0,255 g dan efisiensi proses 69,03%. Hal ini disebabkan semakin rendah suhu pada proses anodisasi maka proses pertumbuhan oksida lebih cepat dan merata sehingga proses pelapisan yang terjadi dapat berjalan lebih maksimal serta menghambat terjadinya laju reaksi yang dapat menyebabkan pelarutan oksida selama proses berlangsung.

3. Nilai ketebalan lapisan oksida terbaik sebesar 18,43 μm diperoleh dari penelitian *hard anodizing* dengan suhu 5°C dan waktu anodisasi selama 30 menit. Hal ini disebabkan semakin rendah suhu pada proses anodisasi maka proses difusi ion dalam larutan elektrolit berjalan secara lambat sehingga proses pelapisan oksida memiliki waktu untuk mengisi celah pori yang terbentuk untuk menghasilkan lapisan yang lebih tebal dan minim poros

## 5. SARAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, terdapat saran yang dapat dilakukan untuk penelitian selanjutnya dalam pengembangan ruang lingkup, yaitu:

1. Perlu dilakukan pengujian nilai kekerasan (HVN) untuk mengetahui hasil proses *hard anodizing* dalam meningkatkan sifat mekanik.
2. Perlu dilakukan pengujian fotomikro dan SEM untuk mengetahui struktur logam hasil proses serta lebar pori yang dihasilkan.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] Mubarak, "Anodisasi Paduan Al 2024 T3 Dengan Metode Pulse Current Dalam Larutan Asam Tartarat-Sulfat (Tsa)," *Metalurgi*, pp. 161–170, 2015.
- [2] R. Yulio, "Pengaruh Variasi Suhu, Konsentrasi Larutan Asam Sulfat Dan Asam Oksalat Pada Proses Hard Anodisasi Terhadap Kekerasan Permukaan Aluminium Alloy 6061," *Mesin sains Terap.*, vol. 04, 2020.
- [3] Santhiarsa, "Pengaruh Kuat Arus Listrik Dan Waktu Proses Hard Anodizing Pada Aluminium Terhadap Kekerasan Dan Ketebalan Lapisan.," *Tek. Mesin*, vol. 04, 2013.
- [4] T. S. Preview, "INTERNATIONAL STANDARD ISO Anodizing of aluminium and its STANDARD STANDARD PREVIEW," vol. 2019, pp. 8–10, 2019.
- [5] ASTM B-209, "International Standard. Standard Specification Aluminium and Aluminium Alloy Sheet and Plate. United

- States,” 2020
- [6] B. W. Sidharta, “Pengaruh Konsentrasi Elektrolit dan Waktu Anodisasi Terhadap Ketahanan Aus, Kekerasan, Serta Ketebalan Lapisan Oksida Paduan Aluminium Pada Material Piston,” *Tek. Mesin*, 2014.
- [7] Gawad, “Characterization and corrosion behavior of anodized Aluminum alloys for military industries applications in artificial seawater,” *Surfaces and Interfaces*, pp. 314–323, 2019.
- [8] Purnama, “Pelapisan Aluminium Dengan Proses Anodisasi Multiwarna Untuk Aplikasi Komponen Dekoratif Secara Praktis,” *Politeknologi*, vol. 03, p. 11, 2012.
- [9] R. G. Pribadi, “Perilaku Oksidasi Paduan Amorf Berbasis Zirkonium Pada Temperatur 400-450 °C,” *Tugas Akhir SF-184801*, 2019.