

PENGARUH VARIASI RAPAT ARUS *HARD ANODIZING* TERHADAP LAJU KOROSI PADA ALUMINIUM 6061

Siti Ulfah Mariam¹, Akhyar Ibrahim², Yuniati², Nazirudin³

¹Mahasiswa Prodi D-IV Teknologi Rekayasa Manufaktur

²Dosen Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Lhokseumawe

³Dosen Jurusan Teknik Elektro, Politeknik Negeri Lhokseumawe

Jl. Banda Aceh – Medan Km.280 Buketrata

Email : Sitiulfahmariamsiregar2010@gmail.com

Abstrak

Aluminium merupakan logam yang mempunyai sifat ringan, tahan korosi, penghantar listrik dan panas yang baik serta mudah dibentuk. Meskipun tahan korosi, apabila logam Aluminium dipajang (*expose*) kelingkungan, maka akan terjadi interaksi antara logam dan terjadi korosi. Terdapat beberapa cara yang dapat digunakan untuk melindungi logam dari korosi salah satunya proses Anodisasi. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh rapat arus *hard anodisasi* terhadap laju korosi pada aluminium 6061. Rapat arus yang di gunakan yakni 2,5 Amp/dm², 3 Amp/dm², dan 3,5 Amp/dm². setelah itu dilakukan uji kekerasan permukaan menggunakan *microhardness vickers* dengan pembebanan 200 gf. Nilai kekerasan dengan rapat arus 2,5 Amp/dm² 121,37 HVN, dengan nilai kekerasan 3 Amp/dm² 168,90 HVN dan 3,5 Amp/dm² 206,73 HVN. Setelah proses anodisasi, Aluminium di lakukan perendaman dengan larutan korosif NaCl (konsentrasi 3,5 %) dengan waktu perendaman 93 jam, 186 jam, 272 jam, dan 456 jam. laju korosi Aluminium 6061 yang paling tinggi berada pada waktu perendaman 279 jam untuk base material. Sedangkan nilai yang paling stabil di tunjukkan pada variasi rapat arus 3 Amp/dm², nilai di tunjukkan tidak mengalami kenaikan yang konstan. Sementara itu untuk penggunaan rapat arus 3,5 Amp/dm² memiliki laju korosi sedikit lebih tinggi dibanding penggunaan rapat arus 3 Amp/dm².

Kata kunci : Aluminium, Anodisasi, Laju korosi

1. Pendahuluan

1.1 Latar Belakang

Aluminium merupakan logam yang mempunyai sifat ringan, tahan korosi, penghantar listrik dan panas yang baik serta mudah dibentuk [1].

Namun Aluminium juga memiliki kelemahan seperti kekerasan rendah dan permukaan kusam. Untuk memperbaiki sifat mekanik dan sifat fisik seperti kekerasan dan ketahanan aus pada logam Aluminium, maka perlu dilakukam perlakuan permukaan (*surface treatment*). Keuntungan *surface treatment* juga bisa meningkatkan kekerasan, ketahanan aus dan ketahanan korosi [2]. secara anodisasi dipengaruhi banyak faktor seperti, temperatur, tegangan, kuat arus dan jenis larutan elektrolit. Dimana larutan elektrolit pada proses Anodisasi dapat di bagi menjadi tiga diantaranya type sulfur, type chromic dan type *hard* proses. Karakterisasi dari lapisan Oksida yang terbentuk tergantung dari elektrolit yang digunakan dimana lapisan yang terbentuk terdiri dari dua jenis yaitu lapisan tipis barrier dan lapisan tipis berpori-pori. Lapisan tipis barrier menggunakan larutan amonium, borak dan fosfat, sedangkan lapisan tipis berpori menggunakan larutan asam sulfat,

asam khrom dan asam fospor ataupun larutan asam oksalat.

Penelitian tentang proses *hard* Anodisasi pernah dilakukan oleh Diki Aditia (2019) pernah meneliti pengaruh arus dan waktu pada anodisasi tipe *hard* proses terhadap kekerasan permukaan Aluminium Alloy 6061 dengan menggunakan larutan elektrolit asam Sulfat dan Oksalat pada variasi waktu 30 menit, 40 menit, dan 50 menit, tegangan 40 Volt dengan rapat arus 2.8 Amp/dm², hasil menunjukkan tingkat kekerasan terjadi pada waktu 30 menit yaitu sebesar 301,03 HVN[3].

2. Tinjauan Pustaka

2.1 Aluminium 6061

Aluminium merupakan unsur *non ferrous* (logam bukan besi) yang paling banyak terdapat di bumi. Aluminium merupakan logam yang mempunyai sifat ringan, tahan korosi, penghantar listrik dan panas yang baik, serta mudah dibentuk. Paduan Aluminium dapat dibagi menjadi dua kelompok, yaitu *Aluminium wrought Alloy* (lembaran) dan *Aluminium casting Alloy* (batang cor). Aluminium (99,99%) memiliki berat jenis sebesar 2,7 g/cm³, densitas 2,685 kg/m³, dan titik leburnya pada suhu 660 °C. Aluminium memiliki *strength to weight ratio*

yang lebih tinggi dari baja. Sifat tahan korosi Aluminium diperoleh dari terbentuknya lapisan oksida Aluminium dari permukaan Aluminium. Lapisan oksida ini melekat kuat dan rapat pada permukaan, serta stabil atau tidak bereaksi dengan lingkungan sekitar, sehingga melindungi bagian dalam [4].

Aluminium 6061 adalah *Aluminium Magnesium Silicon Alloy* paduan ini memiliki kekuatan yang lebih kecil dibanding paduan lainnya yang digunakan sebagai bahan tempaan, tetapi sangat liat, sangat baik kemampuan bentuknya untuk penempaan, ekstrusi dan sebagai tambahan dapat diperkuat dengan perlakuan panas setelah pengerjaan

2.2 Pengertian Anodisasi

Pengertian Anodisasi adalah proses pelapisan secara elektrolisis yang merubah Aluminium menjadi Aluminium oksida (Al₂O₃) pada permukaan yang akan dilapisi. Dari definisi tersebut dapat diketahui bahwa prinsip dasar proses anodizing adalah elektrolisis. Proses elektrolisis merupakan peristiwa berlangsungnya reaksi kimia oleh arus listrik. Komponen yang terpenting dari proses elektrolisis adalah elektroda dan elektrolit. Pada proses elektrolisis, katoda merupakan kutub negatif (sebagai penghantar benda kerja) dan anoda merupakan kutub positif (sebagai benda kerja). Karakteristik dalam lapisan anodizing menghasilkan suatu lapisan tipis oksida yang baik terhadap logam dasarnya

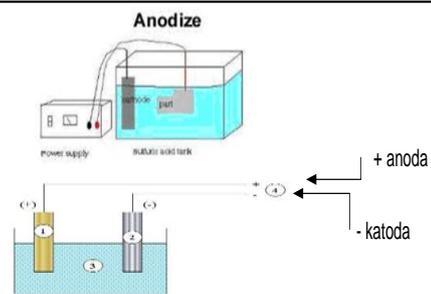
Jenis lapisan Anodisasi menurut standar MIL-A-8625 dibagi menjadi 3 type, seperti pada tabel 2.1 berikut ini :

Tabel 2.1 Jenis Lapisan Anodisasi berdasarkan Standar Mil-A-8625.

Type	Keterangan
I	Chomic Acid (konvensional)
II	Sulfuric Acid (konvensional)
III	Hard Anodizing

2.2.1 Proses Anodisasi

Anodisasi adalah proses pembentukan lapisan tipis (film) oksidasi pada permukaan benda kerja dengan metode elektrolisis. Lapisan ini memberikan perlindungan terhadap logam Aluminium dari reaksi korosi. Dalam proses anodisasi ini benda kerja (Aluminium sebagai benda kerja) ditempatkan sebagai anoda dan elektroda lain (katoda) adalah Al, Pd atau *elektroda inert*.



Gambar 2. 1 Skema Proses *Hard* Anodisasi. Sumber Gambar: (I. G. N. N. Santhiarsa, 2010)

Keterangan :

- Anoda (Al/Pb) bermuatan negatif
- Katoda (benda kerja) bermuatan positif
- Elektrolit penghantar arus unsur yang terkandung (H₂ SO₄) asam sulfat ditambah (H₂ O₂ C₄) asam oksalat type III
- Rectifire*/Sumber arus searah (DC).
- Tangki Anodisasi.

Pemakaian arus searah akan menghasilkan lapisan yang lebih keras dan tahan korosi, tetapi lebih bersifat rapuh (*brittle*). Sifat ketahanan korosi tergantung pula pada proses pengerjaan akhir terutama pada proses sealing. Proses pengerjaan akhir lainnya adalah proses pewarnaan. Proses pengerjaan pewarnaan ini meliputi pewarnaan langsung (*integral coloring*) dan pewarnaan dengan bahan pewarnaan organik atau anorganik. Hampir semua Aluminium dan paduannya dapat dioksidasi anoda dan diwarnai sesuai dengan yang diinginkan. Jenis *anodic porous* dapat diwarnai dengan obat organik, pigmen anorganik tertentu dan secara lapis listrik pula. Faktor-faktor yang mempengaruhi anodisasi, antara lain:

1. Suhu

Suhu sangat penting untuk menyeleksi cocoknya jalannya reaksi dan melindungi pelapisan. Untuk anodisasi dekoratif proses pelapisan dilakukan pada temperatur kamar.

2. Kerapatan arus

Kerapatan arus adalah arus yang digunakan pada saat proses pelapisan per satuan luas bahan, bagaimanapun nilai kerapatan arus mempengaruhi waktu plating untuk mencapai ketebalan yang maksimal.

3. Nilai pH

Derajat keasaman (pH) merupakan faktor penting dalam mengontrol larutan elektrolit.

4. Waktu Proses Anodisasi

Waktu proses anodisasi sangat berpengaruh pada ketebalan lapisan yang diharapkan.

2.2.2 Tahapan Proses Anodisasi

1. *Manual Cleaning*

Manual Cleaning merupakan proses pembersihan permukaan benda kerja agar

terbebas dari pengotor yang menempel, seperti; oli, minyak, debu, serbuk, logam, dan pengotor lainnya. Permukaan dibersihkan menggunakan kertas *abrasive* atau dengan menggunakan kain bersih yang telah dibasahi dengan cairan kimia pembersih, seperti; alkohol, aseton, MEK (*Methyl Ethyl Keton*) dan sebagainya.

2. Racking

Adalah proses pemasangan atau penyusunan spesimen atau benda kerja menggunakan kawat pada rak atau hanger bak proses.

3. Alkaline Cleaning

Dalam proses anodisasi proses pembersihan merupakan proses yang sangat penting. Proses pencucian yang baik menyebabkan lapisan Anodisasi dapat melekat dengan baik. Minyak dan kotoran yang menempel di permukaan benda kerja harus dibersihkan sebelum masuk anodisasi sehingga WBFS dapat terjadi dan salah satu cara adalah dengan menggunakan *Alkaline Cleaning*. *Alkaline Cleaning* merupakan proses pembersihan logam menggunakan larutan *alkaline* (larutan basa). Berikut ini adalah parameter larutan yang dikontrol dalam proses *Alkaline Cleaning*.

Tabel 2.2 Parameter Larutan yang dikontrol dalam Proses *Alkaline Cleaning*.

Parameter	Rentang Pengontrolan
Tribasic Sodium Phosphate	12.5 g/l
Sodium Metasilicat	25g/l
Aqua DM	1000 ml
Temperature	80-90°C
Waktu	Menit

4. Rinsing dan Water Film Breaking Test

Rinsing merupakan proses pembiasan logam yang dilakukan menggunakan *deionized water* (*Aquadest*), yaitu air yang tidak mengandung mineral di dalamnya, yang berfungsi untuk menghilangkan atau membersihkan sisa larutan kimia agar tidak mengkontaminasi proses selanjutnya. *Rinsing* dilakukan pada suhu ruang dengan waktu 1 menit.

Pada saat benda kerja diangkat dari bak *Rinsing* dilakukan pengecekan WFBT (*Water Film Breaking Test*), yaitu pemeriksaan pembedakan lapisan air yang menempel pada seluruh permukaan benda kerja selama beberapa detik.

5. Alkaline Etching dan Rinsing

Proses *pretreatment* dalam tahapan Anodisasi salah satunya adalah *etching*. *Alkaline etching*

adalah proses pengikisan permukaan menggunakan larutan *alkaline*), sehingga siap untuk proses *treatment* selanjutnya (Anodisasi). Setelah proses *Etching* benda kerja akan dimasukkan pada bak *Rinsing* untuk di bilas. Berikut ini adalah parameter yang digunakan pada *Alkaline Etching* dapat dilihat pada tabel 2.3 di bawah ini:

Tabel 2.3 Parameter Larutan yang dikontrol dalam proses *Alkaline Etching*.

Parameter	Rentang Pengontrolan
NaOH	43.6 g/l
Aqua DM	1000 ml
Temperature	60-71°C
Waktu	0.5-10 menit

6. Desmutting dan Rinsing

Desmutting adalah proses pengikisan tambahan yang dilakukan setelah proses *Alkaline Etching* untuk menghilangkan bercak hitam yang timbul akibat proses *Alkaline Etching* menggunakan *Asam Nitric* (HNO_3).

Tabel 2.4 Parameter Larutan yang dikontrol dalam Proses *Desmutting*.

Parameter	Rentang Pengontrolan
HNO_3	500 ml
Aqua DM	500 ml
Temperature	23°C
Waktu	Menit

7. Anodisasi

Pada tahap ini benda kerja akan mulai dilapisi secara elektrokimia sehingga dihasilkan lapisan yang tebal dan kuat agar mampu memproteksi korosi dengan baik. Pada proses ini akan terbentuk lapisan oksida berpori yang memungkinkan untuk dilakukan proses sekunder (pewarnaan) dengan daya rekat yang baik. Agar dihasilkan lapisan yang keras (*hard anodizing*) maka suhu larutan pada suhu 18-23°C (suhu operasi standar). Parameter Larutan dapat dilihat pada tabel 2.5 di bawah:

Tabel 2.5 Parameter Larutan dalam Proses Anodisasi untuk *Hard Anodisasi*.

Parameter	Rentang Pengontrolan
H_2SO_4	+ 500 ml
$\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$	
Aqua DM	1 liter
Temperature	20-40 °C
Waktu	80 menit
Rapat Arus	A/dm^2

8. Dye/Coloring

Coloring merupakan proses pemberian warna pada lapisan Aluminium hasil proses anodisasi sehingga dihasilkan permukaan Aluminium yang lebih dekoratif. Pencelupan pada proses ini dilakukan pada suhu 65°C dengan

pH antara 2,5-6 dalam pencelupan antara 5-30 menit.

9. Sealing

Sealing adalah proses penutupan lapisan pori pori akibat proses anodisasi menggunakan larutan dengan suhu tinggi (98-100°C), agar zat pewarna terserap dengan kuat pada pori-pori permukaan Aluminium. Adapun parameter yang dikontrol dalam proses Sealing ini dapat dilihat pada tabel 2.6 sebagai berikut :

Tabel 2.6 Parameter Larutan dalam Proses Sealing.

Parameter	Rentang Pengontrolan
Nickel Acetat	5 g/l
Cobalt Acetat	1 g/l
Boric Acid	8 g/l
Aqua DM	1 liter
Temperatur	98-100°C
Waktu	Menit

10. Drying

Drying yaitu proses pengeringan benda kerja menggunakan udara langsung atau udara bertekanan bersih pada temperatur ruang atau pada suhu maksimal 60°C dan waktu pengeringan disesuaikan hingga benda kerja benar-benar kering.

2.3 Laju Korosi

Laju korosi adalah kecepatan rambatan atau kecepatan penurunan kualitas bahan terhadap waktu[5]. Dalam perhitungan laju korosi, satuan yang biasa digunakan adalah mm/th (standar internasional) atau mill/year (mpy, standar British). Tingkat ketahanan suatu material terhadap korosi umumnya memiliki nilai laju korosi antara 1-200 mpy seperti pada tabel 2.7 :

Tabel 2.7 Tingkat Ketahanan Korosi Berdasarkan Laju Korosi [5].

No	Relative Corrosion Resistance	Approximate Metric Equivalent				
		mpy	mm/yr	µm/yr	nm/hr	µm/sec
1	Outstanding	<1	<0.02	<25	<2	<1
2	Excellent	1-5	0.02-	25 -	2 -10	1-5
			0.1	100		
3	Good	5-20	0.1.-	100 -	10-50	5-20
			0.5	500		
4	Fair	20-	0.5 - 1	500 -	50-	20-50
			50	1000		
5	Poor	50-	1 - 5	1000	150-	50-200
			200	-	500	
				5000		
6	Unacceptable	200+	5+	5000+	500+	200+

Menghitung laju korosi pada umumnya menggunakan 2 cara yaitu:

1. Metode kehilangan berat(Immersion Test)

2. Metode Elektrokimia

Penentuan Laju Korosi Metode kehilangan berat

Metode kehilangan berat adalah perhitungan laju korosi dengan mengukur kekurangan berat akibat korosi yang terjadi. Metode ini menggunakan jangka waktu penelitian hingga mendapatkan jumlah kehilangan akibat korosi yang terjadi. Untuk mendapatkan jumlah kehilangan berat akibat korosi digunakan rumus sebagai berikut:

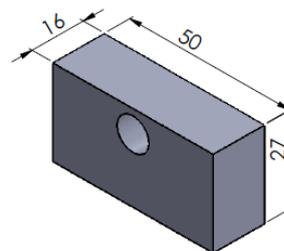
$$MPY = \frac{543.W}{D.A.T} \tag{2.1}$$

$$mmpyr = \frac{87600.W}{D.A.T} \tag{2.2}$$

$$\mu mpyr = \frac{8760000.W}{D.A.T} \tag{2.3}$$

3. Metodologi Penelitian

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah plat Aluminium Alloy 6061 di potong dengan ukuran panjang 50 mm, lebar 27 mm, dan tebal 16 mm ditunjukkan pada gambar 3.1 dan penyetingan peralatan pada gambar 3.2 dibawah ini :



Gambar 3. 1 Dimensi Benda Uji
Sumber Gambar : (Solidwork, 2019)



Gambar 3. 2 Penyetingan Peralatan
Sumber Gambar : (Laboratorium Kimia Dasar)

Persiapan larutan kimia akan di tempakan pada wadah/bak yang telah di sediakan , kemudian dilakukan penyetingan alat-alat , seperti: rectifier, avometer, heater, dan pemasangan katoda Aluminium. Pada bak Anodisasi agar suhu di bawah temperatur ruang (5°C) .

3.1 Uji Microhardness Vickers

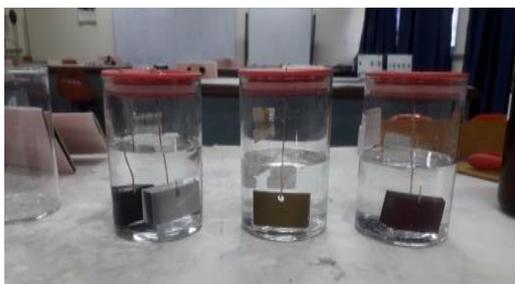
Pengujian microhardness vickers dilakukan menggunakan metode microvickers dengan pembebanan dan waktu yang di sesuaikan dapat dilihat pada gambar dan dilakukan pengujian pada beberapa 3 titik yang berbeda.

3.2 Persiapan Sampel Uji Korosi

Setelah proses Anodisasi dilakukan, maka akan dilakukan uji korosi. Pengujian menggunakan prinsip kehilangan berat (*weight gain loss*).

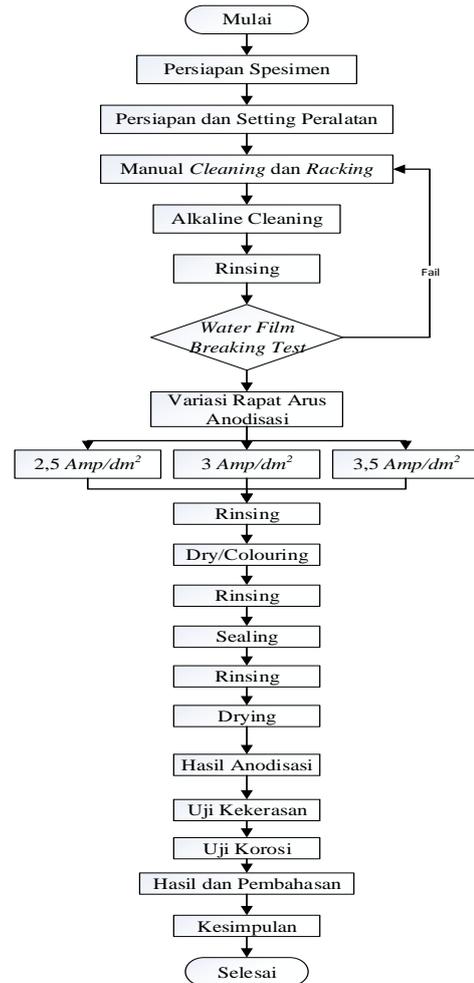
Adapun langkah –langkah pengujian korosi terlihat pada gambar 3.3 adalah sebagai berikut:

1. Memberikan label penomoran pada setiap sampel.
 2. Penimbangan awal benda uji sebelum direndam dalam larutan(W_0).
 3. Penimbangan berat dilakukan dengan menggunakan neraca digital dengan tingkat ketelitian 0.0001 gram. Selanjutnya dilakukan pencatatan untuk hasil masing-masing sampel uji tersebut.
 4. Menyiapkan larutan korosif NaCl sebanyak 1000 ml.
 5. Perendaman sampel uji.
 6. Perendaman dilakukan selama 93 jam ,186 jam, 279 jam, dan 465 jam kedalam larutan garam (Nacl).
 7. Setelah waktu perendaman tercapai, mengangkat sampel dari uji rendam,lalu dibilas hingga bersih menggunakan Aquades.
 8. Penimbangan berat akhir sampel(W_1).
 9. Sampel ditimbang menggunakan timbangan digital untuk mengetahui berat akhir setelah perendaman. Fungsi penimbangan akhir ini adalah untuk mengetahui selisih berat setelah dilakukan perendaman($W_0 - W_1$).
- Perhitungan nilai laju korosi menggunakan metode *weight loss*.
 - Analisa hasil laju korosi.



Gambar 3. 3 Rangkaian Pengujian Korosi
Sumber Gambar : (Laboratorium Kimia Dasar)

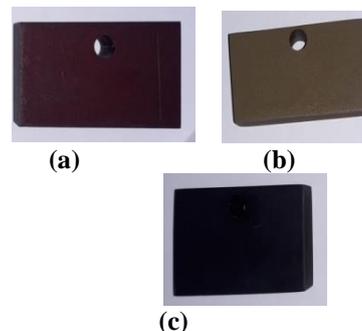
Diagram Alir penelitian dapat dilihat pada gambar 3.4 di bawah ini



Gambar 3.4 Diagram Alir Penelitian
Sumber Gambar : (Visio,2016)

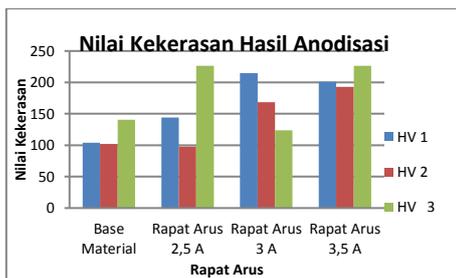
4. Hasil dan pembahasan

Spesimen yang digunakan yakni Aluminium Alloy 6061 ,dimana spesimen base material adalah material yang akan digunakan untuk uji kekerasan tanpa anodisasi dan 3 spesimen yang digunakan untuk proses anodisasi. Pada Gambar 4.1 ditunjukkan aluminium 6061 setelah proses Anodisasi.



Gambar 4. 1 Spesimen Hasil Anodisasi dengan Variasi Rapat Arus (a) 2,5 Amp/dm² (b) 3 Amp/ dm² (c) 3,5 Amp/dm²

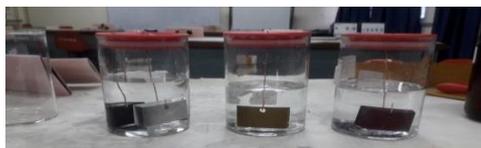
Setelah proses Anodisasi dapat dilihat dari gambar 4.2 dilihat bahwa nilai kekerasan pada base material didapat 115,47 HVN dan mengalami peningkatan nilai kekerasan setelah dilakukan proses anodisasi. Pada nilai kekerasan variasi rapat arus 2,5 Amp/dm² didapatkan nilai 121,37 HVN , pada rapat arus 3 Amp/dm² nilai kekerasannya yakni 168,90 HVN, dan pada rapat arus 3,5 Amp/dm² yakni 206,73 HVN. Pada variasi rapat arus diatas 3,5 Amp/dm² reaksi laju pengendapan menurun, hal ini disebabkan gas hidrogen yang terbentuk disekitar permukaan aluminium sehingga ion sulfat mengendap dipermukaan.



Gambar 4.2 Grafik Nilai Kekerasan Hasil Anodisasi

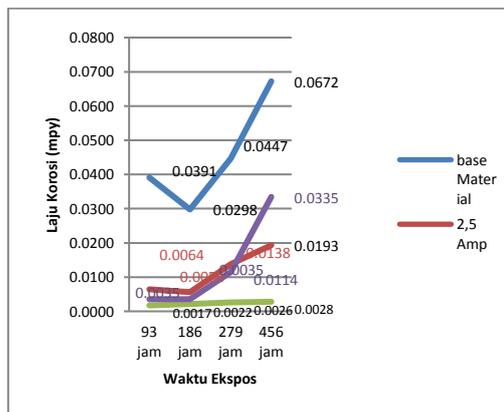
4.1 Pengujian Laju Korosi

Pengujian laju korosi dilakukan dengan metode *Immersion Test* atau pencelupan kedalam larutan yang bersifat korosif yaitu larutan NaCl dengan konsentrasi 3,5%, yaitu selama 93 jam, 186 jam, 272 jam dan 465 jam yang ditunjukkan pada gambar 4.3



Gambar 4.3 Pengujian Laju Korosi
Sumber Gambar : (Laboratorium Kimia Dasar)

Dari hasil penelitian diatas didapatkan hasil penelitian yang ditunjukkan pada gambar 4.4 dibawah



Gambar 4.4 Grafik Laju korosi

Laju korosi Aluminium 6061 pada base material didapat pada waktu 93 jam dan 186 jam yakni 0,0391 mmpy dan 0,0298 mmpy. Ketika memasuki waktu perendaman 279 jam, laju korosi pada base material meningkat drastis yakni sebesar 0,0447 mmpy. Pada waktu perendaman 456 jam nilai laju korosi pada base material kembali meningkat pada angka 0,0672 mmpy. Untuk variasi arus 2,5 Amp/dm² ,didapatkan nilai masing masing yakni 0,0064 mmpy,0.0056 mmpy, 0.0138 mmpy, dan 0.0193 mmpy. Pada variasi rapat arus 3 Amp/dm² didapatkan nilai masing-masing laju korosi yaitu 0,0017 mmpy, 0.0022 mmpy, 0.0026 mmpy dan 0.0028 mmpy. Dan untuk variasi rapat arus 3,5 Amp/dm² didapatkan nilai masing masing laju korosinya yakni 0.0035 mmpy,0.0036 mmpy,0.0115 mmpy dan 0.0335 mmpy. Berdasarkan data diatas yang paling tinggi nilai laju korosi berada pada waktu perendaman 456 jam untuk base material. Sedangkan nilai yang paling stabil di tunjukkan pada variasi rapat arus 3 Amp/dm², nilai di tunjukkan tidak mengalami kenaikan yang konstan. Sementara itu untuk penggunaan rapat arus 3,5 Amp/dm² memiliki laju korosi sedikit lebih tinggi dibanding penggunaan rapat arus 3 Amp/dm² Hal ini mengindikasikan bahwa pada penggunaan rapat arus 3,5 Amp/dm² terjadi peluruhan yang memiliki laju yang tinggi.

5. Kesimpulan

- Proses anodisasi dapat meningkatkan kekerasan lapisan permukaan aluminium Alloy 6061 secara signifikan dari 115,47 HVN menjadi 206,73 HVN.
- Semakin tinggi nilai rapat arus yang digunakan,berbndinag lurus dengan nilai kekerasannya.
- Nilai laju korosi pada rapat arus 3 Amp/dm² menunjukkan hasil yang paling stabil yakni Pada variasi rapat arus 3 Amp/dm² didapatkan nilai masing-masing laju korosi yaitu 0,0017 mmpy, 0.0022 mmpy, 0.0026 mmpy dan 0.0028 mmpy.
- Peningkatan rapat arus dari 2,5 Amp/dm² sampai 3 Amp/ dm² akan diikuti penurunan laju korosi, namun pada rapat arus di atas 3 A/ dm² laju korosi akan kembali meningkat akibat besarnya reaksi peluruhan.

DAFTAR PUSTAKA

[1]. Surdia, T. dan Saito S, 1992, “Pengetahuan Bahan Teknik”, P.T Pradnya Paramitha, Jakarta.

- [2]. Huang, C.A, Tu, G.C., Liao, M.C., Kao, Y.L., 2000, Hard Chromium Plating On Cold Swaged CrMo Steel Using Rotating Cylinder Electrode, *Jurnal Of Materials Science Letters* 19, 1357 –1359
- [3]. DikiAditia, Ramli Usman, dan Yuniati, "Pengaruh Variasi Arus dan Waktu pada Anodisasi type Hard proses Terhadap Kekerasan Permukaan Aluminium" *Teknik Mesin*, vol.3, no.2, 2019.
- [4]. Haryanto, "Pengaruh Variasi Tegangan Lisrik Pada Proses Anodizing Terhadap Kekerasan Permukaan Aluminium Seri 6," 2017.
- [5]. M. G. Fontana, *Corrosion Engineering*. 1987.
- [6]. anthiarsa, 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*.