

# PENGARUH VARIASI SUHU, KONSENTRASI LARUTAN ASAM SULFAT DAN ASAM OKSALAT PADA PROSES *HARD* ANODISASI TERHADAP KEKERASAN PERMUKAAN ALUMINIUM ALLOY 6061

Rahmad Yulio<sup>1</sup>, Nurdin<sup>2</sup>, Yuniati<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Mahasiswa Prodi D-IV Teknologi Rekayasa Manufaktur

<sup>2</sup>Dosen Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Lhokseumawe

Jl. Banda Aceh-Medan Km.280 Buketrata

Email : Yuliorahmat97@gmail.com

## Abstrak

Anodisasi merupakan suatu proses elektrokimia pada logam Aluminium dengan tujuan untuk memperoleh lapisan tipis Aluminium Oksida ( $Al_2O_3$ ) yang sifatnya lebih baik dari pada logam Aluminium itu sendiri. Penelitian ini menitik beratkan pada proses anodisasi Aluminium yang menggunakan variasi larutan elektrolit campuran Asam Sulfat ( $H_2SO_4$ ) dengan Asam Oksalat ( $H_2O_2C_4$ ). Dengan lamanya waktu 40 menit dengan rapat arus 3 Amp/dm<sup>2</sup> dan variasi suhu 5 °C, 10 °C, dan 15 °C. Terhadap karakteristik lapisan yang terbentuk setelah hasil anodisasi pengujian dilakukan dengan uji kekerasan permukaan yaitu *Microhardness Test* dengan metode *Microvickers*. Dan hasil penelitian di dapat kekerasan permukaan tertinggi pada campuran Asam Sulfat 12 % dan Asam Oksalat 1 % pada suhu 5 °C sebesar 334.37 HVN, untuk Asam Sulfat 12 % dan Asam Oksalat 2 % pada suhu 5 °C sebesar 316.03 HVN, dan untuk Asam Sulfat 1 % dan Asam Oksalat 12 % pada suhu 5 °C tidak terjadi proses anodisasi.

**Kata kunci :** Aluminium, Anodisasi, Larutan Elektrolit, Suhu, *Microvickers*.

## 1. Pendahuluan

### 1.1 Latar Belakang

Paduan Aluminium 6061 (Al, Si, dan Mg) digunakan dalam pembuatan komponen otomotif diantaranya *pulley*, dimana komponen ini merupakan komponen yang bergerak, yang tentunya harus memenuhi sifat mekanik dan fisik seperti dan kekerasan dan ketahanan aus. Untuk memperbaiki sifat mekanik dan sifat fisik seperti kekerasan dan ketahanan aus, pada paduan logam Aluminium perlu dilakukan proses anodisasi, dimana proses ini merupakan proses pelapisan secara elektrolisis untuk melapisi suatu permukaan logam Aluminium dengan suatu oksida sehingga terbentuk lapisan tipis pada permukaan logam Aluminium. Lapisan ini memberikan perlindungan terhadap logam Aluminium dari korosi, dapat meningkatkan kekerasan serta daya tahan keausan. [1]

Pada permukaan lapisan oksida yang terbentuk dalam proses anodisasi, terdapat jutaan pori-pori sel, dimana ukurannya merupakan fungsi dari tegangan proses anodisasi. [2]

Menurut [3] terdapat tiga type produk hasil anodisasi yang dihasilkan pada jenis larutan elektrolit yang digunakan untuk proses anodisasi yaitu type satu asam sulfat, type dua asam *chromic* dan type tiga *hard coat* lapisan anodisasi yang keras berupa larutan asam sulfat dan di tambah dengan larutan asam oksalat. Dimana anodisasi type tiga, menghasilkan lapisan yang lebih keras bila dibandingkan dengan anodisasi type satu dan type dua proses anodisasi type *hard coat* atau type tiga ini, membutuhkan voltase yang besar, rapat arus yang besar, serta temperatur yang rendah bila dibandingkan dengan type satu dan type dua.

[4] pernah meneliti, pengaruh variasi temperatur, jarak anoda dengan katoda, dan pewarnaan terhadap kekerasan permukaan pada proses anodisasi Aluminium 1100, dengan menggunakan jenis larutan elektrolit *Asam Sulfat*, menggunakan Aluminium murni.

Menurut [5] jenis Aluminium yang dapat di *anodizing* dengan tingkat kekerasan yang tinggi, yaitu Aluminium murni (1100), Aluminium paduan Al - Mg (5005), dan Aluminium paduan Al - Mg - Si (6061).

Beberapa latar belakang diatas, maka penulis mencoba untuk meneliti pengaruh suhu pada proses *hard* anodisasi terhadap kekerasan permukaan yang terjadi dengan menggunakan larutan elektrolit jenis *Asam Sulfat* dan *Asam Oksalat*, dimana proses anodisasi ini menggunakan variasi suhu larutan yaitu 5 °C, 10 °C, dan 15 °C, pada Aluminium seri 6061.

## 1.2 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan penelitian ini sebagai berikut:

1. Mengetahui pengaruh variasi suhu terhadap kekerasan lapisan yang terbentuk pada proses anodisasi.
2. Mengetahui pengaruh konsentrasi larutan asam sulfat dan asam oksalat terhadap kekerasan permukaan pada proses anodisasi.

## 1.3 Batasan Masalah

Agar penyusun ini lebih mengarah ke tujuan penelitian dengan membatasi pokok permasalahan sebagai berikut:

1. Lama waktu pencelupan proses anodisasi 40 menit dengan rapat arus 3 Ampere/dm<sup>2</sup>.
2. Suhu yang digunakan ialah 5 °C, 10 °C, dan 15 °C.
3. Material yang digunakan untuk proses anodisasi yaitu Aluminium 6061.
4. Larutan elektrolit yang digunakan adalah H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> (*Asam Sulfat*) dan H<sub>2</sub>C<sub>2</sub>O<sub>4</sub> (*Asam Oksalat*), dengan perbandingan 12% *Asam Sulfat* dan 1% *Asam Oksalat*, perbandingan 12 % *Asam Sulfat* dan 2 % *Asam Oksalat*, serta perbandingan 1 % *Asam Sulfat* dan 12 % *Asam Oksalat*.
5. Pengujian kekerasan menggunakan *Microvikers*.

## 2 Teori Dasar

### 2.1 Aluminium dan Paduannya

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/cm<sup>3</sup>, densitas 2,685 kg/m<sup>3</sup>, dan titik leburnya pada suhu 660 °C.

Aluminium murni sangat lunak dan tidak kuat, tetapi dapat dicampur dengan Tembaga (Cu), Magnesium (Mg), Silikon (Si), Mangan (Mn), dan unsur-unsur lainnya untuk membentuk sifat-sifat yang menguntungkan. Campuran logam ini penting digunakan dalam konstruksi mesin, komponen pesawat modern dan roket. Logam ini jika diuapkan serta divakum untuk membentuk lapisan yang memiliki reflektivitas tinggi untuk cahaya yang tampak dan radiasi panas. Lapisan ini menjaga logam bawahnya dari proses oksidasi, sehingga tidak menurunkan nilai logam yang dilapisi, lapisan ini digunakan untuk memproteksi kaca teleskop dan masih banyak kegunaan lainnya.

### 2.2 Aluminium yang dapat di Anodisasi

Terdapat 3 jenis Aluminium yang dapat dianodisasi dengan tingkat keberhasilan yang tinggi. Ketiga jenis Aluminium tersebut adalah AA-1xxx, AA-5xxx, dan AA-6xxx.

No.	Jenis Aluminium	Penomoran Aluminium (AA – xxxx)
1	Aluminium Murni	1100
2	Paduan Al-Mg	5005, 5050, 5252, 5657
3	Paduan Al-Mg-Si	6061, 6063, 6463
4	Paduan Al-Si	4043, <i>cast Alloy</i>
5	Paduan Al-Cu	2024
6	Paduan Al-Mn	3003
7	Paduan Al-Zn-Mg	7075

Tabel 2.1 Jenis Aluminium yang dapat di Anodisasi.

Berbagai sifat Aluminium antara lain :

1. Memiliki ketahanan yang baik terhadap larutan kimia, cuaca/udara, dan berbagai gas, sehingga membantu ketahanan terhadap korosi.

2. Dapat ditingkatkan kekuatan mekanik dan fisiknya dengan penambahan unsur-unsur paduan.
3. Memiliki sifat reflektivitas yang sangat baik.
4. Konduktivitas panas dan listrik tinggi.
5. Memiliki sifat elastisitas yang tinggi, sehingga material ini sering digunakan dalam aplikasi yang melibatkan kondisi pembebanan kejut.
6. Biaya pabrikasi rendah.
7. Mudah ditempa dan dibentuk.



Gambar 2.1 Macam-macam *Pulley* Mahkota

### 2.3 Aluminium 6061

*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. Paduan 6061 digunakan untuk komponen permesinan. Memiliki kekuatan yang cukup baik tanpa mengurangi hantaran listrik maka dipergunakan untuk kabel tenaga.

Dalam hal ini percampuran dengan Cu, Fe, dan Mn perlu dihindari karena unsur-unsur tersebut menyebabkan tahanan listrik menjadi tinggi. Magnesium dan Silikon membentuk senyawa  $Mg_2Si$  (*Magnesium Silisida*) yang memberikan kekuatan tinggi pada paduan ini setelah proses *heart treatment*. Seri 6053, 6061, 6063 memiliki sifat tahan korosi sangat baik dari pada *heat treatable* Aluminium lainnya. Digunakan untuk piston motor, *silinder head* motor bakar, dan part sepeda, dll [6].

### 2.4 Material Aluminium (*Pulley*)

*Pulley* merupakan material Aluminium suatu alat mekanis yang digunakan sebagai perantara sabuk untuk menjalankan sesuatu kekuatan alur yang berfungsi menghantarkan suatu daya. Cara kerja *pulley* sering digunakan untuk mengubah arah dari gaya yang diberikan, mengirimkan gerak rotasi, memberikan keuntungan mekanis apabila digunakan pada kendaraan. Fungsi dari *pulley* sebenarnya hanya sebagai penghubung mekanis ke AC, alternator, *power steering* dll. *Pulley* dibuat dari besi cor atau dari baja. *Pulley* kayu tidak banyak lagi dijumpai. Untuk konstruksi ringan diterapkan *pulley* dari paduan Aluminium. *Pulley* sabuk baja terutama cocok untuk kecepatan sabuk yang tinggi diatas 35 m/det [7].

## 3 Metode Penelitian

### 3.1 Tempat Penelitian

Tempat yang digunakan untuk penelitian adalah sebagai berikut :

1. Untuk pemotongan plat dilakukan di Laboratorium Produksi dan Permesinan.
2. Untuk proses Anodisasi dilakukan di Laboratorium Kimia Dasar.
3. Untuk pengujian kekerasan *Microvickers* dilakukan di Laboratorium Uji Material Politeknik Negeri Lhokseumawe.

### 3.2 Bahan Penelitian

Adapun bahan yang digunakan dalam penelitian ini sebagai berikut:

1. Specimen
2. Plat Aluminium
3. Larutan *Alkaline Cleaning* (NaOH)
4. Larutan  $H_2SO_4$
5. Larutan  $H_2C_2O_4$
6. Larutan *Asam Phospat*
7. Larutan *Asam Nitrat*
8. Larutan pewarna
9. Larutan *Aquadest + Asam Oksalat*
10. Kawat Aluminium
11. Kertas *Abrasive* Atau kertas pasir

Adapun langkah-langkah yang dilakukan dalam proses Anodisasi adalah sebagai berikut:

1. Material ini dipotong dan di ukur panjang 5 cm, lebar 2.7 cm, dan tebal 1.6 mm.
2. Setelah proses selesai kemudian benda kerja dirapikan dengan mesin frais dan dihaluskan menggunakan amplas.
3. Persiapan larutan kimia dan penyetingan alat-alat.
4. Larutan kimia akan ditempatkan pada wadah/bak yang telah disediakan, kemudian dilakukan penyetingan alat-alat, seperti : rectifier, avometer, heater, dan pemasangan katoda Aluminium. Pada bak Anodisasi agar suhu dibawah temperature

ruang ( $10\text{ }^{\circ}\text{C}$ ) yang diinginkan dapat tercapai (yang ditunjukkan pada thermometer), maka pada sekeliling bak akan didinginkan menggunakan es batu secara *continue*, agar suhu tetap stabil.



Gambar 3.1 Persiapan larutan kimia dan penyetingan alat-alat.

5. Proses Anodisasi di variasikan suhu  $5\text{ }^{\circ}\text{C}$ ,  $10\text{ }^{\circ}\text{C}$ , dan  $15\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Masing-masing suhu akan di variasikan dengan konsentrasi larutan yang berbeda, yaitu  $5\text{ }^{\circ}\text{C}$ ,  $10\text{ }^{\circ}\text{C}$ , dan  $15\text{ }^{\circ}\text{C}$  pada larutan  $12\%$  *Asam Sulfat*  $1\%$  *Asam Oksalat* dan  $5\text{ }^{\circ}\text{C}$ ,  $10\text{ }^{\circ}\text{C}$ , dan  $15\text{ }^{\circ}\text{C}$  pada larutan  $12\%$  *Asam Sulfat* dan  $2\%$  *Asam Oksalat*. Pelapisan akan dilakukan pada rapat arus  $3\text{ Amp}/\text{dm}^2$ , lama proses anodisasi selama 40 menit, dan di rinsing selama 1 menit.



Gambar 3.2 Proses Anodisasi.

### 3.3 Pengujian *Microhardness Vickers*

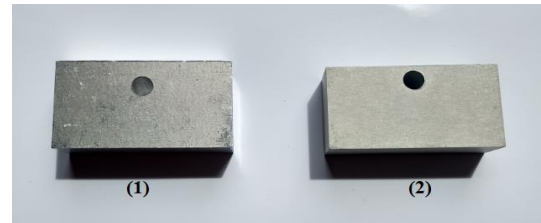
Adapun langkah-langkah proses pengujian *Microhardness Vickers* sebagai berikut:

1. Persiapkan benda kerja.
2. Pasang indenter yang berbentuk prisma atau pyramid pada *knock* mesin *Vickers hardness tester*.
3. Letakan material uji pada bagian plat kemudian putar mikroskop dan arahkan lensanya ke material yang diuji.
4. Ketinggian plat atau meja uji pada *Vickers hardness tester* diatur dan disesuaikan

tingkat fokus pada mikroskop yang mengarah pada material yang diuji.

## 4. Hasil dan Pembahasan

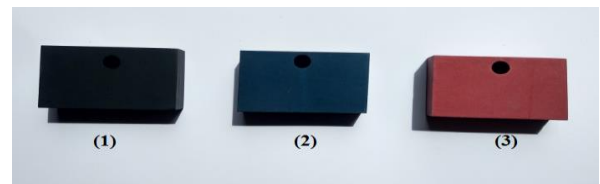
### 4.1 Data Hasil Pengujian



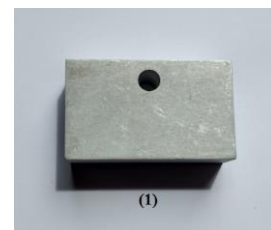
Gambar 4.1 (1) Base Material dan (2) Spesimen Hasil Anodisasi tanpa Perwarnaan dan Proses Sealing dengan Variasi Suhu  $5\text{ }^{\circ}\text{C}$ , Konsentrasi Larutan *Asam Sulfat*  $12\%$  dan *Asam Oksalat*  $1\%$ .



Gambar 4.2 Spesimen Hasil Anodisasi dengan Variasi Suhu (1)  $5\text{ }^{\circ}\text{C}$ , (2)  $10\text{ }^{\circ}\text{C}$ , dan (3)  $15\text{ }^{\circ}\text{C}$ , Konsentrasi Larutan *Asam Sulfat*  $12\%$  dan *Asam Oksalat*  $1\%$ .



Gambar 4.3 Spesimen hasil Anodisasi dengan Variasi Suhu (1)  $5\text{ }^{\circ}\text{C}$ , (2)  $10\text{ }^{\circ}\text{C}$ , dan (3)  $15\text{ }^{\circ}\text{C}$ , Konsentrasi Larutan *Asam Sulfat*  $12\%$  dan *Asam Oksalat*  $2\%$ .



Gambar 4.4 Spesimen Hasil Anodisasi dengan Variasi Suhu  $5\text{ }^{\circ}\text{C}$  Konsentrasi Larutan *Asam Sulfat*  $1\%$  dan *Asam Oksalat*  $12\%$ .

### 4.2 Perhitungan Ketebalan Lapisan

Berikut adalah perhitungan pada ketebalan lapisan Aluminium setelah dilakukan proses Anodisasi:

$$Tebal Lapisan = \frac{Rapat Arus \times waktu}{Laju Pembentukan}$$

Diketahui :

$$p = 4.9 \text{ cm}$$

$$l = 2.7 \text{ cm}$$

$$t = 1.6 \text{ cm}$$

$$i = 3.0 \text{ Amp}/dm^2$$

$$Laju pembentukan = 1 \text{ micron}/menit$$

$$\begin{aligned} Luas &= 2 \{(p.l) + (P.t) + (L.t)\} \\ &= 2 \{(4.9.2.7) + (4.9.1.6) + (2.7.1.6)\} \\ &= 2 \{(13.23) + (7.84) + (4.32)\} \\ &= 2 \{(25.39)\} \end{aligned}$$

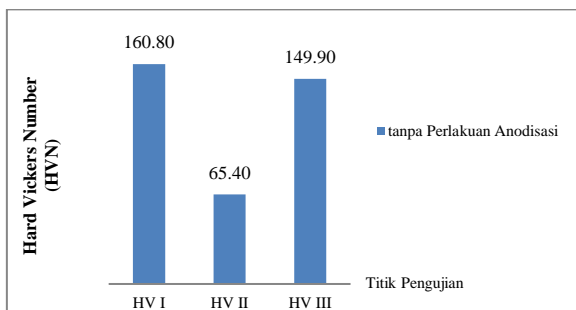
$$= 50.78 \text{ cm}^2 = \frac{50.78 \text{ cm}^2}{100} = 0.5078 \text{ dm}^2$$

$$\begin{aligned} I &= luas \times i \\ &= 0.5078 \text{ dm}^2 \times 3 \text{ Amp}/dm^2 \\ &= 1.52 \text{ Amp} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Tebal Lapisan &= \frac{3.0 \text{ Amp}/dm^2 \times 40 \text{ menit}}{1.25 \left(\frac{\text{menit}}{\text{micron}}\right) \times 2.8 \text{ Amp}/dm^2} \\ &= 34.28 \text{ micron} \end{aligned}$$

### 4.3 Hasil Pengujian Kekerasan Microvickers dan Pembahasan

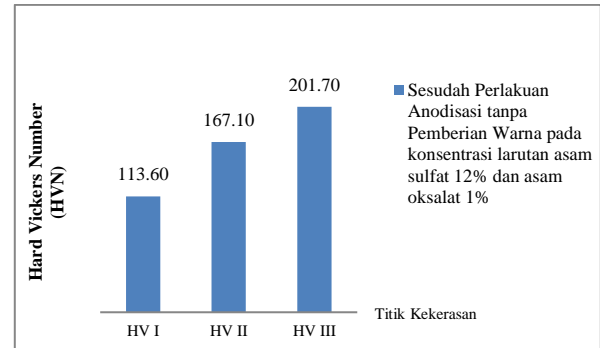
Berdasarkan data hasil pengujian kekerasan menggunakan metode *Microvickers* dengan pembebanan sebesar 25gf. Didapat nilai kekerasan permukaan dari base material Aluminium Alloy 6061 dan hasil anodisasi dengan variasi suhu dan konsentrasi larutan dapat dilihat pada grafik di bawah ini.



Gambar 4.5 Grafik Hasil Uji Kekerasan tanpa Perlakuan Anodisasi.

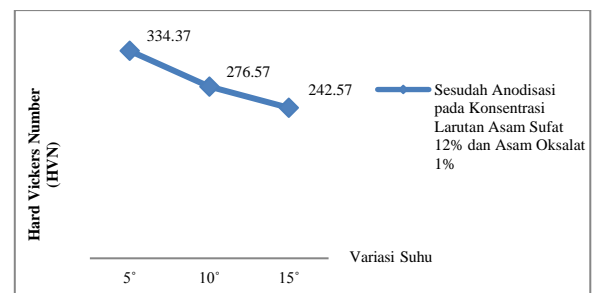
Berdasarkan Grafik 4.5 data perlakuan benda kerja sebelum dianodisasi (base material)

dan hasil uji *Microvickers* kekerasan permukaan rata-rata sebesar 107.03 HVN.



Gambar 4.6 Grafik Hasil Uji Kekerasan sesudah Perlakuan Anodisasi tanpa Pemberian Warna pada Konsentrasi Larutan asam sulfat 12% dan asam oksalat 1%.

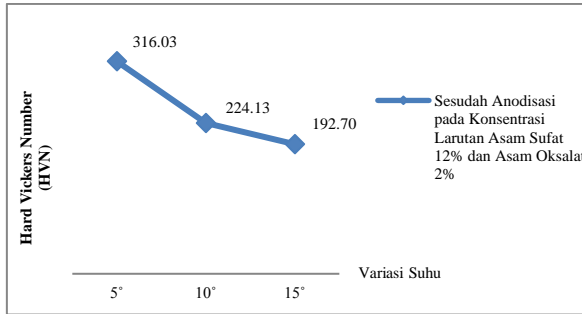
Data perlakuan benda kerja sesudah anodisasi namun tanpa pemberian warna (*no coloring*), dilihat pada Grafik 4.6, terjadi kekerasan permukaan yang meningkat dibandingkan dari base material sebesar 160.80 HVN, pada proses hard anodisasi karakteristik lapisan anodisasi yang dihasilkan lapisannya berwarna abu - abu.



Gambar 4.7 Grafik Hasil Uji Kekerasan Sesudah Perlakuan Anodisasi pada Konsentrasi Larutan Asam Sulfat 12 % dan Asam Oksalat 1%.

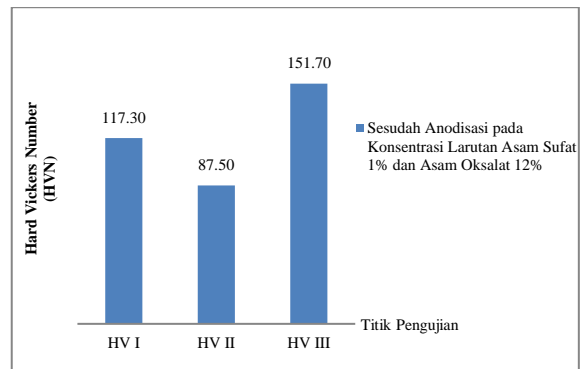
Data perlakuan benda kerja sesudah anodisasi dan pemberian warna dapat dilihat pada Grafik 4.6, suhu 5 °C, 10 °C, dan 15 °C dengan konsentrasi larutan *Asam Sulfat* 12 % dan *Asam Oksalat* 1 % memiliki peningkatan kekerasan permukaan dibandingkan dengan base material dan benda uji *no coloring* sebesar 334.37 HVN, 276.57 HVN, dan 242.57 HVN. hal ini membuktikan bahwa konsentarsi larutan asam

sulfat 12% dan asam oksalat 1% lebih stabil dalam mengkasikan kekerasan permukaan dan dianjurkan untuk proses anodisasi, dikarenakan Proses anodisasi yang sempurna konsentrasi larutan asam sulfat harus lebih tinggi dibandingkan dengan larutan asam oksalat, dapat dilihat dari lapisan aluminium yang berwarna lebih gelap.



Gambar 4.8 Grafik Hasil Uji Kekerasan Sesudah Perlakuan Anodisasi pada Konsentrasi Larutan Asam Sulfat 12 % dan Asam Oksalat 2 %.

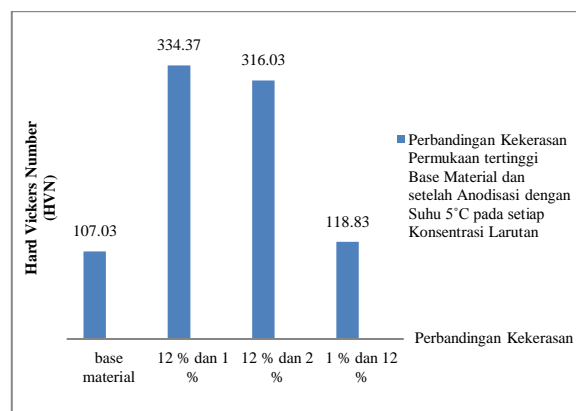
Data perlakuan benda kerja sesudah anodisasi dan pemberian warna dengan konsentrasi larutan Asam Sulfat 12 % dan Asam Oksalat 2 %, dilihat pada Grafik 4.7, suhu 5 °C, 10 °C, dan 15 °C kekerasan permukaannya sebesar 316.03 HVN, 224.13 HVN, dan 192.70 HVN terjadi penurunan kekerasan yang sangat drastis dikarenakan nilai pH (derajat keasaman) dalam larutan elektrolit yang merupakan faktor penting dalam menghantarkan arus listrik dari anoda (plat Aluminium) bermuatan negatif, ke katoda (benda spesimen) bermuatan positif sehingga berdampak pada kekerasan struktur permukaannya, dimana kekerasan rata-rata mengalami penurunan yang sangat drastis, namun kekerasan tersebut sudah termasuk dalam kategori *Hard film*. Menurut kekerasan dengan nilai 200-250 HVN pada lapisan yang dianodisasi merupakan lapisan *soft decorative film*, sedangkan kekerasan dengan nilai 300-500 HVN sudah termasuk dalam katagori *hard anodize film*.



Gambar 4.9 Grafik Hasil Uji Kekerasan Sesudah Perlakuan Anodisasi pada Konsentrasi Larutan Asam Sulfat 1 % dan Asam Oksalat 12 %.

Proses anodisasi dengan konsentrasi larutan Asam Sulfat 1 % dan Asam Oksalat 12 % dilihat pada Grafik 4.8 nilai kekerasan permukaan pada setiap titik sangat kecil sebesar 117.30 HVN, 87.50 HVN, dan 151.70 HVN. Dibandingkan dengan proses anodisasi namun tanpa perlakuan pewarnaan dan proses sealing, penulis tidak melanjutkan pada tahapan sealing dan coloring dikarenakan konsentrasi larutan asam sulfat sangat rendah, proses anodisasi yang larutan asam sulfatnya rendah maka proses anodisasasi memiliki nilai kekerasan permukaan yang sangat rendah bahkan tidak ada pengaruh terhadap kenaikan kekerasannya, pada proses anodisasi konsentrasi asam sulfat yang terendah terjadi pada konsentrasi 12% dan tertinggi terjadi pada konsentrasi 20%.

Grafik perbandingan kekerasan permukaan tertinggi dari setiap konsentrasi larutan pada Base Material dan sesudah proses anodisasi dengan suhu 5 °C dapat dilihat pada grafik dibawah ini:



Gambar 4.10 Grafik Perbandingan Kekerasan Permukaan tertinggi dengan Suhu 5 °C pada Base material dan setelah proses Anodisasi.

Data perbandingan kekerasan permukaan tertinggi dengan suhu 5 °C pada proses anodisasi, dilihat pada grafik 4.9, nilai kekerasan permukaan tertinggi sebesar 334.37 HVN yang terjadi pada suhu 5 °C dengan konsentrasi larutan *Asam Sulfat* 12 % dan *Asam Oksalat* 1 % bila dibandingkan dengan konsentrasi larutan *Asam Sulfat* 12 % dan *Asam Oksalat* 2 % kekerasan tertinggi pada suhu 5 °C kekerasan permukaan sebesar 316.03 HVN, serta dibandingkan konsentrasi larutan *Asam Sulfat* 1 % dan *Asam Oksalat* 12 % kekerasan tertinggi pada suhu 5 °C kekerasan permukaan sebesar 118.83 HVN, dikarenakan proses anodisasi dipengaruhi oleh nilai pH larutan elektrolitnya jika larutan asam sulfat yang lebih pekat maka nilai kekerasan permukaannya juga menjadi lebih tinggi. Proses anodisasi yang sempurna dapat dilihat dari lapisan Aluminium yang berwarna sangat gelap. Proses anodisasi proses pewarnaan dan sealing juga memiliki peranan dalam meningkatkan kekerasannya dapat dilihat perbandingan pada Grafik 4.5 dan 4.6, pada proses anodisasi namun belum masuk ketahap pewarnaan dan sealing nilai kekerasan sebesar 160.80 HVN, kemudian dilakukan proses pewarnaan selama 20 menit pada suhu 60 °C dan sealing selama 10 menit pada suhu 90-100 °C sehingga kekerasan meningkat menjadi 242.57. Hal ini membuktikan bahwa sebelum dilakukan proses sealing nilai kekerasan yang didapat hanya memberikan nilai kekerasan yang sangat kecil dan belum dikategorikan *soft decorative film* (200-250 HVN) dan setelah dilakukan proses pewarnaan dan sealing berubah bias dikatakan katagori *soft decorative film*. Hal tersebut sesuai dengan yang disimpulkan, yang melakukan penelitian dengan variasi larutan sealing, dikatakan bahwa proses sealing dapat meningkatkan kekerasan permukaan hasil anodisasi. Nilai kenaikan kekerasan yang terjadi tergantung dari jenis larutan sealing yang digunakan. Proses sealing dengan suhu yang panas dapat meningkatkan kekerasan permukaan hasil anodisasi.

## 5 Kesimpulan

1. Proses Anodisasi dapat meningkatkan kekerasan lapisan permukaan material Aluminium Alloy 6061 secara signifikan dari 107.03 HVN menjadi 334.37 HVN pada suhu 5°C dengan konsentrasi larutan Asam Sulfat 12% dan Asam Oksalat 1%.
2. Pada suhu 5°C, 10°C, dan 15°C dengan konsentrasi larutan Asam Sulfat 12% dan Asam Oksalat 1% menghasilkan kekerasan

cenderung stabil dan dapat dianjurkan acuan untuk dilakukan proses anodisasi.

3. Pada suhu 5°C, 10°C, dan 15°C dengan konsentrasi larutan asam sulfat 12% dan asam oksalat 2% terjadi penurunan kekerasan.
4. Nilai kekerasan pada konsentrasi larutan asam sulfat 1% dan asam oksalat 12%, tidak terjadi proses anodisasi.
5. Semakin rendah suhu pada proses anodisasi maka hasil kekerasan akan semakin tinggi.
6. Kehalusan permukaan akan mempengaruhi hasil dari pembacaan pengujian kekerasan *Microvickers*.

## 6 Saran

1. Disarankan untuk meneliti konsentrasi asam sulfat yang lebih tinggi dan asam oksalat yang rendah pada proses anodisasi.
2. Pada proses anodisasi sebaiknya peralatan pendukung lebih baik lagi, agar pada saat penelitian perhitungan suhu, konsentrasi larutan, rapat arus dan waktu yang dihasilkan menjadi lebih maksimal.

## 7 Daftar Pustaka

- [1] Jones, D. A. (1992). Principles and Prevention of Corrosion. Macmillan Pub. Co., New York.
- [2] Frederick, A. (1978). Lowenheim, Electroplating. McGraw-Hill Book Co., New York.
- [3] Stevenson Jr, M. F. (1994). *Anodizing*.
- [4] Aditya, R. (2017). Pengaruh Variasi Temperatur, Jarak Anoda dengan Katoda dan Pewarnaan terhadap Kekerasan Permukaan pada Proses Anodisasi Al 1100, 1(1).
- [5] Mubarok, M. Z., & Wahyudi, S. (2015). Effects of anodizing parameters in tartaric-sulphuric acid on coating thickness and corrosion resistance of Al 2024 T3 alloy. *Journal of Minerals and Materials Characterization and Engineering*, 3(03), 154.
- [6] Haryanto, A. (2017). Pengaruh Variasi Tegangan Lisrik pada Proses Anodizing terhadap Kekerasan Permukaan Aluminium Seri 6.
- [7] Prayuda, D. A. (2014). Perencanaan Transmisi Sabuk V Dan Pulley pada Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro.