

**STUDI PENGARUH VARIASI TEGANGAN LISTRIK PADA PROSES ANODIZING  
TERHADAP KEKERASAN, KEKASARAN DAN STRUKTUR MIKRO PADA  
PERMUKAAN ALUMINIUM SERI 1000**



**Disusun sebagai salah satu syarat menyelesaikan Program Studi Strata 1 pada  
Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik**

**Oleh:**

**IKRIMAH LUTFIANA**

**D 200 160 099**

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA**

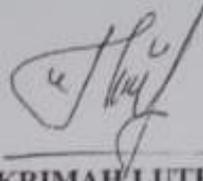
**2021**

**HALAMANAN PERSETUJUAN**

**STUDI PENGARUH VARIASI TEGANGAN LISTRIK PADA PROSES ANODIZING  
TERHADAP KEKERASAN, KEKASARAN DAN STRUKTUR MIKRO PADA  
PERMUKAAN ALUMINIUM SERI 1000**

**PUBLIKASI ILMIAH**

Oleh :



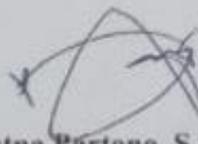
**IKRIMAH LUTFIANA**

**D 200 160 099**

Telah diperiksa dan disetujui untuk diuji oleh :

**Dosen**

**Pembimbing**



**Patna Partono, S.T., M.T.**

HALAMAN PENGESAHAN

STUDI PENGARUH VARIASI TEGANGAN LISTRIK PADA PROSES  
ANODIZING TERHADAP KEKERASAN, KEKASARAN DAN STRUKTUR  
MIKRO PADA PERMUKAAN ALUMINIUM SERI 1000

OLEH

IKRIMAH LUTFIANA

D 200 160 099

Telah dipertahankan di depan Dewan Penguji  
Fakultas Teknik Jurusan Teknik Mesin  
Universitas Muhammadiyah Surakarta  
Pada Hari Kamis, 12 Agustus 2021  
dan dinyatakan telah memenuhi syarat

Dewan Penji :

1. Patna Partono, S.T., M.T. (.....)
2. Amin Sulistyanto, S.T., M.T. (.....)
3. Joko Sedyono, S.T,M.Eng, Ph.D (.....)



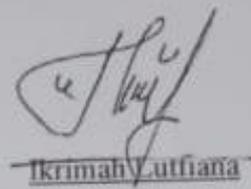
## PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan publikasi ilmiah ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu perguruan tinggi dan sepanjang pengetahuan saya tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan orang lain, kecuali secara tertulis diacu dalam naskah dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Apabila kelak terbukti ada ketidakbenaran dalam pernyataan saya di atas, maka akan saya pertanggungjawabkan sepenuhnya.

Surakarta, 23 Agustus 2021

Penulis



Ikrimah Lutfiana

D 200 160 099

# STUDI PENGARUH VARIASI TEGANGAN LISTRIK PADA PROSES ANODIZING TERHADAP KEKERASAN, KEKASARAN DAN STRUKTUR MIKRO PADA PERMUKAAN ALUMINIUM SERI 1000

## Abstrak

Aluminium anodizing merupakan proses elektrokimia dimana mengubah lapisan aluminium menjadi lapisan oksida yang terdapat pada permukaannya. Pada penelitian ini menggunakan material aluminium seri 1000 yang diuji menggunakan variasi tanpa tegangan listrik, 6 volt, 9 volt dan 12 volt tegangan. Hasil uji komposisi kimia didapat hasil kandungan aluminiumnya mencapai 98,77 %. Pada material yang di-anodizing menunjukan foto mikro dengan pori-pori yang lebih besar dan tidak beraturan dengan nilai ketebalan tinggi dibanding dengan spesimen yang tidak di anodizing. Hasil pengujian kekerasan bahwa proses anodizing dapat meningkatkan kekerasan permukaan material dari 135,41VHN pada tegangan 0 volt (tanpa anodizing) menjadi 219,35 VHN pada tegangan 12 volt. Hasil pengujian kekasaran menunjukan bahwa semakin tinggi tegangan yang dialirkan maka tingkat nilai kekasaran permukaan semakin tinggi.

**Kata Kunci** : Aluminium, Anodizing

## Abstract

*Aluminum anodizing is an electrochemical process which converts the aluminum layer into an oxide layer on its surface. In this study, using the 1000 series aluminum material which was tested using variations without electric voltage, 6 volts, 9 volts and 12 volts of voltage. The chemical composition test results obtained that the aluminum reached 98.77%. The anodized material showed a micro photo with larger and irregular pores with a high thickness value compared to the unanodized specimens. The hardness test results show that the anodizing process can increase the surface hardness of the material from 135.41VHN at 0 volts (without anodizing) to 219.35 VHN at 12 volts. The roughness test results show that the higher the applied stress, the higher the surface roughness value.*

*Keywords: Aluminum, Anodizing*

## 1 PENDAHULUAN

Dengan semakin berkembangnya dunia industri, khususnya dunia manufacturing, maka banyak sekali inovasi-inovasi maupun penemuan baru yang terdapat dalam dunia industri. Hal ini karena adanya permintaan dari konsumen untuk menghasilkan produk yang mempunyai kualitas tinggi, serta dapat bertahan lama. Dari produk-produk yang dihasilkan tersebut banyak digunakan berupa material yang dapat bertahan lama dan mempunyai nilai kekuatan (strength) dan ketangguhan (toughness) yang tinggi.

Semakin banyak jenis material, maka suatu perusahaan merancang bagaimana membuat suatu material yang mempunyai kualitas tinggi. Bahan logam lebih banyak digunakan atau dimanfaatkan manusia karena logam mempunyai kelebihan dari material yang lain, disamping logam tidak tembus cahaya dan berkilap, logam juga mempunyai sifat-sifat khusus seperti tangguh (toughness), dapat menghantarkan panas dan penghantar listrik yang baik.

Melihat kerugian pada proses kerusakan material yang mungkin terjadi yang ditimbulkan oleh korosi maka berbagai cara dilakukan oleh manusia untuk mencegah korosi. Salah satu

cara melindungi logam dari serangan korosi adalah dengan melapisi logam tersebut dengan logam lain melalui proses elektrokimia (Ikkal dkk, 2018)

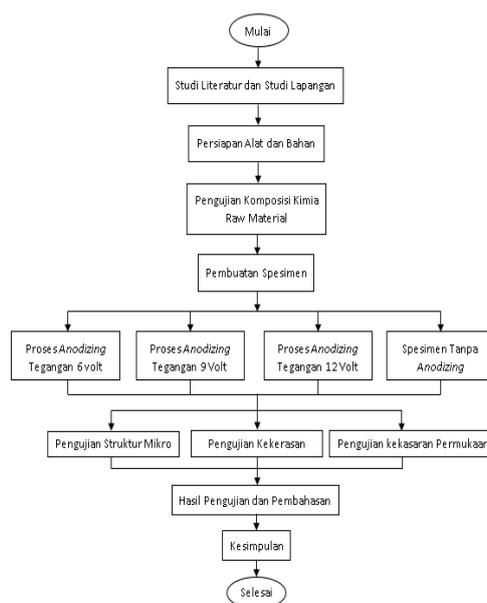
Dalam dunia manufacturing dikenal dengan nama surface treatment. Surface treatment sendiri terdiri dari berbagai macam proses, variasi maupun tujuan. Hal ini bertujuan untuk menghasilkan produk yang mempunyai sifat protektif. Material yang mengalami surface treatment ini mempunyai sifat yang berbeda-beda. Salah satu Inovasi yang telah dihadirkan adalah Aluminium Anodizing. Aluminium Anodizing merupakan proses pelapisan secara elektrolisis dengan 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 dan daya tahan keausan dan dapat berfungsi sebagai dasar cat (Ikkal dkk, 2018).

Aluminium mempunyai sifat lebih ringan dari besi, mampu bentuk baik, konduktifitas baik, ketahanan korosi baik dan mampu memantulkan sinar maupun panas apabila dipoles. Beberapa penggunaan aluminium anodizing di lapangan, untuk perhiasan, perabot rumah tangga, asitektu, aksesoris otomotif, komponen pesawat dan komponen elektronik. Dengan proses aluminium anodizing ini diharapkan akan menambah nilai positif bahan aluminium baik secara fisis maupun mekanis.

Berdasarkan latar belakang di atas maka penulis mencoba untuk merancang dan membuat sebuah alat serta meneliti hasil dari proses aluminium anodizing.

## 2 METODE

### 2.1 Langkah Penelitian



Gambar 1. Diagram alir

## 2.2 Alat Penelitian

1. Bak plastik
2. Power Supply
3. Gelas Ukur
4. Stopwatch
5. Kain bludru
6. Gergaji Besi
7. Jangka Sorong
8. Timbangan Digital
9. Amplas
10. Sarung Tangan
11. Masker
12. Tang
13. Step Down dan Step Up

## 2.3 Bahan Penelitian

1. Plat Aluminium
2. Asam Sulfat
3. Detergent
4. Caustic Soda
5. Nitric Acid
6. Aquadest

## 3 HASIL DAN PEMBAHASAN

### 3.1 Hasil Pengujian Stuktur Mikro

Sebelum dilakukannya proses anodizing, maka perlu dilakukan uji komposisi kimia guna mengetahui komposisi unsur - unsur kimia yang terkandung dalam produk Aluminium. Pada pengujian ini dilakukan di laboratorium Material CV. Karya Hidup Sentosa. Dari hasil pengujian komposisi kimia diperoleh hasil data sebagai berikut:

Tabel 1. Hasil Uji Komposisi Kimia.

No	Unsur	Sampel Uji Kandungan (%)
1	Al	98,777
2	Si	0,1100
3	Cu	0,0640
4	Ni	0,0003

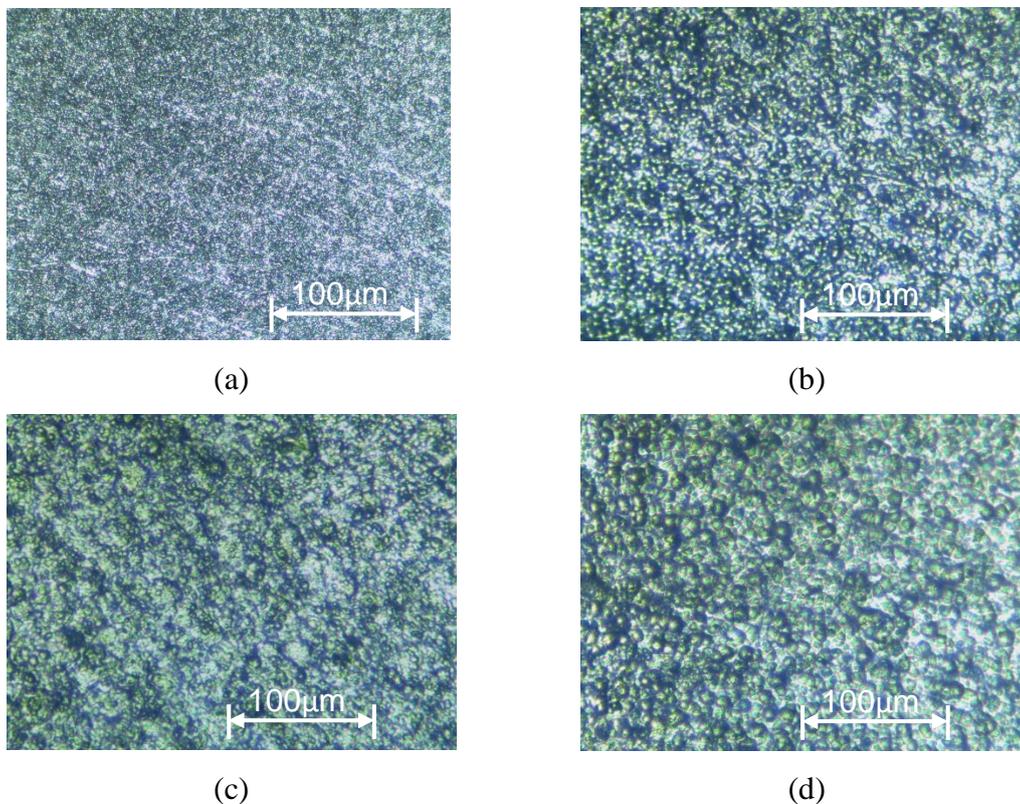
5	Fe	0,2980
6	Mg	0,3889
7	Zn	0,0493
8	Mn	0,0190
9	Ti	0,0227
10	Cr	0,2414
11	Pb	0,0032
12	Sn	0,0002

Menurut data Tabel yang ditampilkan diatas terdapat 12 unsur yang ada pada material ini. Kandungan aluminiumnya mencapai 98,77 % yang menunjukkan bahwa material termasuk ke dalam klasifikasi aluminium murni.

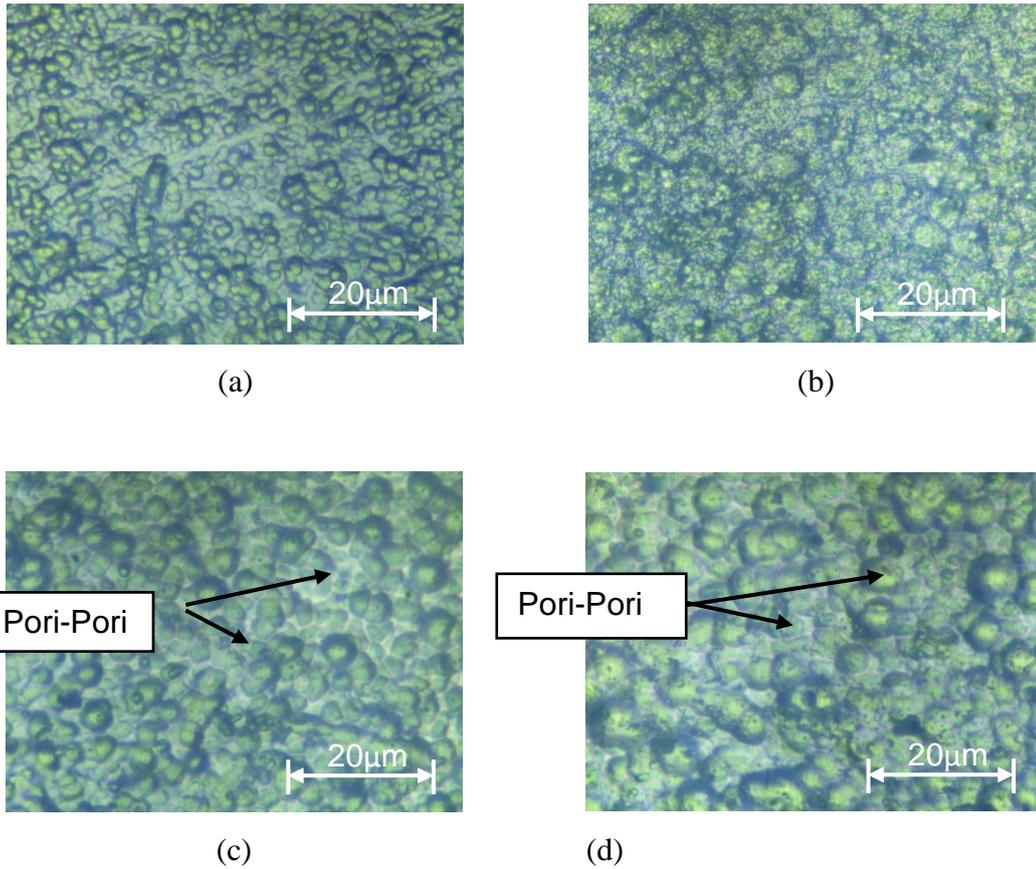
### 3.2 Hasil Pengamatan Foto Mikro

Pengamatan foto mikro dilakukan di Laboratorium Metalografi, Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Surakarta (UMS). Menurut standar pengujian metalografi ASTM E3-11 untuk bahan aluminium dengan pembesaran 200x dan 500x didapatkan gambar sebagai berikut :

#### 3.2.1 Pengamatan Foto Mikro Permukaan



Gambar 2. Pengamatan struktur mikro pada pembesaran 200x (a) variasi tanpa *anodizing*, (b) variasi 6 volt, (c) variasi 9 volt, (d) variasi 12 volt



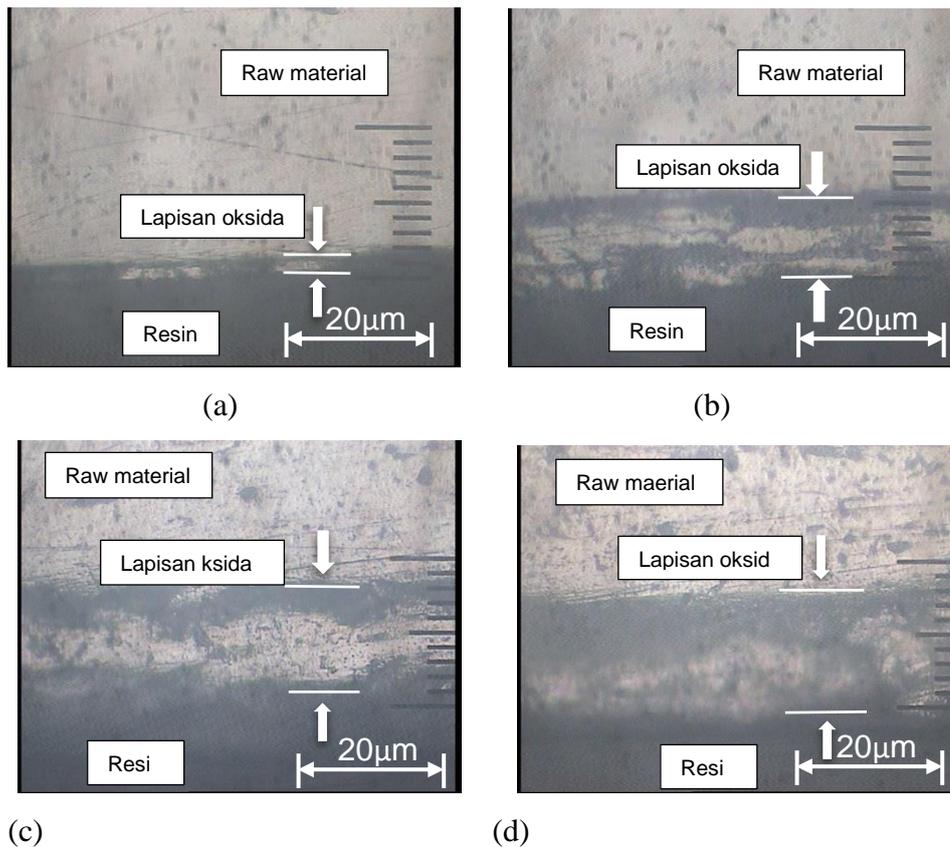
Gambar 3. Pengamatan struktur mikro pada pembesaran 500x (a) variasi tanpa *anodizing*, (b) variasi 6 volt, (c) variasi 9 volt, (d) variasi 12 volt

### 3.2.2 Pembahasan Pengamatan Foto Mikro Permukaan

Foto mikro dari hasil tersebut memperlihatkan perbedaan yang cukup signifikan di mana spesimen (a) cenderung lebih halus dibandingkan spesimen (b), (c) dan (d). Hal ini disebabkan karena belum terbentuknya lapisan oksida pada permukaan aluminium, dan pada spesimen (b) mulai terlihat adanya rongga berpori yang menandakan adanya lapisan oksida pada permukaan aluminium. Sedangkan pada spesimen (c) dan (d) terlihat pori-pori aluminium lebih besar dan tidak beraturan.

Hasil di atas dapat disimpulkan bahwa aluminium yang tidak melalui proses *anodizing* menunjukkan permukaan yang lebih halus dengan sedikit pori-pori. Setelah melalui proses *anodizing* terjadi penambahan dan pembesaran pori-pori. Semakin besar tegangan voltase yang dialirkan maka semakin banyak pula pori-pori pada permukaan aluminium.

### 3.2.3 Pengamatan Foto Mikro Lapisan Oksida



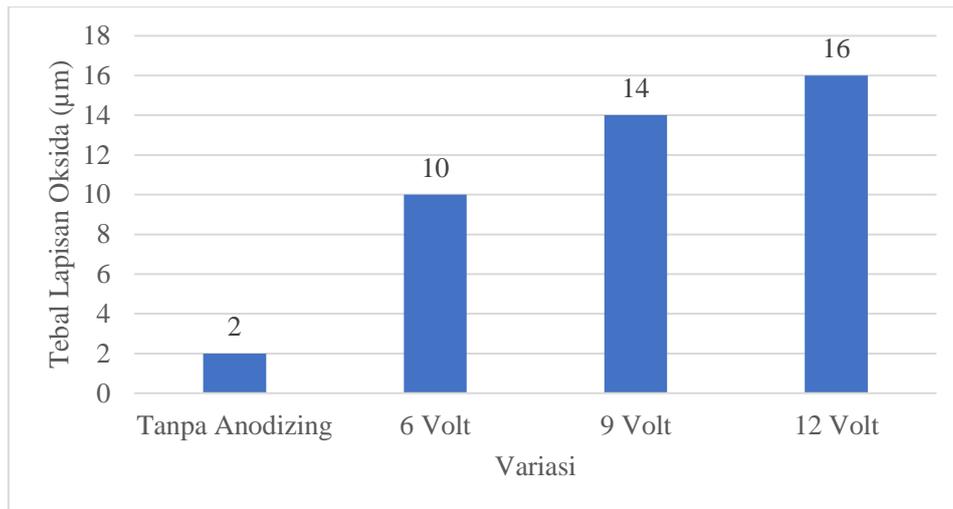
Gambar 4. Pengamatan foto mikro (a) Tanpa anodizing, (b) variasi 6 volt, (c) variasi 9 volt, (d) variasi 12 volt

### 3.2.4 Pembahasan Pengamatan Foto Mikro Lapisan Oksida

Dari hasil foto mikro memperlihatkan bahwa spesimen (a) memiliki tebal 1 strip, di mana setiap stripnya mempunyai ketebalan  $2 \mu\text{m}$ , maka tebal lapisan oksidanya  $2 \mu\text{m}$ . Pada spesimen (b) terlihat memiliki ketebalan 5 strip, maka tebal lapisan oksidanya  $10 \mu\text{m}$ . Pada spesimen (c) memiliki tebal 7 strip, yang artinya tebal lapisan oksidanya  $14 \mu\text{m}$ . Dan spesimen (d) memiliki tebal 8 strip, maka tebal lapisan oksidanya  $16 \mu\text{m}$ .

Tabel 2. Pertambahan Ketebalan Lapisan Oksida

Tanpa <i>Anodizing</i>	6 Volt	9 Volt	12 Volt
2	10	14	16



Gambar 5. Grafik Pertambahan Ketebalan Lapisan Oksida

Dari hasil diatas dapat ditarik kesimpulan bahwa kenaikan tegangan pada proses *anodizing* dapat meningkatkan nilai ketebalan lapisan oksida pada permukaan spesimen. Terlihat dari ketebalan lapisan 2 µm pada spesimen (a) menjadi 16 µm pada spesimen (d).

Hal tersebut sesuai dengan yang disimpulkan (Nugroho, 2009), yang melakukan penelitian dengan variasi rapat arus dan waktu pada aluminium paduan AA 2024-T3 dan dikatakan bahwa semakin besar rapat arus dan lama waktu pencelupan pada proses *anodizing* maka akan dihasilkan ketebalan lapisan aluminium oksida yang semakin tebal.

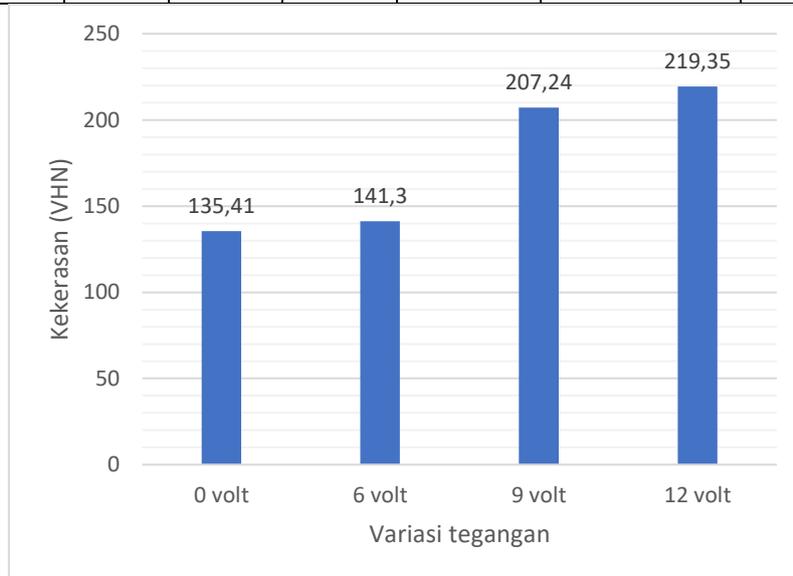
### 3.3 Hasil Pengujian Nilai Kekerasan

Pengujian kekerasan dilakukan di Laboratorium Teknik Departemen Teknik Mesin Sekolah Vokasi UGM. Pada proses pengujian kekerasan metode yang digunakan adalah *micro vickers* dengan pembebanan 200 gf, dan waktu pembebanan 5 detik. Adapun hasil nilai kekerasan terlihat pada Tabel , serta grafik hubungan tegangan (voltase) dengan nilai kekerasan pada **Error! Reference source not found..**

Tabel 3. Hasil uji Kekerasan

Variasi	Titik Uji	D1 (mm)	D2 (mm)	D rata-rata (mm)	Kekerasan (VHN)	Kekerasan rata rata (VHN)
Tanpa Anodizing	1	50,0	51,0	50,5	145,40	135,41
	2	55,0	54,5	54,8	123,70	
	3	52,0	52,0	52,0	137,13	
6 volt	1	50,0	50,0	50,0	148,32	141,30
	2	52,0	51,5	51,8	138,46	
	3	52,0	52,0	52,0	137,13	

9 volt	1	43,0	43,5	43,3	198,23	207,24
	2	41,0	41,0	41,0	220,58	
	3	43,0	42,5	42,8	202,89	
12 volt	1	44,0	44,0	44,0	191,53	219,35
	2	39,0	40,0	39,5	237,65	
	3	40,0	40,5	40,3	228,88	



Gambar 6. Grafik Hubungan Tegangan(Voltase) dengan nilai kekerasan

Berdasarkan hasil uji kekerasan di atas untuk spesimen tegangan 0 volt (tanpa *anodizing*) mempunyai harga kekerasan 135,41 VHN, spesimen tegangan 6 volt mempunyai harga kekerasan 141,30 VHN, spesimen tegangan 9 volt mempunyai harga kekerasan 207,24 VHN, dan spesimen tegangan 12 volt mempunyai harga kekerasan 219,35 VHN.

Dari data di atas dapat ditarik kesimpulan bahwa semakin tinggi tegangan yang dialirkan maka harga kekerasannya akan semakin tinggi juga, hal ini disebabkan karena semakin tebalnya lapisan oksida pada permukaan material sehingga meningkatkan nilai kekerasannya.

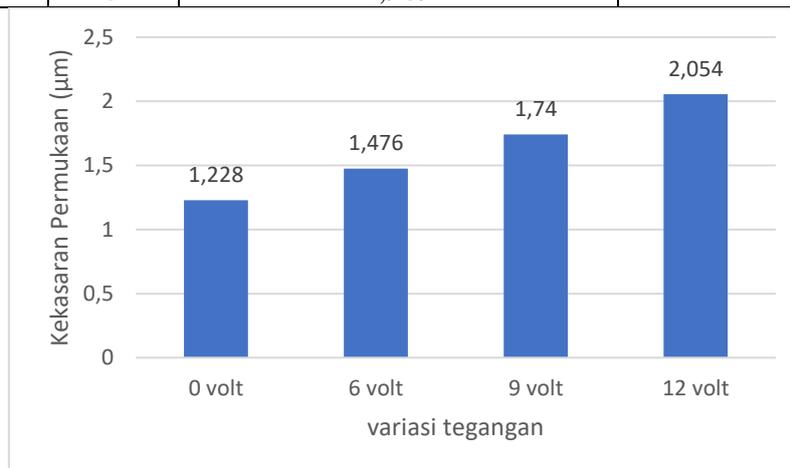
Hal tersebut sesuai dengan yang disimpulkan oleh (Setiawan dkk, 2013), yang melakukan penelitian pengaruh beda potensial listrik saat *anodizing* terhadap kekerasan aluminium hasil *anodizing* dengan hasil bahwa semakin besar beda potensial listrik yang diberikan maka kekerasan permukaan aluminium hasil *anodizing* mengalami peningkatan. Hal ini disebabkan karena semakin besar beda potensial listrik menyebabkan arus listrik yang mengalir juga semakin cepat sehingga reaksi pembentukan oksida semakin cepat.

### 3.4 Hasil Pengujian Kekasaran

Pengujian kekasaran dilakukan di Laboratorium Teknik Departemen Teknik Mesin Sekolah Vokasi UGM.

Tabel 4. Hasil Uji Kekasaran

Variasi	uji titik	Kekasaran Permukaan ( $\mu\text{m}$ )	rata-rata ( $\mu\text{m}$ )
Tanpa Anodizing	1	0,881	1,228
	2	1,532	
	3	1,272	
6 volt	1	1,288	1,476
	2	1,816	
	3	1,323	
9 volt	1	1,484	1,740
	2	1,791	
	3	1,946	
12 volt	1	2,041	2,054
	2	2,133	
	3	1,989	



Gambar 7. Grafik hubungan tegangan (voltase) dengan nilai kekasaran

Berdasarkan hasil uji kekasaran di atas spesimen dengan tegangan 0 volt (tanpa *anodizing*) menunjukkan nilai rata-rata kekasaran 1,228  $\mu\text{m}$ , spesimen dengan tegangan 6 volt nilai rata-rata kekerasan 1,476  $\mu\text{m}$ , spesimen dengan tegangan 9 volt nilai rata-rata kekasarannya 1,740  $\mu\text{m}$ , dan dengan tegangan 12 volt nilai rata-rata kekasarannya 2,054  $\mu\text{m}$ .

Dari data di atas dapat disimpulkan bahwa semakin tinggi tegangan yang dialirkan pada proses *anodizing* menghasilkan nilai kekasaran yang semakin tinggi. Hal ini disebabkan karena adanya proses oksidasi pada permukaan aluminium yang menimbulkan pori-pori atau rongga-rongga yang tak beraturan pada permukaan aluminium sehingga permukaan menjadi kasar.

## **4 PENUTUP**

### **4.1 Kesimpulan**

1. Hasil pengujian komposisi kimia ditemukan unsur kimia berupa (Al) 98,77%. Berdasarkan hasil pengujian tersebut material ini diklasifikasikan ke dalam aluminium murni dengan kadar aluminium hampir 99%.
2. Untuk material yang dilakukan proses anodizing menunjukan foto mikro dengan pori-pori yang lebih besar dan tidak beraturan dengan nilai ketebalan tinggi dibanding dengan spesimen yang tidak dilakukan proses anodizing. Semakin besar tegangan voltase yang dialirkan maka semakin banyak pula pori-pori pada permukaan aluminium dan dikatakan bahwa semakin besar rapat arus dan lama waktu pencelupan pada proses anodizing maka akan dihasilkan ketebalan lapisan aluminium oksida yang semakin tebal.
3. Hasil pengujian kekerasan bahwa proses anodizing dapat meningkatkan kekerasan permukaan material dari 135,41 VHN pada tegangan 0 volt (tanpa anodizing) menjadi 219,35 VHN pada tegangan 12 volt. Hal ini disebabkan karena semakin besar beda potensial listrik menyebabkan arus listrik yang mengalir juga semakin cepat sehingga reaksi pembentukan oksida semakin cepat. Besar beda potensial listrik yang diberikan maka kekerasan permukaan aluminium hasil anodizing mengalami peningkatan
4. Hasil pengujian kekasaran menunjukan bahwa semakin tinggi tegangan yang dialirkan maka tingkat nilai kekasaran permukaan semakin tinggi. Hal ini disebabkan karena adanya proses oksidasi pada permukaan aluminium yang menimbulkan pori-pori atau rongga-rongga yang tak beraturan pada permukaan aluminium sehingga permukaan menjadi kasar.

### **4.2 Saran**

1. Proses pengamplasan perlu diperhatikan, sehingga dapat memaksimalkan hasil dari pengujian struktur mikro.
2. Melakukan variasi tipe material aluminium, sehingga mendapatkan hasil yang lebih variatif dalam dan maksimal dalam pemilihan bahan.
3. Memperkecil selisih variasi penggunaan tegangan, sehingga mendapatkan hasil yang paling maksimal dari berbagai tegangan yang diujikan pada material aluminium.

## **DAFTAR PUSTAKA**

Ikbal, D., Jufriadi, & Yuniati. (2018). Pengaruh Variasi Kuat Arus, Waktu dan Pewarnaan Terhadap Kekerasan Permukaan Pada Proses Anodisasi Aluminium 1100. *Jurnal Mesin*

Sains Terapan, 2(1), 66–72.

Nugroho, F. (2009). Pengaruh Rapat Arus dan Waktu Anodizing Terhadap Ketebalan Lapisan Aluminium Oksida pada Aluminium Paduan AA 2024-T3. 21–27.

Setiawan, U., Margianto, & Hartono, P. (2013). Pengaruh beda potensial listrik saat anodizing terhadap kekerasan aluminium hasil anodizing. Jurnal Teknik Mesin, 2(2), 33–37.