

# PENGARUH VARIASI KUAT ARUS, WAKTU DAN PEWARNAAN TERHADAP KEKERASAN PERMUKAAN PADA PROSES ANODISASI ALUMINIUM 1100

Dalis Ikbal<sup>1</sup>, Jufriadi<sup>2</sup>, Yuniati<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Mahasiswa Prodi D-IV Teknik Mesin Produksi dan Perawatan

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

Jl. Banda Aceh-Medan Km.280 Buketrata

Email : dalisikbal55@gmail.com

## Abstrak

Penggunaan aluminium yang telah dianodisasi banyak dilakukan pada dunia industri, terutama industri otomotif. Melapisi aluminium yang telah di anodisasi bertujuan untuk mendapatkan sifat aluminium yang lebih baik. Terutama sifat mekanik seperti kekerasan, laju korosi dan memperbaiki penampilan permukaan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh kuat arus dan waktu perendaman pada proses anodisasi. Proses anodisasi dilakukan dengan memvariasikan kuat arus pada 0,5, 1 dan 1,5 ampere dan memvariasikan waktu pelapisan 5, 10 dan 15 menit. Setelah proses anodisasi dilakukan pengujian kekerasan permukaan menggunakan indentasi microvickers dengan pembebanan 25 g.f. Nilai kekerasan yang tertinggi terjadi pada variasi kuat arus 1,5 ampere dan waktu 15 menit dengan nilai kekerasan 313,2 VHN, dan nilai kekerasan terendah terjadi pada variasi kuat arus 0,5 ampere dan waktu 5 menit dengan nilai kekerasan 223,6 VHN.

**Kata kunci:** Anodisasi, kuat arus, waktu pelapisan, kekerasan.

## 1. Pendahuluan

### 1.1 Latar Belakang

Dengan semakin berkembangnya dunia industri, khususnya dunia manufacturing, makin banyak sekali inovasi-inovasi maupun penemuan baru yang terdapat dalam dunia industri. Hal ini dikarenakan 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 banyaknya 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 karena pengaruh lingkungan berupa korosi. Salah satu cara melindungi atau

memproteksi logam dari serangan korosi adalah dengan melapisi logam tersebut dengan logam lain melalui proses elektrokimia (Fontana M. G, 1987).

Aluminium merupakan logam yang berwarna putih dan mudah teroksidasi. Karena sifatnya mudah diperoleh dengan harga yang tidak terlalu mahal, maka aluminium telah menjadi salah satu logam yang paling luas penggunaannya di industri. Logam ini dapat diwarnai setelah proses anodisasi.

Anodisasi 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 (Jones D. A, 1992).

Beberapa penggunaan aluminium anodisasi dilapangan, untuk perhiasan, papan nama, perabot rumah tangga, arsitektur, aksesoris otomotif, komponen pesawat dan komponen elektronik.

Pada permukaan lapisan oksida yang terbentuk dalam proses anodisasi/anodizing, terdapat jutaan pori-pori sel, dimana ukurannya merupakan fungsi dari tegangan

proses anodizing (Lowenheim, 1978). Ukuran pori dipengaruhi oleh banyak faktor, seperti jenis larutan elektrolit, temperatur serta hubungan antara tegangan dan arus yang dipakai.

Wahyuadi (2006) pernah meneliti pengaruh dan besarnya konsentrasi larutan elektrolit pada proses anodisasi terhadap kekerasan dan lapisan oksida yang dihasilkan setelah proses anodisasi.

Berdasarkan latar belakang diatas maka penulis mencoba untuk meneliti dan mempelajari bagaimana “Pengaruh Variasi Kuat Arus, Waktu Dan Pewarnaan Terhadap Kekerasan Permukaan Pada Proses Anodisasi Aluminium 1100”.

## 1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan ulasan latar belakang masalah di atas, maka permasalahan yang akan diteliti dapat dirumuskan sebagai berikut :

1. Pengaruh variasi kuat arus pada proses anodisasi terhadap kekerasan dan struktur permukaan Aluminium 1100.
2. Pengaruh variasi waktu pada proses anodisasi terhadap kekerasan permukaan Aluminium 1100.
3. Pengaruh pemberian warna pada proses anodisasi material Aluminium 1100 terhadap kekerasan permukaan.

## 1.3 Batasan Masalah

Berdasarkan uraian latar belakang di atas memunculkan beberapa permasalahan, maka pada penelitian ini dibatasi pada :

1. Temperatur yang digunakan ialah 10 °C.
2. Material yang digunakan untuk proses anodisasi yaitu Aluminium 1100.
3. Larutan asam yang digunakan adalah Asam Sulfat (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>).
4. Variasi waktu yang digunakan adalah 5 menit, 10menit, dan 15 menit.
5. Variasi kuat arus yang diberikan adalah 0,5 ampere, 1 ampere dan 1,5 ampere
6. Pengujian kekerasan menggunakan *Microvikers* dan foto makro menggunakan mikroskop dan kamera.

## 1.4 Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk :

1. Mengetahui pengaruh variasi kuat arus terhadap kekerasan dan struktur permukaan yang terbentuk pada proses anodisasi.
2. Mengetahui pengaruh waktu terhadap kekerasan lapisan yang terbentuk pada proses anodisasi.

3. Mengetahui pengaruh pemberian warna terhadap kekerasan lapisan pada proses anodisasi.

## 2. Metodologi

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Produksi & Pemesinan, Laboratorium Kimia & Fisika Dasar, dan Laboratorium Ilmu Bahan Teknik Mesin Politeknik Negeri Lhokseumawe.

### 2.1 Bahan dan Peralatan

Material utama yang digunakan adalah Al 1100 yang akan di anodisasi, dengan larutan SAA (*Sulfuric Acid Anodize*), dan katoda yang digunakan adalah Pb, serta kawat aluminium.

Aluminium dan paduannya adalah logam non ferrous yang memiliki berat jenis yang rendah (low density) yaitu 2,7 g/cm<sup>3</sup> sepertiga dari density baja (7,9 g/cm<sup>3</sup>). Aluminium merupakan logam yang ringan dan memiliki ketahanan korosi yang baik, hantaran listrik yang baik dan sifat - sifat lainnya. Umumnya aluminium dapat dipadukan dengan logam lainnya (tembaga, magnesium, silikon, dan seng) sehingga membentuk aluminium paduan yang memiliki sifat mekanik yang lebih baik (Callister, 2014). Al 1100 merupakan seri 1xxx dari aluminium yang tergolong pada aluminium murni dengan kandungan aluminium 99 % (*Aluminum Association, 2015.*)

Adapun peralatan pendukung yang digunakan diantaranya:

- Gelas ukur, termometer, heater, avometer, beker glass, rectifire, alat potong, mistar, palu, tang, stopwach, sarung tangan dll.

- Microhardness tester (microvikers)

Aparatus : FUTURE-TECH  
Microhardness FM-800

Product : Japan

Date : 10-2015

- Mikroskop Nikon
- Camera sony cyber shoot DSC-W810 21 MP

### 2.2 Tahapan Penelitian

Berikut ini adalah tabel tahapan proses dan parameter yang digunakan pada proses *Anodizing* Al 1100.

Tabel 1. Tahapan Proses, Bahan kimia & kondisi operasi Proses *Anodizing* & *Coloring* pada logam Al 1100

No	Tahapan	Tempo dan bahan kimia	Kondisi operasi			Pengelakan
			Suhu	Waktu	Kapasitas	
1	Merasa rinsing	Alumina 0,1	60-80°C		0,5-10 menit	Menggunakan benda kerja
2	Kawat Aquades	Aquades	Ruangan		1 menit	Menggunakan benda kerja
3	Alkaline etching	NaOH 20-30 gr/l	10°C		0,5-10 menit	Menggunakan benda kerja
4	Rinsing	Aquades	Ruangan		1 menit	Menggunakan benda kerja
5	Desmuting	HNO <sub>3</sub> 20% (1:4)	Ruangan		10-30 detik	Menggunakan benda kerja
6	Kawat	Aquades	Ruangan		1 menit	Menggunakan benda kerja
7	Anodizing	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> 20% (1:4)	10°C	1-1,5 A/cm <sup>2</sup> (1 A/cm <sup>2</sup> )	10 menit	Menggunakan benda kerja
8	Kawat	Aquades	Ruangan		1 menit	Menggunakan benda kerja
9	Coloring	Dye warna Merah 10-15 gr/l	55-60°C		15 menit	Menggunakan benda kerja
10	Kawat	Aquades	Ruangan		1 menit	Menggunakan benda kerja
11	Sealing	Nitro selulosa 2% - 5% dalam acetone 1:4 - 1:10 dalam etanol 1:1	95-100°C		30 menit	Menggunakan benda kerja
12	Debag					

Pada proses ini langkah-langkah yang dilakukan adalah sebagai berikut:

1. Persiapan Benda Kerja

Benda kerja (Al 1100) dipotong menjadi spesimen dengan ukuran P x L (4 mm x 6 mm).

2. Persiapan larutan kimia dan penyetingan alat.

Larutan kimia akan ditempatkan pada wadah/bak yang telah disediakan, kemudian dilakukan penyetingan alat-alat (Gambar 1), seperti: rectifier, avometer, heater, dan pemasangan katoda Pb. Pada bak *anodizing* agar suhu dibawah temperatur ruang (10°C dan 20°C) yang diinginkan dapat tercapai (yang ditunjukkan pada thermometer), maka pada sekeliling bak akan didinginkan menggunakan es batu secara *continue*, supaya suhu tetap setabil.



Gambar 1. Penyetingan Peralatan

3. Proses Pratrement

- Pada proses ini dilakukan proses *manual cleaning*, yaitu proses penghilangan kotoran dan debu pada spesimen menggunakan kertas abrasive, kemudian spesimen dibersihkan menggunakan larutan kimia (Alkohol/MEK/Acetone), setelah itu *Racking* spesimen.

- Selanjutnya adalah proses penghilangan lemak yang menempel pada logam menggunakan larutan *alkaline cleaning* selama 3-10 menit.
- *Rinsing aquades* selama 1 menit, kemudian angkat dan lakukan WFBT (*Water Film Break Test*) untuk mengetahui WBFS (*water break free surface*) terbentuk atau tidak (JB. Mohler, 1968).
- Setelah WBFS dipastikan terbentuk, selanjutnya dilakukan *alkaline etching* pada benda kerja selama 0,5-10 menit, kemudian dilanjutkan dengan *rinsing* selama 1 menit.
- Setelah itu lakukan proses *desmutting* pada benda kerja selama 0,5-30 detik, kemudian *rinsing* selama 1 menit.

4. Proses Anodizing

proses anodisasi akan divarisaikan dengan tiga kuat arus yang berbeda, yaitu: 0,5, 1 dan 1,5 Ampere. Masing- masing kuat arus akan divariasikan dengan waktu yang berbeda, yaitu; 5, 10 dan 15 menit. Pelapisan akan dilakukan pada suhu 10 °C.

- Ikat/gantungkan kawat yang telah mengikat spesimen pada kutub negatif bak anodizing, dan pastikan kawat menempel dengan sempurna.
- Atur arus pada rectifier sesuai dengan parameter yang diberikan dan tunggu proses anodisasi selama waktu yang telah ditentukan.

5. Proses Rinsing

Setelah proses *anodizing* dilakukan celupkan benda kerja pada aquades selama 1 menit. Untuk benda kerja/spesimen yang tidak dilakukan proses pewarnaan dan sealing bisa langsung dikeringkan. Dan untuk mengetahui lapisan oksida (Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) terbentuk atau tidak bisa dicek menggunakan avometer, putar sakelar pada posisi yang dikehendaki (Rx1/Rx10/Rx1k/Rx10k), tempelkan kabel pada spesimen, bila posisi di nol/jarum tidak bergerak, maka lapisan anodisasi telah berhasil terbentuk.

6. Proses Pencelupan Zat Warna (*coloring*)

Pada proses ini logam hasil *anodizing* dicelupkan dalam larutan zat warna selama 15 menit dengan suhu 55-60°C.

7. Rinsing

Setelah proses *coloring* celupkan

benda kerja pada aquades selama 1 menit. Spesimen hasil coloring yang tidak di *sealing* setelah *rinsing* bisa langsung di keringkan.

#### 8. Proses *Sealing*

Pada proses ini pori – pori yang terbentuk pada proses anodizing ditutup kembali agar zat warna tersekap dalam pori – pori. Istilah *sealing* secara umum sebagai penjaga agar bahan atau pengaruh fisis tidak masuk untuk mempengaruhi lapisan anodik. *Sealing* dilakukan dengan menggunakan air yang panas yang menyebabkan hidrasi dari lapisan anodik. Diharapkan sealant terserap oleh lapisan anodik, jika lapisan anodik dimasukkan dalam air murni atau larutan *Nickel- Cobalt* pada suhu tinggi (98-100 °C). Air bereaksi dengan aluminium oksida membentuk *boehmite*.

#### 9. Proses *Rinsing*

Setelah proses *sealing* dilakukan celupkan benda kerja pada aquades selama 1 menit.

#### 10. Proses *Drying*

Pada proses ini benda kerja bisa langsung dikeringkan dengan udara yang bersih hingga benar-benar kering atau bisa juga menggunakan udara bertekanan yang bersih menggunakan kompresor untuk mempercepat proses pengeringan, setelah benar-benar kering lepaskan kawat aluminium dari spesimen.

### 2.3 Pengujian Material

Uji *microhardness* dilakukan menggunakan metode mikrovickers dengan pembebanan 25 g.f dan lama indentasi selama 8 detik, pengujian dilakukan di tiga titik permukaan aluminium secara acak. dan selanjutnya dari data yang didapat dan dikumpulkan kemudian diolah dan diambil suatu kesimpulan.

Kemudian untuk melihat struktur makro digunakan mikroskop dengan pembesaran 5x, dan kamera 21 MP.

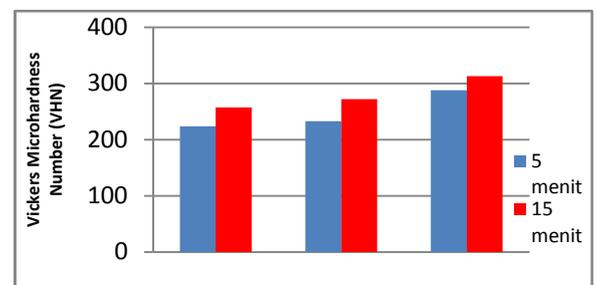
## 3. Hasil dan Pembahasan

### 3.1 Pengujian Kekerasan

Tabel 2. Hasil Pengujian Kekerasan Mikrovickers

Sampel	Nilai kekerasan (VHN)			Kekerasan rata-rata	Keterangan
	Titik 1	Titik 2	Titik 3		
1	52,3	53	51,7	52,3	Dase material Al 1100
2	243,2	210,1	220,7	223,6	0,5 A, 5 menit
3	256,3	261,1	251,9	257,4	0,5 A, 15 menit
4	271,9	276,1	269,2	272,4	1 A, 15 menit
5	283	283,7	297,1	287,9	1,5 A, 5 menit
7	321,7	310,9	307,2	313,2	1,5 A, 15 menit
8	309,1	309,9	306,2	308,4	Non sealing, Non coloring 1,5 A, 15 menit
9	230,3	235,2	234,9	233,8	Coloring
10	231,8	228,6	234,4	231,6	Non coloring

nilai kekerasan yang didapat pada waktu 15 menit, dengan kuat arus 0,5, 1 dan 1,5 ampere yang telah diwarnai dan disealing berturut-turut didapat nilai 257,4 VHN, 272,4 VHN, dan 313,2 VHN, hal ini membuktikan bahwa variasi kuat arus lebih berpengaruh dibandingkan variasi waktu anodisasi.



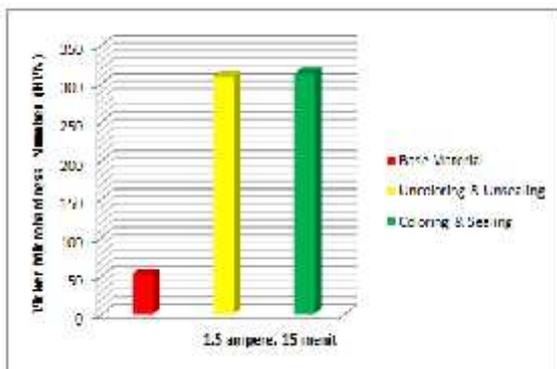
Grafik 1. Perbandingan kekerasan pada variasi Kuat arus dan waktu yang telah diwarnai dan disealing

Kekerasan yang tinggi yang terjadi pada kuat arus 1,5 ampere dengan waktu 15 menit diakibatkan karena tingginya kuat arus semakin mempercepat proses pelapisan permukaan material dan juga waktu yang lama mengakibatkan ketebalan dari lapisan juga semakin meningkat yang berefek pada kekerasan lapisan. Suhu yang rendah pada larutan elektrolit juga menurunkan kemampuan *driving force* pada larutan elektrolit untuk melarutkan lapisan oksida, dan akibatnya menurunkan juga kemampuan *Chemical Attack* larutan, yaitu menurunnya kemampuan larutan elektrolit untuk menyerang lapisan oksida, sehingga pembentukan persentase pori sedikit dan ukuran pori lebih kecil pada lapisan hasil proses anodisasi. Hal inilah yang menyebabkan lapisan menjadi lebih keras, tetapi daya serap terhadap zat warna kurang baik karena persentase pembentukan pori yang sedikit dan ukuran pori yang kecil, sehingga pori tidak dapat menyerap zat warna dengan maksimal.

Pada kuat arus 0,5 ampere, 1 ampere, dan 1.5 ampere dengan waktu 5 menit berturut-turut didapat nilai 223,6 VHN, 231,6 VHN, dan 287,9 VHN, sedangkan pada waktu 15 menit didapat nilai kekerasan 257,4 VHN, 272,4 VHN, 313,2 VHN.

Hal ini membuktikan bahwa variasi kuat arus lebih berpengaruh dibandingkan variasi waktu anodisasi. Lapisan yang terbentuk pada kuat arus 1,5 ampere dengan waktu selama 15 menit sudah termasuk katagori hard anodize films karena sudah melebihi nilai 300 VHN. Menurut DR.Gabe (2012), kekerasan dengan nilai 200-250 VHN pada lapisan yang dianodisasi merupakan katagori lapisan soft decorative films, sedangkan kekerasan dengan nilai 300-500 VHN sudah masuk dalam katagori hard anodize films.

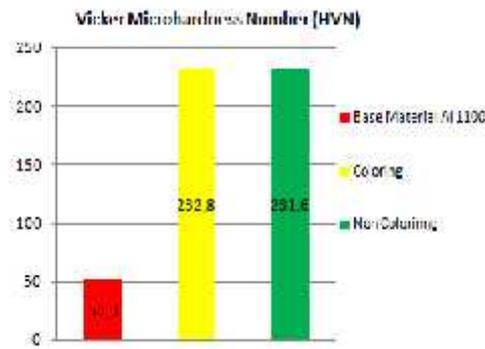
Akan tetapi nilai lapisan yang didapat ketika lapisan belum diwarnai dan disealing menunjukkan nilai yang berbeda seperti yang ditunjukkan pada grafik 2 di bawah ini.



Grafik 2. Perbandingan pewarnaan terhadap kekerasan

Dari grafik diatas dapat dilihat bahwa nilai kekerasan base Al 1100 hanya 52,3 VHN, kemudian setelah dianodisasi suhu 10<sup>0</sup>C dengan arus sebesar 1,5 ampere dan waktu 15 menit meningkat menjadi 308,4 VHN, kemudian dilakukan proses coloring menggunakan larutan pewarna dan dilanjutkan proses sealing menggunakan larutan nikel cobalt pada suhu 98-100oC sehingga kekerasan meningkat menjadi 313,2 VHN. Hal ini membuktikan bahwa sebelum dilakukannya proses sealing nilai kekerasan yang didapat hanya masuk dalam katagori *soft decorative films* (200-250 VHN) dan setelah dilakukan sealing barulah bisa dikatakan katagori *hard anodizing* . Untuk mengetahui seberapa besar peningkatan kekerasan yang ditimbulkan dari proses pewarnaan, dilakukan pengujian kekerasan pada material yang dilakukan pewarnaan dan yang tidak dilakukan pewarnaan. Hasil dari pengujian dapat dilihat

pada grafik berikut ini.



Grafik 3. Pengaruh pewarnaan pada proses anodisasi

Dari gambar diatas material yang dilakukan pewarnaan mengalami peningkatan kekerasan dari 231,6 VHN menjadi 232,8 VHN, Hal ini membuktikan bahwa pewarnaan yang dilakukan tidak berefek yang signifikan pada perubahan kekerasan yang terjadi. Hal ini membuktikan bahwa proses sealing jauh lebih memberikan efek yang besar terhadap perubahan kekerasan permukaan Al 1100 dibandingkan peroses pewarnaan.

Hal tersebut sesuai dengan yang disimpulkan Junghoon Lee dkk (2012), yang melakukan penelitian dengan variasi larutan sealing pada Al 5052 yang telah dianodisasi dengan berbagai jenis larutan sealing, dan dikatakan bahwa proses sealing dapat meningkatkan kekerasan permukaan hasil anodisasi. Nilai kenaikan kekerasan yang terjadi tergantung dari jenis larutan sealing yang digunakan. Dan menurut DR.Gabe (2012) bahwa proses sealing dengan suhu yang panas dapat meningkatkan kekerasan permukaan permukaan hasil anodisasi.

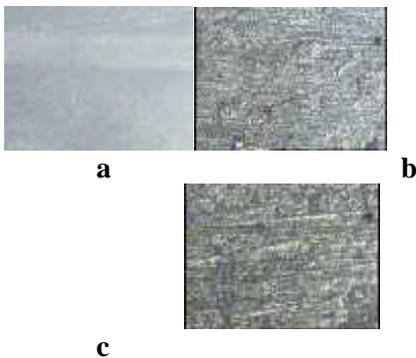
Terbentuknya lapisan yang lebih keras setelah proses sealing Nikel-cobalt, dikarenakan terjadinya phasa baru atau persipitat dari nikel-cobalt yang masuk kedalam pori-pori yang terbentuk dari proses anodisasi. Temperatur larutan yang panas menyebabkan pori lapisan terbuka dengan baik, waktu perendaman yang cukup lama (30 menit) dan agitasi (menggerakkan-gerakan benda kerja) juga membantu partikel-partikel nikel-cobalt terdifusi ke dalam pori permukaan dan membuat lapisan anodisasi menjadi semakin keras.

Setelah proses anodisasi dilakukan kemudian dilakukan proses pencelupan warna pada larutan dye coloring pada suhu 55- 60 °C tanpa dilakukan proses sealing, nilai kekerasan permukaan yang diperoleh adalah 232,8 VHN, dari yang semula 231,6 VHN. Hal

ini membuktikan bahwa pewarnaan (*dye blue, black, and red*) yang dilakukan tidak berefek yang signifikan pada perubahan kekerasan yang terjadi.

Proses pewarnaan (*dye blue, black, and red*) yang penulis lakukan memang tidak menunjukkan peningkatan kekerasan yang signifikan karena zat warna yang digunakan hanya sebatas untuk dekoratif, akan tetapi bukan berarti setiap proses pewarnaan tidak dapat meningkatkan nilai kekerasan lapisan anodisasi. Peningkatan nilai kekerasan dapat terjadi jika zat warna menggunakan atau dikombinasikan dengan unsur lain seperti, Nikel(Ni), Krom(Cr) dan unsur lainnya yang mempunyai nilai kekerasan yang lebih baik.

### 3.2 Struktur Permukaan



Gambar 2. Foto mikro (a). Base material Al 1100, (b). Sesudah dianodisasi 15 menit dengan kuat arus 1,5 ampere, (c). Sesudah dianodisasi 5 menit dengan kuat arus 0,5 ampere



Gambar 3. Hasil Anodisasi

Pada gambar 2 terlihat perbedaan bentuk permukaan sebelum di *anodizing* (Gambar 2a) yang masih flat belum terdapat adanya lapisan oksida, dan pada gambar 2b terlihat permukaan sudah sedikit kasar dan flat, hal inilah yang menyebabkan permukaan lebih keras, kemudian untuk permukaan pada gambar 2c terlihat lebih kasar dan banyak bintik yang terlihat.

### 4. Kesimpulan

Berdasarkan analisis data dan pembahasan hasil dari penelitian ini dapat disimpulkan beberapa poin penting sebagai berikut:

1. Proses anodisasi dapat meningkatkan kekerasan lapisan permukaan material Al 1100 secara signifikan dari 50,3 VHN menjadi 313,2 VHN pada kuat arus 1,5 ampere dan waktu 15 menit.
2. Semakin rendah kuat arus pada proses anodisasi akan menyebabkan penurunan nilai kekerasan pada lapisan.
3. Semakin lama proses anodisasi akan menyebabkan peningkatan nilai kekerasan dan ketebalan lapisan permukaan.
4. Pemberian warna hanya berpengaruh kecil pada peningkatan kekerasan permukaan hasil anodisasi, karena zat warna yang digunakan (*dye blue, black and red*) hanya sebatas untuk dekoratif.
5. Proses sealing dapat meningkatkan kekerasan lapisan anodisasi yang cukup signifikan.

### 5. Saran

Adapun saran yang disampaikan bagi yang ingin melakukan penelitian serupa adalah sebagai berikut:

1. Untuk penelitian selanjutnya bisa memvariasikan suhu pewarnaan atau waktu pewarnaan, dengan jenis pewarna yang berbeda, untuk mengetahui efek warna yang dihasilkan.
2. Untuk penelitian selanjutnya bisa menggunakan variasi larutan sealing atau lama waktu sealing dilakukan, untuk mengetahui efek kekerasan yang dihasilkan.
3. Untuk penelitian selanjutnya cukup gunakan satu parameter yang divariasikan, agar penelitian lebih terfokus dan terarah.
4. Untuk menghindari kesalahan dalam pembacaan nilai kekerasan mikrohardness, sebaiknya benda kerja di polishing terlebih dahulu sebelum proses anodisasi agar permukaan hasil lebih halus.

### 6. Daftar Putaka

- [1] Aluminum Association, 2015. The Aluminum Association, Arlington.
- [2] Callister.2014. *Materials Science and Engineering An Introduction 9th edition*.John Wiley & Sons, Inc.
- [3] Budimulyani, E. 2010.Pengaruh Temperatur

dan Waktu Proses Anodisasi Puley Aluminium Dalam Larutan  $H_2SO_4$  Encer dan Campuran Larutan ( $H_2SO_4+H_2C_2O_4$ ) Encer, Jurusan Teknik Mesin [4] Politeknik Negeri Jakarta. Kampus UI Depok.

Gabe, DR.2002. *Hard anodize-what do we mean by hard*, Louahborouah University, U.K.

[5] Lee,Junghoon,2012.*Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub> sealing of anodized aluminum alloy by heatreatment*. ELSEVIER:2012.

[6] Mohler, J.B. 1968. *Electroplating And Related Process*. Chemical publishing , New York.

[7] Osborn Joseph, H, 2014. *Understanding and*

*Specifying Anodizing*. OMW Corporation Fontana, M. G.,1987,*Corossian Engineering Third Edition*, Mcgrawhill Book Company, NewYork.