

# PENGARUH KUAT ARUS LISTRIK TERHADAP KEKERASAN, KECERAHAN DAN KETEBALAN LAPISAN OKSIDA HASIL PROSES ANODIZING PADA ALUMINIUM

**Wawan Hartanto**

*Program Studi S-1 Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta*

*Jl. Lingkar Barat, Tamantirto, Kasihan, Bantul 55183*

*Email: [wawanhartanto06@gmail.com](mailto:wawanhartanto06@gmail.com)*

*Anodizing merupakan proses pelapisan logam dengan cara membentuk lapisan oksida yang diambil dari larutan elektrolit asam sulfat ( $H_2SO_4$ ). Keunggulan logam yang diproses anodizing antara lain, lebih tahan terhadap korosi, tahan terhadap gesekan permukaan, meningkatkan kekerasan logam dan tampilan lebih menarik. Logam yang dapat diproses anodizing diantaranya, magnesium, titanium, dan aluminium. Tujuan dari penelitian ini untuk mengetahui bagaimana pengaruh variasi kuat arus listrik pada proses anodizing terhadap struktur mikro ketebalan lapisan oksida, stuktur makro dan kekerasan pada permukaan aluminium. Plat aluminium dengan ukuran 50 mm x 30 x 3,5 mm diampelas secara bertahap menggunakan ampelas seri P500, P800, P1000, P2000, C5000 dilanjutkan ke proses cleaning, etching, desmut, anodizing, dyeing, sealing, dan dilakukan rinsing pada setiap prosesnya. Proses anodizing menggunakan variasi kuat arus listrik 1 Ampere, 2 Ampere, 3 Ampere, tegangan arus listrik 18 Volt, waktu pencelupan 10 menit. Pengujian yang dilakukan yaitu kecerahan warna, struktur makro permukaan, mikro ketebalan lapisan oksida, dan kekerasan vickers permukaan. Hasil pengujian menunjukkan kecerahan warna (RGB) yang paling tinggi setelah proses anodizing dan dyeing pada kuat arus 3 Ampere sebesar R 172 %, G 25.33 %, B 30 %, struktur makro yang paling dominan menghasilkan pori-pori pada kuat arus 3 Ampere, ketebalan lapisan oksida tertinggi setelah proses anodizing pada kuat arus 1 Ampere sebesar 60  $\mu m$ , dan kekerasan vickers paling tinggi pada kuat arus 2 Ampere sebesar 128,96 VHN.*

**Kata kunci** : Anodizing, aluminium, kuat arus listrik.

## 1. Pendahuluan

Anodizing atau yang dikenal dengan nama pelapisan logam (*plating*) atau (*surface treatment*), adalah suatu perlakuan permukaan untuk melapisi permukaan logam agar terlindung dari pengaruh destruktif lingkungan yang menyebabkan korosi, disamping itu metode anodizing juga menghasilkan tampilan logam yang lebih menarik, bertekstur dan berwarna, serta tahan terhadap gesekan permukaan. Pada rekayasa material, proses *anodizing* sering diaplikasikan pada bahan aluminium. Hal ini sangat dimungkinkan mengingat karakteristik logam aluminium yang memiliki berat jenis cukup ringan ( $2,70 \text{ gr/cm}^3$ ), mudah di bentuk dan tahan terhadap korosi (Hutasoit, 2008).

Ada beberapa faktor yang dapat mempengaruhi proses *anodizing*, salah satunya adalah kuat arus listrik. Hasil dari penelitian yang dilakukan oleh Prasty, Y.A., (2016) menunjukkan proses *anodizing* pada aluminium 1XXX dengan kuat arus 2 Ampere menghasilkan kekerasan dan ketebalan lapisan oksida tertinggi sebesar 45.3 VHN dan 80  $\mu m$ .

Hasil penelitian lain yang dilakukan oleh Priyanto, A. (2012) menunjukkan bahwa proses *anodizing* pada aluminium 5XXX dengan kuat arus 1 Ampere menghasilkan kekerasan rata-rata permukaan

tertinggi sebesar 66.1 VHN. Sedangkan dengan kuat arus listrik 3 Ampere menghasilkan ketebalan lapisan oksida tertinggi sebesar 70  $\mu m$ .

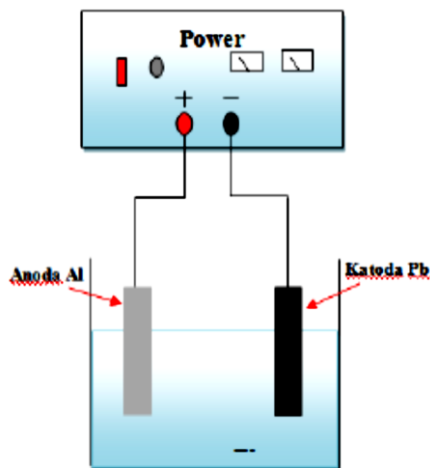
Dari hasil beberapa penelitian diatas menunjukkan pengaruh kuat arus listrik terhadap kekerasan permukaan aluminium dan ketebalan lapisan oksida berbeda-beda. Hal itu diduga karena paduan campuran aluminiumnya berbeda-beda, sehingga berpengaruh terhadap kekerasan serta ketebalan lapisan oksida aluminium tersebut.

Aluminium seri 1XXX merupakan aluminium yang mempunyai kemurnian sebesar 99,0 %. Dengan tingkat kekerasan yang rendah, namun memiliki ketahanan terhadap korosi yang tinggi. Dengan proses *anodizing* diharapkan mampu meningkatkan kekerasan aluminium tersebut, sehingga dapat diaplikasikan lebih luas dan mampu bertahan lebih lama dalam pengaplikasiannya. Oleh sebab itu dilakukan penelitian pengaruh kuat arus listrik variasi 1 Ampere, 2 Ampere, 3 Ampere terhadap kekerasan, kecerahan dan ketebalan lapisan oksida proses *anodizing* pada aluminium.

## 2. Dasar Teori

Aluminium *anodizing* adalah proses pelapisan secara elektrokimia yang mengkonversi aluminium menjadi menjadi aluminium oksida ( $Al_2O_3$ ) pada

permukaan material yang akan dilapisi (*Jeff Pernick, International Hardcoat, Inc*). 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 (benda kerja) ditunjukkan gambar pada gambar 1.



**Gambar 1.** Skema elektroda proses *anodic oxidation* (Sidharta, B.W., 2014)

a. Proses *anodizing* memiliki beberapa tujuan, antara lain :

1. Meningkatkan ketahanan korosi.

Dari proses anodisasi, lapisan oksida yang terbentuk pada permukaan logam tahan terhadap korosi dan mampu menahan serangan atmosfer serta air garam. Lapisan oksida melindungi logam yang ada dibawahnya dengan bertindak sebagai penghalang (*barrier*) dari serangan lingkungan yang korosif.

2. Meningkatkan sifat *adhesif*.

Lapisan ini hasil proses anodisasi yang menggunakan asam fosfor dan kromat dapat meningkatkan kekuatan ikatan dan ketangguhan, biasanya digunakan pada industri pesawat terbang.

3. Meningkatkan ketahanan aus (*wear resistant*).

Proses *hard anodizing* dapat menghasilkan lapisan setebal 25-100 mikron. Lapisan tersebut, dengan kekerasan inheren aluminium oksida yang sedemikian cukup tebal dapat digunakan untuk aplikasi dibawah kondisi ketahanan abrasi. Dimana lapisan oksida ( $Al_2O_3$ ) ini memiliki nilai kekerasan yang cukup tinggi (sebanding dengan *sapphire*) atau paling keras setelah intan.

4. Isolator listrik

Lapisan oksida memiliki resistivitas yang tinggi khususnya lapisan oksida yang porinya tertutup.

5. Dapat menempel pada proses plating selanjutnya.

Pori dari lapisan anodik oksida mendukung proses *elektroplating*, asam yang digunkakan apabila ingin melakukan pelapisan lanjutan adalah asam *phosfor*.

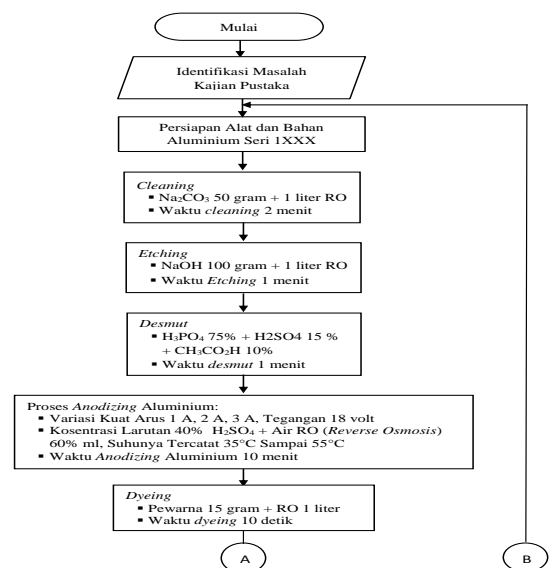
6. Aplikasi dekorasi.

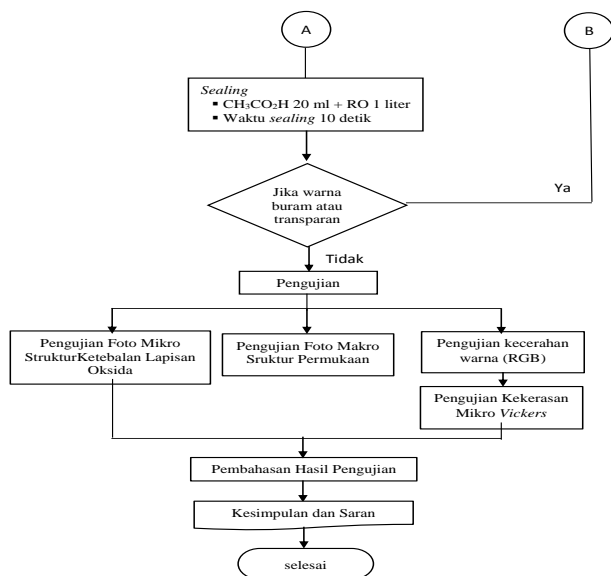
Pada permukaan logam, lapisan oksida yang terbentuk memiliki tampilan yang mengkilat, dimana pada aluminium tampilan oksida yang alami sangat diinginkan. Selain itu, lapisan oksida yang dihasilkan dapat diberi warna dengan metode yang berbeda. Pewarnaan organik akan diserap pada lapisan pori untuk menghasilkan warna tertentu dan pigmen mineral yang mengendap di dalam pori akan menghasilkan warna yang stabil.

b. Rapat Arus

Rapat arus (*current density*) adalah aliran muatan pada suatu luas penampang tertentu di suatu titik penghantar, rapat arus memiliki satuan  $A/m^2$ . Besarnya rapat arus dapat mempengaruhi hasil *anodizing*. Rapat arus memiliki pengaruh terhadap tampilan dari lapisan oksida yang dihasilkan. Rapat arus yang lebih rendah akan menghasilkan lapisan oksida yang lebih terang dibandingkan dengan yang menggunakan rapat arus yang lebih tinggi untuk ketebalan lapisan oksida yang sama.

### 3. Metode penelitian





**Gambar 2.** Diagram Alir Penelitian

#### a. Proses Pengamplasan

Proses pengamplasan ini bertujuan untuk menghilangkan kotoran-kotoran yang menempel pada permukaan logam aluminium. Proses pengamplasan ini yaitu menggunakan amplas logam seri P500, P800, P1000, P2000, dan C5000. Proses ini dilakukan secara manual, dengan mengurutkan pengamplasan dari seri P500, P800, P1000, P2000, sampai C5000. Setelah proses pengamplasan selesai kemudian spesimen *dirinsing* menggunakan air RO (*Reverse Osmosis*).

#### b. Proses *cleaning*

Proses *cleaning* adalah proses pencucian spesimen dengan menggunakan natrium karbonat ( $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ) yaitu sebuah bahan utama dalam pembuatan detergen yang berfungsi untuk meningkatkan daya bersih pada proses pencucian, konsentrasi yang digunakan pada proses ini (10 gr/liter) air RO (*Reverse Osmosis*). Proses *cleaning* dilakukan selama 2 menit. Fungsi dari proses ini untuk membersihkan spesimen dari kotoran sisa proses pengamplasan dan *polishing*, selain itu juga membersihkan dari lemak dari pori-pori tangan telanjang dan debu yang menempel pada permukaan spesimen. Setelah proses *cleaning* selesai kemudian spesimen *dirinsing* menggunakan air RO (*Reverse Osmosis*).

#### c. Proses *etching*

Proses *etching* (etsa) adalah proses menghilangkan lapisan oksida pada permukaan aluminium yang tidak dapat dihilangkan dengan proses sebelumnya, baik itu proses *cleaning* dan *rinsing*. Selain itu, proses ini untuk memperoleh

permukaan benda kerja yang lebih rata dan halus. Pada proses *etching* menggunakan media soda api ( $\text{NaOH}$ ) dengan konsentrasi (100 gr/liter) air RO (*Reverse Osmosis*), dengan menggunakan suhu ruang bak plastik larutan *etching*  $\pm 27\text{-}31^\circ\text{C}$ , kemudian spesimen yang sudah melewati tahap proses *cleaning* dan *rinsing* dicelupkan kedalam larutan *etching* selama  $\pm 1$  menit. Setelah proses *etching* selesai spesimen *dirinsing* menggunakan air RO (*Reverse Osmosis*).

#### d. Proses *Desmut*

Setelah proses *cleaning* dan *etching*, langkah selanjutnya proses *desmut*. Proses *Desmut* adalah suatu proses untuk menghilangkan *smut* pada aluminium. Istilah *smut* sendiri adalah lapisan tipis yang berwarna abu-abu hingga hitam yang berasal dari bahan-bahan paduan pembentuk logam aluminium yang tidak dapat larut dalam larutan *etching*. Selain itu juga berfungsi untuk pengkilapan (*Bright deep*) pada permukaan logam aluminium. Pada proses ini spesimen dicelupkan kedalam larutan *desmut* dengan komposisi *phosporic acid* ( $\text{H}_3\text{PO}_4$ ) 75% dan asam sulfat ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ ) 15% serta asam cuka ( $\text{CH}_3\text{CO}_2\text{H}$ ) 10%, dengan menggunakan suhu ruang bak plastik larutan *desmut* yaitu  $\pm 30\text{-}38^\circ\text{C}$ , selama 1 menit. Setelah dilakukan proses *desmut* kemudian spesimen *dirinsing* menggunakan air RO (*Reverse Osmosis*).

#### e. Proses *Anodic Oxidation*

Pada proses ini spesimen dicelupkan kedalam bak plastik yang berisi larutan asam sulfat ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ ) yang sudah dicampur dengan air RO (*Reverse Osmosis*), dengan konsentrasi larutan sebesar 400 ml asam sulfat ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ ) dan 600 ml air RO (*Reverse Osmosis*), dan suhunya tercatat  $29^\circ\text{C} - 44^\circ\text{C}$ . Pada proses *anodic oxidation* benda kerja sebagai anoda (+) dan aluminium penghantar sebagai katoda (-). Sebelum mencelupkan spesimen larutan, terlebih dahulu mengatur besar tegangan yang digunakan. Tegangan yang dipakai pada proses ini sebesar 18 Volt, Selanjutnya arus listrik pada *power supply* diatur setelah spesimen dicelupkan kedalam larutan dengan variasi arus 1 Ampere, 2 Ampere dan 3 Ampere. Waktu proses pencelupan selama 10 menit. Setelah proses *anodic oxidation* selesai selanjutnya *dirinsing* menggunakan air RO (*Reverse Osmosis*).

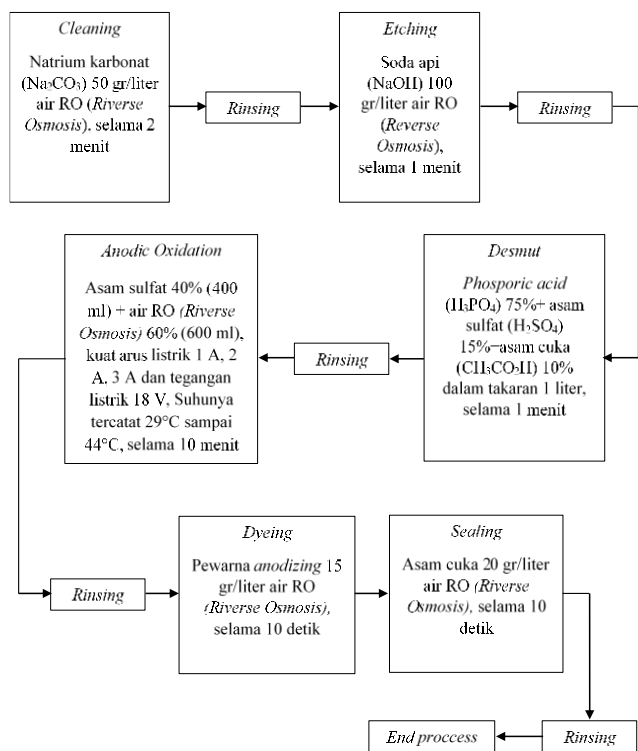
#### f. Proses Pewarnaan (*Dieying*)

Setelah lapisan oksida terbentuk melalui proses *anodic oxidation*, selanjutnya adalah proses pewarnaan (*Dieying*). Pada proses ini material dicelupkan kedalam larutan pewarna (15 gr/liter) air RO (*Reverse Osmosis*) selama 10 detik. Proses

pewarnaan ini berfungsi memberikan warna sesuai dengan warna yang diinginkan untuk menambah nilai dekoratif pada logam aluminium, selain itu juga sebagai lapisan pelindung pada lapisan oksidanya.

**g. Proses Sealing**

Proses *sealing* adalah untuk menutup kembali pori-pori lapisan oksida yang terbentuk pada proses *anodic oxidation*, selain itu sebagai pengunci warna. Pada proses ini menggunakan larutan asam cuka (50 gr/liter) air RO (*Reverse Osmosis*), dengan lama waktu pencelupan selama ± 10 detik.



**Gambar 3.** Bagan Proses Anodizing

**4. Hasil dan Pembahasan**

Setelah dilakukan pengujian, maka diperoleh data-data pengujian. Kemudian data-data tersebut dijabarkan dalam beberapa sub-sub pembahasan dari masing-masing setiap jenis pengujian.

**a. Hasil Pengujian Visual**

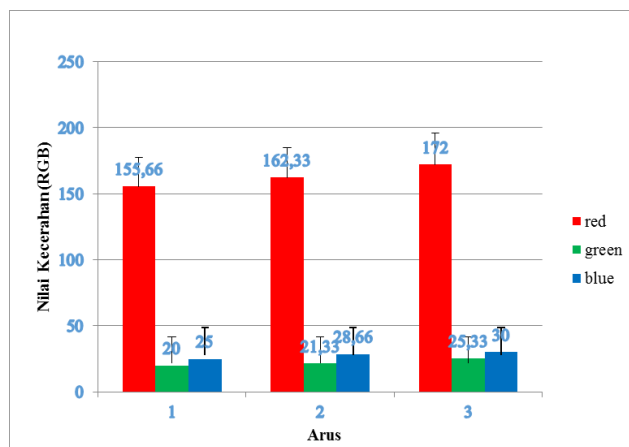
Setelah proses *anodizing* dan *dyeing* dilakukan pengujian kecerahan warna (RGB) menggunakan *adobe photoshop CS6*, dimana akan didapat data perbandingan antara hasil visual pada kuat arus 1 Ampere, 2 Ampere, dan 3 Ampere, setelah proses *anodizing* dan *dyeing*. Pada pengujian ini

adalah foto dari tangkapan kamera 13 MP (*Mega Pixel*) *smartphone* Oppo f1 selfie. Berikut merupakan uraian dari hasil pengujian yang sudah dilakukan.

**Tabel 1.** Hasil uji kecerahan warna (RGB) pada variasi kuat arus 1 Ampere, 2 Ampere, dan 3 Ampere setelah proses *anodizing* dan *dyeing*

No	Variasi Arus (A)	Warna	Titik uji 1 (%)	Titik uji 2 (%)	Titik uji 3 (%)	Rata-rata kecerahan warna (RGB) (%)
1	1	Red	165	158	144	155,66
2		Green	21	19	20	
3		Blue	31	24	20	
4	2	Red	175	161	151	162,33
5		Green	28	20	16	
6		Blue	38	26	22	
7	3	Red	177	177	162	172
8		Green	26	28	22	
9		Blue	33	32	25	

Dari hasil tabel 1. Hasil pengujian kecerahan warna diatas maka dapat disimpulkan menggunakan gambar 4. Grafik hubungan antara kuat arus listrik dengan nilai kecerahan warna (RGB) berikut :



**Gambar 4.** Grafik hubungan antara kuat arus listrik dengan nilai kecerahan warna (RGB).

Grafik 4.3 diatas menunjukkan hasil kecerahan warna (RGB) pada kuat arus 1 Ampere sebesar R 155.66 %, G 20 %, B 25 %, untuk kuat arus 2 Ampere sebesar R 162.33 %, G 21.33 %, B 28.66 %, dan kuat arus 3 Ampere sebesar R 172 %, G 25.33 %, B 30 %. Dari grafik 4.3 diatas juga menunjukkan bahwa warna yang mendominasi adalah warna *red*, hal itu disebabkan karena warna utama yang digunakan pada proses *dyeing* adalah warna merah.

Untuk kecerahan warna (RGB) tertinggi pada kuat arus 3 Ampere sebesar R 172.33 %, G 25.33 %, B 30 %. Hal tersebut diduga disebabkan oleh pori-pori

pada lapisan oksida lebih besar dan banyak, sehingga cairan pewarna yang masuk pada lapisan oksida lebih banyak dan lebih merata.

Dari analisa diatas, maka dapat disimpulkan bahwa kuat arus dan waktu proses anodizing juga mempengaruhi ukuran dan bentuk pori-pori lapisan oksida yang dihasilkan sehingga dapat mempengaruhi kecerahan warna (RGB).

**b. Hasil Pengujian Foto Struktur makro Permukaan**

Pengujian foto struktur makro ini bertujuan untuk mengetahui struktur permukaan aluminium setelah proses *anodizing* dan *dyeing*. Pengujian dilakukan dengan pembesaran 50 kali. Berikut adalah hasil pengujian foto makro struktur permukaan raw material, spesimen setelah proses *anodizing* dan *dyeing*.



**Gambar 5.** Foto makro variasi kuat arus 1 Ampere, (a). Raw material, (b). Setelah proses *anodizing*, (c). Setelah proses *dyeing*.

Gambar 5. (a) menunjukkan hasil pengujian foto makro raw material, dapat disimpulkan bahwa struktur permukaan raw material belum terbentuk lapisan oksida dan masih terlihat lapisan struktur murni dari aluminium. Gambar 5. (b) hasil pengujian foto makro setelah proses *anodizing* terlihat pori-pori yang terbentuk terlihat kecil dan merata. Gambar 5. (c) hasil pengujian foto makro setelah proses *dyeing* pori-pori mulai tertutup oleh cairan pewarna.



**Gambar 6.** Foto makro variasi kuat arus 2 Ampere, (a). Raw material, (b). Setelah proses *anodizing*, (c). Setelah proses *dyeing*.

Gambar 6. (a) menunjukkan hasil pengujian foto makro raw material, dapat disimpulkan bahwa struktur permukaan raw material belum terbentuk lapisan oksida dan masih terlihat lapisan struktur

murni dari aluminium. Gambar 6. (b) hasil pengujian setelah proses *anodizing* terlihat pori-pori yang dihasilkan lebih besar dan lebih kasar dibandingkan dengan kuat arus 1 Ampere, hal ini diduga karena pengaruh dari kuat arus yang digunakan lebih besar. Gambar 6. (c) hasil pengujian setelah proses *dyeing* terlihat lubang pori-pori mulai tertutup namun masih terlihat titik-titik putih.

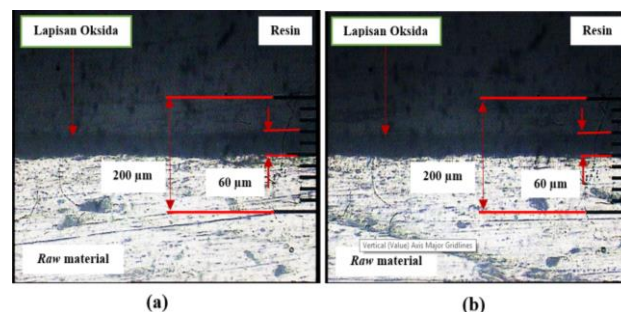


**Gambar 7.** Foto makro variasi kuat arus 3 Ampere, (a). Raw material, (b). Setelah proses *anodizing*, (c). Setelah proses *dyeing*.

Gambar 7. (a) menunjukkan hasil pengujian foto makro raw material, dapat disimpulkan bahwa struktur permukaan raw material belum terbentuk lapisan oksida dan masih terlihat lapisan struktur murni dari aluminium. Gambar 7. (b) hasil pengujian setelah proses *anodizing* terlihat pori-pori yang dihasilkan tidak merata dan lebih kasar dibandingkan dengan arus 1 Ampere dan 2 Ampere hal ini diduga karena arus yang digunakan lebih besar. Gambar 7. (c) Hasil pengujian setelah proses *dyeing* terlihat permukaan kasar.

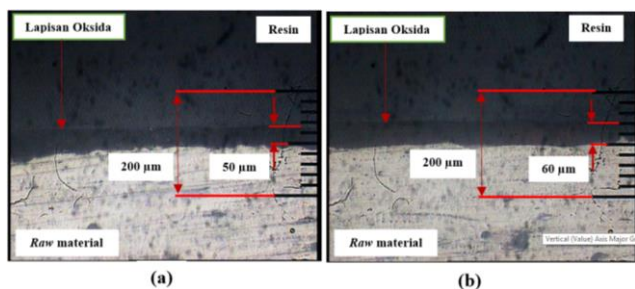
**c. Hasil Pengujian Foto Struktur Mikro**

Pengujian foto struktur mikro ini ditujukan untuk mengetahui seberapa besar ketebalan lapisan oksida pada aluminium setelah proses *anodizing* dan *dyeing*. Pengujian ini dilakukan dengan pembesaran 200 kali, dimana ada 10 strip dan setiap strip mempunyai nilai 20 µm.



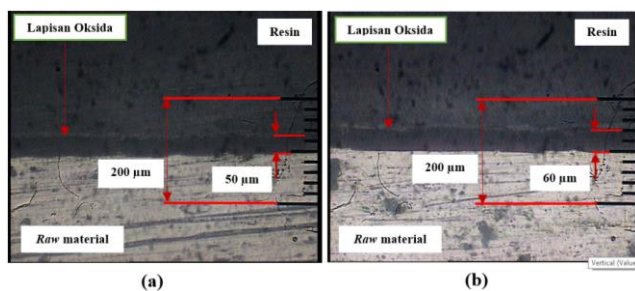
**Gambar 8.** Foto mikro variasi kuat arus 1 Ampere, (a). Setelah proses *anodizing*, (b). Setelah proses *dyeing*.

Gambar 8. (a) menunjukkan hasil pengujian ketebalan lapisan oksida setelah proses *anodizing* pada kuat arus 1 Ampere, tegangan 18 Volt, suhunya tercatat 35°C sampai 36°C, waktu pencelupan 10 menit sebesar 60  $\mu\text{m}$ . Gambar 8. (b) setelah proses *dyeing* dengan variabel yang sama ketebalan lapisan oksida tetap 60  $\mu\text{m}$ . Tidak ada peningkatan ketebalan lapisan oksida setelah *anodizing* dan *dyeing* diduga karena pori-pori yang dihasilkan kecil dan tidak merata sehingga cairan pewarna yang masuk sedikit.



**Gambar 9.** Foto mikro variasi kuat arus 2 Ampere, (a). Setelah proses *anodizing*, (b). Setelah proses *dyeing*.

Gambar 9. (a) menunjukkan hasil pengujian ketebalan lapisan oksida setelah proses *anodizing* pada kuat arus 2 Ampere, tegangan 18 Volt, suhunya tercatat 38°C sampai 39°C, waktu pencelupan 10 menit sebesar 50  $\mu\text{m}$ . Gambar 9. (b) setelah proses *dyeing* dengan variabel yang sama ketebalan lapisan oksida 60  $\mu\text{m}$ . Peningkatan tersebut diduga karena cairan pewarna yang masuk ke dalam pori-pori setelah *dyeing*.

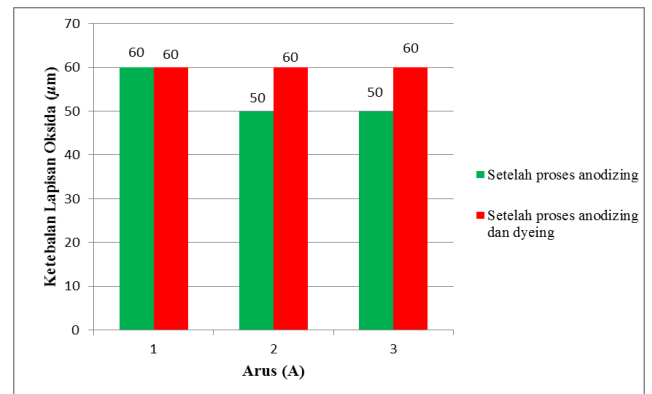


**Gambar 10.** Foto mikro variasi kuat arus 3 Ampere, (a). Setelah proses *anodizing*, (b). Setelah proses *dyeing*.

Gambar 10. (a) menunjukkan hasil pengujian ketebalan lapisan oksida setelah proses *anodizing* pada kuat arus 3 Ampere, tegangan 18 Volt, suhunya tercatat 29°C sampai 39°C, waktu pencelupan 10 menit sebesar 50  $\mu\text{m}$ . Gambar 10. (b) setelah proses

*dyeing* dengan variabel yang sama ketebalan lapisan oksida 60  $\mu\text{m}$ . Peningkatan tersebut diduga karena cairan pewarna yang masuk ke dalam pori-pori setelah *dyeing*.

Dari hasil pengujian struktur foto mikro ketebalan lapisan oksida setelah proses *anodizing* dan *dyeing* diatas, maka dapat disimpulkan menggunakan grafik pada gambar 4.10



**Gambar 11.** Grafik hubungan antara Arus (A) dengan ketebalan lapisan oksida ( $\mu\text{m}$ ) setelah proses *anodizing* dan *dyeing*.

Grafik 11 diatas menunjukkan pada variasi kuat arus 1 Ampere, 2 Ampere, dan 3 Ampere setelah proses *anodizing*, menghasilkan ketebalan lapisan oksida sebesar 60  $\mu\text{m}$ , 50  $\mu\text{m}$ , 50  $\mu\text{m}$  secara berurutan. Grafik diatas juga menunjukkan ketebalan lapisan oksida setelah proses *dyeing* sebesar 60  $\mu\text{m}$ , 60  $\mu\text{m}$ , 60  $\mu\text{m}$  secara berurutan. Tidak ada perubahan ketebalan lapisan oksida secara signifikan diduga karena variasi kuat arus yang digunakan berdekatan. Ketebalan lapisan oksida setelah *anodizing* pada arus 2 Ampere dan 3 Ampere menurun hal ini diduga karena perpindahan ion-ion elektrolit yg kurang baik dan temperatur elektrolit yang meningkat. Pada penelitian yang pernah dilakukan oleh Purnama, D. dkk, (2012) juga menyebutkan bahwa semakin meningkatnya temperatur, akibatnya akan menurunkan ketebalan lapisan oksida yang terbentuk. Hal itu terjadi karena temperatur meningkatkan kemampuan larutan elektrolit untuk melarutkan lapisan oksida.

#### d. Hasil Pengujian Kekerasan/Vickers Permukaan

Pengujian kekerasan permukaan dilakukan untuk mengetahui nilai kekerasan permukaan raw material, setelah proses *anodizing* dan *dyeing* dengan variasi kuat arus listrik 1 Ampere, 2 Ampere dan 3

Ampere. Pengujian dilakukan dengan pembebanan 200 gf. Hasil pengujian ditunjukkan pada tabel dan grafik dibawah ini.

**Tabel 2.** Hasil pengujian kekerasan permukaan aluminium setelah proses *anodizing* dan *dyeing*

No	Variasi	Posisi Titik Uji		d <sub>1</sub>	d <sub>2</sub>	d <sub>rata-rata</sub> (µm)	Kekerasan (VHN)	Kekerasan Rata-rata (VHN)
				(µm)	(µm)	(µm)		
1	Raw Materia	Acak		75	75	75	65,92	79,15
				66	66	66	85,12	
				65,5	65,5	65,5	86,42	
2	Arus 1 Ampere	Anodizing	Acak	56,5	55	55,75	106,52	97,09
				54,5	52	53,25	85,12	
				56	53	54,5	99,65	
	sealing	Acak	59	59	59	119,3	124,96	
			66	66	66	130,76		
			61	61	61	124,83		
3	Arus 2 Ampere	Anodizing	Acak	59	59	59	106,52	104,16
				56	56	56	118,23	
				65	65	65	87,73	
	sealing	Acak	56	55	55,5	120,37	128,96	
			53	53	53	132		
			55	50	52,5	134,53		
4	Arus 3 Ampere	Anodizing	Acak	68	68	68	80,19	82,70
				65	65	65	87,73	
				68	68	68	80,19	
	sealing	Acak	59	50	54,5	124,83	122,34	
			51	51	51	142,56		
			61	61	61	99,65		

Contoh perhitungan nilai kekerasan (VHN) pada posisi titik injakan acak untuk pengujian raw material aluminium.

Diketahui : P = 200 gf

$$d \text{ rata-rata} = \frac{75+75}{2} = 75 \text{ mm}$$

Penyelesaian :  $VHN = \frac{1.854 \times P}{(d)^2}$

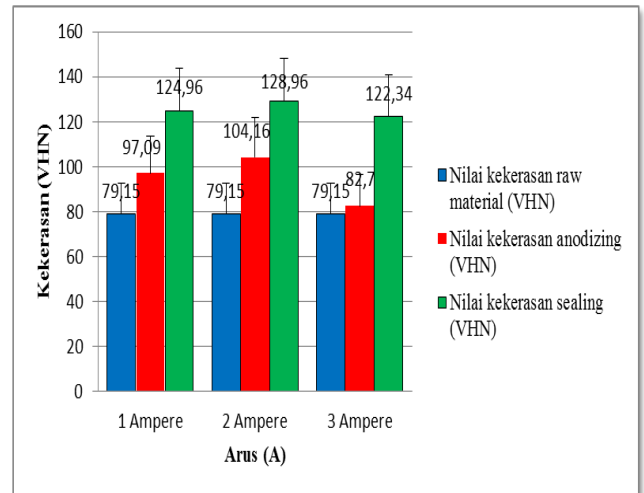
$$VHN = \frac{1.854 \times 200}{(75^2)} = 0.06592. \mu\text{m} \times 10^3$$

$$VHN = 65,92 \text{ kg/mm}^2$$

$$\text{Kekerasan rata – rata} = \frac{65,92 + 85,12 + 86,42}{3}$$

$$VHN = 79,15 \text{ VHN}$$

Dari tabel dan perhitungan diatas, maka dapat disimpulkan menggunakan grafik yang ditunjukkan pada Gambar 4.11.



**Gambar 12.** Grafik hubungan antara kuat arus listrik dengan nilai kekerasan (VHN) setelah proses *anodizing* dan *dyeing*

Grafik 12 diatas menunjukkan pada raw material menghasilkan kekerasan rata-rata sebesar 79,15 VHN, 79,15 VHN, 79,15 VHN secara berurutan. Pada variasi kuat arus 1 Ampere, 2 Ampere, dan 3 Ampere setelah proses *anodizing*, menghasilkan kekerasan rata-rata sebesar 97,09 VHN, 104,16 VHN, 82,7 VHN secara berurutan. Setelah proses *dyeing* pada variasi kuat arus yang sama menghasilkan kekerasan rata-rata sebesar 124,96 VHN, 128,96 VHN, 122,34 VHN secara berurutan. Nilai kekerasan rata-rata setelah *anodizing* dan *dyeing* mencapai titik maksimum pada kuat arus 2 Ampere sebesar 104,16 VHN dan 128,96 VHN, sedangkan nilai kekerasan paling rendah pada kuat arus 3 Ampere sebesar 82,7 VHN dan 122,34 VHN.

Dari hasil diatas dapat disimpulkan bahwa kuat arus yang tinggi dapat mempengaruhi naiknya nilai kekerasan permukaan aluminium, ini dibuktikan pada hasil kuat arus 2 Ampere diatas, namun dengan penggunaan arus yang terlalu tinggi juga dapat mempengaruhi turunya nilai kekerasan permukaan aluminium, hal ini disebabkan karena semakin tinggi arus yang digunakan maka perpindahan ion-ion yang membentuk lapisan oksida akan semakin cepat dan pori-pori yang dihasilkan akan semakin besar. Seperti pernyataan Priyanto (2012) tentang pengaruh variasi arus listrik terhadap kekerasan permukaan aluminium 5XXX dengan variasi rapat arus 1 Ampere 2 Ampere dan 3 ampere. Dari hasil penelitiannya dapat diambil disimpulkan bahwa pengaruh rapat arus yang semakin tinggi dengan interval waktu pencelupan pada proses

*anodizing* selama 30 menit dapat menurunkan nilai kekerasan dari permukaan aluminium *anodizing*.

#### 4. Kesimpulan

Hasil data analisa dan pembahasan yang telah dilakukan pada pengaruh kuat arus listrik pada proses *anodizing* maka dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. kecerahan warna (RGB) tertinggi didapat pada arus 3A sebesar R 172 %, G 25.33 %, B 30 %, dan yang terendah pada arus 1A sebesar R 155.66 %, G 20 %, B 25 %
2. Pengujian foto struktur makro dengan pembesaran 50 kali, pada arus 1A, 2A, 3A mempunyai struktur permukaan, ukuran pori-pori dan kepekatan warna yang berbeda-beda. Namun struktur makro yang banyak menghasilkan pori-pori yang merata dan besar terjadi pada kuat arus 3A,.
3. Pengujian foto struktur mikro, ketebalan lapisan oksida setelah *anodizing* tertinggi pada arus 1A sebesar 60  $\mu\text{m}$  dan yang terendah pada arus 2A dan 3A dengan nilai yang sama sebesar 50  $\mu\text{m}$ . Ketebalan setelah dyeing sama sebesar 60  $\mu\text{m}$ .
4. Nilai kekerasan tertinggi setelah *anodizing* dan *dyeing* mencapai titik maksimum pada kuat arus 2A sebesar 104,16 VHN dan 128,96 VHN, sedangkan nilai kekerasan paling rendah pada arus 3A sebesar 82,7 VHN dan 122,34 VHN.

#### Daftar Pustaka

- Hutasoit, F.M., (2008), *Pengaruh Penambahan Konsentrasi Asam Oksalat Terhadap Ketebalan Lapisan Oksida pada Aluminium Foil Hasil Proses Anodisasi*. Skripsi, Fakultas Teknik Universitas Indonesia.
- Prastya, Y.A., (2016), *Pengaruh Variasi Arus Listrik Terhadap Sifat Fisik dan Mekanik Hasil Proses Anodizing Pada Aluminium Seri 1XXX*. Skripsi tidak diterbitkan. Fakultas Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.
- Priyanto, A., (2012), *Pengaruh Variasi Arus Listrik Terhadap Kekerasan Permukaan Logam Aluminium 5XXX Pada Proses Anodizing*. Skripsi, tidak diterbitkan. Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.
- Purnama, D., Rizkia, V., (2012), *Pelapisan Aluminium Dengan Proses Anodisasi Multi Warna Untuk Aplikasi Komponen Dekoratif Secara Praktis*. Jurnal Ilmial, Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Jakarta, Jakarta.
- Sidharta, B.W., (2014), *Pengaruh Konsentrasi Elektrolit dan Waktu Anodisasi Terhadap Ketahanan Aus, Kekerasan Serta Ketebalan Lapisan Oksida Paduan Aluminium Pada Material Piston*. Jurnal Ilmiah, Teknik Mesin. Institut Sains dan Teknologi AKPRIND Yogyakarta, Yogyakarta.