

# PENGARUH VARIASI KUAT ARUS LISTRIK PADA PROSES ANODIZING TERHADAP KEKERASAN PERMUKAAN LOGAM ALUMINIUM SERI 2XXX

Ahmad Yulizal Untung

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

Jl. Lingkar Barat, Tamantirto, Kasihan, Bantul 55183

Email: [ahmaduntung05@yahoo.com](mailto:ahmaduntung05@yahoo.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 dalam anodizing diantaranya, magnesium, titanium, dan aluminium. Plat aluminium dengan ukuran 50 mm x 30 mm 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 20 menit. Pengujian yang dilakukan yaitu kecerahan warna, foto struktur mikro permukaan, foto 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 2 Ampere sebesar R 179.3 %, G 30.3 %, B 53.6 %, foto struktur mikro yang menghasilkan warna paling pekat pada kuat arus 1 Ampere, ketebalan lapisan oksida tertinggi pada kuat arus 2 Ampere sebesar 50  $\mu$ m, dan kekerasan vickers paling tinggi pada kuat arus 3 Ampere sebesar 125,27 VHN.

Kata kunci : Anodizing, aluminium, kuat arus listrik.

## 1. Pendahuluan

Aluminium *anodizing* adalah proses pelapisan secara elektrokimia yang mengkonversi aluminium menjadi aluminium *oxide* ( $Al_2O_3$ ) pada permukaan material yang akan dilapisi (Putra, 2008). Salah satu cara untuk meningkatkan kekerasan aluminium yaitu dengan proses *anodizing*, dimana proses *anodizing* itu sendiri adalah proses pembentukan lapisan oksida pada logam dengan cara mengkorosikan suatu logam aluminium dengan oksigen ( $O_2$ ) yang diambil dari larutan elektrolit asam sulfat ( $H_2SO_4$ ) yang digunakan sebagai media, sehingga membentuk lapisan oksida (Santhiarsa, 2009). Kelebihan dari proses *anodizing* yaitu dapat menghasilkan lapisan oksida yang memiliki nilai kekerasan lebih tinggi dibandingkan dengan logam induknya.

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

Untuk hasil penelitian yang lain yaitu oleh Priyanto, A. (2012) menunjukkan bahwa proses *anodizing* pada aluminium seri 5XXX dengan kuat arus 1 Ampere menghasilkan kekerasan rata-rata permukaan tertinggi sebesar 66.1 VHN. Sedangkan

sedangkan untuk ketebalan lapisan oksida tertinggi sebesar 70  $\mu$ m pada kuat arus listrik 3 Ampere.

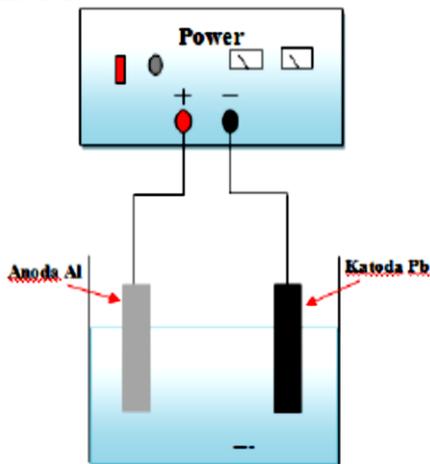
Hasil penelitian dari Santhiarsa, N.N., (2009) menunjukkan bahwa proses *anodizing* pada aluminium 2024-T3 menghasilkan kekerasan rata-rata dan ketebalan lapisan tertinggi sebesar 112.23 VHN dan 4.16  $\mu$ m dengan kuat arus 3 Ampere.

Dari hasil penelitian di atas dapat disimpulkan bahwa kuat arus listrik terhadap kekerasan permukaan aluminium dan ketebalan lapisan oksida berbeda-beda, karena paduan campuran aluminiumnya berbeda-beda, maka dapat berpengaruh terhadap kekerasan dan ketebalan lapisan oksida aluminium tersebut.

Aluminium *copper alloy* seri 2xxx Paduan ini dapat di *heat treatment* terutama yang mengandung (2,5-5%) Cu. Dari seri ini yang terkenal seri 2017 dikenal dengan nama "*duralumin*" mengandung 4%Cu, 0,5%Mg, 0,5%Mn pada komposisi standard. Paduan ini Mg ditingkatkan pada komposisi standard dari Al, 4,5%Cu, 1,5%Mg, 0,5%Mn, dinamakan paduan 2024 yang bernama *duralumin* super. Paduan yang memiliki Cu mempunyai ketahanan korosi yang jelek, jadi apabila ketahanan korosi khusus diperlukan permukaannya dilapisi dengan Al murni atau paduan Al yang tahan korosi yang disebut pelat alkad. Paduan ini banyak digunakan untuk alat-alat yang bekerja pada temperatur tinggi misalnya pada piston dan silinder head motor bakar.

## 2. Dasar Teori

*Anodizing* adalah sebuah proses elektrokimia yang digunakan untuk mempertebal lapisan aluminium atau logam. Lapisan anodik adalah suatu logam yang dilapisi, namun memiliki struktur berpori yang memberikan reaksi sekunder seperti pewarnaan. Proses ini juga dapat mengubah permukaan logam menjadi lebih dekoratif, andal, tahan terhadap korosi. Aluminium adalah logam yang paling mudah untuk *anodizing*. Selain aluminium adapun logam yang dapat digunakan untuk *anodizing* yaitu logam non-ferrous magnesium dan titanium. Komponen paling penting dari proses elektrolisis adalah elektroda dan elektrolit, karena katoda merupakan kutub negatif (-) dan anoda merupakan kutub positif (+), ditunjukkan pada gambar 1.



**Gambar 1** Skema elektroda proses *anodic oxidation* (Sidharta, 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 resistance*).

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 digunkan apabila ingin melakukan pelapisan lanjutan adalah asam *phosfor*.

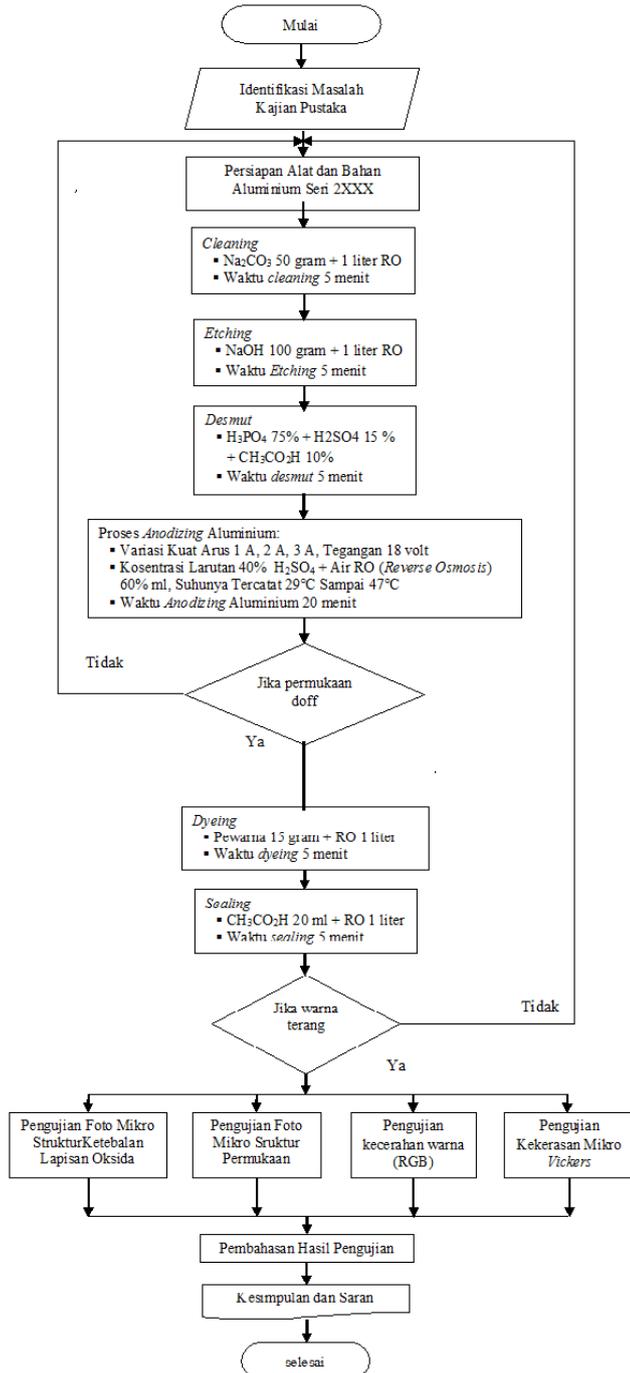
6. Aplikasi dekorasi.

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 5 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 (NaOH) dengan konsentrasi (100 gr/liter) air RO (Reverse Osmosis), dengan menggunakan suhu ruangan bak plastik larutan *etching*  $\pm 28\text{-}30^\circ\text{C}$ , kemudian spesimen yang sudah melewati tahap proses *cleaning* dan *rinsing* dicelupkan kedalam larutan *etching* selama  $\pm 5$  menit. Setelah proses *etching* selesai spesimen dirinsing menggunakan air RO (Reverse Osmosis).

#### d. Prose 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 *phosphoric 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  $\pm 28\text{-}35^\circ\text{C}$ , selama 5 menit. Setelah dilakukan proses *desmut* kemudian spesimen dirinsing menggunakan air RO (Reverse Osmosis).

e. Proses *Anodic Oxidation*

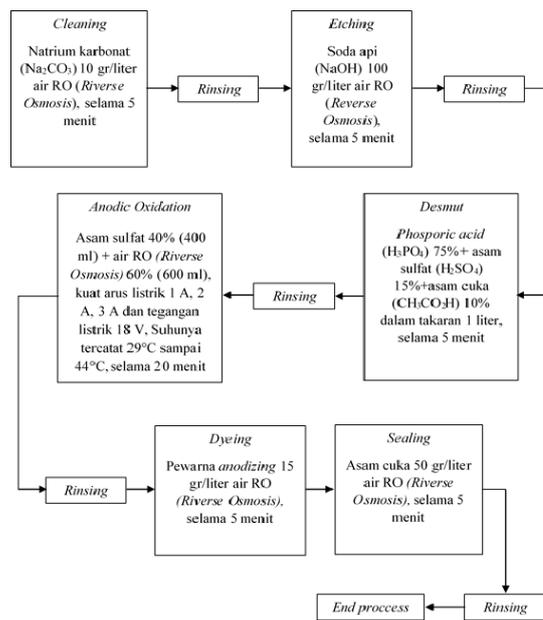
Pada proses ini spesimen dicelupkan kedalam bak plastik yang berisi larutan asam sulfat ( $H_2SO_4$ ) yang sudah dicampur dengan air RO (*Reverse Osmosis*), dengan konsentrasi larutan sebesar 400 ml asam sulfat ( $H_2SO_4$ ) dan 600 ml air RO (*Reverse Osmosis*), dan suhunya tercatat  $29^\circ C - 47^\circ C$ . 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 20 menit. Setelah proses *anodic oxidation* selesai selanjutnya dirinsing menggunakan air RO (*Reverse Osmosis*).

f. Proses Pewarnaan (*Dyeing*)

Setelah lapisan oksida terbentuk melalui proses *anodic oxidation*, selanjutnya adalah proses pewarnaan (*Dyeing*). Pada proses ini material dicelupkan kedalam larutan pewarna (15 gr/liter) air RO (*Reverse Osmosis*) selama 5 menit. 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  $\pm 5$  menit.



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.

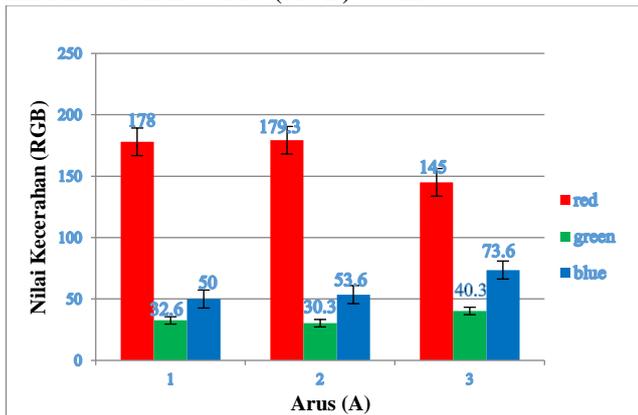


Gambar 4. Spesimen aluminium setelah proses *anodizing* dan *dyeing* setelah dilakukan pengujian visual dengan *adobe photoshop*, (a) arus 1 Ampere, (b) arus 2 Ampere dan (c) arus 3 Ampere. (TU) Titik Uji

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	212	170	152	178	
2		Green	59	22	17		32,6
3		Blue	80	38	32		
4	2	Red	211	176	151	179,3	
5		Green	58	23	10		30,3
6		Blue	78	41	42		
7	3	Red	142	173	120	145	
8		Green	34	62	25		40,3
9		Blue	68	94	59		

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

Gambar 4. diatas menunjukkan hasil kecerahan warna (RGB) pada kuat arus 1 Ampere sebesar R 178 %, G 32.6 %, B 50 %, untuk kuat arus 2 Ampere sebesar R 179.3 %, G 30.3 %, B 53.6 %, dan kuat arus 3 Ampere sebesar R 145 %, G 40.3 %, B 73.6 %. 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.

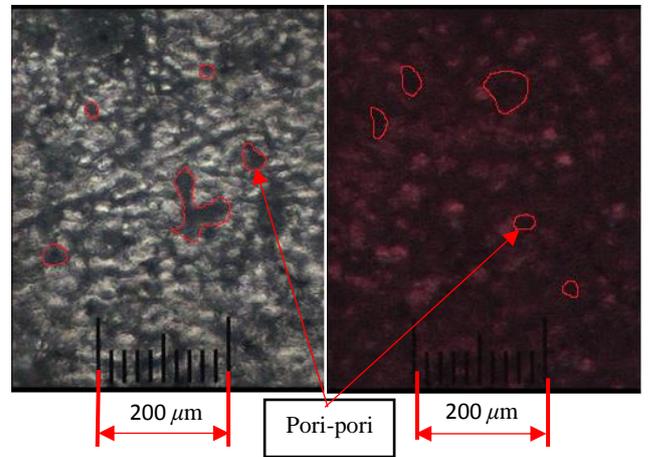
Untuk kecerahan warna (RGB) tertinggi pada kuat arus 2 Ampere sebesar R 179.3 %, G 30.3 %, B 53.6 %. Hal tersebut diduga disebabkan oleh pori-pori pada lapisan oksida lebih rata, sehingga cairan pewarna yang masuk pada lapisan oksida lebih banyak dan lebih merata. Sehingga wana (RGB) pada

kuat arus 2 Ampere lebih tinggi dibandingkan dengan kuat arus 1 Ampere dan 3 Ampere.

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

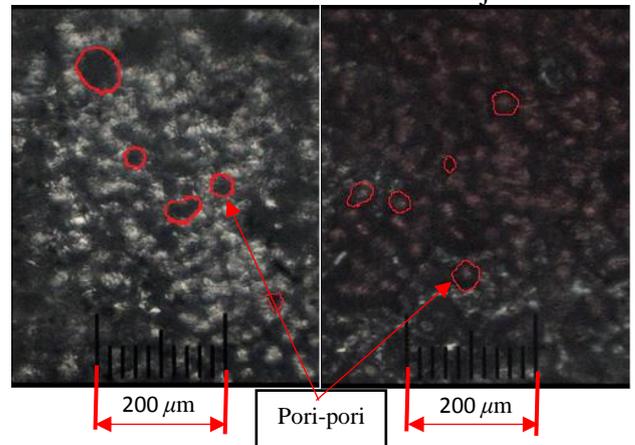
**b. Hasil Pengujian Foto Struktur mikro Permukaan**

Pengujian foto struktur mikro ini ditujukan untuk mengetahui seberapa besar pori-pori pada permukaan aluminium setelah proses *anodizing* dan *dyeing* pengujian ini dilakukan dengan ukuran 20 µm setiap stripnya dimana terdapat 10 strip maka di dapat hasil 200 µm.



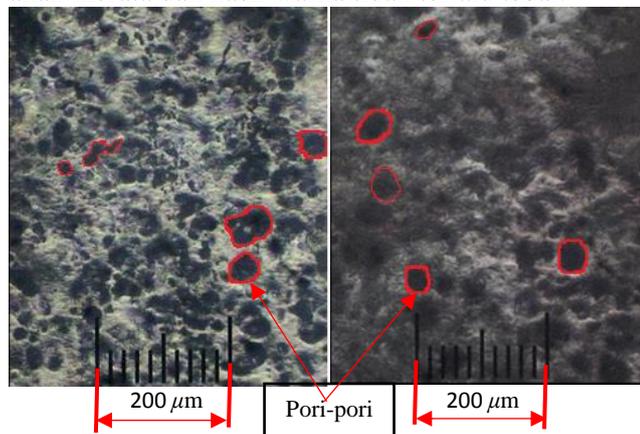
**Gambar 6.** Foto mikro permukaan

Gambar 6. menunjukkan hasil pengujian foto mikro pada arus 1 Ampere, dapat disimpulkan bahwa pori-pori yang terdapat pada 1 Ampere terlihat bentuk pori-pori yang bulat kecil-kecil merata pada saat proses *anodizing*, maka ketika pencelupan *dyeing* warna yang masuk akan merata dan hasil warna menjadi tebal.



**Gambar 7.** Foto mikro permukaan

Gambar 7. menunjukkan hasil pengujian foto mikro pada arus 2 Ampere, dapat disimpulkan bahwa pori-pori yang terdapat pada 2 Ampere terlihat bentuk pori-pori yang bulat merata pada saat proses *anodizing*, maka ketika pencelupan *dyeing* warna yang masuk akan merata dan hasil warna tidak terlalu tebal.

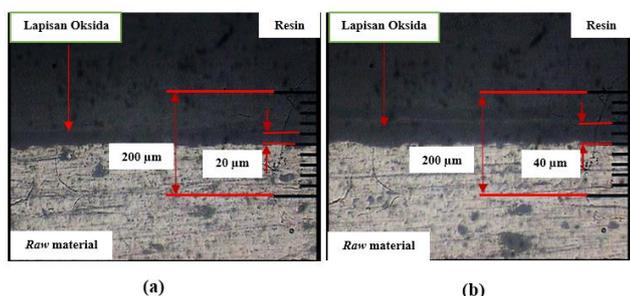


**Gambar 8.** Foto mikro permukaan

Gambar 8. menunjukkan hasil pengujian foto mikro pada arus 3 Ampere, dapat disimpulkan bahwa pori-pori yang terdapat pada 3 Ampere terlihat bentuk pori-pori yang sangat besar dan berbeda-beda bentuknya pada saat proses *anodizing*, maka ketika pencelupan *dyeing* warna yang masuk sangat tipis.

### c. Hasil Pengujian Foto Struktur Mikro

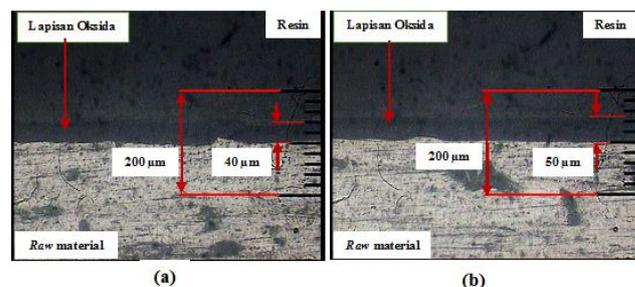
Pengujian foto struktur mikro ini ditujukan untuk mengetahui seberapa besar ketebalan lapisan oksida pada aluminium setelah proses *anodizing* dan *dyeing*. Pengujian ini dilakukan dengan pembesaran 200 kali, dimana ada 10 strip dan setiap strip mempunyai nilai 20 μm.



**Gambar 9.** Foto mikro variasi kuat arus 1 Ampere, (a). Setelah proses *anodizing*, (b). Setelah proses *dyeing*.

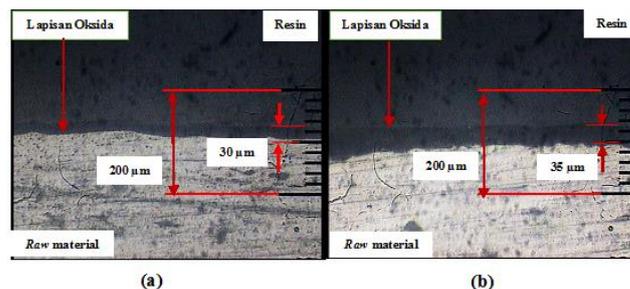
Gambar 9. (a) menunjukkan hasil pengujian ketebalan lapisan oksida setelah proses *anodizing* pada kuat arus 1 Ampere, tegangan 18 Volt, suhunya

tercatat 29°C sampai 35°C, waktu pencelupan 20 menit sebesar 20 μm. Gambar 8. (b) setelah proses *dyeing* dengan variabel yang sama ketebalan lapisan oksida berubah menjadi 40 μm. Peningkatan tersebut diduga karena cairan pewarna yang masuk ke dalam pori-pori setelah *dianodizing*.



**Gambar 10.** Foto mikro variasi kuat arus 2 Ampere, (a). Setelah proses *anodizing*, (b). Setelah proses *dyeing*.

Gambar 10. (a) menunjukkan hasil pengujian ketebalan lapisan oksida setelah proses *anodizing* pada kuat arus 2 Ampere, tegangan 18 Volt, suhunya tercatat 37°C sampai 43°C, waktu pencelupan 20 menit sebesar 40 μm. Gambar 9. (b) setelah proses *dyeing* dengan variabel yang sama ketebalan lapisan oksida 50 μm. Peningkatan ketebalan lapisan oksida setelah *anodizing* dan *dyeing* diduga karena pori-pori yang dihasilkan lebih besar dan tidak merata sehingga cairan pewarna yang masuk sedikit.

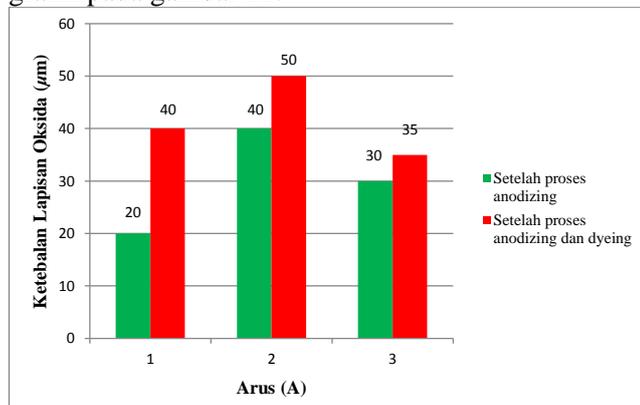


**Gambar 11.** Foto mikro variasi kuat arus 3 Ampere, (a). Setelah proses *anodizing*, (b). Setelah proses *dyeing*.

Gambar 11. (a) menunjukkan hasil pengujian ketebalan lapisan oksida setelah proses *anodizing* pada kuat arus 3 Ampere, tegangan 18 Volt, suhunya tercatat 39°C sampai 42°C, waktu pencelupan 20 menit sebesar 30 μm. Gambar 10. (b) setelah proses *dyeing* dengan variabel yang sama ketebalan lapisan oksida 35 μm. Peningkatan tersebut diduga karena pori-pori yang dihasilkan sangat besar dan lebar

sehingga cairan pewarna yang masuk ke dalam pori-pori setelah dianodiz keluar dan tidak meresap.

Dari hasil pengujian struktur foto mikro ketebalan lapisan oksida setelah proses *anodizing* dan *dyeing* diatas, maka dapat disimpulkan menggunakan grafik pada gambar 12.



**Gambar 12.** Grafik hubungan antara Arus (A) dengan ketebalan lapisan oksida ( $\mu\text{m}$ ) setelah proses *anodizing* dan *dyeing*.

Gambar 12. diatas menunjukkan pada variasi kuat arus 1 Ampere, 2 Ampere, dan 3 Ampere setelah proses *anodizing*, menghasilkan ketebalan lapisan oksida sebesar 20  $\mu\text{m}$ , 40  $\mu\text{m}$ , 30  $\mu\text{m}$  secara berurutan. Grafik diatas juga menunjukkan ketebalan lapisan oksida setelah proses *dyeing* sebesar 40  $\mu\text{m}$ , 50  $\mu\text{m}$ , 35  $\mu\text{m}$  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 meningkat hal ini diduga karena perpindahan ion-ion elektrolit yang 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.

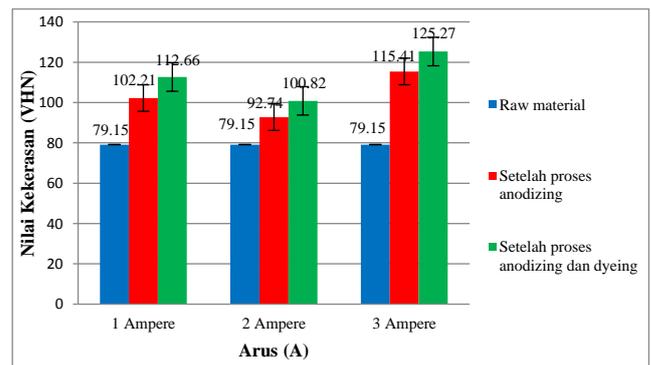
#### d. Hasil Pengujian Kekerasan/Vickers Permukaan

Pengujian kekerasan permukaan dilakukan untuk mengetahui nilai kekerasan permukaan *raw material*, setelah proses *anodizing* dan *dyeing* dengan variasi kuat arus listrik 1, 2, 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> ( $\mu\text{m}$ )	Kekerasan (VHN)	Kekerasan Rata-rata (VHN)	
			( $\mu\text{m}$ )	( $\mu\text{m}$ )	( $\mu\text{m}$ )			
1	Raw Material	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	58	58	58	110.22	102.21
				63	63	63	93.42	
				60	60	60	103	
	sealing	Acak	60	60	60	103	112.66	
			53	53	53	132		
			60	60	60	103		
3	Arus 2 Ampere	Anodizing	Acak	73	72	72.5	70.54	92.74
				66	66	66	85.12	
				58	52	55	122.57	
	sealing	Acak	70	70	70	75.67	100.82	
			61	61	61	99.65		
			54	54	54	127.16		
4	Arus 3 Ampere	Anodizing	Acak	54	55	54.5	124.83	115.41
				58	58	58	110.22	
				59.5	56	57.75	111.18	
	sealing	Acak	53	46	49.5	151.33	125.27	
			56,5	56,5	56,5	116.15		
			58,5	58,5	58,5	108.34		

Dari tabel dan perhitungan diatas, maka dapat disimpulkan menggunakan grafik yang ditunjukkan pada Gambar 13.



**Gambar 13.** Grafik hubungan antara kuat arus listrik dengan nilai kekerasan (VHN) setelah proses *anodizing* dan *dyeing*

Gambar 13. 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 102,21 VHN, 92,74 VHN, 115,41 VHN secara berurutan. Setelah proses *dyeing* pada variasi kuat arus yang sama menghasilkan kekerasan rata-rata sebesar 112,66 VHN, 100,82 VHN, 125,27 VHN secara berurutan. Nilai kekerasan rata-rata setelah *anodizing* dan *dyeing* mencapai titik maksimum pada kuat arus 3 Ampere sebesar 115,41 VHN dan 125,27 VHN, sedangkan nilai kekerasan paling rendah pada kuat arus 2 Ampere sebesar 92,74 VHN dan 100,82 VHN.

Dari hasil analisa diatas, nilai kekerasan rata-rata diduga disebabkan oleh pengaruh dari ketebalan

lapisan oksida, karena ketebalan lapisan oksida tertinggi yang dihasilkan setelah proses *dyeing* yaitu pada kuat arus 3 Ampere. Seperti yang diutarakan. Santhiarsa (2009) menyebutkan hasil penelitian menunjukkan bahwa arus listrik dan waktu pencelupan pada proses *hard anodizing* berpengaruh terhadap kekerasan, hal ini disebabkan oleh lapisan aluminium oksida yang terbentuk makin banyak dan rapat sejalan dengan naiknya arus listrik sehingga kekerasan lapisanpun makin meningkat.

## 5. 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 kuat arus 2 Ampere sebesar sebesar R 179.3 %, G 30.3 %, B 53.6 %, dan yang terendah pada kuat arus 3 Ampere sebesar R 145 %, G 40.3 %, B 73.6 %.
2. Pengujian foto struktur mikro permukaan dengan pembesaran 200 kali, pada kuat arus 1 Ampere, 2 Ampere, 3 Ampere mempunyai struktur permukaan, ukuran pori-pori yang berbeda-beda. Namun struktur mikro yang paling dominan menghasilkan pori-pori terjadi pada kuat arus 2 Ampere.
3. Pengujian foto struktur mikro didapat ketebalan lapisan oksida setelah *anodizing* tertinggi pada kuat arus 2 Ampere sebesar 40  $\mu\text{m}$  dan setelah *sealing* ketebalan lapisan oksida sebesar 50  $\mu\text{m}$ .
4. Nilai kekerasan tertinggi setelah proses *anodizing* dan *dyeing* pada kuat arus 3 Ampere sebesar 115,41 VHN dan 125,27 VHN, sedangkan nilai kekerasan paling rendah pada kuat arus 2 Ampere sebesar 92,74 VHN dan 100,82 VHN.

## Daftar Pustaka

- a. Prastya, Y.A., (2016), *Pengaruh Variasi Arus Listrik Terhadap Sifat Fisik dan Mekanik Hasil Proses Anodizing Pada Aluminium Seri IXXX*. Skripsi tidak diterbitkan. Fakultas Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.
- b. 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.

- c. Purnama, D., Rizkia, V., (2012), *Pelapisan Aluminium Dengan Proses Anodisasi Multi Warna Untuk Aplikasi Komponen Dekoratif Secara Praktis*. Jurnal Ilmiah, Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Jakarta, Jakarta.
- d. Santhiarsa, N.N., (2009), *Pengaruh Kuat Arus Listrik dan Waktu Proses Hard Anodizing Pada Aluminium Terhadap Kekerasan dan Ketebalan Lapisan*. Jurnal Ilmiah, Teknik Mesin Universitas Udayana, Bali.
- e. Santhiarsa, N.N., (2010), *Pengaruh Kuat Arus Listrik dan Waktu Proses Anodizing Dekoratif Pada Aluminium Terhadap Kecerahan dan Ketebalan Lapisan*. Jurnal Ilmiah, Teknik Mesin Universitas Udayana, Bali.
- f. 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.
- g. Taufiq, T., (2011), *Anodizing Pada Logam Aluminium dan Paduannya*. Makalah, Program Studi Magister Rekayasa Fakultas Teknik Pertambangan Dan Perminyakan Institut Teknologi Bandung, Bandung.