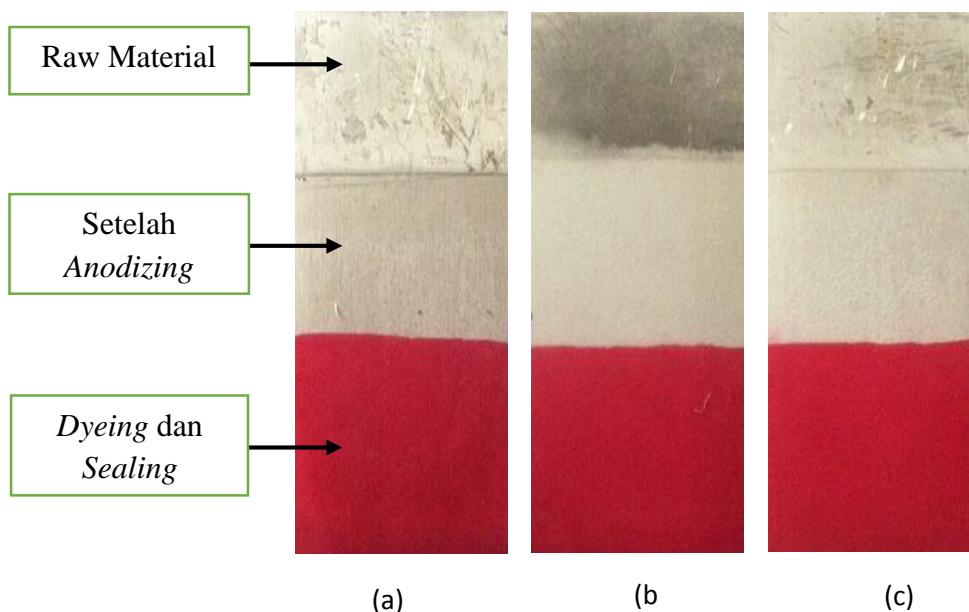


## BAB IV

### ANALISIS DAN PEMBAHASAN

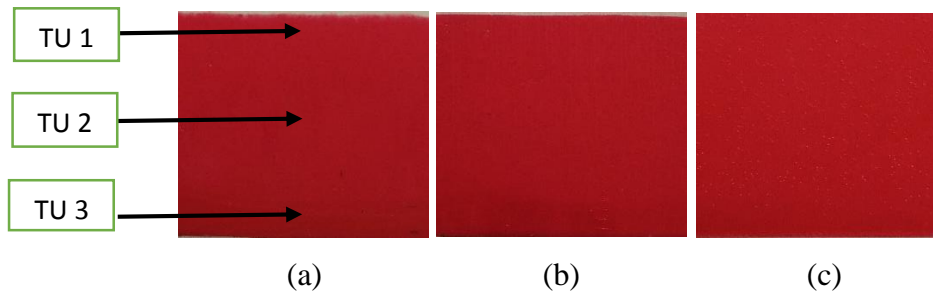
Setelah dilakukan pengujian, maka diperoleh data-data pengujian. Kemudian data-data tersebut dijabarkan dalam beberapa sub-sub pembahasan dari masing-masing setiap jenis pengujian.



**Gambar 4.1** Spesimen aluminium setelah proses *anodizing* dan *dyeing*. (a) arus 1 Ampere, (b) arus 2 Ampere dan (c) arus 3 Ampere

#### 4.1. Hasil Pengujian Visual

Setelah proses *anodizing* dan *dyeing* dilakukan pengujian kecerahan warna (RGB) menggunakan *adobe photoshop CS6* seperti ditunjukkan gambar 4.2, 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.



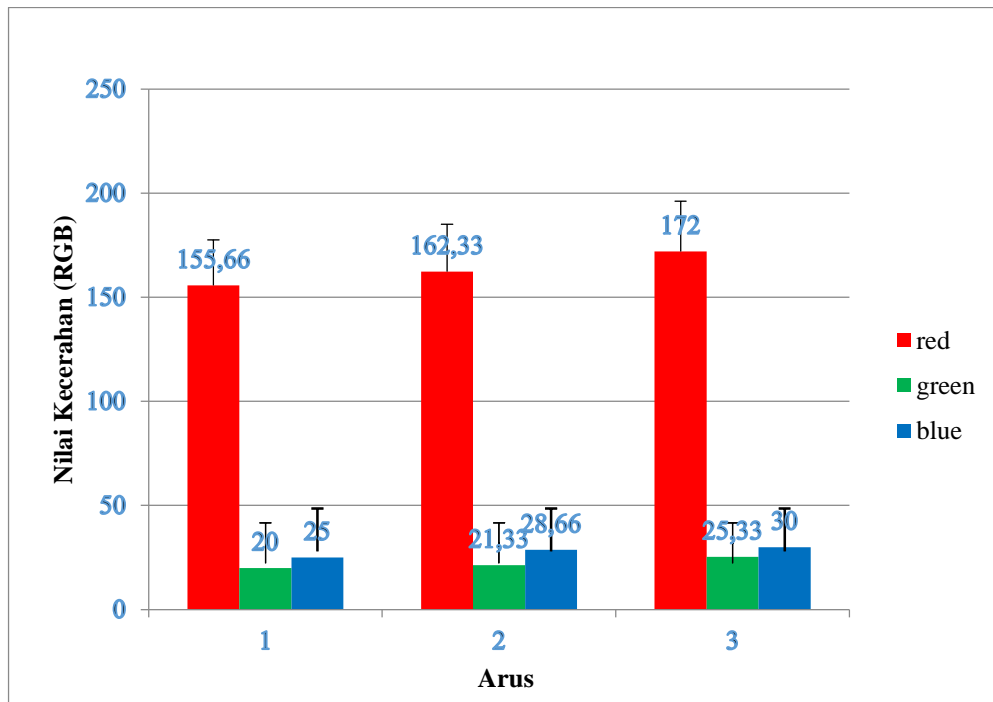
**Gambar 4.2** Spesimen aluminium setelah proses *anodizing* dan *dyeing* setelah dilakukan pengujian visual dengan *adobe photoshop*, (a) arus 1 Ampere, (b) arus 2 Ampere dan (c) arus 3 Ampere. (TU) Titik Uji

Gambar 4.2 Diatas menunjukkan gambar hasil uji visual menggunakan *adobe photoshop CS6*, dan berikut adalah tabel hasil pengujian kecerahan warna (RGB).

**Tabel 4.1** 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	66,88
2		Green	21	19	20	20	
3		Blue	31	24	20	25	
4	2	Red	175	161	151	162,33	70,77
5		Green	28	20	16	21,33	
6		Blue	38	26	22	28,66	
7	3	Red	177	177	162	172	75,77
8		Green	26	28	22	25,33	
9		Blue	33	32	25	30	

Dari hasil tabel 4.1 hasil pengujian kecerahan warna diatas maka dapat disimpulkan menggunakan gambar 4.3 Grafik hubungan antara kuat arus listrik dengan nilai kecerahan warna (RGB) berikut :



**Gambar 4.3** Grafik hubungan antara kuat arus listrik dengan nilai kecerahan warna (RGB).

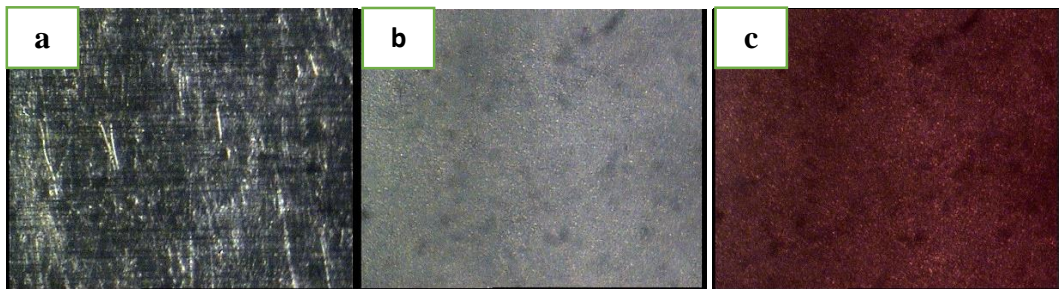
Grafik 4.3 diatas menunjukkan hasil kecerahan warna (RGB) pada kuat arus 1 Ampere sebesar R 155.66 %, G 20 %, B 25 %, untuk kuat arus 2 Ampere sebesar R 162.33 %, G 21.33 %, B 28.66 %, dan kuat arus 3 Ampere sebesar R 172 %, G 25.33 %, B 30 %. Dari grafik 4.3 diatas juga menunjukkan bahwa warna yang 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 %, G 25.33 %, B 30 %. Hal tersebut diduga disebabkan oleh pori-pori pada lapisan oksida lebih banyak dan besar, sehingga cairan pewarna yang masuk pada lapisan oksida lebih banyak dan lebih merata. Sehingga wana (RGB) pada kuat arus 3 Ampere lebih tinggi dibandingkan dengan kuat arus 1 Ampere dan 2 Ampere.

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).

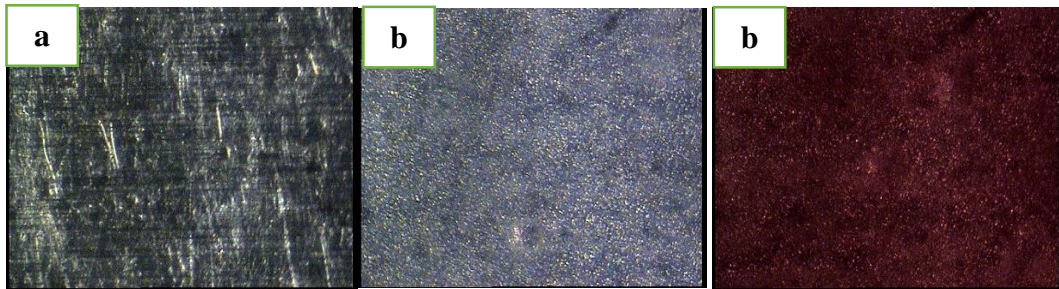
#### 4.2. Hasil Pengujian Foto Struktur Makro Permukaan

Pengujian foto struktur makro ini bertujuan untuk mengetahui struktur permukaan alumunium 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*.



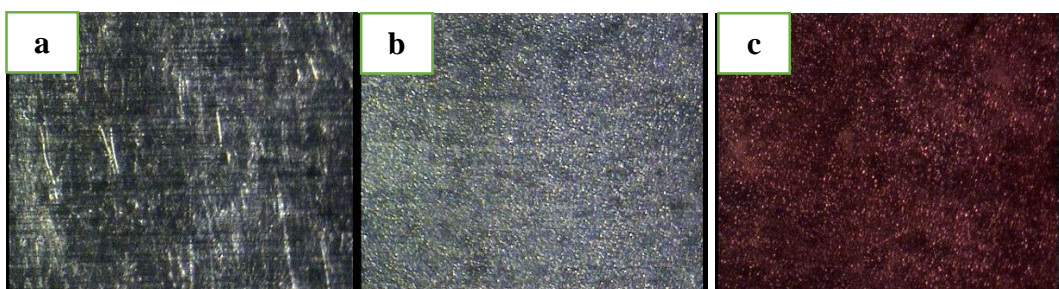
**Gambar 4.4** Foto makro variasi kuat arus 1 Ampere, (a). *Raw material*, (b). Setelah proses *anodizing*, (c). Setelah proses *dyeing*.

Gambar 4.4 (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 4.4 (b) hasil pengujian foto makro setelah proses *anodizing* terlihat pori-pori yang terbentuk terlihat kecil dan merata. Gambar 4.4 (c) hasil pengujian foto makro setelah proses *dyeing* terlihat pori-pori pada permukaan tertutup oleh cairan pewarna.



**Gambar 4.5** Foto makro variasi kuat arus 2 Ampere, (a). *Raw material*, (b). Setelah proses *anodizing*, (c). Setelah proses *dyeing*.

Gambar 4.5 (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 4.5 (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 4.5 (c) hasil pengujian setelah proses *dyeing* terlihat lubang pori-pori mulai tertutup namun permukaan aluminium masih terlihat kasar, hal ini diduga karena pori-pori yang dihasilkan waktu proses *anodizing* banyak dan besar.



**Gambar 4.6** Foto makro variasi kuat arus 3 Ampere, (a). *Raw material*, (b). Setelah proses *anodizing*, (c). Setelah proses *dyeing*.

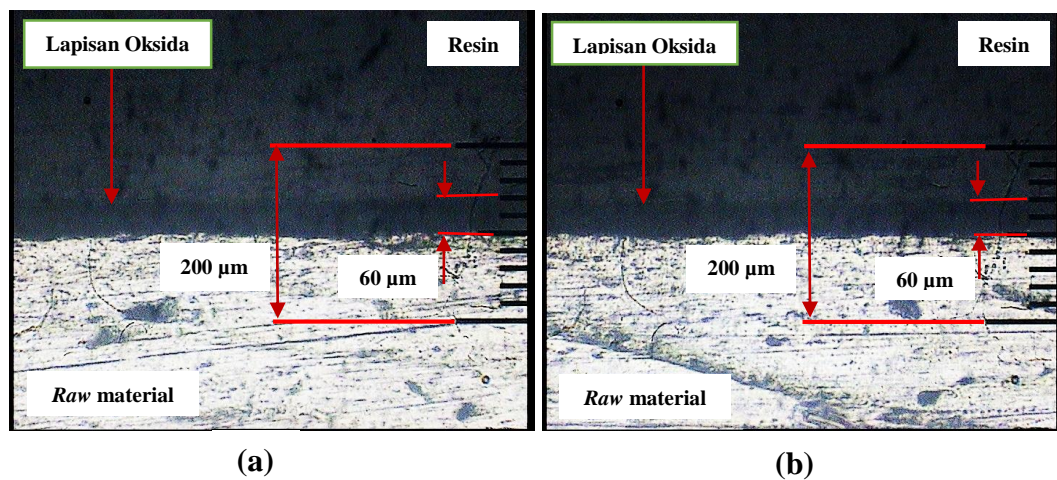
Gambar 4.6 (a) menunjukkan hasil pengujian foto makro *raw material*, dapat disimpulkan bahwa struktur permukaan *raw material* belum terbentuk lapisan oksida dan masih terlihat lapisan struktur murni dari aluminium. Gambar 4.6 (b)



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 4.6 (c) hasil pengujian setelah proses *dyeing* pori-pori pada lapisan masih terlihat dan permukaan lebih kasar dibandingkan dengan kuat arus 1 Ampere dan 2 Ampere, Hal ini dikarenakan semakin tinggi arus yang digunakan maka pori-pori yang dihasilkan semakin banyak dan besar.

### 4.3. Hasil Pengujian Foto Struktur Mikro

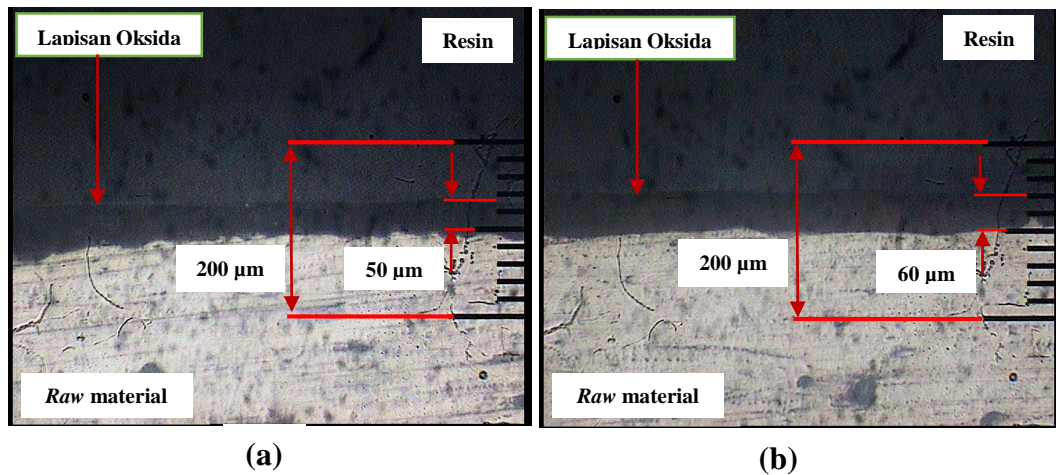
Pengujian foto struktur mikro ini ditujukan untuk mengetahui seberapa besar ketebalan lapisan oksida pada aluminium setelah proses *anodizing* dan *dyeing*. Pengujian ini dilakukan dengan pembesaran 200 kali, dimana ada 10 strip dan setiap strip mempunyai nilai  $20\ \mu\text{m}$ .



**Gambar 4.7** Foto mikro variasi kuat arus 1 Ampere, (a). Setelah proses *anodizing*, (b). Setelah proses *dyeing*.

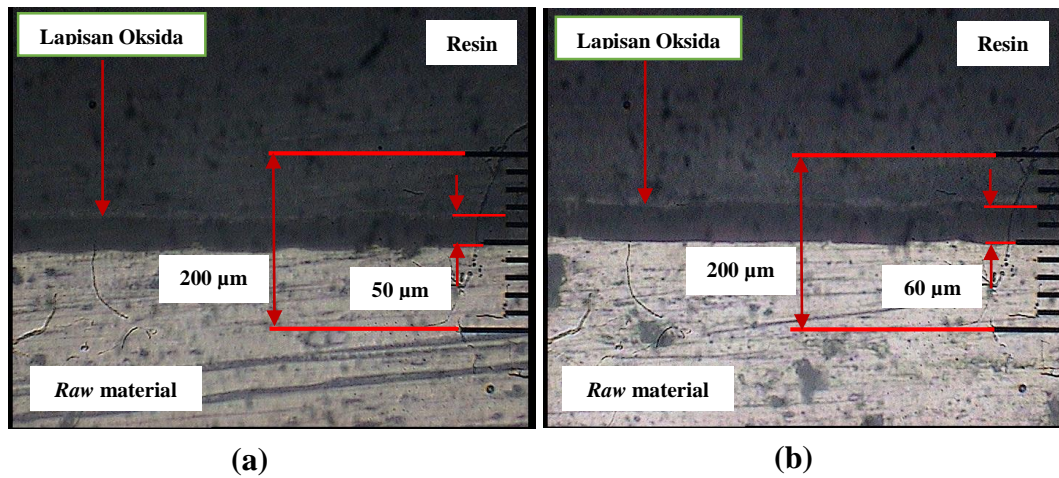
Gambar 4.7 (a) menunjukkan hasil pengujian ketebalan lapisan oksida setelah proses *anodizing* pada kuat arus 1 Ampere, tegangan 18 Volt, suhunya tercatat  $35^{\circ}\text{C}$  sampai  $36^{\circ}\text{C}$ , waktu pencelupan 10 menit sebesar  $60\ \mu\text{m}$ . Gambar 47 (b) setelah proses *dyeing* 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 4.8** Foto mikro variasi kuat arus 2 Ampere, (a). Setelah proses *anodizing*, (b). Setelah proses *dyeing*.

Gambar 4.8 (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 μm. Gambar 4.8 (b) setelah proses *dyeing* dengan variabel yang sama ketebalan lapisan oksida 60 μm. Peningkatan tersebut diduga karena cairan pewarna yang masuk ke dalam pori-pori setelah *dianodizing*.

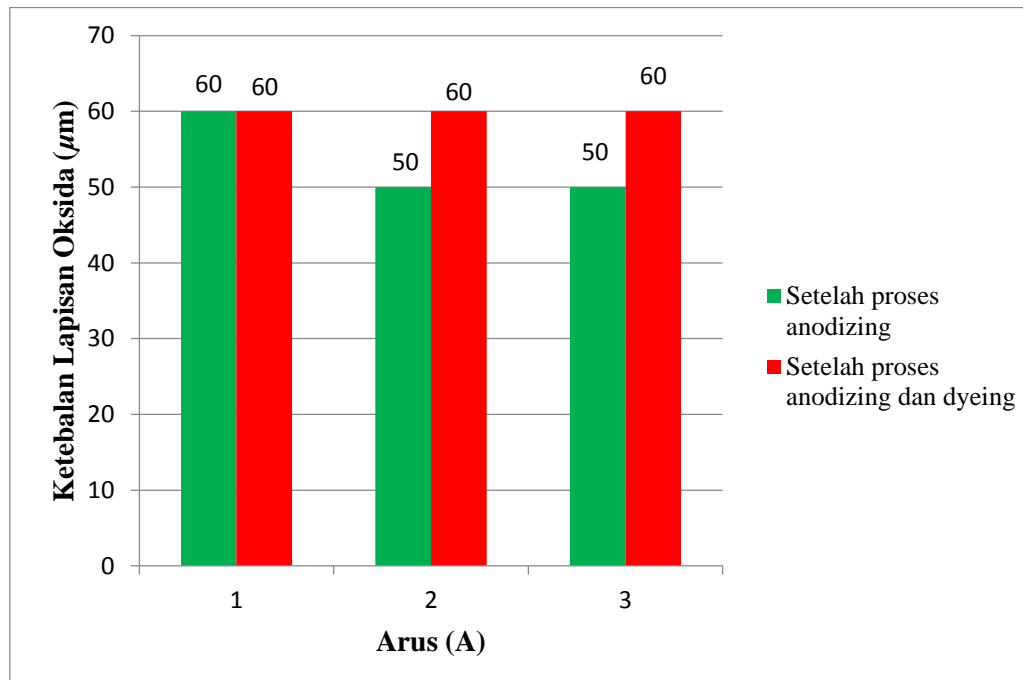


**Gambar 4.9** Foto mikro variasi kuat arus 3 Ampere, (a). Setelah proses *anodizing*, (b). Setelah proses *dyeing*.

Gambar 4.9 (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 µm. Gambar 4.9 (b) setelah proses *dyeing* dengan variabel yang sama ketebalan lapisan oksida 60 µm. Peningkatan tersebut diduga karena cairan pewarna yang masuk ke dalam pori-pori setelah *dianodizing*.

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

Grafik 4.4 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.

#### 4.4. Hasil Pengujian Kekerasan *Vickers*

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 4.2** 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> ( $\mu$ m)	Kekerasan (VHN)	Kekerasan Rata-rata (VHN)
				( $\mu$ m)	( $\mu$ m)			
1	<i>Raw Material</i>	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	<i>Anodizing</i>	Acak	56,5	55	55,75	106,52	97,09
				54,5	52	53,25	85,12	
				56	53	54,5	99,65	
	<i>sealing</i>	Acak	59	59	59	119,3	124,96	
			66	66	66	130,76		
			61	61	61	124,83		
3	Arus 2 Ampere	<i>Anodizing</i>	Acak	59	59	59	106,52	104,16
				56	56	56	118,23	
				65	65	65	87,73	
	<i>sealing</i>	Acak	56	55	55,5	120,37	128,96	
			53	53	53	132		
			55	50	52,5	134,53		
4	Arus 3 Ampere	<i>Anodizing</i>	Acak	68	68	68	80,19	82,70
				65	65	65	87,73	
				68	68	68	80,19	
	<i>sealing</i>	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 :  $P = 200 \text{ gf}$

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

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

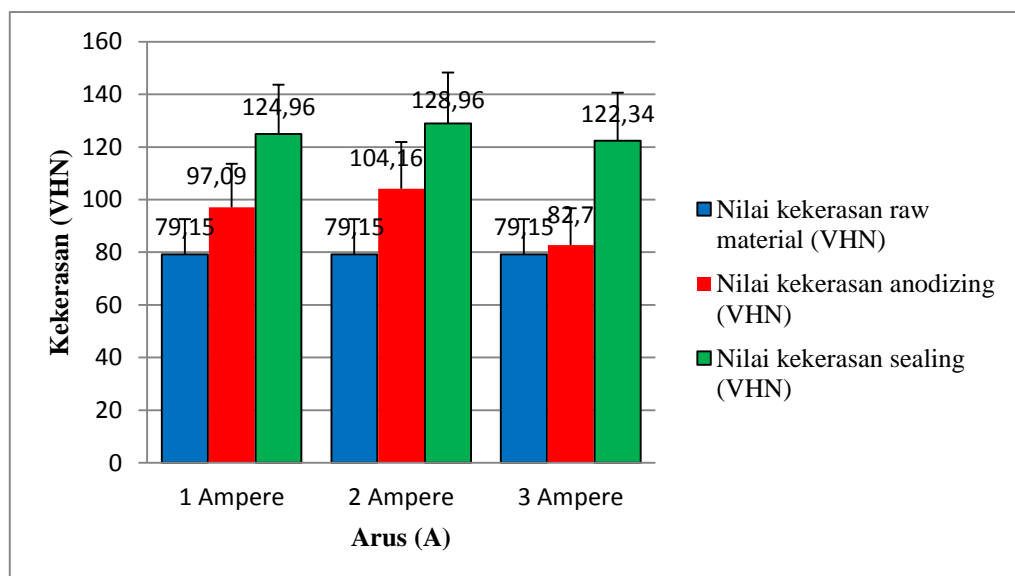
$$\text{VHN} = \frac{1.854 \times 200}{(75^2)} = 0.06592. \mu\text{m} \times 10^3$$

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

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

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

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



**Gambar 4.11** Grafik hubungan antara kuat arus listrik dengan nilai kekerasan (VHN) setelah proses *anodizing* dan *dyeing*

Grafik 4.11 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 kuat arus yang digunakan maka perpindahan ion-ion yang membentuk lapisan oksida pada permukaan aluminium akan semakin cepat dan pori-pori yang dihasilkan akan semakin besar.

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 kesimpulan 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*.

#### **4.5. Perbandingan hasil pengujian**

Hasil pengujian ini dibandingkan dengan hasil pengujian-pengujian yang telah dilakukan sebelumnya oleh pihak lain.

##### **1. Pengujian kecerahan warna (RGB)**

Pada hasil pengujian ini kecerahan warna (RGB) tertinggi pada kuat arus 3 Ampere sebesar R 172 %, G 25.33 %, B 30 %, dan yang paling rendah pada 1

Ampere sebesar R 155.66 %, G 20 %, B 25 %. Pada penelitian yang pernah dilakukan oleh Prastya, A.,Y (2016) tentang pengaruh variasi kuat arus 1 Ampere, 2 Ampere, 3 Ampere dan waktu *anodizing* 10 menit. Didapat kecerahan warna tertinggi pada arus 1 Ampere (RGB) sebesar R 35.66 %, G 181.33 %, B 63 %, dan yang terendah pada arus 2 Ampere sebesar R 5.33 %, G 76 %, B 38.66 %. Santhiarsa, N.N., (2009) tentang pengaruh kuat arus listrik 1 Ampere, 2 Ampere, 3 Ampere dan waktu proses *anodizing*. Didapat nilai kecerahan tertinggi pada arus 1 Ampere dan waktu *anodizing* 10 menit sebesar 11519.53 lumens/m<sup>2</sup>, dan yang terendah 3 Ampere dengan waktu *anodizing* 10 menit sebesar 10596.78 lumens/m<sup>2</sup>.

Berdasarkan hasil perbandingan diatas dapat disimpulkan bahwa semakin tinggi kuat arus yang digunakan dengan waktu *anodizing* yang sama dapat menurunkan nilai kecerahan warna (RGB) alumunium.

## 2. Pengujian ketebalan lapisan oksida

Pada hasil pengujian ini ketebalan lapisan kuar arus 1 Ampere, 2 Ampere dan 3 Ampere sebesar 60  $\mu\text{m}$ , 60  $\mu\text{m}$ , 60  $\mu\text{m}$  secara berurutan. Pada penelitian yang pernah dilakukan oleh Prastya, A.,Y (2016) tentang pengaruh variasi kuat arus 1 Ampere, 2 Ampere, 3 Ampere dan waktu *anodizing* 10 menit. Didapat nilai ketebalan lapisan oksida tertinggi pada kuat arus 2 Ampere sebesar 120  $\mu\text{m}$ , dan terendah pada kuat arus 3 Ampere sebesar 10  $\mu\text{m}$ . Priyanto, A., (2012) tentang pengaruh kuat arus listrik 1 Ampere, 2 Ampere, 3 Ampere terhadap kekerasan permukaan logam alumunium 5XXX. Didapat nilai tertinggi ketebalan lapisan oksida pada kuat arus 3 Ampere sebesar 70  $\mu\text{m}$  dan terendah pada arus 1 Ampere sebesar 40  $\mu\text{m}$ .

Berdasarkan hasil perbandingan diatas dapat disimpulkan bahwa ketebalan lapisan oksida tertinggi pada pengujian Prastya, A.,Y (2016) pada kuat arus 2 Ampere sama sebesar 120  $\mu\text{m}$ . Perbedaan logam alumunium sebagai anoda dapat mempengaruhi nilai ketebalan alumunium.



### 3. Pengujian kekerasan permukaan alumunium

Pada hasil pengujian ini kekerasan *vickers* permukaan tertinggi pada kuat arus 2 Ampere sebesar 128,96 VHN, dan terendah pada kuat arus 3 Ampere sebesar 122,34 VHN. Pada penelitian yang pernah dilakukan oleh Prasty, A.,Y (2016) tentang pengaruh variasi kuat arus 1 Ampere, 2 Ampere, 3 Ampere dan waktu *anodizing* 10 menit. Didapat nilai kekerasan permukaan alumunium tertinggi pada kuat arus 2 Ampere sebesar 52,1 VHN dan terendah pada kuat arus 1 Ampere sebesar 44,43 VHN. Priyanto, A., (2012) tentang pengaruh kuat arus listrik 1 Ampere, 2 Ampere, 3 Ampere terhadap kekerasan permukaan logam alumunium 5XXX. Didapat nilai kekerasan tertinggi pada kuat arus 1 Ampere sebesar 66,1 VHN dan terendah pada arus 3 Ampere sebesar 64 VHN.

Berdasarkan hasil perbandingan diatas dapat disimpulkan bahwa nilai kekerasan tertinggi didapat pada hasil pengujian ini sebesar 128,96 VHN pada kuat arus 2 Ampere. Perbedaan nilai kekerasan dapat disebabkan beberapa faktor, diantaranya logam alumunium yang digunakan sebagai anoda, kuat arus dan waktu *anodizing*.