

BAB IV
ANALISA DAN PEMBAHASAN

4.1. Hasil Anodizing

Hasil *anodizing* aluminium dengan variasi arus listrik menggunakan pewarna kunyit serta waktu pencelupan 25 menit, terdapat kegagalan atau tidak menempelnya pewarna pada permukaan aluminium secara sempurna. Hasil tersebut dapat dilihat pada Tabel 4.1.

Tabel 4.1 Hasil Proses *Anodizing*,

No	Gambar	Keerangan
1		Menggunakan perasan kunyit, menggunakan aerator, dan menggunakan pemanas.
2		Menggunakan perasan kunyit, menggunakan aerator, dan tidak menggunakan pemanas.
3		Menggunakan larutan kunyit, tidak menggunakan aerator, dan tidak menggunakan pemanas.
4		Menggunakan larutan kunyit, menggunakan aerator, dan tidak menggunakan pemanas
5		Menggunakan larutan kunyit, tidak menggunakan aerator, dan menggunakan pemanas.

Dari kegagalan tersebut maka pewarna yang digunakan menggunakan larutan kunyit, dan menggunakan aerator pada proses *dyeing*, serta penggunaan pemanas pada proses *dyeing*. Keberhasilan pewarnaan pada permukaan aluminium ditunjukkan pada Gambar 4.1.



Gambar 4.1 Hasil *Anodizing*

4.2. Hasil Pengujian komposisi aluminium (Spectrometer)

Tabel dibawah merupakan hasil pengujian komposisi kimia dari spesimen yang digunakan pada penelitian ini. Pengujian ini dilakukan menggunakan mesin Optical Emission Spectrometer.

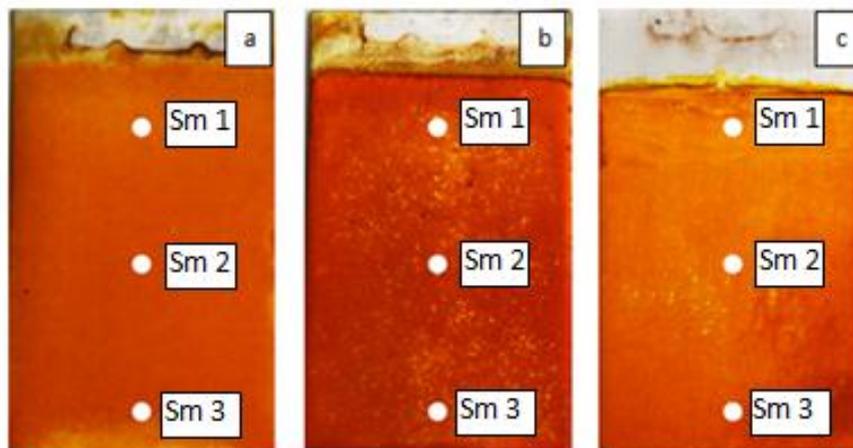
Tabel 4.2 Komposisi kimia aluminium

Unsur	Komposisi %
Si	0,13
Fe	0,4945
Cu	0,097
Mn	0,1104
Mg	0,1022
Zn	0,2135
Ti	0,0212
Cr	0,00444
Ni	0,000
Pb	0,0244
Sn	0,0043
Al	98,79

Dari data tabel diatas spesimen aluminium yang diguakan merupakan aluminium seri 7XXX dikarenakan paduan aluminium dengan (Zn) dan (Mg) sebagai paduan utama.

4.3. Hasil Pengujian Ketebalan Spesimen

Spesimen yang digunakan sebelumnya diukur ketebalannya, hal tersebut bertujuan untuk mengetahui laju pengurangan yang diakibatkan oleh proses *anodizing* menggunakan variasi arus listrik. Setiap spesimen diukur menggunakan mikrometer sekrup dan diambil tiga titik pengukuran, dapat ditunjukkan pada **gambar 4.2**.

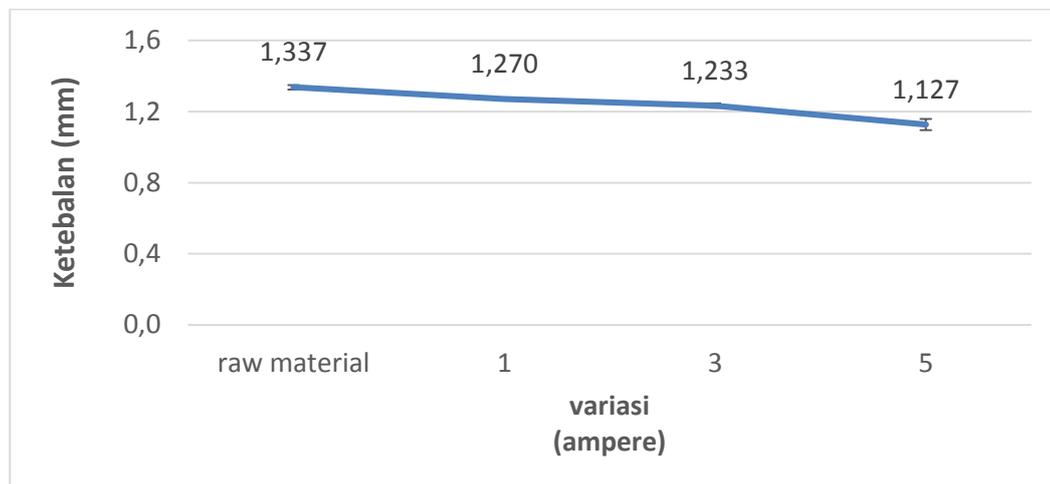


Gambar 4.2 Titik Pengujian ketebalan Aluminium, (a) variasi 1 ampere, (b) variasi 3 ampere, (c) variasi 3 ampere

Setelah dilakukan pengukuran pada tiap spesimen kemudian diperoleh data hasil ketebalan. Data pengukuran tersebut dimasukkan pada **Tabel 4.3** dan Dari tabel hasil pengukuran ketebalan diperoleh grafik hubungan antara variasi arus listrik terhadap ketebalan spesimen seperti pada **Gambar 4.3**.

Tabel 4.3 Hasil Uji Ketebalan Spesimen Aluminium

No	Variasi (ampere)	sampel1	sampel2	sampel3	rata-rata \pm SD
		mm	mm	mm	mm
1	raw material	1,34	1,32	1,35	1,337 \pm 0,01
2	1	1,27	1,26	1,28	1,270 \pm 0,01
3	3	1,22	1,23	1,25	1,233 \pm 0,01
4	5	1,1	1,11	1,17	1,127 \pm 0,03

**Gambar 4.3** Grafik Hubungan Arus Listrik Pada Proses *Anodizing* Terhadap Ketebalan Spesimen

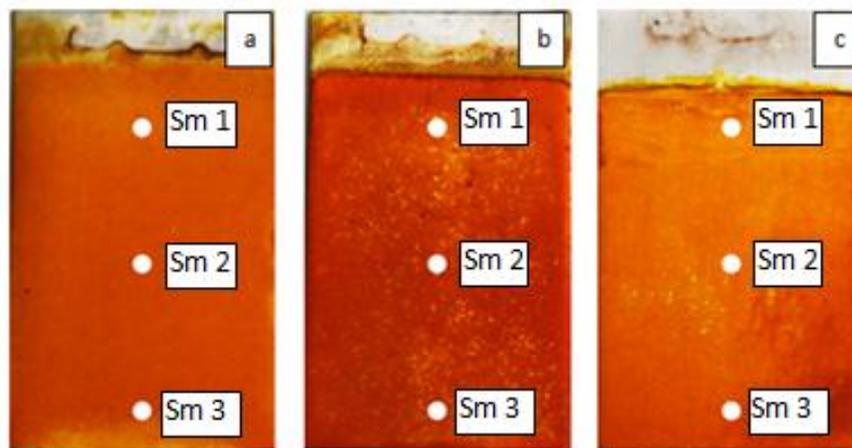
Gambar diatas menunjukkan hasil pengukuran ketebalan spesimen mulai dari raw material yang sudah diampelas dan spesimen yang telah dianodizing menggunakan pewarna kunyit dengan variasi arus listrik . Hasil pengukuran ketebalan spesimen raw material setelah dirata-rata sebesar 1,337 mm, ketebalan rata-rata variasi arus 1 ampere sebesar 1,270 mm, ketebalan rata-rata variasi arus 3 ampere sebesar 1,233 mm, ketebalan rata-rata variasi arus 5 ampere sebesar 1,127 mm,

Hasil pengukuran ketebalan spesimen setelah dianodizing menggunakan pewarna kunyit dengan variasi arus listrik lebih tipis dibandingkan dengan

spesimen RAW material. Selain itu, pengukuran ketebalan spesimen diatas menunjukkan bahwa semakin besar arus yang digunakan pada proses *anodizing* menyebabkan massa logam aluminium yang mengalami peluruhan semakin besar sehingga ketebalan semakin berkurang.

4.4. Hasil Pengujian Kecerahan Warna

Spesimen yang telah *dianodizing* dengan pewarna kunyit menggunakan variasi arus listrik dilakukan pengujian kecerahan warna (RGB) menggunakan Adobe Photoshop Cs6.. Pengujian ini dilakukan pada tiga titik yang berbeda pada tiap spesimen. Berikut titik pengujian kecerahan warna dengan brightness auto level, ditunjukkan pada **Gambar.4.4**.

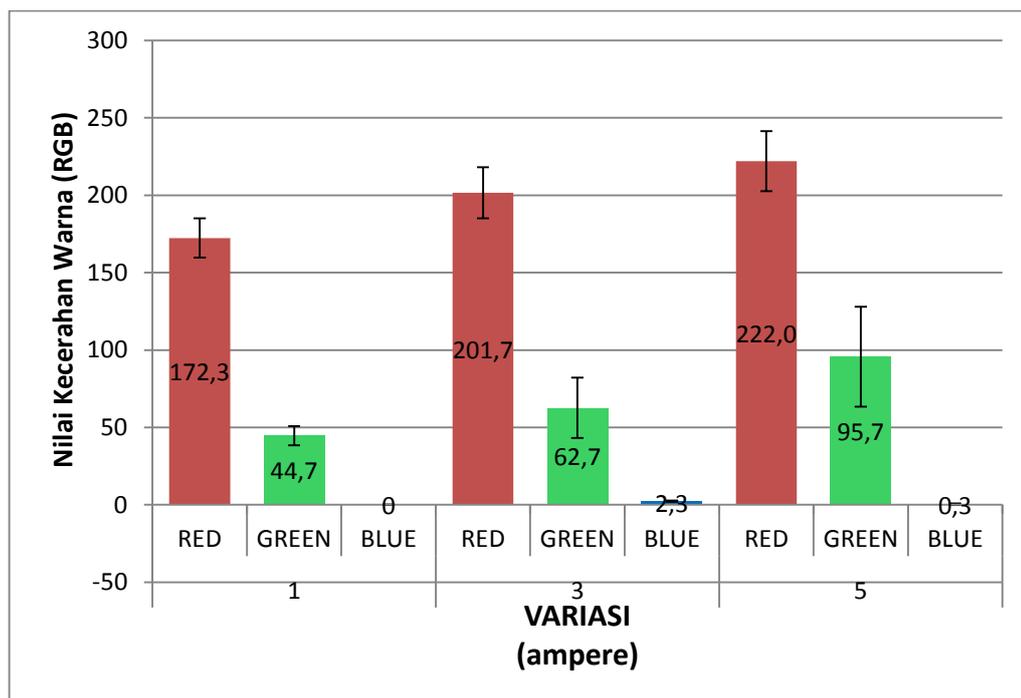


Gambar 4.4 Titik Pengujian Kecerahan Warna (RGB) Pada Aluminium, (a) Variasi 1 A, (b) Variasi 3 A, (c) Variasi 5 A

Setelah dilakukan pengujian kecerahan warna (RGB) pada tiap spesimen maka diperoleh data hasil pengujian. Data pengujian tersebut dimasukkan pada **Tabel 4.4** dan dari tabel tersebut diperoleh grafik hubungan antara variasi arus listrik terhadap kecerahan warna (RGB) seperti pada **Gambar 4.5**.

Tabel 4.4 Hasil Uji Kecerahan Warna (RGB)

No.	Variasi (ampere)	Warna	Titik Uji	Titik Uji	Titik Uji	Rata – rata ± SD
			1	2	3	
1	1	RED	177	185	155	172,3 ± 12,7
		GREEN	45	52	37	44,7 ± 6,1
		BLUE	0	0	0	0 ± 0
2	3	RED	225	189	191	201,7 ± 16,5
		GREEN	90	46	52	62,7 ± 19,5
		BLUE	2	2	3	2,3 ± 0,5
3	5	RED	240	231	195	222,0 ± 19,4
		GREEN	134	98	55	95,7 ± 32,2
		BLUE	1	0	0	0,3 ± 0,4

**Gambar 4.5** Grafik Hubungan Arus Listrik Pada Proses *Anodizing* Terhadap Kecerahan Warna (RGB)

Gambar diatas menunjukkan hasil kecerahan warna (RGB) pada proses *anodizing* menggunakan pewarna kunyit dengan variasi arus listrik. Pengujian

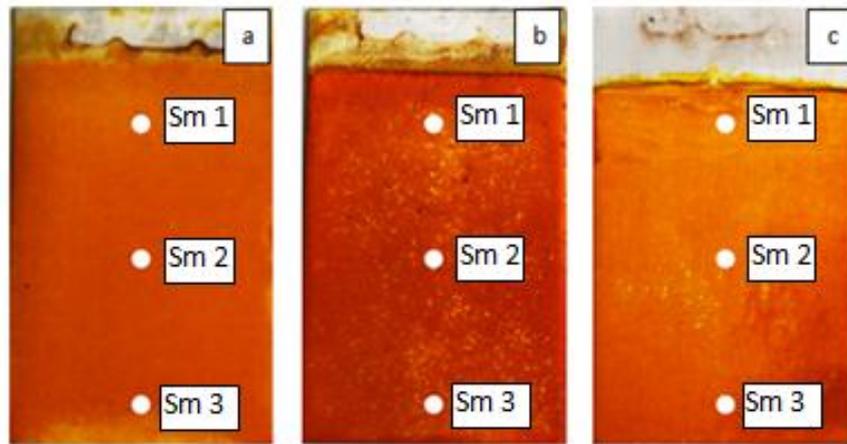
pada variasi arus 1 ampere menunjukkan R 172,3%, G 44,7%, B 0% ,warna yang dihasilkan cerah dikarenakan tidak adanya nilai unsur blue. Pengujian variasi arus 3 ampere menunjukkan R 201,7%, G 62,7%, B 2,3% dan warna yang dihasilkan lebih gelap dibandingkan variasi arus 1 ampere dan 5 ampere, hal tersebut dikarenakan nilai unsur blue yang lebih besar. Pengujian untuk variasi arus 5 ampere menunjukkan R 222,7%, G 95,7% dan B 0,3% dan warna yang dihasilkan paling cerah hal tersebut dikarenakan unsur red dan green yang lebih besar dari pada variasi arus 1 ampere dan 3 ampere . Pada penelitian tersebut pori-pori lapisan oksida terisi oleh larutan pewarna kunyit yang digunakan pada penelitian ini, sehingga komposisi warna yang dominan pada grafik tersebut adalah warna red.

Kemudian, untuk kecerahan tertinggi pada variasi arus 5 ampere sebesar R 222,7%, G 95,7% dan B 0,3%. Hal itu diduga disebabkan karena pori-pori yang terbentuk pada lapisan oksida semakin besar, sehingga larutan pewarna yang masuk pada lapisan oksida semakin banyak, akibatnya kecerahan warna pada arus 5 ampere lebih besar dari pada variasi arus 1 ampere dan 3 ampere. Seperti pernyataan Andriyanto,dkk (2010) menyebutkan bahwa semakin lama waktu *anodizing* dan arus yang semakin besar, maka semakin besar pula massa logam aluminium yang mengalami peluruhan serta warna yang dihasilkan semakin terang (pekat). Hanggara. Dkk, dalam prasyta (2016) juga menyebutkan bahwa faktor utama yang mempengaruhi kecerahan warna adalah waktu tunggu dari proses *anodizing* ke proses pewarnaan (tidak langsung), selain itu faktor waktu proses pencelupan juga mempengaruhi hasil pewarnaan. Dari analisa diatas dapat disimpulkan bahwa besar arus yang digunakan, ketebalan lapisan oksida dan waktu tunggu proses *anodizing* akan mempengaruhi kecerahan warna (RGB) yang dihasilkan.

4.5. Hasil Pengujian Kekasaran Permukaan

Spesimen yang telah *dianodizing* dengan pewarna kunyit menggunakan variasi arus listrik dilakukan pengujian kekasaran pada permukaannya. Pengujian

kekasaran ini menggunakan alat Roughness Tester dengan tiga titik pengujian pada tiap spesimen, dapat ditunjukkan pada **Gambar 4.7**.

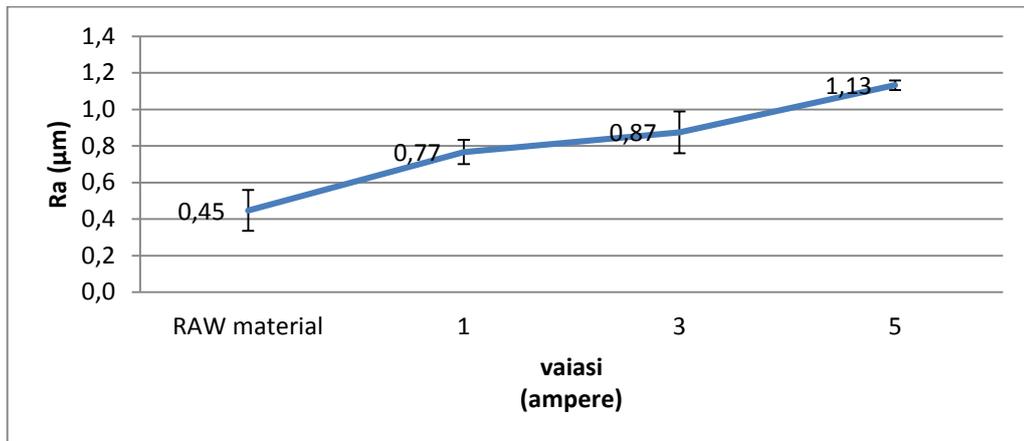


Gambar 4.6 Titik Pengujian Kekasaran Pada Permukaan Aluminium, (a) Variasi 1 A, (b) Variasi 3 A, (c) Variasi 3 A

Setelah dilakukan pengujian kekasaran pada tiap spesimen maka diperoleh data hasil pengujian. Data pengujian tersebut dimasukkan pada **Tabel 4.5** dan dari tabel tersebut diperoleh grafik hubungan antara variasi arus listrik terhadap kekasaran permukaan spesimen seperti pada **Gambar 4.7**.

Tabel 4.5 Hasil Uji Kekasaran Pada Permukaan Aluminium

No	Variasi	Sampel 1	Sampel2	Sampel3	Rata-rata \pm SD
		Ra (μm)			
1	RAW material	0,596	0,416	0,328	0,45 \pm 0,11a
2	1 ampere	0,683	0,772	0,845	0,77 \pm 0,06
3	3 ampere	0,73	0,884	1,01	0,87 \pm 0,11
4	5 ampere	1,157	1,096	1,143	1,13 \pm 0,02



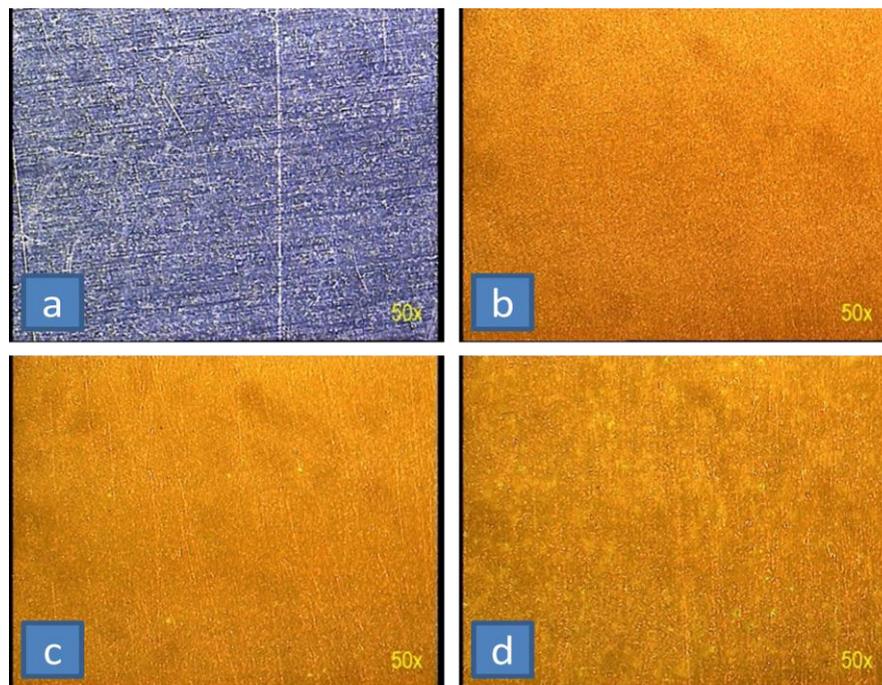
Gambar 4.7 Grafik hubungan arus listrik pada proses anodizing terhadap kekasaran permukaan spesimen

Gambar diatas menunjukkan hasil kekasaran pada permukaan aluminium didapatkan dari raw material yang sudah diampelas dan spesimen yang telah dianodizing menggunakan larutan pewarna kunyit dengan variasi kuat arus. Pada raw material yang sudah diampelas didapatkan nilai kekasaran 0,45 µm, untuk aluminium yang telah dianodizing menggunakan pewarna kunyit dengan arus 1 ampere didapatkan nilai kekasaran 0,77 µm, untuk aluminium yang telah dianodizing menggunakan pewarna kunyit dengan arus 5 ampere didapatkan nilai kekasaran 0,87 µm, dan untuk aluminium yang telah dianodizing menggunakan pewarna kunyit dengan arus 5 ampere didapatkan nilai kekasaran 1,13 µm,

Hasil kekasaran tertinggi terdapat pada aluminium yang telah dianodizing dengan variasi arus 5 amper, dan hasil kekasaran yang paling halus terdapat pada raw material yang sudah diampelas. Dari analisa diatas dapat disimpulkan bahwa kuat arus listrik pada proses anodizing mempengaruhi nilai kekasaran pada permukaan aluminium, hal ini diduga karena semakin besar arus yang digunakan maka akan semakin besar pula pori-pori lapisan oksida yang terbentuk, sehingga penggunaan arus pada proses anodizing yang semakin besar mengakibatkan permukaan aluminium menjadi kasar.

4.6. Hasil Pengujian Struktur Makro

Pengujian foto makro ini bertujuan untuk mengetahui struktur pada permukaan aluminium sesudah proses *anodizing* dan pengujian ini dilakukan dengan pembesaran 50 kali. Berikut adalah hasil pengujian foto makro dari struktur permukaan aluminium tanpa perlakuan (raw material) dan proses *anodizing*.



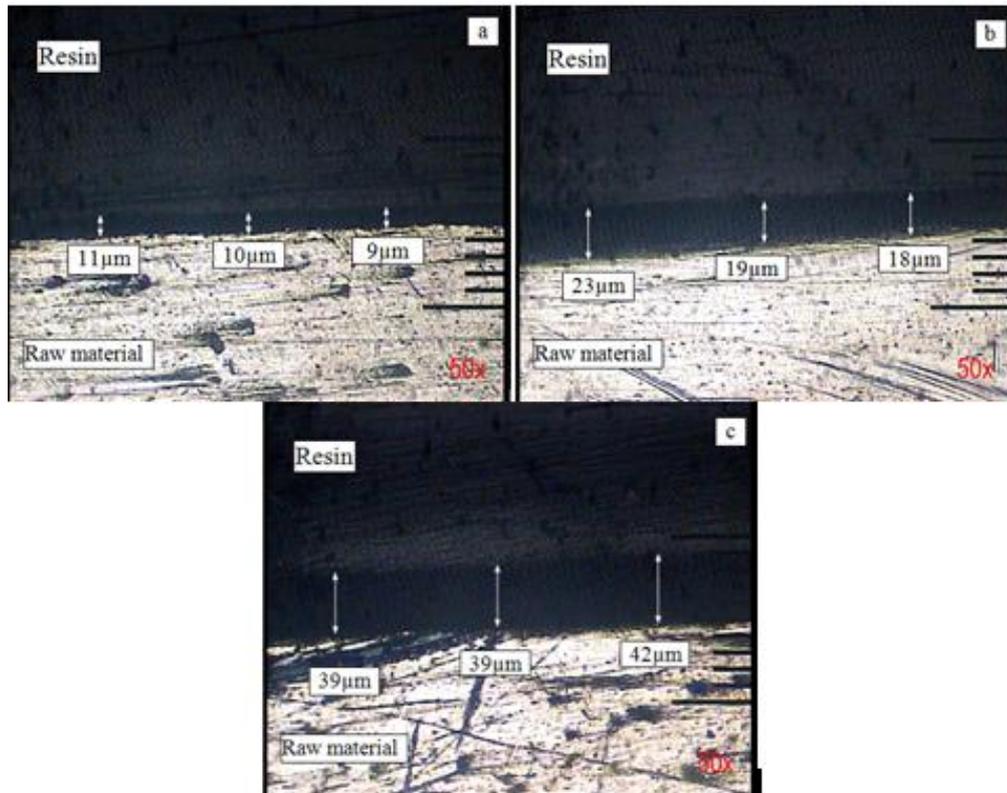
Gambar 4.8 Hasil Pengamatan Struktur Makro, (a) RAW material, (b) 1 A, (c) 3 A, (d) 5 A

Gambar 4.9.(a). menunjukkan pengamatan struktur makro permukaan raw material aluminium sebelum diproses *anodizing*. Dari hasil pengamatan masih menampilkan bekas goresan pada permukaan aluminium akibat pengamplasan. Gambar 4.9.(b) menunjukkan hasil pengamatan struktur makro permukaan aluminium yang telah dilakukan proses *anodizing* dengan lama waktu 25 menit dan variasi kuat arus listrik yang digunakan 1 ampere dan pewarnaan menggunakan larutan kunyit selama 30 menit. Dari hasil pengujian menunjukkan bahwa warna telah meresap ke dalam pori-pori lapisan oksida dan warna yang dihasilkan kuning gelap selain itu warna yang dihasilkan rata. Gambar 4.9.(c)

menunjukkan hasil pengamatan struktur makro permukaan aluminium yang telah dilakukan proses *anodizing* dengan lama waktu 25 menit dan variasi kuat arus listrik yang digunakan 3 ampere dan pewarnaan menggunakan larutan kunyit selama 30 menit. Dari hasil pengujian menunjukkan bahwa larutan pewarna telah meresap ke dalam pori-pori lapisan oksida, warna yang dihasilkan sebagian kuning gelap dan sebagian kuning terang selain itu warna yang dihasilkan kurang rata. Gambar 4.9.(d) menunjukkan hasil pengamatan struktur makro permukaan aluminium yang telah dilakukan proses *anodizing* dengan lama waktu 25 menit dan variasi kuat arus listrik yang digunakan 5 ampere dan pewarnaan menggunakan larutan kunyit selama 30 menit. Dari hasil pengujian menunjukkan bahwa larutan pewarna telah meresap ke dalam pori-pori lapisan oksida, warna yang dihasilkan sebagian kuning gelap dan sebagian kuning terang selain itu warna yang dihasilkan tidak rata.

4.7. Hasil Pengujian Foto Mikro

Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui ketebalan lapisan oksida yang terbentuk sesudah diproses *anodizing* menggunakan pewarna kunyit dengan variasi kuat arus. Foto mikro ketebalan lapisan oksida aluminium didapatkan dari raw material dan spesimen yang telah dianodizing menggunakan pewarna kunyit dengan variasi kuat arus. Pengujian ini dilakukan dengan pembesaran 50 kali, dengan setiap strip mempunyai nilai 10 μm .

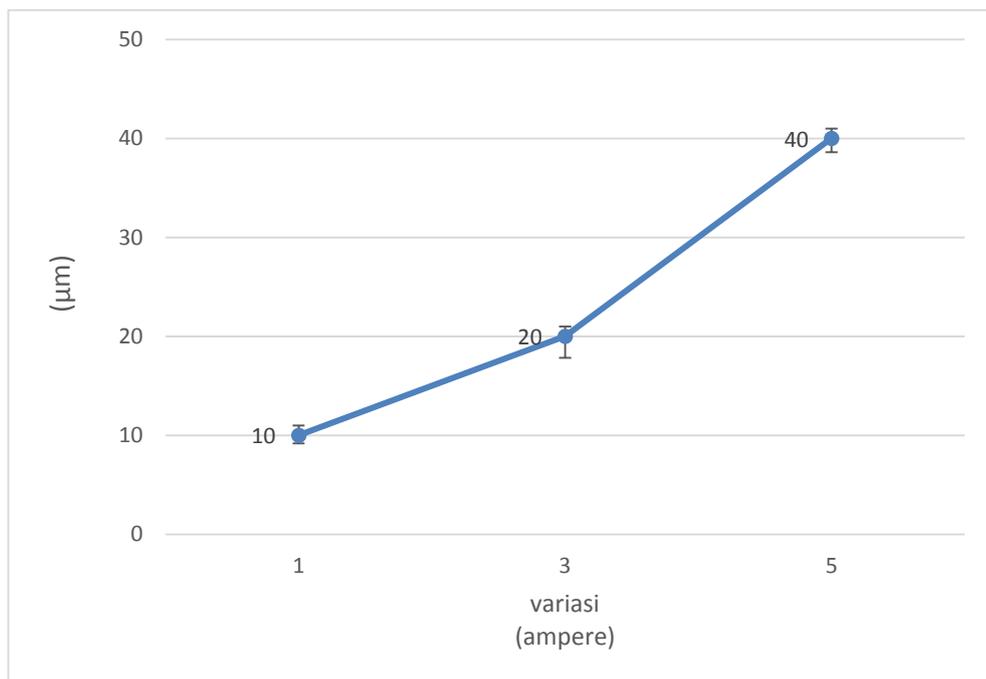


Gambar 4.9 Hasil Pengamatan Struktur Mikro, (a) 1 A, (b) 3 A, (c) 5 A

Gambar 4.10.(a) menunjukkan hasil pengujian foto struktur mikro dari spesimen hasil proses *anodizing* menggunakan pewarna larutan kunyit sebesar 20 gram/litre, variasi arus yang digunakan sebesar 1 ampere, waktu proses *anodizing* 25 menit, dan waktu *dyeing* selama 30 menit. Dari hasil pengujian foto struktur mikro tersebut menunjukkan bahwa ketebalan rata-rata lapisan oksida yang terbentuk sebesar 10 μm . Gambar 4.10.(b) menunjukan hasil pengujian foto struktur mikro dari spesimen hasil proses *anodizing* menggunakan pewarna larutan kunyit sebesar 20 gram/litre, variasi arus yang digunakan sebesar 3 ampere, waktu proses *anodizing* 25 menit, dan waktu *dyeing* selama 30 menit. Dari hasil pengujian foto struktur mikro tersebut menunjukkan bahwa ketebalan rata-rata lapisan oksida yang terbentuk sebesar 20 μm . Gambar 4.10.(c) menunjukkan hasil pengujian foto struktur mikro dari spesimen hasil proses *anodizing* menggunakan pewarna larutan kunyit sebesar 20 gram/litre, variasi arus yang digunakan sebesar 5 ampere, waktu proses *anodizing* 25 menit, dan waktu *dyeing* selama 30 menit.

Dari hasil pengujian foto struktur mikro tersebut menunjukkan bahwa ketebalan rata-rata lapisan oksida yang terbentuk sebesar 40 μm .

Kemudian dari semua hasil pengujian foto struktur mikro diperoleh ketebalan lapisan oksida yang terbentuk dari proses *anodizing*, dapat disimpulkan menggunakan grafik berikut.



Gambar 4.10 Grafik hubungan arus listrik pada proses *anodizing* terhadap ketebalan lapisan oksida

Dari gambar grafik diatas menunjukkan bahwa pada variasi kuat arus 1 ampere menghasilkan rata-rata lapisan oksida yang terbentuk sebesar 10 μm , variasi kuat arus 3 ampere menghasilkan rata-rat lapisan oksida yang terbentuk sebesar 20 μm , variasi kuat arus 5 ampere menghasilkan rata-rata lapisan oksida yang terbentuk sebesar 40 μm . Dari analisa diatas dapat disimpulkan bahwa kuat arus listrik pada proses *anodizing* mempengaruhi nilai ketebalan lapisan oksida yang terbentuk permukaan aluminium, selain itu pengujian tersebut sejalan dengan penelitian dari Sidiq, (2017) yang menyatakan bahwa semakin besar arus

listrik yang digunakan pada proses *anodizing* maka akan semakin tebal lapisan oksida yang terbentuk.

4.8. Hasil Pengujian Keausan

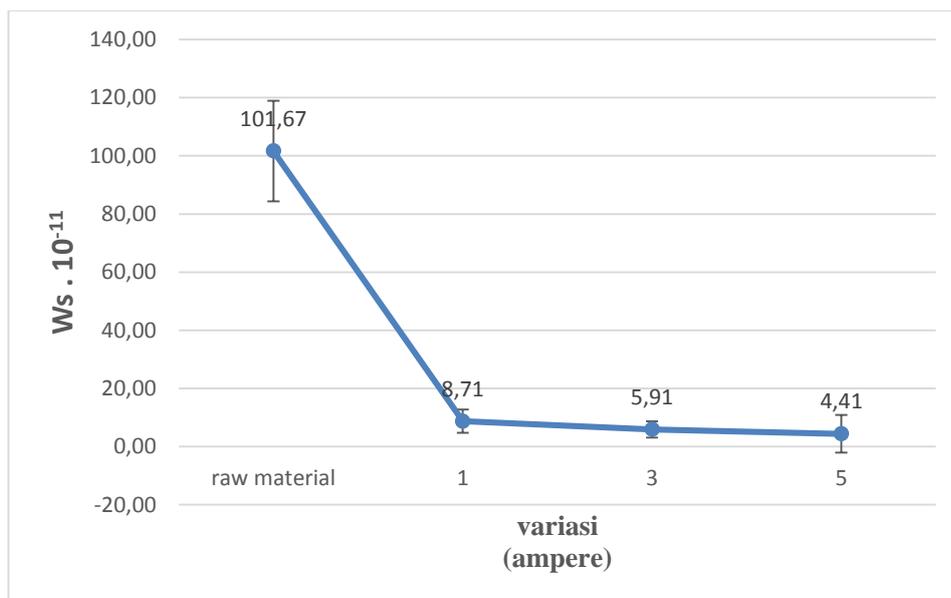
Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui nilai keausan spesimen sebelum dan sesudah diproses *anodizing* menggunakan pewarna kunyit dengan variasi kuat arus. Pada pengujian ini menggunakan mesin uji Ogoshi High Speed Universal Wear Testing Machine tipe OAT-U dengan lebar piringan 3 mm, jari-jari pengaus 14 mm, beban tekan pengaus, jarak tempuh pengausan dan waktu selama 60 detik. Sesudah pengujian lebar keausan yang terdapat pada spesimen akibat gesekan piringan pengaus diukur dengan bantuan microscope, hal tersebut berfungsi untuk mencari nilai keausan spesifik (W_s).

Tabel 4.6 Lebar Keausan Setelah Pengujian

no	Variasi	Titik Uji 1	Titik Uji 2	Titik Uji 3	Rata-rata \pm SD
		Mm	μ m	μ m	Mm
1	raw material	183	151	191	175,00 \pm 21,1
2	1 ampere	77,9	84,7	68,8	77,13 \pm 7,9
3	3 ampere	71,8	65,8	65,8	67,80 \pm 3,4
4	5 ampere	66,5	61,3	56,7	61,50 \pm 4,9

Tabel 4.7 Nilai Keausan

no	variasi	Rata-rata (Bo)	B	r	Po	Lo	Ws . 10 ⁻¹¹
		mm	Mm	mm	kg	mm	mm ² /kg
1	raw material	0,175	3	14	2,12	66600	101,67
2	1 ampere	0,077	3	14	2,12	66600	8,71
3	3 ampere	0,067	3	14	2,12	66600	5,91
4	5 ampere	0,061	3	14	2,12	66600	4,41

**Gambar 4.11** Grafik hubungan arus listrik pada proses *anodizing* terhadap nilai keausan

Dari data hasil pengujian pada tabel 4.4 dan gambar 4.14 menunjukkan, spesimen raw material memiliki nilai keausan yang sangat besar dibanding spesimen sesudah diproses *anodizing* menggunakan pewarna kunyit dengan variasi kuat arus. Keausan yang terjadi pada raw material sebesar $101,6734 \cdot 10^{-11}$ cm²/kg, nilai keausan pada spesimen hasil *anodizing* dengan variasi kuat arus 1

ampere sebesar $8,71 \cdot 10^{-11}$ cm²/kg, nilai keausan pada spesimen hasil *anodizing* dengan variasi kuat arus 3 ampere sebesar $5,91 \cdot 10^{-11}$ cm²/kg, dan nilai keausan pada spesimen hasil *anodizing* dengan variasi kuat arus 5 ampere sebesar $4,41 \cdot 10^{-11}$ cm²/kg. Dari analisa diatas menunjukan bahwa spesimen hasil dari proses *anodizing* aluminium memiliki nilai keausan yang lebih kecil dari pada spesimen raw material, selain itu penggunaan variasi arus pada proses *anodizing* mempengaruhi nilai keausan pada spesimen aluminium.