

BAB IV

ANALISA DAN PEMBAHASAN

Setelah pengujian selesai dilakukan maka didapatkan data-data pengujian material. Kemudian data dijelaskan pada sub-sub pembahasan dari masing-masing jenis pengujian. Berikut hasil beberapa pengujian yang telah dilakukan yaitu :

4.1. Kegagalan hasil *anodizing*

Kegagalan hasil *anodizing* dengan variasi lama waktu 10, 25 dan 40 menit, menggunakan konsentrasi larutan kunyit 20 gram/liter pada proses *dyeing* dengan waktu pencelupan 30 menit. Hal ini diduga karena proses pewarnaan tidak menggunakan pemanas dan pewarna yang digunakan adalah perasan kunyit asli mengakibatkan pewarna tidak menempel pada permukaan aluminium. Hasil dapat dilihat pada gambar 4.1.



Gambar 4.1 Kegagalan hasil dari proses *dyeing* menggunakan perasan kunyit

Dari kegagalan pewarnaan menggunakan perasan kunyit diganti menggunakan serbuk kunyit kemudian diberi aerator dan dipanaskan untuk memudahkan penyerapan warna pada proses *dyeing*.



Gambar 4.2 Hasil *anodizing* menggunakan pewarna serbuk kunyit

4.2. Hasil Uji Komposisi (*spectrometer*)

Uji komposisi material berfungsi untuk mengetahui komposisi kimia yang terkandung dalam aluminium yang digunakan pada penelitian ini. Mesin yang digunakan untuk pengujian ini adalah Thermo ARL 3560 OES, berikut adalah hasil dari pengujian dapat dilihat pada tabel 4.1.

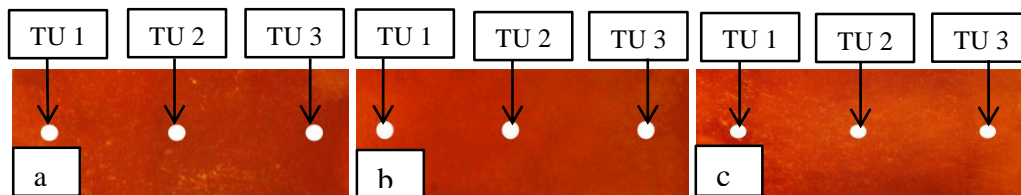
Tabel 4.1 Hasil pengujian komposisi material (*spectrometer*)

Unsur	Komposisi (%)
Si	0,13
Fe	0,4945
Cu	0,097
Mn	0,1104
Mg	0,1022
Zn	0,2135
Ti	0,0212
Cr	0,0044
Ni	0,0000
Pb	0,0244
Sn	0,0043
Al	98,79

Dari data tabel hasil pengujian *spectrometer* aluminium yang digunakan dalam penelitian ini adalah aluminium seri 7XXX dikarenakan kandungan (Zn) dan (Mg) yang besar, pada aluminium seri 7XXX (Zn) dan (Mg) merupakan paduan utama.

4.3. Hasil Pengujian Visual

Setelah spesimen melulalui proses *anodizing* dan *dyeing*, kemudian dilakukan uji kecerahan warna (RGB) dengan *software adobe photoshop*, dalam pengujian ini akan didapat data perbandingan antara hasil visual pada variasi lama waktu 10, 25, dan 40 menit. Dalam pengujian ini menggunakan hasil foto yang diambil dengan kamera DSLR seri 700 D. Berikut merupakan hasil yang diperoleh pada pengujian menggunakan *software adobe photoshop*. Dapat dilihat pada gambar 4.1.

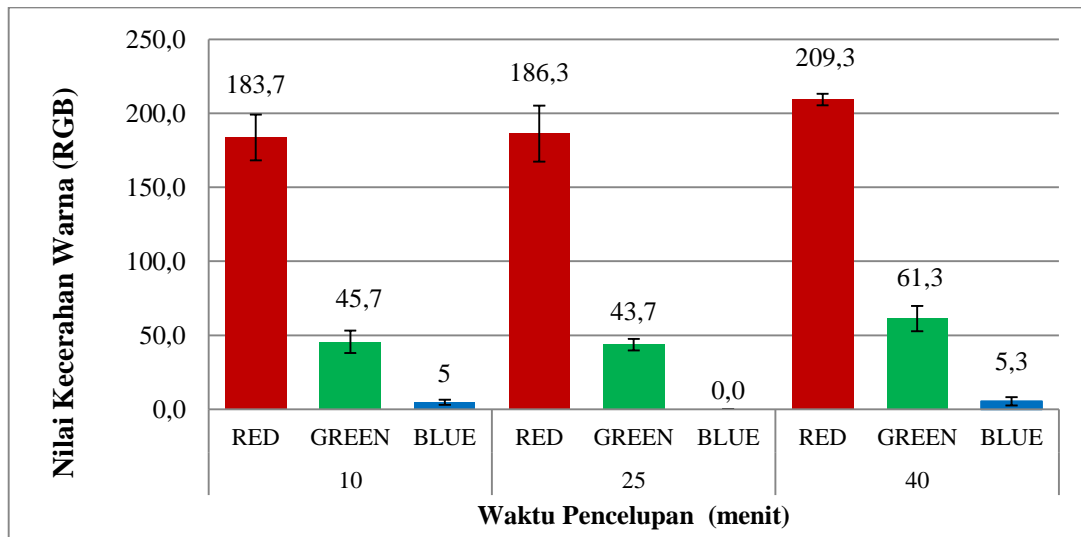


Gambar 4.3 Spesimen setelah proses *anodizing* dan *dyeing* setelah dilakukan uji kecerahan warna menggunakan *software adobe photoshop*, (a) waktu celup 10 menit, (b) waktu celup 25 menit dan (c) waktu celup 40 menit. (TU) Titik Uji.

Tabel 4.2 Hasil uji kecerahan warna (RGB) variasi lama waktu pencelupan.

No	Waktu (menit)	Warna	Titik uji 1 (%)	Titik uji 2 (%)	Titik uji 3 (%)	Rata-rata kecerahan warna (RGB) (%) \pm SD
1.	10	Red	202	185	164	183.7 \pm 15,54
		Green	51	51	35	45.7 \pm 7,54
		Blue	3	7	4	5 \pm 1,70
2.	25	Red	208	189	162	186.3 \pm 18,87
		Green	49	40	42	43.7 \pm 3,86
		Blue	0	0	0	0 \pm 0
3.	40	Red	213	211	204	209.3 \pm 3,86
		Green	53	73	58	61.3 \pm 8,50
		Blue	2	9	5	5.3 \pm 2,87

Dari data tabel hasil uji kecerahan warna diatas, diperoleh grafik hubungan antara variasi lama waktu proses *anodizing* terhadap kecerahan warna yang didapatkan. Dapat dilihat pada gambar 4.4.



Gambar 4.4 Grafik hubungan antara waktu pencelupan *anodizing* terhadap kecerahan warna (RGB)

Pada gambar 4.4 dapat dilihat grafik hasil uji kecerahan warna (RGB), pada waktu pencelupan 10 menit didapat hasil R 183.7%, G 45.7%, B 5% pada, waktu pencelupan 25 menit didapat hasil R 186.3%, G 43.67%, B 0%, dan pada waktu pencelupan 40 menit didapat hasil R 209.3%, G 61.3%, B 5.3%. Gambar 4.4 juga menunjukkan warna *red* lebih mendominasi pada grafik, hal ini diduga akibat pewarna yang digunakan adalah pewarna serbuk kunyit yang hasil warnanya kuning cenderung merah.

Hasil nilai komposisi warna (RGB) tertinggi diperoleh dari waktu pencelupan 40 menit yaitu sebesar R 209.3%, G 61.3%, B 5.3%. Hal ini diduga karena pori-pori pada lapisan oksida banyak dan besar sehingga larutan warna yang masuk kedalam lapisan oksida juga semakin banyak, menyebabkan nilai komposisi warna paling tinggi pada waktu pencelupan 40 menit dibandingkan dengan nilai komposisi warna pada waktu pencelupan 10 dan 25 Menit. Semakin tinggi nilai komposisi warna (RGB) maka semakin pekat warna pada spesimen. Sejalan dengan pernyataan Andrianto (2010), menyatakan bahwa semakin lama waktu proses *anodizing* maka warna yang dihasilkan semakin pekat. Dari analisa diatas, maka dapat disimpulkan

bahwa lama waktu pencelupan *anodizing* berpengaruh terhadap ukuran dan bentuk pori-pori lapisan oksida yang dapat mempengaruhi nilai kecerahan warna (RGB).

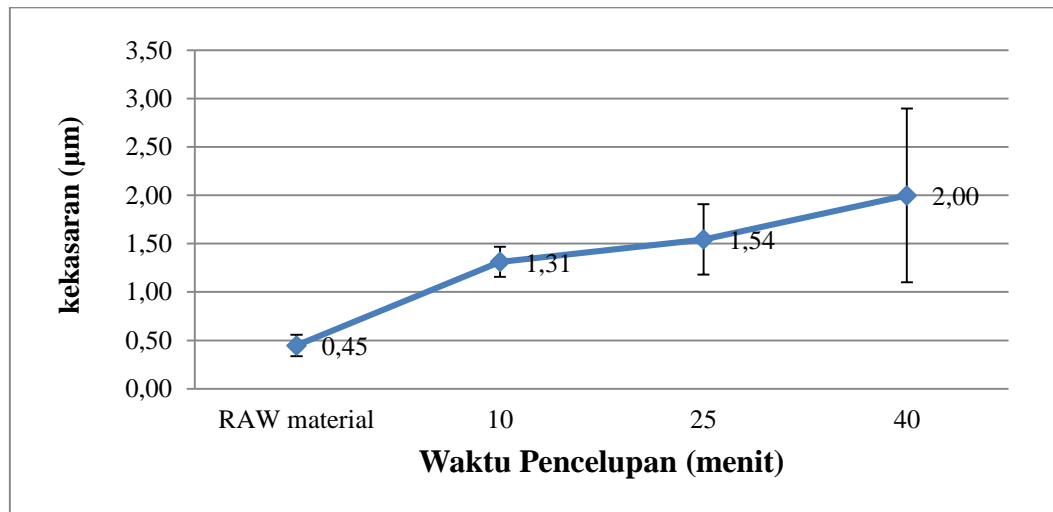
4.4. Hasil Pengujian Kekasaran

Pengujian kekasaran permukaan bertujuan untuk membandingkan nilai kekasaran permukaan spesimen raw material dan permukaan spesimen yang telah melalui proses *anodizing* dengan lama pencelupan 10, 25 dan 40 menit. Pengujian ini dilakukan pada tiga titik pada permukaan spesimen dan menggunakan alat *Roughness Tester*. Hasil uji kekasaran dapat dilihat pada tabel 4.3.

Tabel 4.3 Hasil pengujian kekasaran

NO	Variasi	Posisi Titik Uji	Kekasaran (μm)	Kekasaran Ra (μm) \pm SD
1.	Raw	Atas	0.596	0.45 \pm 0.11
		Tengah	0.416	
		Bawah	0.328	
2.	<i>Anodizing</i> 10m dan <i>dyeing</i>	Atas	1.094	1.31 \pm 0.15
		Tengah	1.412	
		Bawah	1.431	
3.	<i>Anodizing</i> 25m dan <i>dyeing</i>	Atas	1.137	1.54 \pm 0.36
		Tengah	1.475	
		Bawah	2.020	
4.	<i>Anodizing</i> 40m dan <i>dyeing</i>	Atas	1.286	2.00 \pm 0.90
		Tengah	1.447	
		Bawah	3.265	

Dari data tabel hasil uji kekasaran diatas, diperoleh grafik hubungan antara variasi lama waktu proses *anodizing* terhadap kekasaran yang didapatkan. Dapat dilihat pada gambar 4.3.



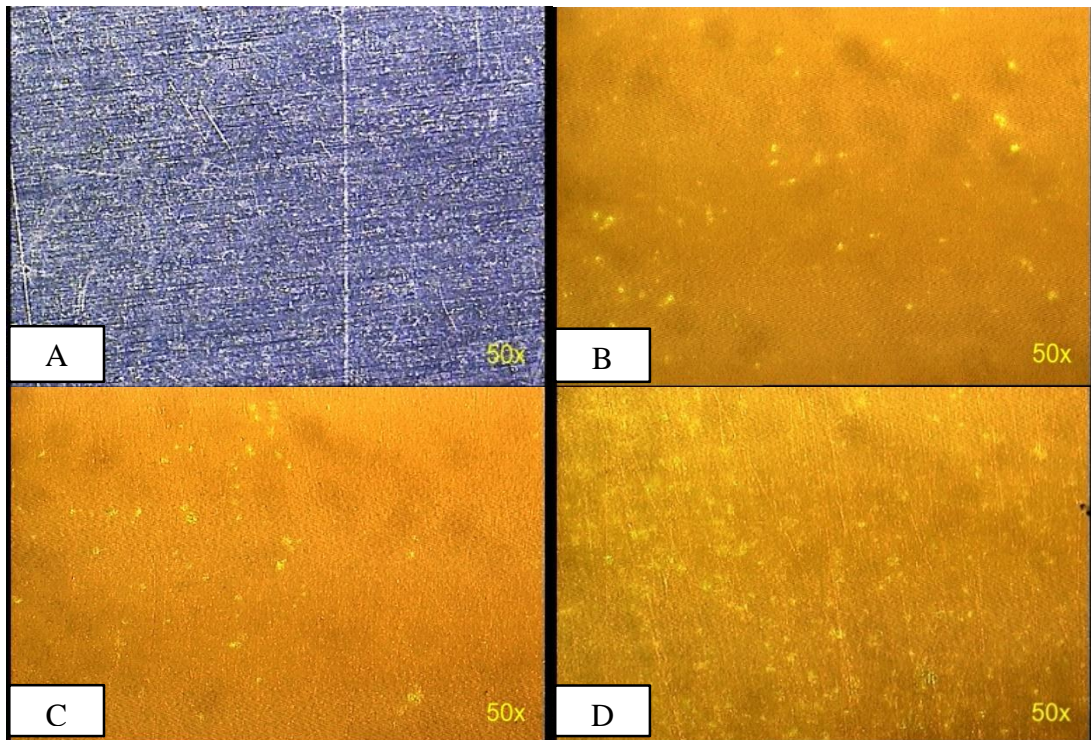
Gambar 4.5 Grafik hubungan antara waktu pencelupan *anodizing* terhadap kekasaran permukaan spesimen

Pada gambar 4.5 dapat dilihat grafik hasil uji kekasaran raw material yang telah diampas dan spesimen yang telah melalui proses *anodizing* dengan variasi lama waktu dan menggunakan serbuk kunyit sebagai pewarna. Nilai kekasaran Ra dengan waktu *anodizing* 40 menit lebih tinggi dari spesimen yang lain yaitu Ra 2.00 (μm), kemudian pada variasi waktu 25 menit didapat nilai Ra 1.54 (μm) dan pada variasi waktu 10 menit didapat nilai kekasaran Ra 1.31 (μm) sedangkan nilai kekasaran Ra paling rendah didapat dari spesimen raw material yaitu 0.45 (μm).

Secara keseluruhan nilai kekasaran tertinggi didapat pada variasi lama waktu 40 menit sedangkan kekasaran paling rendah didapat dari pesimen raw material yang sudah diampas. Hal itu diduga semakin lama waktu pencelupan *anodizing* maka pori-pori yang terbentuk semakin bertambah banyak dan ukuran pori-pori semakin besar, menyebabkan permukaan spesimen menjadi kasar. Dari hasil diatas dapat disimpulkan lama waktu pencelupan *anodizing* mempengaruhi bentuk dan ukuran pori-pori lapisan oksida yang menyebabkan meningkatnya kekasaran seiring bertambahnya waktu pencelupan *anodizing*.

4.5. Hasil Pengujian Foto Struktur Makro Permukaan

Pengujian foto struktur makro dilakukan untuk mengetahui struktur permukaan aluminium setelah proses *anodizing* dan *dyeing* menggunakan pewarna serbuk kunyit. Pengujian dilakukan dengan pembesaran 50 kali. Berikut adalah hasil pengujian foto makro struktur permukaan *raw material*, dan spesimen yang sudah melalui proses *anodizing*.



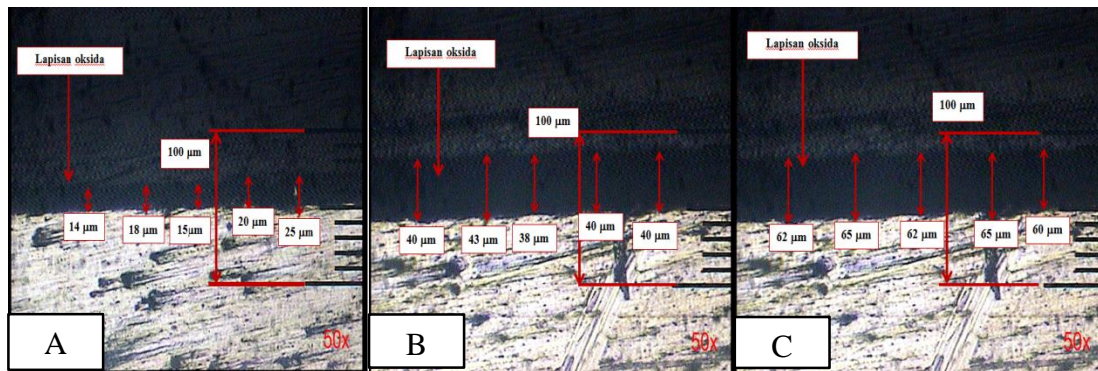
Gambar 4.6 Foto makro permukaan (A) Raw material, (B) *anodizing* 10 menit, (C) *anodizing* 25 menit dan (D) *anodizing* 40 menit.

Pada gambar (4.6 A) dapat dilihat hasil pengujian foto makro raw material, dapat disimpulkan bahwa struktur permukaan raw material belum terbentuk lapisan oksida, hanya terlihat goresan akibat amplas. Bisa dilihat juga bahwa permukaan aluminium yang belum mengalami perlakuan dan proses *anodizing*.

Pada gambar (4.6 B) dapat dilihat hasil foto makro permukaan aluminium dengan variasi lama waktu pencelupan *anodizing* selama 10 menit, kuat arus 2 Ampere dan proses dyeing selama 30 menit menggunakan pewarna larutan serbuk kunyit dengan konsentrasi 20gr/liter. Hasil foto makro menunjukkan bahwa pori-pori pada permukaan tertutup oleh larutan pewarna serbuk kunyit yang terserap dan permukaan aluminium terlihat halus. Hal itu diduga karena pori-pori yang terbentuk pada saat proses *anodizing* kecil dan homogen. Pada gambar (4.6 C) dapat dilihat foto makro permukaan aluminium dengan variasi lama waktu pencelupan *anodizing* selama 25 menit, kuat arus 2 Ampere dan proses dyeing selama 30 menit menggunakan pewarna larutan serbuk kunyit dengan konsentrasi 20gr/liter. Hasil foto makro menunjukkan bahwa pori-pori pada permukaan tertutup oleh larutan pewarna serbuk kunyit akan tetapi permukaan terlihat lebih kasar dari variasi lama waktu sebelumnya. Hal itu diduga karena pori-pori yang terbentuk pada proses *anodizing* banyak dan besar. Pada gambar (4.6 D) dapat dilihat foto makro permukaan aluminium dengan variasi lama waktu pencelupan *anodizing* selama 40 menit, kuat arus 2 Ampere dan proses dyeing selama 30 menit menggunakan pewarna larutan serbuk kunyit dengan konsentrasi 20gr/liter. Hasil foto menunjukkan bahwa pori-pori pada permukaan tertutup oleh larutan pewarna serbuk kunyit akan tetapi permukaan terlihat kasar dan tidak beraturan. Hal itu diduga karena waktu pada saat proses *anodizing* terlalu lama, sehingga pori-pori yang dihasilkan terlihat sangat kasar dibandingkan dengan variasi waktu *anodizing* sebelumnya.

4.6. Hasil Pengamatan Foto Struktur Mikro

Pengujian foto struktur mikro dilakukan untuk mengetahui seberapa besar ketebalan lapisan oksida yang terbentuk pada permukaan aluminium setelah proses *anodizing* dan *dyeing* menggunakan pewarna serbuk kunyit. Pengujian ini dilakukan dengan pembesaran 50 kali, dimana ada 10 strip dan setiap strip mempunyai nilai 10 μm .



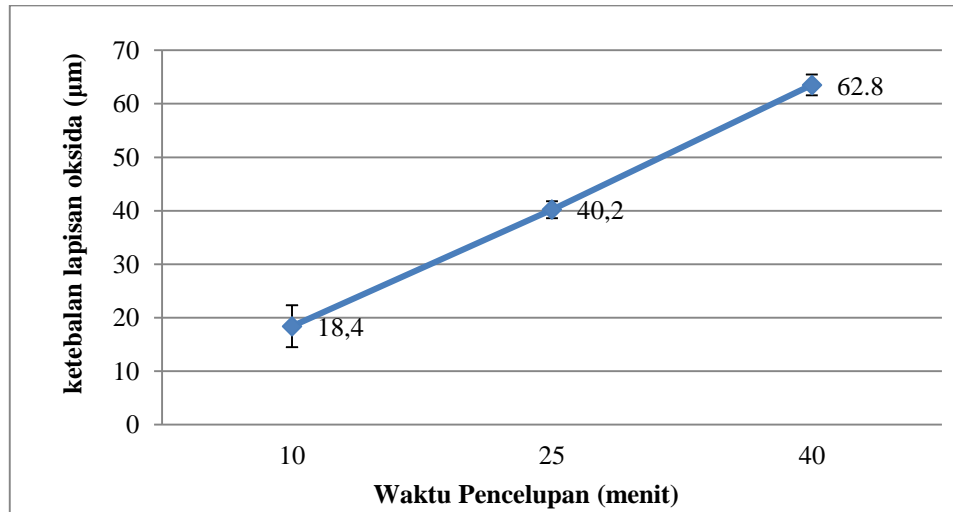
Gambar 4.7 Foto mikro Permukaan (A) *anodizing* 10 menit, (B) *anodizing* 25 menit dan (C) *anodizing* 40 menit.

Pada gambar (4.7 A) dapat dilihat foto mikro permukaan aluminium dengan variasi lama waktu pencelupan *anodizing* 10 menit, kuat arus 2 Ampere dan *dyeing* selama 30 menit menggunakan pewarna larutan serbuk kunyit dengan konsentrasi 20gr/liter. Hasil foto mikro menunjukkan rata-rata ketebalan lapisan oksida yang terbentuk adalah 18,4 μm . Pada gambar (4.7 B) dapat dilihat foto mikro permukaan aluminium dengan variasi lama waktu pencelupan *anodizing* 25 menit, kuat arus 2 Ampere dan *dyeing* selama 30 menit menggunakan pewarna larutan serbuk kunyit dengan konsentrasi 20gr/liter. Hasil foto mikro menunjukkan rata-rata ketebalan lapisan oksida yang terbentuk adalah 40,2 μm . Pada gambar (4.7 C) dapat dilihat foto mikro permukaan aluminium dengan variasi lama waktu pencelupan *anodizing* 40 menit, kuat arus 2 Ampere dan *dyeing* selama 30 menit menggunakan pewarna larutan serbuk kunyit dengan konsentrasi 20gr/liter. Hasil foto mikro menunjukkan rata-rata ketebalan lapisan oksida yang terbentuk adalah 62,5 μm .

Tabel 4.4 Hasil pengukuran ketebalan lapisan oksida

Variasi Waktu	Ketebalan lapisan (um)	Ketebalan lapisan rata-rata (μm) \pm SD
10 menit	25	18,4 \pm 3,92
	20	
	15	
	18	
	14	
25 menit	40	40,2 \pm 1.6
	40	
	38	
	43	
	40	
40 menit	60	62,8 \pm 1.93
	65	
	62	
	65	
	62	

Data hasil pengujian struktur mikro ketebalan lapisan oksida, diperoleh grafik hubungan antara variasi lama waktu pencelupan proses *anodizing* terhadap ketebalan lapisan oksida yang terbentuk, dapat dilihat pada **Gambar 4.8**.

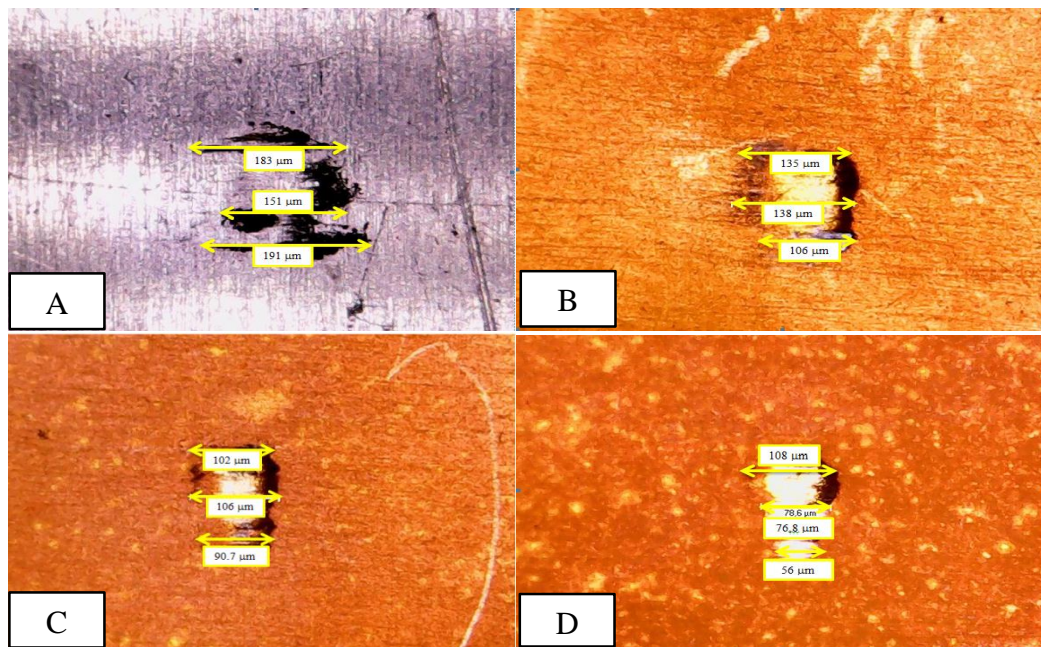


Gambar 4.8 Grafik hubungan antara waktu pencelupan *anodizing* terhadap ketebalan lapisan oksida

Pada gambar 4.8 dapat dilihat grafik hubungan antara ketebalan lapisan oksida dengan variasi lama waktu pecelupan selama 10 menit menghasilkan ketebalan lapisan rata-rata 18,4µm, kemudian ketebalan lapisan oksida yang dihasilkan dengan variasi lama waktu pencelupan 25 menit rata-rata 40,2 µm dan ketebalan lapisan oksida yang dihasilkan dengan variasi lama waktu pencelupan 40 menit rata-rata 62,8 µm. Dari hasil uji ketebalan lapisan dapat disimpulkan bahwa lama waktu pencelupan proses *anodizing* berpengaruh pada lapisan oksida yang terbentuk. Hal itu disebabkan karena perpindahan ion-ion larutan elektrolit semakin bertambah, dimana ion-ion tersebut merapat dan membentuk suatu lapisan oksida aluminium. Ketebalan lapisan oksida semakin meningkat seiring bertambahnya lama waktu pencelupan. Sejalan dengan penelitian yang dilakukan Pujianta dan ary (2008), menunjukkan hasil bahwa semakin lama waktu pecelupan *anodizing* maka ketebalan lapisan oksida akan semakin meningkat.

4.7. Hasil Pengujian Ketahanan Aus (*Oghosi*)

Pengujian ketahanan aus menggunakan metode *oghosi* bertujuan untuk mengetahui nilai keausan terhadap raw material dan spesimen yang sudah melewati proses *anodizing* dengan variasi lama waktu pencelupan menggunakan pewarna serbuk kunyit. Alat yang digunakan dalam pengujian ini adalah mesin uji *Oghosi High Speed Universal Wear Testing Machine OAT-U*, piringan dengan lebar 3mm, jari-jari pengaus 14 mm dan beban tekan pengaus 2.12 kg, jarak tempuh pengausan waktu selama 60 detik. Kemudian setelah pengujian selesai ukur keausan menggunakan *microscope*, pengukuran ini bertujuan untuk mencari nilai keausan spesifik (W_s).



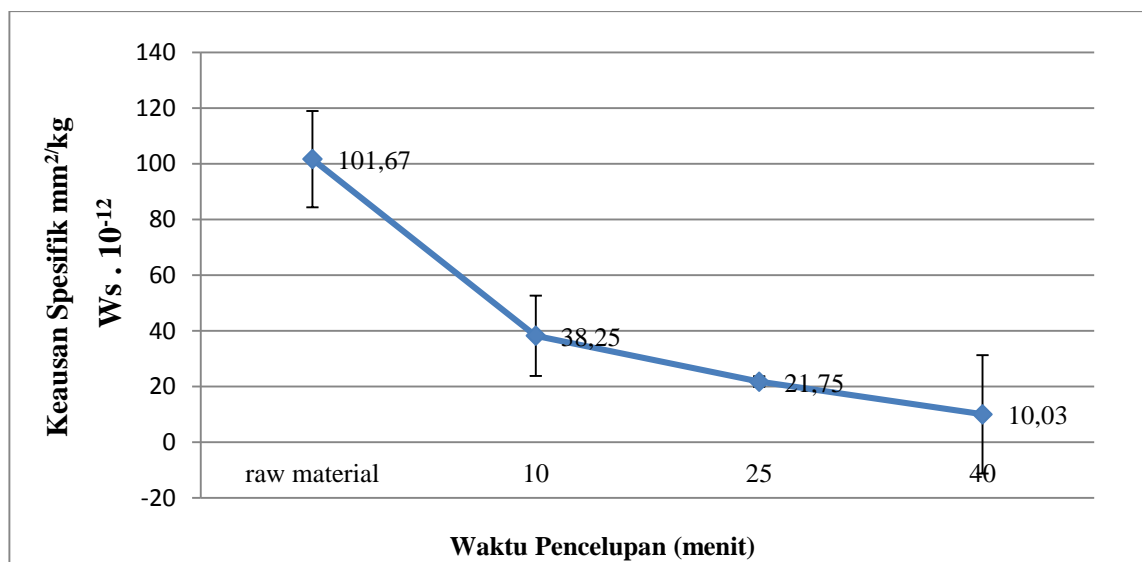
Gambar 4.9 Foto hasil uji keausan (A) Raw material (B) *anodizing* 10 menit, (C) *anodizing* 25 menit dan (D) *anodizing* 40 menit.

Tabel 4.5 Lebar Keausan setelah Pengujian

No	Variasi	Titik Uji 1	Titik Uji 2	Titik Uji 3	Rata-rata ± SD
		µm	µm	µm	µm
1	Raw material	183	151	191	175.00 ± 0.017
2	10 menit	135	138	106	126.00 ± 0.014
3	25 menit	102	106	106	105.00 ± 0.001
4	40 menit	108	78.6	56	81.00 ± 0.021

Tabel 4.6 Nilai Keausan

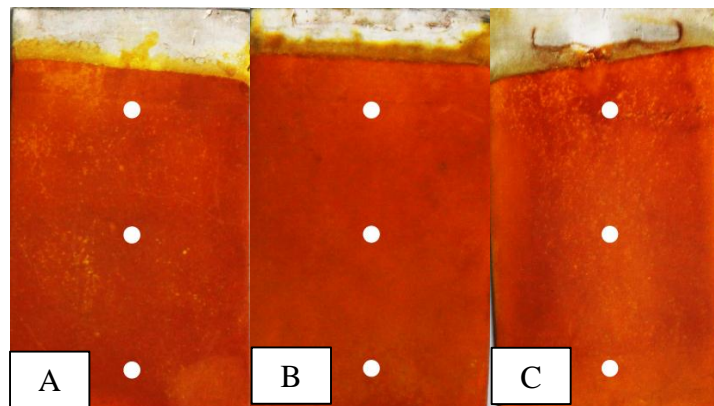
No	Variasi	Rata-rata (Bo)	B	R	Po	lo	Ws.10 ⁻¹⁰
		mm	mm	mm	Kg	mm	mm ² /kg
1	Raw material	0.175	3	14	2.12	66600	101,67
2	10 menit	0.126	3	14	2.12	66600	38,25
3	25 menit	0.105	3	14	2.12	66600	21.75
4	40 menit	0.081	3	14	2.12	66600	10,03

**Gambar 4.10** Grafik hubungan antara variasi lama waktu proses *anodizing* terhadap nilai keausan

Pada grafik gambar 4.10 dapat dilihat nilai hasil uji keausan pada raw material sebesar $101,67 \cdot 10^{-12} \text{ mm}^2/\text{kg}$, nilai keausan spesimen *anodizing* dengan lama pencelupan 10 menit sebesar $38,25 \cdot 10^{-12} \text{ mm}^2/\text{kg}$, nilai keausan spesimen *anodizing* dengan lama waktu 25 menit sebesar $21,75 \cdot 10^{-12} \text{ mm}^2/\text{kg}$ dan nilai keausan spesimen *anodizing* dengan lama waktu 40 menit $10,03 \cdot 10^{-12} \text{ mm}^2/\text{kg}$. Secara keseluruhan spesimen raw material mempunyai nilai keausan yang sangat besar dibandingkan dengan spesimen yang melalui proses *anodizing*. Dari hasil uji ketahanan aus diatas menunjukkan bahwa lama waktu pencelupan pada proses *anodizing* berpengaruh pada nilai keausan pada spesimen aluminium dan nilai keausan semakin menurun seiring bertambahnya waktu proses *anodizing*. Hal ini diduga karena pori-pori yang terbentuk semakin banyak dan besar menyebabkan nilai keausan menurun, semakin rendah nilai keausan maka ketahanan aus aluminium semakin tinggi.

4.8. Hasil Uji Ketebalan Spesimen

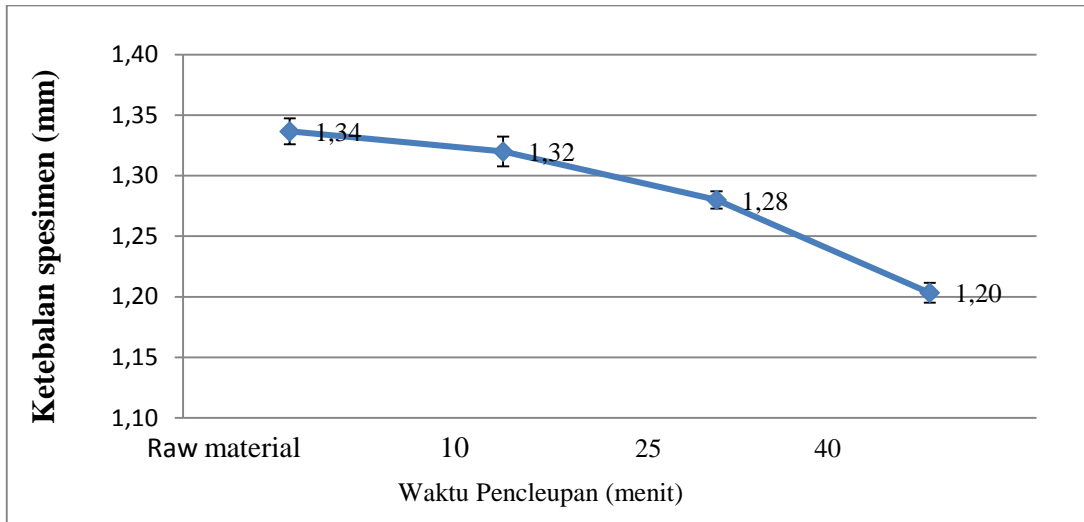
Spesimen yang akan digunakan pada penelitian sebelumnya diukur ketebalannya terlebih dahulu. Hal ini bertujuan untuk mengetahui peleburan massa yang terjadi pada saat proses *anodizing*, alat yang digunakan adalah micrometer dan pengukuran ketebalan diambil dari tiga titik pada spesimen. Dapat dilihat pada gambar 4.11.



Gambar 4.11 Titik Pengujian Ketebalan Aluminium, (a). variasi 10 menit (b). variasi 25 menit (c). variasi 40 menit

Tabel 4.7 Hasil Uji Ketebalan Spesimen

No	variasi	Spesimen 1	Spesimen 2	Spesimen 3	rata-rata
		mm	mm	mm	mm \pm SD
1	Raw maerial	1.34	1.32	1.35	1.34 \pm 0.011
2	10 menit	1.31	1.31	1.34	1.32 \pm 0.012
3	25 menit	1.28	1.27	1.29	1.28 \pm 0.007
4	40 menit	1.21	1.19	1.21	1.20 \pm 0.008



Gambar 4.12 Grafik hubungan antara variasi waktu pada proses *anodizing* terhadap ketebalan spesimen

Pada gambar 4.12 dapat dilihat grafik hasil pengujian ketebalan spesimen, pengujian ini dilakukan untuk membandingkan ketebalan antara spesimen raw material dengan spesimen yang dianodizing dengan variasi waktu 10, 25 dan 40 menit yang kemudian diproses dyeing dengan larutan serbuk kunyit. Hasil rata-rata ketebalan raw material sebesar 1.337 mm kemudian ketebalan rata-rata spesimen dengan variasi waktu 10 menit yaitu sebesar 1.32 mm, ketebalan rata-rata spesimen variasi 25 menit sebesar 1.28 mm dan ketebalan rata-rata spesimen dengan variasi waktu 40 menit sebesar 1.203 mm.

Dari hasil di atas dapat disimpulkan bahwa lama waktu penahanan pencelupan *anodizing* berpengaruh terhadap ketebalan spesimen. Semakin lama waktu penahanan pencelupan maka ketebalan aluminium akan berkurang akibat pelepasan massa yang terjadi saat proses *anodizing*. Penelitian Andrianto (2016) semakin lama waktu *anodizing* dan arus yang semakin besar, maka semakin besar pula massa logam aluminium yang mengalami peluruhan.