

BAB IV
ANALISA DATA DAN PEMBAHASAN

4.1 Data Hasil Pengujian

4.1.1 Data Hasil Pengujian Kekerasan

Dengan menggunakan *Mikrovickers* angka kekerasan aluminium 6063 sebelum di-*anodizing* adalah 78,8 VHN. Data hasil pengujian kekerasan pada logam aluminium 6063 setelah dilakukan proses *hard anodizing* ditunjukkan pada tabel 4.1 di bawah ini:

Tabel 4.1. Data hasil pengujian kekerasan permukaan aluminium 6063

Variabel	Jarak anoda – katoda (mm)				Σ baris	Rata - rata	
	variasi	25	50	75			100
<i>Current Density</i> (A/dm ²)	1	95.88	88.243	82.536	76.67	343.3	85.34
		108.2	91.126	81.3	77.81	358.4	89.61
		106.68	95.27	81.116	81.55	364.6	91.15
	2	122.3	104.3	89.063	85.28	400.9	100.2
		126.08	115.83	91.33	86.54	419.8	104.9
		120.89	108.43	95.84	85.22	410.4	102.6
	3	152.45	108.67	96.63	87.64	445.4	111.4
		157.21	115.83	101.63	90.22	464.9	116.2
		149.24	122.20	99.32	87.12	457.9	114.5
Σ kolom		1138.9	949.92	818.78	758.07		
Rata-rata		126.55	105.54	90.9	84.23		

4.1.2 Data Hasil Pengujian Ketebalan Lapisan Oksida

Dengan menggunakan *Coating Thickness Gauge* angka kekerasan aluminium 6063 setelah dilakukan proses *hard anodizing* ditunjukkan pada tabel 4.2 berikut:



Tabel 4.2. Data hasil pengujian ketebalan lapisan oksida pada hasil *hard anodizing* aluminium 6063

Variabel	Jarak anoda – katoda (mm)				Σ baris	Rata - rata	
	variasi	25	50	75			100
<i>Current Density</i> (A/dm ²)	1	95.88	88.243	82.536	76.67	343.3	85.34
		108.2	91.126	81.3	77.81	358.4	89.61
		106.68	95.27	81.116	81.55	364.6	91.15
	2	122.3	104.3	89.063	85.28	400.9	100.2
		126.08	115.83	91.33	86.54	419.8	104.9
		120.89	108.43	95.84	85.22	410.4	102.6
	3	152.45	108.67	96.63	87.64	445.4	111.4
		157.21	115.83	101.63	90.22	464.9	116.2
		149.24	122.20	99.32	87.12	457.9	114.5
Σ kolom		1138.9	949.92	818.78	758.07		
Rata-rata		126.55	105.54	90.9	84.23		

4.1.3 Data Hasil Pengujian Laju Keausan

Dengan menggunakan *Ogoshi High Speed Universal Wear* laju keausan aluminium 6063 setelah dilakukan proses *hard anodizing* ditunjukkan pada tabel 4.3 berikut:

Tabel 4.3. Data hasil pengujian laju keausan lapisan oksida pada hasil *hard anodizing* aluminium 6063

Variabel	Jarak anoda – katoda (mm)				Σ baris	Rata - rata	
	variasi	25	50	75			100
<i>Current Density</i> (A/dm ²)	1	0.000197	0.000348	0.000307	0.000508	0.001360	0.000340
		0.000297	0.000359	0.000417	0.000508	0.001586	0.000395
		0.000226	0.000359	0.000455	0.000611	0.001651	0.000413
	2	0.000174	0.000226	0.000307	0.000393	0.001101	0.000275
		0.000195	0.000195	0.000370	0.000405	0.001166	0.000292
		0.000181	0.000297	0.000243	0.000481	0.001202	0.000201
	3	0.000125	0.000161	0.000188	0.000327	0.000802	0.000200
		0.000105	0.000155	0.000218	0.000307	0.000785	0.000196
		0.000105	0.000131	0.000188	0.000382	0.000806	0.000201
Σ kolom	0.001606	0.002232	0.002693	0.00392			
Rata-rata	0.000178	0.000248	0.000299	0.000436			

Contoh Perhitungan Data Pengujian Laju Keausan

Diperoleh data sebagai berikut untuk pengujian dengan variabel rapat arus sebesar 1A/dm² dan Jarak anoda dengan katoda sebesar 75 mm

$b = 35.33$ mm ; $r = 26,2$ mm ; $B = 3$ mm ; $\gamma = 0,0027$ gram/mm³ ;

$X = 2500$;

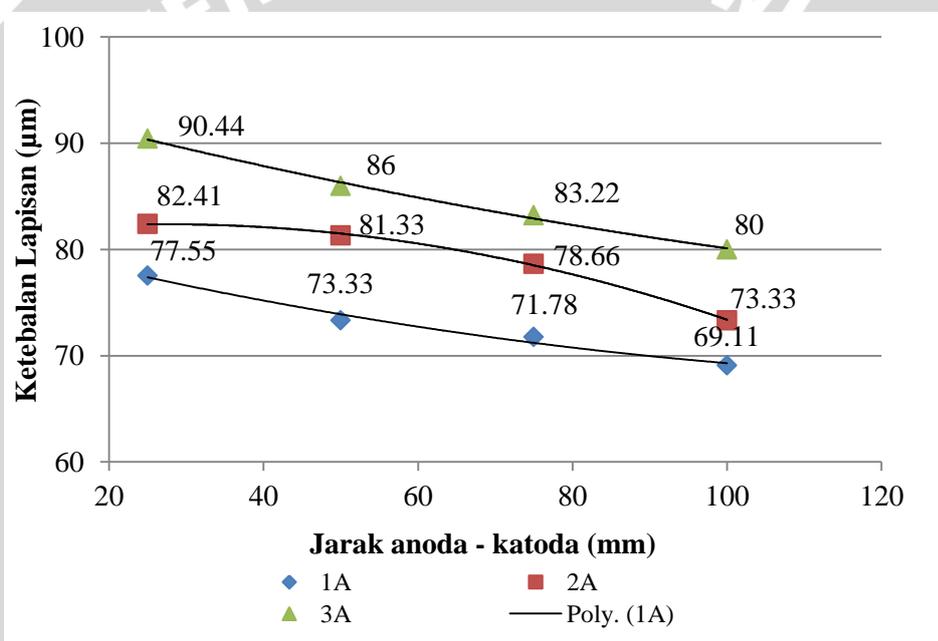
$$W = \frac{B.b^3}{12r} = \frac{3 \times 35.33^3}{12 \times 26.2} = \frac{132297.66}{314.4} = 420.794 \text{ (mm}^3\text{)}$$

$$V = \frac{W}{x} \times \gamma = \frac{420.794}{2500} \times 0.0027(\text{gr/mm}^3) = 0.000455 \text{ (gr/detik)}$$

4.2 Analisa Grafik

4.2.1 Grafik Hubungan Antara Jarak Anoda Katoda dan Arus Listrik Terhadap Ketebalan Lapisan Oksida Alumunium 6063 Hasil *Hard Anodizing*

Dari hasil pengujian dan perhitungan data dengan variasi jarak anoda katoda dan arus listrik, maka didapatkan besarnya kekerasan permukaan pada alumunium 6063 hasil *hard anodizing*. Untuk mempermudah proses analisa maka hasil perhitungan tersebut disajikan dalam bentuk grafik. Grafik di bawah ini menunjukkan hubungan antara jarak anoda katoda dan rapat arus listrik terhadap kekerasan permukaan alumunium 6063 hasil *hard anodizing*.



Gambar 4.1 Grafik hubungan antara Jarak Anoda Katoda dan Rapat Arus listrik terhadap Ketebalan Lapisan Oksida Alumunium 6063 Hasil *Hard Anodizing*.

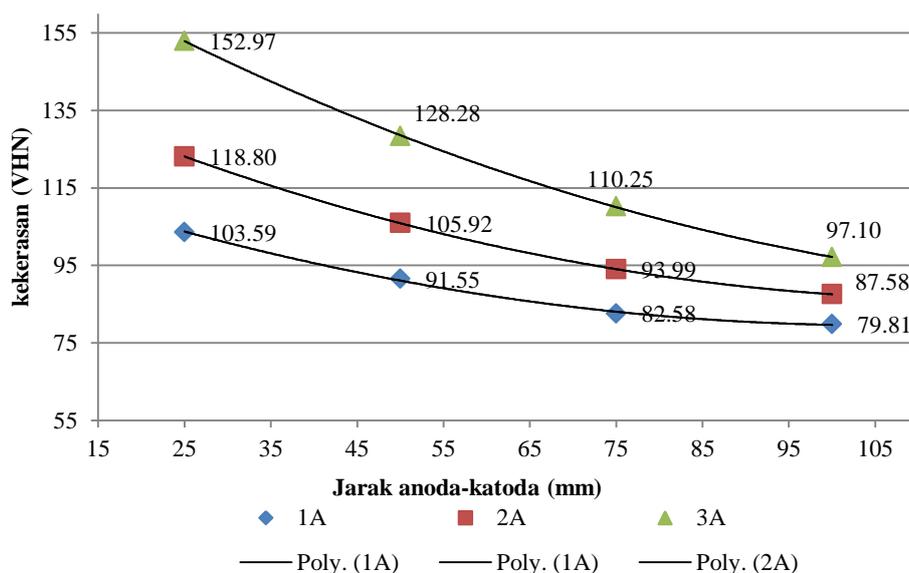
Variasi jarak anoda dengan katoda dan variasi rapat arus akan mempengaruhi ketebalan lapisan oksida alumunium 6063 hasil *hard anodizing*, sebagaimana dilihat pada grafik di atas. Pada pemakaian rapat arus yang sama, semakin meningkatnya jarak anoda dengan katoda maka akan mengakibatkan penurunan ketebalan lapisan oksida yang dihasilkan. Hal ini terjadi karena jika semakin panjang jarak anoda katoda yang diberikan, maka energi ionisasi yang mengaktifkan ion-ion dalam titanium (katoda) untuk berpindah dan menumbuk permukaan alumunium (anoda) akan menurun dikarenakan jarak pergerakan

elektron-elektron menjadi semakin panjang dan otomatis laju reaksi akan menurun .

Selain itu, dengan jarak anoda katoda yang sama, semakin besar rapat arus yang diberikan maka akan meningkatkan ketebalan lapisan oksida yang dihasilkan. Hal itu disebabkan karena jika semakin besar rapat arus yang diberikan, maka pergerakan muatan-muatan listrik akan meningkat sehingga medan listrik yang nantinya akan menjadi energi yang mengganggu ikatan antar atom juga akan meningkat. Proses itulah yang menyebabkan ketebalan lapisan oksida yang terbentuk juga akan meningkat. Dengan semakin tebalnya lapisan oksida maka menunjukkan bahwa ketahanan logam itu tinggi terhadap keausan.

4.2.2 Grafik Hubungan Antara Jarak Anoda Katoda dan Arus Listrik Terhadap Kekerasan Permukaan Alumunium 6063 Hasil *Hard Anodizing*

Dari hasil pengujian dan perhitungan data dengan variasi jarak anoda katoda dan arus listrik, maka didapatkan besarnya kekerasan permukaan pada alumunium 6063 hasil *hard anodizing*. Untuk mempermudah proses analisa maka hasil perhitungan tersebut disajikan dalam bentuk grafik. Grafik di bawah ini menunjukkan hubungan antara jarak anoda katoda dan rapat arus listrik terhadap kekerasan permukaan alumunium 6063 hasil *hard anodizing*.



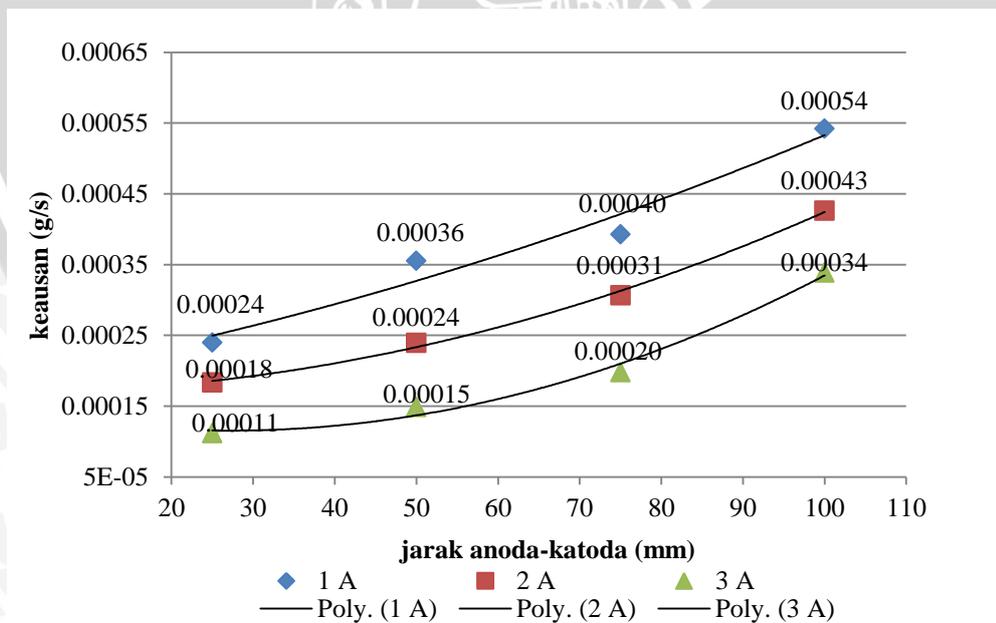
Gambar 4.2 Grafik hubungan antara Jarak Anoda Katoda dan Arus listrik terhadap Kekerasan Permukaan Alumunium 6063 Hasil *Hard Anodizing*.

Pada grafik hasil kekerasan permukaan di atas dapat dilihat bahwa dengan penggunaan rapat arus yang tetap, semakin meningkatnya jarak anoda katoda mengalami penurunan nilai kekerasan. Hal itu dikarenakan ketika arus yang sama diberikan dengan laju reaksi tetap sedangkan jaraknya bertambah panjang maka ion negatif yang diharapkan bisa menumbuk permukaan anoda akan semakin sedikit, sehingga lapisan oksida yang terbentuk akan tipis dan lunak.

Sedangkan untuk penggunaan jarak anoda yang tetap, semakin menurunnya besaran rapat arus yang dipakai maka akan menurunkan nilai kekerasan lapisan oksidanya. Hal tersebut dikarenakan dengan jarak anoda dengan katoda yang sama namun arus yang diberikan semakin berkurang akan menyebabkan jumlah elektron yang mengalir akan berkurang sehingga terjadi pembentukan lapisan oksida yang lunak dan tipis.

4.2.3 Grafik Hubungan Antara Jarak Anoda Katoda dan Arus Listrik Terhadap Laju Keausan Lapisan Oksida Alumunium 6063 Hasil *Hard Anodizing*

Dari hasil pengujian dan perhitungan data dengan variasi jarak anoda katoda dan arus listrik, maka didapatkan besarnya kekerasan permukaan pada alumunium 6063 hasil *hard anodizing*.



Gambar 4.3 Grafik hubungan antara Jarak Anoda Katoda dan Arus listrik terhadap Laju Keausan Lapisan Oksida Alumunium 6063 Hasil *Hard Anodizing*.

Variasi rapat arus dan variasi jarak anoda-katoda akan berpengaruh pada nilai laju keausan hasil *hard anodizing* aluminium 6063, sebagaimana dilihat pada grafik di atas. Setelah proses *anodizing* dengan rapat arus 3 A/dm^2 dan jarak anoda katoda sebesar 25 mm dicapai peningkatan nilai laju keausan rata-rata paling signifikan yakni 0.00011 g/s dan penurunan laju keausan permukaan rata-rata mencapai 0.00054 g/s pada proses dimana jarak anoda-katoda diberikan sebesar 100 mm dan rapat arus 1 A/dm^2 .

Sesuai grafik di atas, dengan konstannya *current density* yang digunakan, semakin pendek jarak anoda katoda yang diberikan maka laju keausan akan semakin meningkat karena energi ionisasi yang mengaktifkan ion-ion dalam titanium (katoda) untuk berpindah dan menumbuk permukaan aluminium (anoda) semakin besar dikarenakan jarak pergerakan elektron-elektron menjadi semakin pendek dan otomatis kecepatan reaksi akan meningkat.

Selain itu, semakin besar rapat arus yang diberikan pada jarak anoda – katoda yang konstan akan menurunkan laju keausan permukaan. Hal tersebut disebabkan pergerakan muatan-muatan

listrik semakin banyak dan sering terjadi. Inilah yang akan menyebabkan adanya medan listrik pada lapisan oksida yang menyebabkan lemahnya ikatan Al-O karena medan listrik akan berusaha untuk menarik ion O^{2-} ke arah logam dan ion Al^{3+} ke arah larutan. Sehingga semakin besar arus yang diberikan maka semakin besar pula medan listrik yang terjadi pada lapisan oksida. Hal ini menyebabkan peluruhan *field-assited dissoulution* semakin besar. Semakin besar peluruhan ini terjadi, maka akan menyebabkan adanya penghantar listrik yang bersifat logam yang sangat dekat atau bahkan sampai ke dalam lapisan pori-pori. Pada *field-assited dissolution* terjadi peluruhan dengan reaksi sebagai berikut:



dilanjutkan dengan peluruhan lapisan oksidanya, yaitu:



Fenomena tersebut juga terjadi pada permukaan logam katodanya. Reaksi ini terjadi ketika karena ketidakrataan permukaan pada permukaan lapisan barrier yang mulai terbentuk sehingga menyebabkan arus akan terkonsentrasi pada permukaan lapisan oksida yang tipis (berlubang), hal ini akan mengakibatkan

peningkatan temperatur elektrolit secara lokal pada tempat tersebut kemudian terjadilah proses peluruhan karena energi listrik tersebut.

Selain seperti yang dijelaskan di atas, peluruhan juga dapat terjadi secara kimia yang disebut *Chemical dissolution*. Hal ini merupakan reaksi balik dari reaksi pembentukan lapisan, yaitu ketika lapisan oksida bereaksi dengan ion H^+ .

Reaksi yang terjadi adalah sebagai berikut.



Reaksi peluruhan *Chemical dissolution* terjadi lebih lambat dibanding dengan reaksi peluruhan *field-assited dissolution*.

Sesuai dengan data-data maupun parameter pendukung yang telah disajikan sebelumnya. Jika kecepatan reaksi peluruhan besar maka lapisan oksida yang terbentuk semakin tebal dan keras. Dengan demikian kerapatan antar atom akan semakin tinggi dan nilai kekerasan permukaan menjadi tinggi. Kekerasan yang tinggi menunjukkan bahwa ketahanan logam tersebut terhadap keausan tinggi.

Ketahanan aus dapat menentukan umur efektif suatu lapisan. Umur efektif suatu lapisan selain tergantung pada lingkungan operasional terutama juga tergantung pada ketebalan dan kekerasan lapisan (Chamberlain, 1991). Makin tebal lapisan oksida aluminium 6063 hasil *anodizing* yang terbentuk maka akan meningkatkan ketahanan aus dan dengan kata lain laju keausan akan menurun.

BAB V PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Dari penelitian di atas didapatkan kesimpulan bahwa jika jarak anoda-katoda semakin pendek dan rapat arus semakin besar maka akan mengakibatkan ketebalan lapisan oksida yang besar pula sehingga kerapatan antar atom semakin tinggi dan akan meningkatkan nilai kekerasan permukaan aluminium 6063 hasil *anodizing*. Semakin keras maka ketahanan lapisan tersebut terhadap keausan akan meningkat dan kata lain laju keausan aluminium 6063 hasil *anodizing* akan menurun.

5.2 Saran

- Perlunya dilakukan penelitian lebih lanjut mengenai proses-proses *anodizing* dengan variasi *treatment* yang lain pula.
- Perlunya dilakukan analisis mengenai bentuk spesimen, konsentrasi larutan dan waktu elektrolisa yang bervariasi.

