

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Data Hasil Pengujian

Untuk mendukung pembahasan tentang kekasaran permukaan lapisan oksida serta dalam pembuatan grafik, data hasil pengujian dipakai data rata-rata *ploting* data. Dalam analisa grafik dilakukan melalui pengamatan perubahan trend data pada grafik yang diperoleh dari *plotting* data. Hasil kekasaran permukaan aluminium setelah *pre-treatment* adalah 0,88 μm dan berikut ini tabel data hasil dan data rata-rata pengujian kekasaran permukaan lapisan oksida pada aluminium :

Tabel 4.1 Data Hasil Pengujian Kekasaran Permukaan (μm)

Rapat Arus (A/dm ²)	Jarak (mm)			
	25	50	75	100
1	2.55	2.04	1.14	1.09
	2.92	2.10	1.32	1.07
	2.46	2.11	1.53	1.06
Jumlah	7.93	6.25	3.99	3.22
Rata-rata	2.98	2.09	1.33	1.07
2	3.85	1.68	1.86	1.40
	4.12	2.58	2.07	1.14
	3.29	2.67	1.83	1.07
Jumlah	11.26	6.93	5.76	3.61
Rata-rata	3.76	2.31	1.92	1.21
3	5.02	4.47	3.18	1.42
	5.95	4.4	2.95	1.23
	5.52	3.96	3.22	1.48
Jumlah	16.49	12.83	9.35	4.13
Rata-rata	5.5	4.28	3.11	1.38

Untuk menunjang dari data kekasaran permukaan, berikut hasil ketebalan lapisan oksida pada aluminium :

Tabel 4.2 Data Hasil Pengujian Ketebalan Lapisan Oksida (μm)

Rapat Arus (A/dm^2)	Jarak (mm)			
	25	50	75	100
1	78	73	70	68
	78	73.7	73.3	69
	76.7	73	72	70.3
Jumlah	232.7	219.7	215.3	207.3
Rata-rata	77.56	73.33	71.78	69.11
2	82.3	80.3	74	73
	82.7	81.3	75.3	73.6
	83.7	82.3	76.7	73.3
Jumlah	248.7	243.9	226	219.9
Rata-rata	82.42	81.33	78.67	73.33
3	89.3	86	84	76.7
	91	85.7	83.7	83
	91	86.3	82	80.3
Jumlah	271.3	258	249.7	240
Rata-rata	90.44	86	83.22	80

4.2 Analisa Statistik (Varian Dua Arah) Kekasaran Permukaan Aluminium

Dari data hasil pengujian dapat dilakukan analisa statistik untuk menguji hipotesa. Langkah-langkah anallisa varian dua arah adalah sebagai berikut:

1. Menentukan formulasi hipotesa
 - a. $H_0 : A_1 = A_2 = A_3 = \dots = A_r = 0$
 $H_1 : \text{sekurang-kurangnya satu } A_1 \neq 0$
 - b. $H_0 : B_1 = B_2 = B_3 = \dots = B_c = 0$
 $H_1 : \text{sekurang-kurangnya satu } B_1 \neq 0$
 - c. $H_0 : (AB)_{11} = (AB)_{12} = (AB)_{13} = \dots = (AB)_{rc} = 0$
 $H_1 : \text{sekurang-kurangnya satu } (AB)_{ij} \neq 0$

2. Menentukan taraf nyata (α) dan F_{tabel}

Taraf nyata (α) dan F_{tabel} ditentukan dengan derajat pembilang dan penyebut masing-masing. Untuk penelitian ini menggunakan $\alpha = 5\%$

- a. Untuk baris : $v_1 = r - 1$ dan $v_2 = cr(n - 1)$
 - b. Untuk kolom : $v_1 = c - 1$ dan $v_2 = cr(n - 1)$
 - c. Untuk interaksi : $v_1 = (c - 1)(r - 1)$ dan $v_2 = cr(n - 1)$
3. Menentukan kriteria pengujian

- a. Untuk baris

H_0 diterima apabila $F_{\text{hitung}} \leq F_{\text{tabel}}$

H_0 ditolak apabila $F_{hitung} > F_{tabel}$

b. Untuk kolom

H_0 diterima apabila $F_{hitung} \leq F_{tabel}$

H_0 ditolak apabila $F_{hitung} > F_{tabel}$

c. Untuk interaksi

d. H_0 diterima apabila $F_{hitung} \leq F_{tabel}$

e. H_0 ditolak apabila $F_{hitung} > F_{tabel}$

Sebagai contoh perhitungan, diambil data dari pengujian kekasaran permukaan aluminium pada tabel 4.3.

Tabel 4.3 Data Pengujian Hipotesa Kekasaran Permukaan Aluminium

		Jarak Anoda Katoda				Total	
		25	50	75	100		
Rapat Arus	1 A/dm ²	2.55	2.04	1.14	1.09		
		2.92	2.10	1.32	1.07		
		2.46	2.11	1.53	1.06		
		Jumlah	7.93	6.25	3.99	3.22	21.39
	2 A/dm ²	3.85	1.68	1.86	1.40		
		4.12	2.58	2.07	1.14		
		3.29	2.67	1.83	1.07		
		Jumlah	11.26	6.93	5.76	3.61	27.56
	3 A/dm ²	5.02	4.47	3.18	1.42		
		5.95	4.4	2.95	1.23		
		5.52	3.96	3.22	1.48		
		Jumlah	16.49	12.83	9.35	4.13	42.8
Total		35.68	26.01	19.1	10.96	91.75	

$$FK = \frac{91.75^2}{3.4.3} = 233.84$$

$$JKT = (2.55^2 + 2.92^2 + \dots + 1.48^2) - FK$$

$$= 298.67 - 233.84 = 64.83$$

$$JKA = \frac{(875^2 + 938.5^2 + 1019^2)}{4.3} - FK$$

$$= 254.08 - 233.84 = 20.24$$

Dengan A: baris, yaitu faktor rapat arus

$$JKB = \frac{(752.7^2 + 721.6^2 + 691^2 + 667.2^2)}{3.3} - FK$$

$$= 270.50 - 233.84 = 36.67$$

Dengan B : kolom, yaitu faktor jarak anoda katoda

$$JKI = \frac{7.93^2 + 6.25^2 + \dots + 4.13^2}{3} - 254.07 - 270.50 + 233.84 = 6.01$$

Dengan I = interaksi antara rapat arus dan faktor jarak anoda katoda.

$$JKG = 64.83 - 20.24 - 36.67 - 6.01 = 1.91$$

Dengan G : galat.

Kemudian, masing-masing suku dibagi dengan derajat bebasnya sehingga diperoleh nilai varian dari masing-masing suku tersebut. Nilai ini sering disebut dengan kuadrat tengah yang disingkat KT. Nilai varian tersebut yaitu:

$$KTA = \frac{JKA}{(r-1)} = \frac{20.24}{(3-1)} = 10.12$$

$$KTB = \frac{JKB}{(c-1)} = \frac{36.67}{(4-1)} = 12.22$$

$$KTI = \frac{JKI}{(r-1)(c-1)} = \frac{6.01}{(3-1)(4-1)} = 1$$

$$KTG = \frac{JKG}{rc(t-1)} = \frac{1.91}{3.4.(3-1)} = 0.08$$

Untuk menguji ketiga hipotesa di atas kita mencari harga F_{hitung} masing-masing sumber keragaman (variasi rapat arus dengan jarak anoda katoda), kemudian hasilnya dibandingkan dengan F_{tabel} pada derajat bebas yang sesuai dengan nilai α sebesar 5%. Nilai F_{hitung} dari masing-masing sumber keragaman adalah sebagai berikut:

$$F_1 = \frac{KTA}{KTG} = \frac{10.12}{0.08} = 126.93$$

Dengan $F_1 = F_{hitung}$ dari rapat arus.

$$F_2 = \frac{KTB}{KTG} = \frac{12.22}{0.08} = 153.29$$

Dengan $F_2 = F_{hitung}$ dari jarak anoda katoda.

$$F_3 = \frac{KTI}{KTG} = \frac{1}{0.08} = 12.57$$

Dengan $F_3 = F_{hitung}$ dari interaksi rapat arus dengan jarak anoda katoda.

Nilai α sebesar 5% dari masing-masing varian adalah sebagai berikut:

$$\alpha = 5\% = 0.05$$

1. Untuk baris : $v_1 = 2$, $v_2 = 3.4.(2) = 24$, $F_{\text{tabel}} = 3.40$
2. Untuk kolom : $v_1 = 3$, $v_2 = 3.4.(2) = 24$, $F_{\text{tabel}} = 3.01$
3. Untuk interaksi : $v_1 = (3).(2) = 6$, $v_2 = 3.4.(2) = 24$, $F_{\text{tabel}} = 2.51$

Tabel 4.4 Data Analisa Varian Dua Arah

Sumber Varian	Db	JK	KT	F_{hitung}	F_{tabel}
A (Rapat Arus)	2	20.24	10.12	126.93	3.40
B (Jarak Anoda Katoda)	3	36.67	12.22	153.29	3.01
Interaksi A dan B	6	6.01	1	12.57	2.51
Galat	24	1.91	0.08		
Total	35	64.83			

Dengan :

Db : Derajat kebebasan

JK : Jumlah Kuadrat

KT : Kuadrat Tengah

Dari tabel analisis varian pada tabel diatas terlihat masing-masing perlakuan $F_{\text{hitung}} > F_{\text{tabel}}$ dengan keyakinan 95 %. Atau dapat dinyatakan sebagai berikut :

a. Faktor A (Rapat Arus).

H_0 ditolak maka H_1 diterima, artinya ada pengaruh persentase alumina terhadap kekerasan spesimen.

b. Faktor B (Jarak Anoda Katoda).

H_0 ditolak maka H_1 diterima, artinya ada pengaruh temperatur pemanasan terhadap kekerasan spesimen.

c. Interaksi Antar Dua Faktor

H_0 ditolak maka H_1 diterima, artinya interaksi antara rapat arus alumina dan jarak anoda katoda mempunyai pengaruh yang nyata terhadap kekasaran permukaan aluminium.

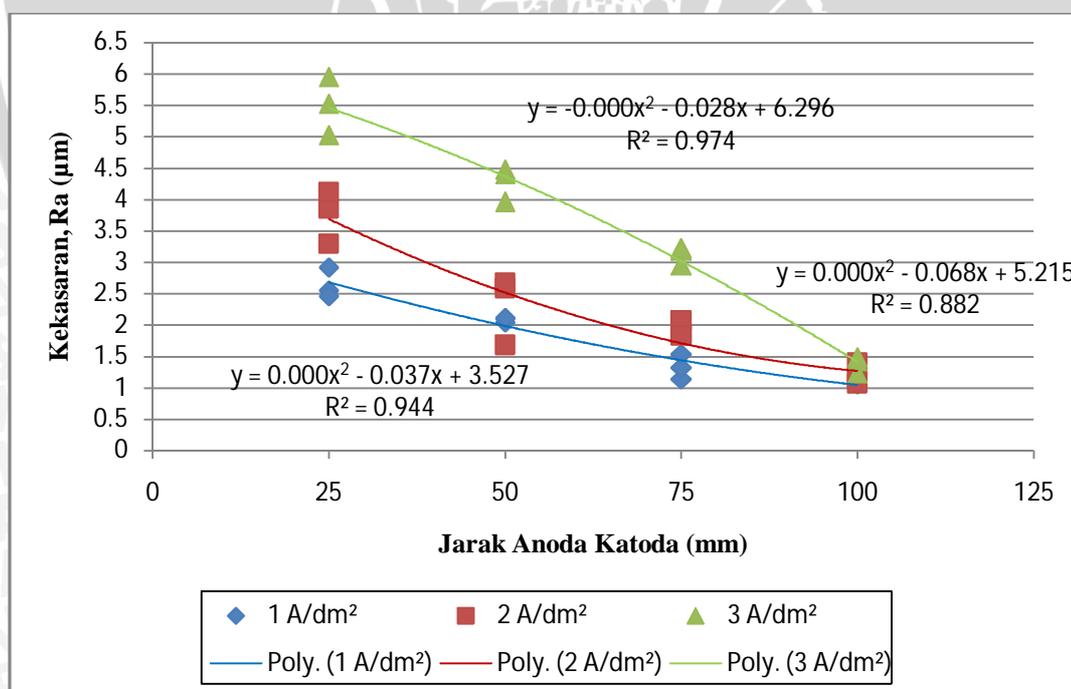
4.3 Analisa Grafik Grafik Hubungan Jarak Anoda Katoda Terhadap Kekasaran Permukaan Aluminium *Hard Anodizing* dengan Katoda Titanium

Lapisan oksida Al_2O_3 pada proses elektrolisis merupakan ikatan ion. Gambar 4.1 di bawah ini menunjukkan penempatan jarak anoda dan katoda yang semakin jauh akan memperlihatkan kecenderungan nilai kekasaran permukaan aluminium semakin turun. Sesuai dengan persamaan (2-11) di bawah ini :

$$V = I \cdot R \quad (2-11)$$

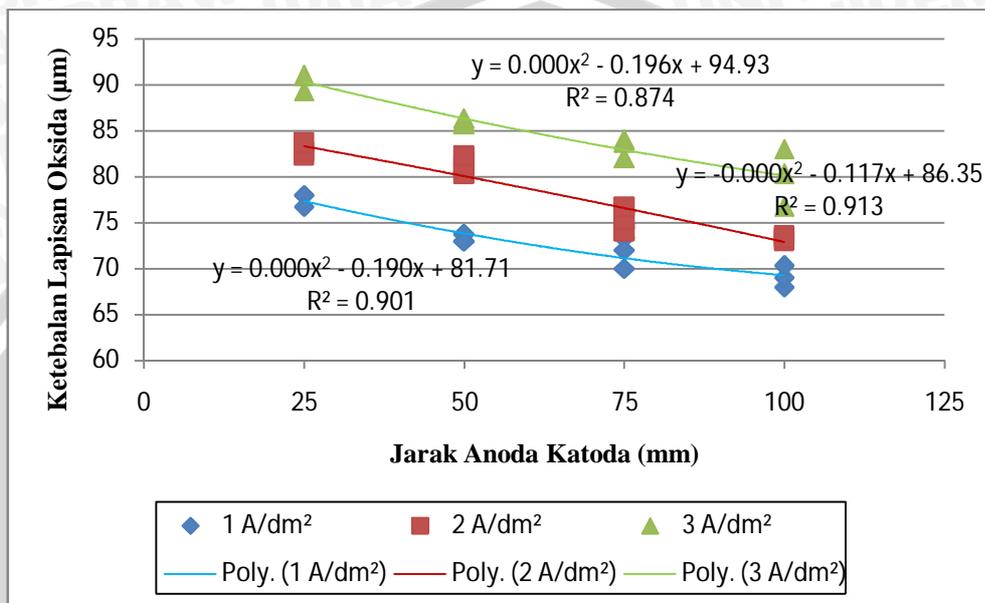
Hal ini disebabkan hambatan yang dikarenakan penempatan jarak anoda dan katoda semakin besar, sehingga perpindahan ion-ion dari katoda ke anoda dan sebaliknya karena reaksi redoks semakin lambat, berarti pembentukan lapisan oksida tipe *porous* pada permukaan anoda (aluminium) akibat tumbukan ion dari katoda (titanium) juga akan semakin lambat. Akibatnya *porous* yang terbentuk juga sedikit sehingga nilai kekasarannya semakin rendah.

Pada gambar 4.1, kekasaran rata-rata permukaan aluminium tertinggi pada jarak 25 mm dan rapat arus 3 A/dm² dengan nilai kekasaran 5,50 μ m. Sedangkan nilai kekasaran rata-rata permukaan aluminium terendah pada jarak 100 mm dan rapat arus 1 A/dm² dengan nilai kekasaran 1,07 μ m.



Gambar 4.1 Grafik Hubungan Jarak Anoda Katoda Terhadap Kekasaran Permukaan Aluminium *Hard Anodizing*

Pemakaian rapat arus yang semakin besar akan meningkatkan proses pembentukan lapisan oksida pada permukaan aluminium karena jumlah elektron yang dialirkan akan semakin banyak sehingga lapisan oksida yang terbentuk akan semakin tebal sebagaimana pada gambar 4.2. Semakin tebal lapisan oksida yang terbentuk maka semakin banyak *porous* yang terbentuk akibat pemusatan arus sehingga kekasaran permukaan aluminium meningkat.



Gambar 4.2 Grafik Hubungan Jarak Anoda Katoda Terhadap Ketebalan Lapisan Oksida Aluminium *Hard Anodizing*

Pada rapat arus 1 A/dm² dan 2 A/dm² semakin jauh jarak anoda dan katoda kekasaran rata-rata permukaannya akan semakin menurun seiring dengan meningkatnya jarak anoda dan katoda kemudian akan cenderung menuju konstan. Hal ini dikarenakan pada rapat arus 1 A/dm² dan 2 A/dm² jumlah elektron yang dialirkan lebih sedikit sehingga elektron yang menumbuk aluminium (anoda) juga sedikit, seperti pada persamaan (2-10) dibawah ini :

$$I = \frac{Q}{t} \quad (2-10)$$

Di mana arus merupakan jumlah muatan listrik yang mengalir tiap waktu. Arus dan muatan listrik berbanding lurus. Sedangkan rapat arus memiliki hubungan dengan arus sesuai dengan persamaan (2-12) sebagai berikut :

$$J = \frac{I}{A} \quad (2-12)$$

Ketika rapat arus ditingkatkan, lapisan oksida pada permukaan spesimen dalam larutan elektrolit akan terbentuk dengan cepat, akibatnya lapisan yang terbentuk akan

memiliki pori yang lebih banyak, lebih tebal dan keras. Sedangkan pada rapat arus 3 A/dm² kekasaran rata-rata permukaannya juga semakin menurun seiring dengan meningkatnya jarak anoda dan katoda tetapi belum sampai mencapai tanda-tanda konstan. Hal ini dikarenakan pada rapat arus 3 A/dm² jumlah elektron yang dialirkan lebih banyak sehingga elektron yang menumbuk aluminium (anoda) semakin banyak.

