

PENGARUH BEDA POTENSIAL LISTRIK SAAT ANODIZING TERHADAP KEKERASAN ALUMINIUM HASIL ANODIZING

Unik Setiawan¹, Margianto², Priyagung Hartono³

¹Mahasiswa Teknik Mesin, Universitas Islam Malang

^{2,3}Dosen Teknik Mesin, Universitas Islam Malang

Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Islam Malang

Jalan Mayjen Haryono, 193 Malang 65144

ABSTRAK

Aluminum yang termasuk *light metal* mempunyai sifat ringan namun tidak mampu menahan gesekan dan temperatur tinggi. Dibutuhkan paduan *light metal* dengan logam paduan agar mempunyai sifat seperti yang diinginkan. Anodizing merupakan aplikasi perlakuan panas dimana *light metal* dapat diperlakukan agar mempunyai permukaan yang keras, tahan korosi dan dapat memberi warna yang menarik. Proses anodizing dilakukan melalui proses elektro kimia yang kompleks sehingga seluruh kondisi pada proses anodizing dapat mempengaruhi hasil anodizing. Menggunakan metode penelitian eksperimental (*experimental research*), melakukan percobaan sebanyak lima kali dengan variasi kekerasan (*Hv*) dan beda potensial listrik. Hasil analisa statistik dan regresi diperoleh semakin besar beda potensial listrik yang diberikan maka kekerasan permukaan aluminium hasil anodizing semakin meningkat. Besar beda potensial listrik menyebabkan arus listrik yang mengalir juga semakin cepat sehingga mempengaruhi reaksi pembentukan oksida yang cepat.

Keyword : anodizing, *light metal*, beda potensial listrik, kekerasan.

PENDAHULUAN

Pada dunia industri yang bergerak di bidang *mechanical engineering*, ketepatan pemilihan material sangat diperhitungkan karena selain dapat mempengaruhi *performance* mesin, ketepatan pemilihan material ini dapat menghemat biaya produksi. Suatu contoh di bidang otomotif adalah pada pemilihan bahan untuk piston. Piston idealnya dibuat dengan bahan yang ringan untuk mengurangi beban namun mempunyai kemampuan menahan gesekan dan temperatur tinggi. Pada umumnya logam ringan (*light metal*) mempunyai hanya beberapa dari sifat-sifat yang diperlukan dalam pembuatan piston misalnya aluminium. Aluminium mempunyai sifat ringan namun tidak mampu menahan gesekan dan temperatur tinggi. Sebenarnya terdapat juga logam yang hampir mempunyai sifat-sifat tersebut yakni titanium. Titanium merupakan *light metal* yang mampu menahan temperatur tinggi dan gesekan namun harganya sangat mahal sehingga apabila diaplikasikan untuk produk yang berharga murah logam tersebut tidak dapat digunakan.

Sebagai alternatif, para aplikator *mechanical engineering* memadukan *light metal* dengan logam paduan agar mempunyai sifat seperti yang diinginkan. Adapula

aplikator *mechanical engineering* yang memanfaatkan teknik pelapisan logam untuk mendapatkan sifat-sifat mekanis permukaan logam tersebut agar sesuai dengan yang diinginkan misalkan dengan cara *surface treatment*. *Surface treatment* yang populer digunakan untuk mendapatkan kekerasan permukaan adalah *cyaniding* dimana setelah suatu logam dipanaskan, permukaan logam tersebut direaksikan dengan zat kimia dengan begitu maka permukaan logam tersebut menjadi lebih keras karena struktur atom pada permukaan logam tersebut terkontaminasi dengan zat kimia yang diberikan.

Dalam aplikasinya *cyaniding* dinilai masih kurang efektif karena selain harus mengeluarkan banyak biaya dalam *heat treatment*, logam hasil *cyaniding* mempunyai tampilan permukaan yang kurang menarik. Solusi yang dinilai efektif adalah *anodizing* dimana *light metal* dapat di-*treatment* agar mempunyai permukaan yang keras, tahan korosi dan dapat diberi warna yang menarik. Namun *anodizing* juga mempunyai keterbatasan yakni hanya bisa dilakukan pada logam yang sifat oksidanya keras seperti *aluminum*, *niobium*, *tantalum*, *titanium*, *tungsten*, dan *zirconium*. Oleh sebab itulah mengapa logam murah seperti aluminium saat

ini mempunyai permintaan produksi yang sangat tinggi.

Anodizing pada aluminium dilakukan dengan tujuan terbentuknya lapisan oksida dengan ketebalan tertentu pada permukaan aluminium. Lapisan oksida ini akan memberikan sifat protektif dan dekoratif pada aluminium tersebut. Sifat protektif hasil *anodizing* aluminium diantaranya adalah mampu meningkatkan ketahanan terhadap gesekan, ketahanan terhadap korosi, ketahanan terhadap panas yang tinggi dan mampu meningkatkan kekerasan permukaan aluminium. Sedangkan untuk keperluan dekoratif adalah kemampuan untuk diberi warna sehingga tampilannya lebih menarik. (Brace A.W and Sheasby P.G, 2003:295)

Proses *anodizing* dilakukan melalui proses elektro kimia yang kompleks sehingga seluruh kondisi pada proses *anodizing* dapat mempengaruhi hasil *anodizing*. Oleh sebab itu diperlukan suatu penelitian yang dapat menjelaskan pengaruh dari suatu kondisi pada proses *anodizing* terhadap kekerasan aluminium hasil *anodizing*.

Aluminium

Merupakan logam yang paling banyak dikandung oleh kulit bumi. Meliputi 7,8 % dari massa kulit bumi, aluminium menempati peringkat ketiga sebagai unsur penyusun kulit bumi terbanyak sesudah oksigen dan silikon. Aluminium murni mempunyai kandungan aluminium sebesar 99,99 % mempunyai kekerasan 17 BHN dan kekuatan tarik maksimum adalah 4,9 kg/mm². Aluminium mempunyai daya hantar listrik 65% dari tembaga, sedangkan masa jenisnya kira-kira 1/3 masa jenis tembaga, karena daya hantar listrik yang baik ini, aluminium banyak digunakan sebagai penghantar listrik. Termasuk *light metal* yang mempunyai ketahanan korosi yang sangat baik terhadap udara bebas akibat lapisan oksida aluminium (Al₂O₃) pada permukaannya.

METODE PENELITIAN

Metode penelitian yang digunakan adalah metode penelitian eksperimental (*experimental research*). Metode ini digunakan untuk menguji pengaruh dari suatu perlakuan terhadap suatu proses. Pengaruh dari beberapa perlakuan yang berbeda terhadap suatu proses dibandingkan sehingga diperoleh suatu pola kejadian yang saling berhubungan.

1. Variabel Yang Diteliti

a. Variabel Bebas

Variabel bebas adalah variabel yang besarnya ditentukan oleh peneliti dan ditentukan sebelum penelitian. Besar variabel bebas divariasikan untuk mendapatkan hubungan antara variabel bebas dengan variabel terikat sehingga tujuan penelitian dapat tercapai. Dalam penelitian ini variabel bebas yang digunakan adalah beda potensial listrik.

b. Variabel Kontrol

Adalah variabel yang dijaga konstan selama penelitian, variabel kontrol pada penelitian ini adalah:

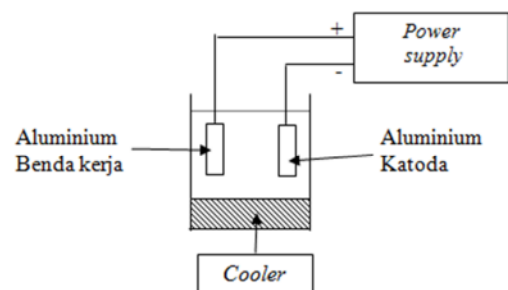
1. Konsentrasi asam sulfat 15%
2. Jarak elektroda sebesar 20cm
3. Temperatur elektrolit 30°C
4. Waktu anodisasi 1 jam

c. Variabel Terikat

Adalah variabel yang besarnya tidak dapat ditentukan sebelum penelitian, tetapi besarnya tergantung dari variabel bebas. Dalam penelitian ini variabel terikatnya adalah kekerasan permukaan dan ketahanan korosi logam aluminium hasil *anodizing*.

2. Skema Alat Penelitian

Skema alat penelitian yang digunakan dalam penelitian sesuai dengan gambar 1. berikut:



Gambar 1. Skema alat penelitian

3. Benda Kerja

Benda kerja yang digunakan terbuat dari aluminium berbentuk silinder pejal dengan diameter 2,54 cm dan panjang 3 cm. Lebih jelasnya dapat dilihat pada gambar 2. dibawah ini.



Gambar 2. Benda kerja

4. Alat penelitian

- Power supply
- Cooler
- Bak elektrolisis

5. Pengujian Kekerasan

Pengujian kekerasan dilakukan dengan alat uji kekerasan ultrasonic tipe SH-75 dengan prosedur pengujian sebagai berikut:

a. Persiapan pengujian

Persiapan ini meliputi koneksi *sonohard probe device* (SPD) dengan *sonohard display unit* (SDU) serta penekanan tombol ON untuk memulai akuisisi data.

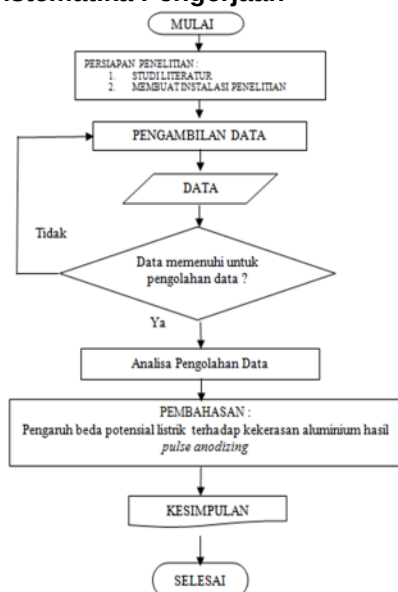
b. Kalibrasi sonohard

Kalibrasi ini dilakukan dengan meletakkan *sonohard probe device* (SPD) tepat diatas material referensi yang sudah terpakat bersama sonohard yang digunakan, kemudian dipilih mode *calibration* pada *sonohard display unit* (SDU). Setelah tombol test pada *sonohard probe device* ditekan maka *sonohard display unit* akan menampilkan tulisan "DEVICE CALIBRATED" pada layar monitor.

c. Pengujian

Pengujian ini dilakukan dengan meletakkan *sonohard probe device* tepat diatas material uji, kemudian dipilih menu *test* yang terletak pada *sonohard display unit*. Setelah tombol test pada *sonohard probe device* ditekan maka *sonohard display unit* akan menampilkan data kekerasan material uji pada layar monitor.

6. Sistematika Pengerjaan



Gambar 3. Sistematika Penelitian

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Data Kekerasan Aluminium Hasil Anodizing

Tabel 1. Data hasil pengujian kekerasan

		Beda Potensial Listrik (Volt)				
		12	18	25	32	40
Kekerasan (Hv)	Percobaan 1	495	543	577	599	614
	Percobaan 2	508	535	567	578	604
	Percobaan 3	512	522	577	599	614
	Percobaan 4	510	520	575	590	612
	Percobaan 5	510	512	513	570	550
Rata-rata		507,4	507	526.4	561.8	587.2

2. Uji Kecukupan Data Observasi

Tabel 2. Data Pengujian Kecukupan Data Observasi Kekerasan

No smp1 n _i	Data observ. x _i	X _i ²	(X _i - $\bar{X}$)	(X _i - $\bar{X}$) ²
1	495	245025	-61.24	3750.3376
2	508	258064	-48.24	2327.0976
3	512	262144	-44.24	1957.1776
4	510	260100	-46.24	2138.1376
5	510	260100	-46.24	2138.1376
6	543	294849	-13.24	175.2976
7	535	286225	-21.24	451.1376
8	522	272484	-34.24	1172.3776
9	520	270400	-36.24	1313.3376
10	512	262144	-44.24	1957.1776
11	577	332929	20.76	430.9776
12	567	321489	10.76	115.7776
13	577	332929	20.76	430.9776
14	575	330625	18.76	351.9376
15	513	263169	-43.24	1869.6976
16	599	358801	42.76	1828.4176
17	578	334084	21.76	473.4976
18	599	358801	42.76	1828.4176
19	590	348100	33.76	1139.7376
20	570	324900	13.76	189.3376
21	614	376996	57.76	3336.2176
22	604	364816	47.76	2281.0176
23	614	376996	57.76	3336.2176
24	612	374544	55.76	3109.1776
25	550	302500	-6.24	38.9376
Total	13906	7773214	0.00	38141

3. Pengolahan Data

a. Analisa Varian

Analisa varian menggunakan bantuan Ms Excel dengan taraf signifikan (α) sebesar 5% (tingkat ketelitiannya sebesar 95%).

Tabel 3. Analisa Varian Menggunakan Ms Excel

ANOVA: Single Factor						
SUMMARY						
Groups	Count	Sum	Average	Variance		
Column 1	5	2535	507	47		
Column 2	5	2632	526.4	154.3		
Column 3	5	2809	561.8	761.2		
Column 4	5	2936	587.2	166.7		
Column 5	5	2994	598.8	761.2		
ANOVA						
Source of Variation	SS	df	MS	F	P-value	F crit
Between Groups	30578.96	4	7644.74	20.2199	8.45959E-07	2.866081
Within Groups	7561.6	20	378.08			
Total	38140.56	24				

Tabel 4. Analisa varian *single factor* data kekerasan

Jumlah Varian	dB	Jumlah kuadrat	Kuadrat rata-rata	F_{hitung}	F_{kritis}
Perlakuan	4	30,578.96	7644.74	20.2199	2.87
Galat	20	7561.6	378.08	-	-
Total	24	38140.56	-	-	-

$F_{hitung} > F_{kritis}$ artinya hipotesa yang menyatakan $u_{1i} = u_{2i} = u_{3i} = u_{4i} = u_{5i}$ ditolak dan hipotesa yang menyatakan $u_{1i} \neq u_{2i} \neq u_{3i} \neq u_{4i} \neq u_{5i}$ diterima. Dengan kata lain dapat dinyatakan bahwa terdapat perbedaan yang berarti antar variasi beda potensial listrik.

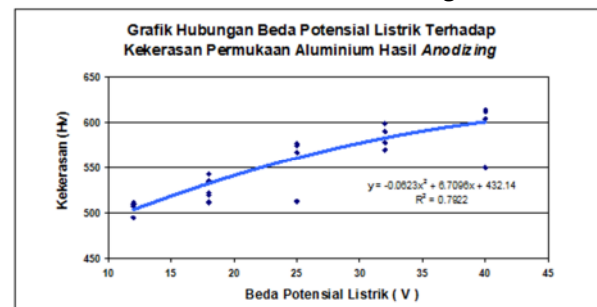
b. Analisis Regresi

Tabel 5. Data analisa koefisien korelasi data pengujian kekerasan

No	x	y_a	$(y_a - \bar{y})^2$	y_t	$(y_t - \bar{y})^2$
1	12	495.00	3750.34	503.68	2762.15
2	12	508.00	2327.10	503.68	2762.15
3	12	512.00	1957.18	503.68	2762.15
4	12	510.00	2138.14	503.68	2762.15
5	12	510.00	2138.14	503.68	2762.15
6	18	543.00	175.30	532.72	552.98
7	18	535.00	451.14	532.72	552.98
8	18	522.00	1172.38	532.72	552.98
9	18	520.00	1313.34	532.72	552.98
10	18	512.00	1957.18	532.72	552.98
11	25	577.00	430.98	560.93	22.04
12	25	567.00	115.78	560.93	22.04
13	25	577.00	430.98	560.93	22.04
14	25	575.00	351.94	560.93	22.04

15	25	513.00	1869.70	560.93	22.04
16	32	599.00	1828.42	583.04	718.10
17	32	578.00	473.50	583.04	718.10
18	32	599.00	1828.42	583.04	718.10
19	32	590.00	1139.74	583.04	718.10
20	32	570.00	189.34	583.04	718.10
21	40	614.00	3336.22	600.82	1987.38
22	40	604.00	2281.02	600.82	1987.38
23	40	614.00	3336.22	600.82	1987.38
24	40	612.00	3109.18	600.82	1987.38
25	40	550.00	38.94	600.82	1987.38
Total	635	13906	38140.56	13906	30213.20

Grafik Hubungan Antara Beda Potensial Listrik Terhadap Kekerasan Permukaan Aluminium Hasil Anodizing



Gambar 4. Grafik hubungan beda potensial listrik terhadap kekerasan

KESIMPULAN

Semakin besar beda potensial listrik yang diberikan maka kekerasan permukaan aluminium hasil *anodizing* mengalami peningkatan. Hal ini disebabkan karena semakin besar beda potensial listrik menyebabkan arus listrik yang mengalir juga semakin cepat sehingga reaksi pembentukan oksida semakin cepat.

DAFTAR PUSTAKA

- Juhl, Anne Deacon, (2001), *Pulse Anodizing in an Existing Anodizing Line*, [Http://aluconsult.dk/pulse_anodizing_in_an_existing_anodizing_line.pdf](http://aluconsult.dk/pulse_anodizing_in_an_existing_anodizing_line.pdf)
- Kardigan, Figen, 2001, *Electrochemical Characterization of Al_2O_3 -Ni Thin Film Selective Surface on Aluminum*, [Http://journal.tubitak.gov.tr/chem/issue](http://journal.tubitak.gov.tr/chem/issue)

- s/ kim-99-23-4 / kim-23-4-5-9904-11.pdf
- Richardson, J. F., (2004), *Redox Reactions and Electrochemistry*, Boston, Butterworth-Heinemann
- Sato, T, (1997), *Theories of Anodized Aluminum*, [Http://www.shibaura-it.ac.jp](http://www.shibaura-it.ac.jp)
- Skandaluminum, (1997) *Alubook- Lexical Knowledge About Aluminum*, Nordic: European Aluminum Association (EAA)
- Sudjana,, *Metode Statistika*, edisi ke 6, Bandung, Tarsito
- Surdia, Tata, (2000), *Pengetahuan Bahan dan Teknik*, Jakarta: PT. Pradya Paramita.
- Whidarto, Sri, (1999), *Karat dan Pencegahanya*, Jakarta: PT. Pradya Paramita..