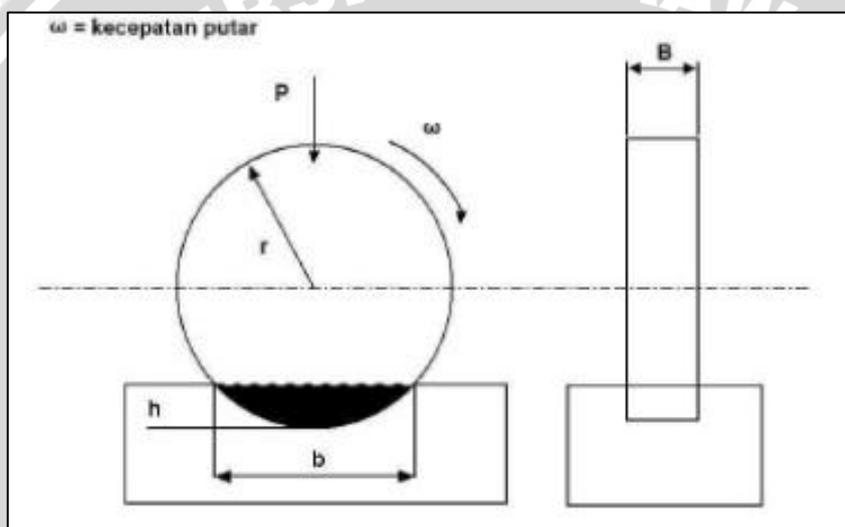


BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Dalam penelitian ini dilakukan *treatment annealing* sebelum dilakukan proses *anodizing* pada *aluminium* 6061, selain itu divariasikan tegangan listrik yang digunakan dalam proses *anodizing* ini yaitu 15, 20, 25, 30 Volt. Kemudian *aluminium* hasil *treatment* diatas diuji ketahanan ausnya. Berikut ini adalah tabel keausan spesifik serta contoh perhitungan keausan spesifik setelah pengujian.

4.1 Contoh Perhitungan



- Rumus Perhitungan
Sesuai dengan persamaan (2-3)

$$ws = \frac{B \cdot b^3}{8 \cdot r \cdot P_o \cdot l_o}$$

Dimana :

- | | | |
|----------------|--|--|
| Ws | = Keausan Spesifik (mm ² /kg) | |
| B | = Lebar <i>Revolving Disk</i> | = 3 mm |
| b | = Lebar Celah yang Terbentuk | = 1,94 mm |
| r | = jari jari <i>Revolving disk</i> | = 13,5 mm |
| P _o | = Beban penekanan | = 2,12 kg |
| l _o | = Jarak tempuh proses pengausan | = 0,224 rpm * 0,5 menit * 84,78 mm
= 9,495 mm |



- Perhitungan keausan spesifik (W_s)

$$W_s = \frac{B \cdot b^3}{8 \cdot r \cdot P \cdot l \cdot o}$$

$$W_s = \frac{3 \cdot (1,94)^3}{8 \cdot 13,5 \cdot 2,12 \cdot 9,495}$$

$$W_s = 1,007 \times 10^{-2} \text{ mm}^2/\text{kg}$$

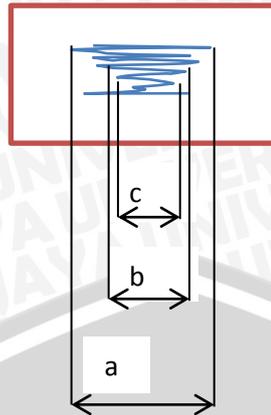
4.2 Tabel Data Pengujian

Dari pengujian yang dilakukan didapatkan beberapa parameter dimana pada penggunaan arus listrik sama sebesar 1 Ampere dan perbedaan dimana satu kelompok spesimen diberikan treatment annealing dan salah satu spesimen tidak diberikan *treatment annealing* diperoleh data seperti berikut :

Tabel 4.1 Tabel lebar jejak keausan

Tegangan (Volt)	Lebar Jejak Spesimen (mm)				
	Tanpa perlakuan <i>Annealing</i>	Dengan Perlakuan <i>Annealing</i>			
		a	b	c	rata-rata
15	2,421	2,578	2,368	1,842	2,263
20	2,368	2,421	2,263	1,842	2,175
25	2,157	2,315	2,105	1,789	2,070
30	2	1,947	1,842	1,578	1,789

Pada data tabel diatas pada bagian kolom dengan perlakuan *annealing* dapat dilihat ada parameter a, b, c. parameter diatas adalah lebarnya titik pada satu jejak proses pengambilan data keausan yang dilakukan pada spesimen uji keausan.



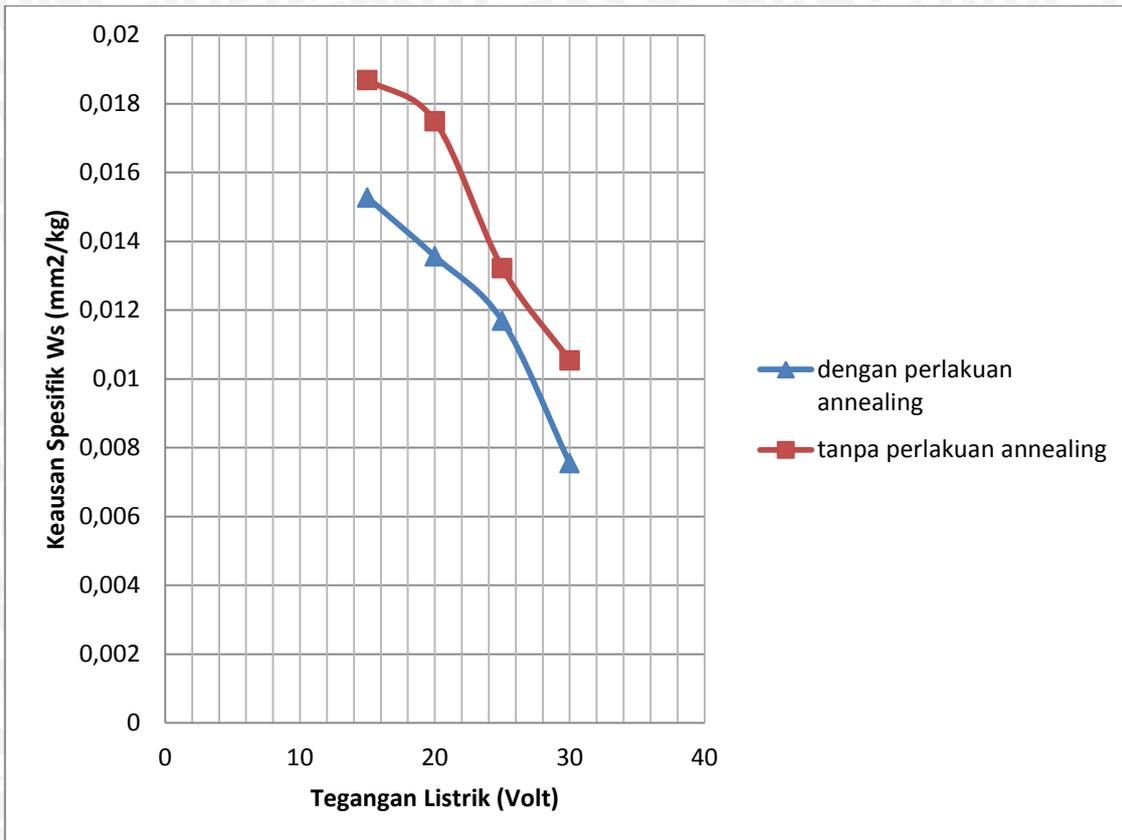
Gambar 4.1 Penentuan peletakan parameter a, b, c jejak pengujian pada spesimen

Tabel 4.2 Hasil pengolahan data keausan spesifik

Tegangan (Volt)	Keausan Spesifik (Ws) (mm ² /kg)				
	Tanpa perlakuan <i>Annealing</i>	Dengan Perlakuan <i>Annealing</i>			
		a	b	c	rata-rata
15	1,86E-02	2,25E-02	1,75E-02	8,23E-03	1,52E-02
20	1,74E-02	1,86E-02	1,52E-02	8,23E-03	1,35E-02
25	1,32E-02	1,63E-02	1,22E-02	7,55E-03	1,16E-02
30	1,05E-02	9,72E-03	8,23E-03	5,18E-03	7,54E-03

Dimana pada spesimen dengan *treatment annealing* diambil nilai rata rata untuk nilai keausannya. Pada spesimen dengan *treatment annealing* terdapat besaran a,b,c dimana a,b,c disini adalah posisi dari pengukuran lebar jejak pengujian pada spesimen itu sendiri dan kemudian diambil rata rata dari lebar jejak pengujian tersebut.

4.3 Analisa Grafik Keausan Spesifik



Gambar 4.2 Grafik Hubungan Tegangan Listrik dengan Keausan Spesifik

Dari grafik hubungan tegangan listrik dengan keausan spesifik pada gambar 4.2, diperoleh ketahanan aus pada *aluminium* dengan *treatment annealing* akan semakin meningkat seiring dengan meningkatnya tegangan listrik yang digunakan saat proses *treatment anodizing*. Nilai ketahanan aus tertinggi ada pada tegangan listrik 30 volt, sedangkan ketahanan aus terendah ada pada tegangan 15 Volt. Pada gambar diatas menunjukkan hubungan antara keausan spesifik dengan tegangan listrik, grafik cenderung menurun hal ini menunjukkan bahwa semakin besar tegangan listrik yang digunakan maka keausan spesifik semakin rendah, ketika keausan spesifik itu rendah maka ketahanan aus dari suatu material itu dikatakan tinggi. Harga keausan spesifik adalah luasan jejak *revolving disk* per satuan massa material yang terkikis.

Melihat dari grafik diatas dapat diketahui pengaruh *treatment annealing* terhadap ketahanan aus *aluminium* 6061 cukup signifikan. Pada penggunaan tegangan sebesar 15 volt ketahanan aus *aluminium* hasil *treatment* memiliki ketahanan aus yang lebih tinggi dibandingkan dengan *aluminium* tanpa *treatment*. Hal ini dapat dilihat dari prosentase selisih keausan spesifik dengan *treatment* yang nilainya diatas 10%. Hal ini dapat dilihat dari analisa

varian pada titik 15 volt dimana akan didapat besaran 42%, hal ini membuktikan bahwa penambahan *treatment annealing* memberikan dampak yang signifikan pula pada proses *anodizing* yang dilakukan.

Dengan hasil demikian diketahui bahwa penambahan *treatment annealing* memang berpengaruh signifikan untuk meningkatkan ketahanan aus dari material yang akan dilapisi dalam hal ini adalah *aluminium*. *Annealing* adalah proses perlakuan panas pada temperatur rendah, perubahan dari *treatment annealing* yang dilakukan menyebabkan perubahan yang cukup berarti dalam struktur mikro. Efek utama *annealing* yaitu menghomogenkan struktur mikro butiran, selain itu dapat menghilangkan tegangan dalam akibat pengerjaan dingin. Sehingga dengan penambahan *treatment annealing* pada penelitian ini, material diharapkan memiliki struktur mikro yang homogen sehingga saat dilakukan *treatment anodizing* akan menghasilkan ketahanan aus yang lebih optimal dibanding tanpa penambahan *treatment annealing*. Selain itu efek yang ingin dicapai pada penambahan *annealing* ini adalah pori dari permukaan spesimen yang semakin terbuka, sehingga saat dilakukan proses *anodizing* titanium oksida yang terbentuk pada pori semakin banyak seiring terbukanya pori permukaan logam induk itu sendiri.

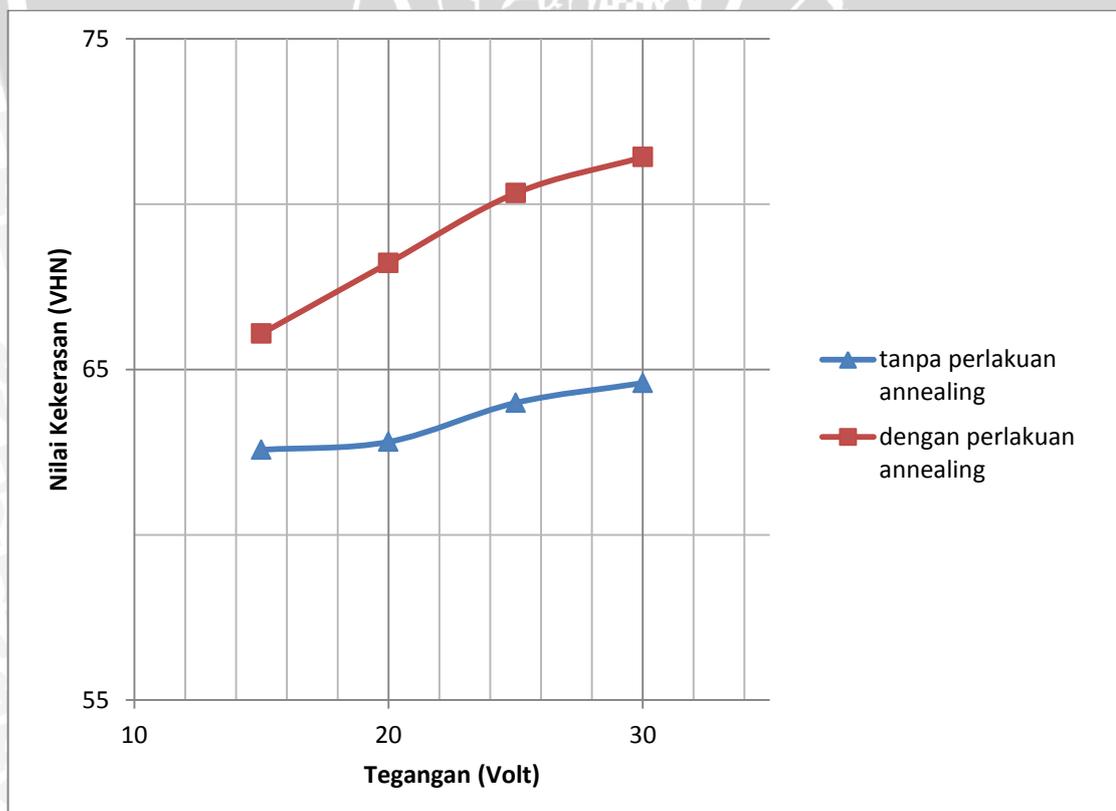
Sedangkan pengaruh dari tegangan listrik sendiri adalah semakin tinggi tegangan listrik pada *aluminium* hasil *treatment* maupun hasil tanpa *treatment* yang digunakan untuk proses *anodizing* akan meningkatkan ketahanan aus dari *aluminium* tersebut, hal ini disebabkan akibat perbedaan tegangan yang tinggi akan menyebabkan energi untuk mengeksitasi elektron dari *titanium* ke *aluminium* akan semakin besar. Dengan energi eksitasi elektron yang tinggi maka elektron dari *titanium* yang akan terdorong menuju ke *aluminium* akan semakin banyak pula, hal ini akan mempengaruhi dari jumlah elektron *titanium* yang bergerak menuju *aluminium* dan melapisi *aluminium* tersebut. Dalam hal ini yang akan terlihat adalah pembentukan lapisan Titanium oksida akan semakin banyak. Dengan terbentuknya Titanium oksida maka akan meningkatkan ketahanan aus dari permukaan aluminium hasil *anodizing*.

Perbedaan mendasar antara *aluminium* hasil *treatment* dengan tanpa *treatment* adalah besaran nilai ketahanan ausnya yang berada dibawah dari nilai ketahanan aus *aluminium* hasil *treatment* untuk *aluminium* tanpa *treatment*. Hal ini sesuai dengan hipotesa yakni dengan penambahan *treatment anodizing* akan meningkatkan ketahanan aus dari *aluminium* itu sendiri yang disebabkan adanya lapisan dari Titanium oksida yang akan meningkatkan ketahanan aus.

Data ketahanan aus ini diperkuat dengan hasil pengujian kekerasan, dimana nilai kekerasan suatu material berpengaruh pada ketahanan aus material. Dari pengujian kekerasan diperoleh hasil sebagai berikut :

Tabel 4.3 Tabel kekerasan spesimen dengan dan tanpa *teratment annealing*

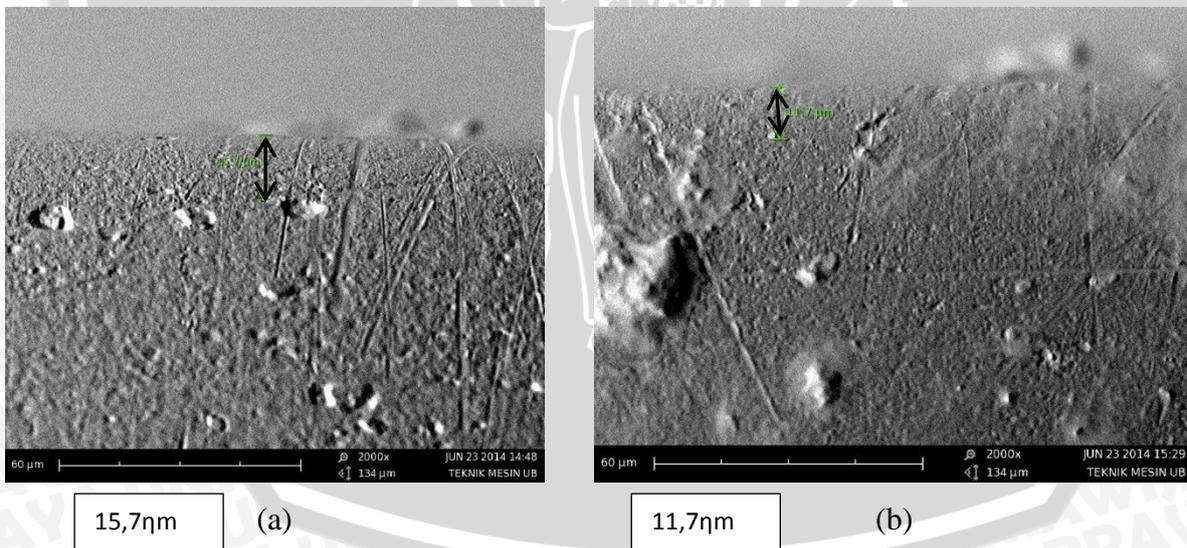
Tegangan (Volt)	Kekerasan (VHN)							
	tanpa perlakuan <i>annealing</i>				dengan perlakuan <i>annealing</i>			
	1	2	3	rata-rata	1	2	3	rata-rata
15	61,72	63,45	62,56	62,57	67,44	66,58	66,02	66,08
20	62,15	62,85	63,45	62,81	67,58	68,96	68,12	68,22
25	64,78	63,96	63,23	63,99	70,56	69,33	71,11	70,33
30	63,89	64,15	65,75	64,59	69,58	73,26	71,41	71,42



Gambar 4.3 Grafik nilai kekerasan spesimen

Nilai kekerasan spesimen tanpa perlakuan *annealing* dan dengan perlakuan *annealing* menunjukkan perbedaan dimana nilai kekerasan dengan perlakuan *annealing* lebih tinggi dibandingkan dengan spesimen tanpa perlakuan *annealing* sebelum *treatment anodizing*. Nilai tertinggi kekerasan untuk spesimen dengan dan tanpa perlakuan *annealing* terletak pada tegangan 30 Volt yakni sebesar 71,42 VHN dan 64,59 VHN.

Mengapa hal ini bisa terjadi, sedangkan selama ini diketahui bahwa *treatment annealing* cenderung memperlunak suatu material. Hal ini disebabkan oleh efek perlakuan *annealing* itu sendiri pada material, dimana *annealing* akan menghomogenkan struktur butiran pada material induk, dalam hal ini aluminium sebelum dilakukan *anodizing*, selain itu *annealing* menyebabkan banyak terbentuk pori pada permukaan aluminium sehingga saat dilakukan *anodizing* Titanium oksida yang terbentuk akan semakin banyak dan mengisi pori yang terbentuk pada permukaan aluminium itu sendiri. Titanium oksida sendiri akan menyebabkan kekerasan dan ketahanan aus dari logam induk meningkat. Hal ini dapat dilihat pada sifat mekanik *titanium* yang memiliki kekerasan yang tinggi, sehingga saat terbentuk titanium oksida pada permukaan aluminium, oksida ini yang akan memproteksi *aluminium* dari keausan dan meningkatkan kekerasan pada permukaan *aluminium*.

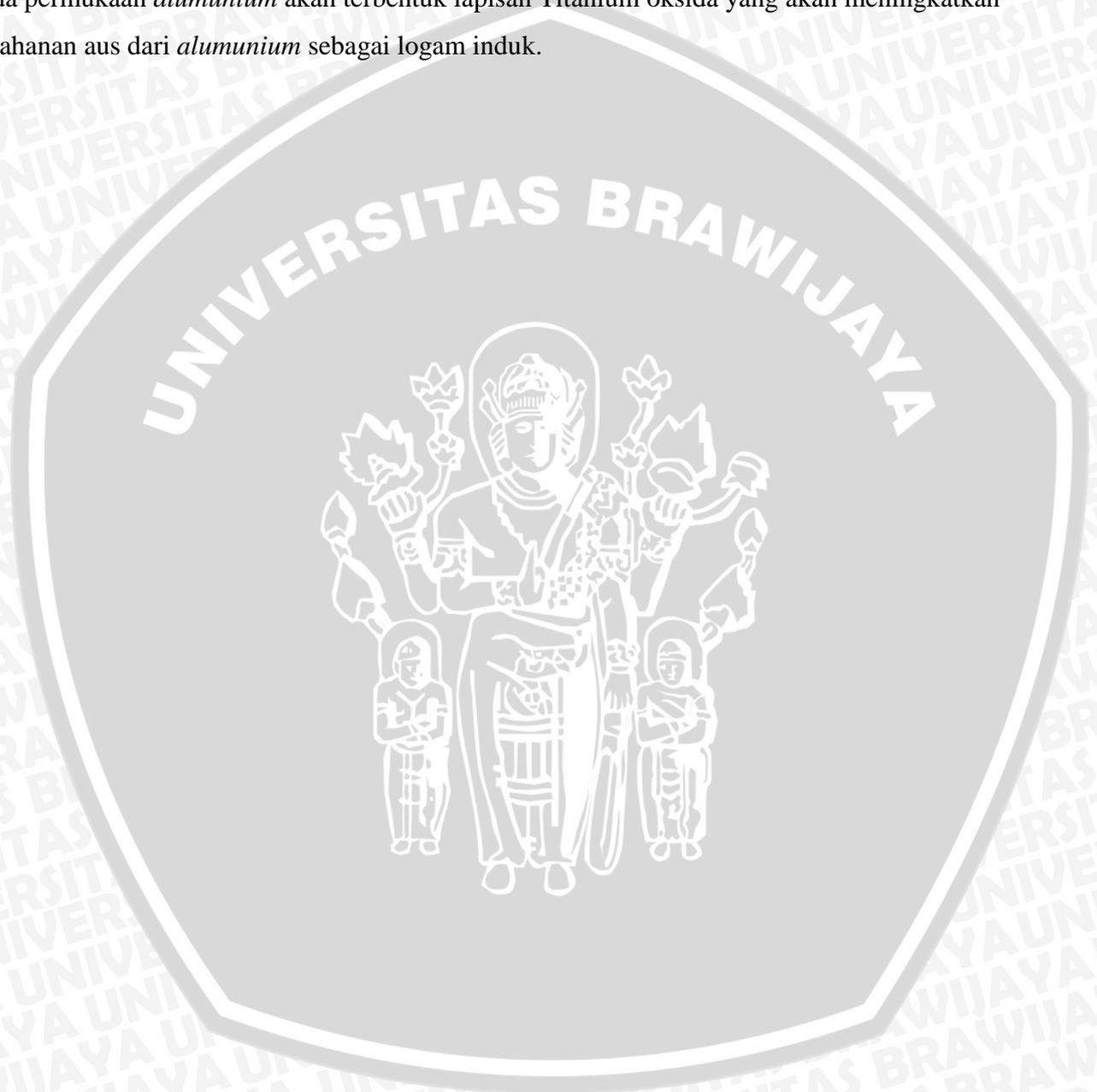


Gambar 4.4 Hasil Foto SEM. (a) spesimen dengan perlakuan *annealing* (*anodizing* 30 Volt), (b) spesimen dengan perlakuan *annealing* (*anodizing* 15 Volt)

Hasil foto SEM dari spesimen dengan perlakuan *annealing* dengan beda tegangan listrik saat *anodizing*, menunjukkan beda ketebalan lapisan pada tegangan yang berbeda saat *anodizing*. Hal ini menunjukkan bahwa tegangan listrik memang berpengaruh pada proses

terbentuknya Titanium oksida yang melapisi *aluminium*, hal ini disebabkan karena tegangan listrik yang semakin besar akan mempengaruhi energi eksitasi saat proses *anodizing*.

Energi eksitasi merupakan energi yang mendorong elektron untuk berpindah dari satu titik ke titik yang lainnya. Dalam proses *anodizing* ini energi energi eksitasi merupakan energi yang digunakan untuk melepaskan elektron dari *titanium* ke *aluminium*, sehingga pada permukaan *aluminium* akan terbentuk lapisan Titanium oksida yang akan meningkatkan ketahanan aus dari *aluminium* sebagai logam induk.



BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Anodizing secara signifikan meningkatkan ketahanan aus pada *aluminium* 6061. Perbedaan ketahanan aus hasil *treatment* dan tanpa *treatment* mencapai 42 %. Semakin besar tegangan listrik yang diberikan pada saat proses *anodizing*, maka nilai dari ketahanan ausnya akan semakin tinggi. Nilai ketahanan aus paling besar pada *aluminium* 6061 hasil *treatment* maupun tanpa *treatment* terletak pada tegangan 30 volt.

5.2 Saran

1. Untuk mengetahui faktor yang mempengaruhi nilai optimal dari *anodizing* diperlukan penelitian mengenai pengaruh *pre-treatment anodizing* yang bervariasi.
2. Perlu dilakukan penelitian tentang pengaruh jenis larutan elektrolit dan anoda katoda yang digunakan pada proses *pre-treatment anodizing* untuk mengetahui signifikan apa pengaruh *pre-treatment anodizing*

