

PENGARUH VARIASI TEGANGAN LISTRIK TERHADAP SIFAT FISIK DAN MEKANIK HASIL PROSES ANODIZING PADA ALUMINIUM SERI 1XXX

Rangga Muslim Perkasa^a, Aris Widy Nugroho^b, Muh.Budi Nur Rahman^c

Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta
Jalan Lingkar Selatan Tamantirto, Kasihan, Bantul, DI Yogyakarta, Indonesia, 55183
ranggamuslim15@gmail.com, nugrohoaris@gmail.com, nurrahman_ummy@yahoo.co.id

Abstract

Anodizing is a surface treatment for coating metal surfaces to protect them from the destructive effects of the environment and to produce attractive, textured and colored metal appearance, and resistance to friction. The purpose of this study was to determine how the effect of electric voltage on the anodizing process on the microstructure of the oxide layer thickness, macro, roughness and hardness on the aluminum surface of the 1xxx series.

This study uses voltages of 20, 22 and 24 with sulfuric concentration of 40% acid solution, current of 2 A in the anodizing process, is expected to produce a higher value of hardness and thickness. The specimens used in this study were aluminum plate metal series 1XXX with a length of 50 mm, width of 30 mm and thickness of 5 mm. The anodizing process was carried and in several steps starting from sanding then cleaning, rinsing, etching, rising, desmut, rising, anodizing, rinsing, coloring, rising, sealing, rinsing, and finally drying. Thickness test, surface structure, roughness and hardness test were conducted to characterize the surface.

The results showed that the electric voltage in the anodizing process had an effect on the thickness of the oxide layer, surface structure, roughness and hardness of aluminum surface 1XXX. The highest thickness after going through anodizing and sealing process is 13.1 μm at a voltage of 20 volts, the highest hardness of the oxide layer is at 24 volts 143.10 VHN after anodizing and coloring process. Increase the thickness of the oxide layer and the hardness of aluminum 1XXX.

Keyword: Aluminum 1XXX, anodizing, oxide layer, surface hardness, electrical voltage.

1. Pendahuluan

Dalam industry manufaktur yang menggunakan logam sebagai bahan utamanya, proses pelapisan merupakan bagian yang sangat penting dalam tahap akhir proses pembuatan suatu produk atau komponen. Bila ditinjau lebih jauh dengan proses ini akan diperoleh sifat-sifat teknis maupun mekanis permukaan logam yang lebih baik dari material asalnya (base material) misalnya tahan terhadap korosi, lebih keras meningkatkan tahan terhadap gesekan, dan disamping itu dapat memberi penampilan yang lebih menarik dari logam aslinya.

Logam aluminium merupakan salah satu logam yang paling luas penggunaannya, karena mempunyai sifat-sifat seperti ringan, bercahaya, daya antar listrik tinggi, dan mudah dipadukan dengan unsur-unsur lain. Sifat lainnya yang dimanfaatkan sebagai pelindung adalah mudah beroksidasi dengan oksigen dengan udara terbuka dan membentuk lapisan oksida yang tipis terjadi, sehingga diperlukan proses elektrolisis (anodisasi) untuk mempertebal lapisan oksida aluminium yang berpori-pori yang akan mampu menyerap warna jika ingin diwarnai dan sekaligus membuat kekerasannya jauh berbeda dibanding tanpa proses anodisasi.

Anodizing adalah suatu perlakuan permukaan untuk melapisi permukaan logam agar terlindung dari pengaruh *destructive* lingkungan yang menyebabkan korosi. Disamping itu, metode *anodizing* juga menghasilkan tampilan logam yang menarik, bertekstur dan berwarna, serta tahan terhadap gesekan permukaan.

Pada rekayasa material, proses *anodizing* sering diaplikasikan pada bahan aluminium. Hal tersebut sangat memungkinkan di karenakan karakteristik logam aluminium memiliki beban yang cukup ringan ($2,10 \text{ gr/cm}^3$), mudah di bentuk dan tahan terhadap korosi Hutasoit (2008).

Setelah di *anodizing* aluminium akan terbentuk lapisan oksida protektif *alumina* (Al_2O_3). Lapisan oksida (Al_2O_3) yang sudah terbentuk dari proses *anodizing* memiliki ketebalan yang lebih tinggi dari pembentukan lapisan oksida secara alami, dan juga memiliki kekerasan yang lebih tinggi. Bahwa jarak anoda katoda yang semakin dekat akan membentuk pori yang semakin besar pada permukaan anodisasi. Jadi kombinasi ini dapat membantu kekurangan temperatur yang rendah dalam menyerap zat pewarna (Yoriya 2012). Selain itu peningkatan nilai estetika, bisa juga dilakukan melalui proses *anodizing*. Pembentukan lapisan oksida bisa di atur sedemikian rupa melalui larutan elektrolit, sehingga hasil dari lapisan oksida aluminium bisa diberi warna sesuai selera.

Penelitian ini bertujuan untuk parameter anodisasi yang tepat untuk material tersebut agar dihasilkan struktur lapisan anodic berpori yang tahan korosi. Lapisan pori yang dihasilkan pada proses anodisasi sangat dipengaruhi oleh jenis konsentrasi elektrolit, jarak elektroda, tegangan, rapat arus, suhu proses, waktu, dan jenis aluminium. dari proses anodisasi tersebut dengan demikian penyusun merasa bahwa sebelumnya belum ada yang melakukan penelitian mengenai jarak elektroda terhadap proses *anodizing*.

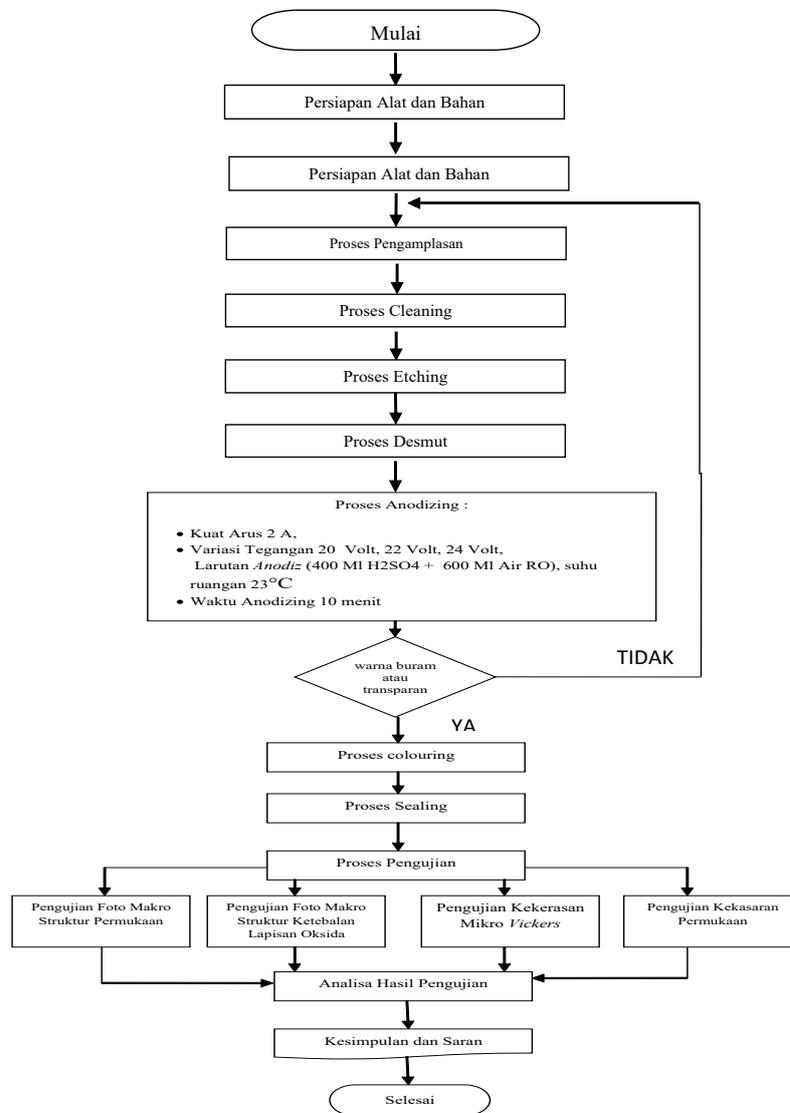
Penelitian ini akan menggunakan variasi tegangan 20 volt, 22 volt, 24 volt, larutan asam sulfat (400 ml H_2SO_4 + 600 ml Air RO), kuat arus 2 Ampere, pada proses *anodizing*, diharapkan akan menghasilkan nilai kekerasan dan ketebalan yang lebih tinggi. Diharapkan dari penelitian ini mampu memberikan sumbangan berupa hasil penelitian dalam bidang pelapisan logam yang dapat digunakan sebagai tambahan referensi untuk pengembangan penelitian lebih lanjut serta hasil penelitian dapat diaplikasikan secara meluas untuk kepentingan ilmu pengetahuan dan industri.

Karakteristik dalam lapisan *anodizing* menghasilkan suatu lapisan tipis oksida yang baik terhadap logam dasarnya. Lapisan tersebut memiliki sifat-sifat sebagai berikut :

1. Keras, mendekati kekerasan *sapphire*.
2. Transparan, dengan beberapa variasi warna.
3. Terintegrasi dengan baik pada logam dasarnya, dan tidak dapat mengelupas.

Sifat-sifat diatas merupakan keunggulan dari lapisan oksida pada proses *anodizing*.

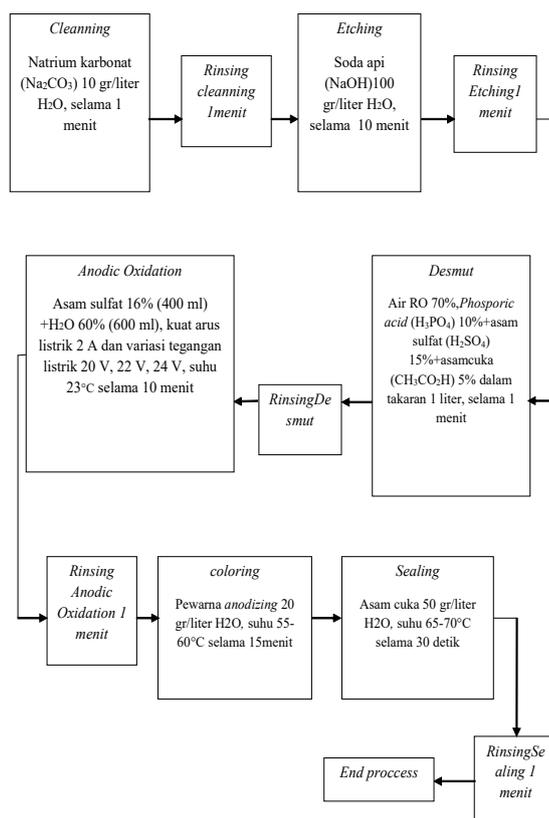
2. Metode Penelitian



Gambar 5. Diagram Alir Penelitian.

Adapun tahapan-tahapan dalam melakukan proses *anodizing* yang pertama dilakukan yaitu menyiapkan alat dan bahan disiapkan, memakai perlengkapan penunjang keselamatan. Plat Aluminium seri 1XXX dipotong dengan ukuran 50 mm x 30 mm menggunakan gergaji tangan. Setelah proses pemotongan bahan, dilakukan pengamplasan secara manual dan bertahap dengan amplas seri P1000, P2000, dan C5000. Lalu dibilas menggunakan air. Setelah itu di lanjutkan proses *cleaning*, larutan yang digunakan pada proses ini adalah natrium karbonat (Na_2CO_3) dengan konsentrasi (10 gr/liter) air, selama 1 menit dengan suhu ruangan bak plastik $\pm 30\text{-}35^\circ\text{C}$. Setelah proses ini selesai, spesimen *dirinsing* menggunakan air ro. Selanjutnya adalah proses *etching*,

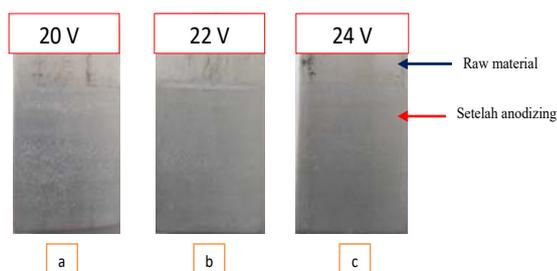
menggunakan larutan soda api (NaOH) dengan konsentrasi (100 gr/liter) air, selama 0.5-10 menit dengan suhu ruangan bak plastik ± 30-35°C. Setelah proses iniselesai, spesimen *dirinsing* menggunakan air ro. Kemudian, proses *desmut* menggunakan larutan campuran *phosporic acid* (H₃PO₄) 75% dan asam sulfat (H₂SO₄) 15% serta asam cuka (CH₃CO₂H) 10%, selama 1 menit dengan suhu ruangan bak plastik ± 30-35°C. Proses ini ditujukan untuk menghilangkan lapisan tipis yang berwarna abu-abu hingga hitam yang berasal dari bahan-bahan paduan pembentuk logam aluminium yang tidak dapat larut dalam larutan *etching*. Selain itu juga berfungsi untuk pengkilapan (*bright deep*). Kemudian, spesimen *dirinsing* menggunakan air ro. Setelah proses *desmut* selesai, selanjutnya proses *anodizing* atau *anodic oxidation*, dilakukan menggunakan variasai tegangan 20 volt, 22 volt, 24 volt, kuat arus 2 Ampere selama 10 menit dengan suhu ruangan bak plastik ± 23°C. Kemudian, spesimen *dirinsing* menggunakan air ro. Setelah lapisan oksida terbentuk melalui proses *anodic oxidation*, selanjutnya adalah proses *colouring* (*dyeing*). Pada proses ini material dicelupkan kedalam larutan pewarna (20 gr/liter) air selama ± 15 menit, dengan suhu ± 55-60°C. Tahap terakhir yaitu proses *sealing* ditujukan untuk menutup kembali pori-pori lapisan oksida yang terbentuk pada proses *anodic oxidation*, selain itu, juga sebagai pengunci warna. Pada proses ini menggunakan larutan asam cuka (50 gr/liter) air, selama ± 30 detik, dan menggunakan suhu larutan *sealing* ± 65-70°C. Kemudian, spesimen *dirinsing* menggunakan air ro. Untuk lebih jelasnya tahapan di tampilkan pada bagan berikut:



Gambar 6 Bagan Proses Anodizing

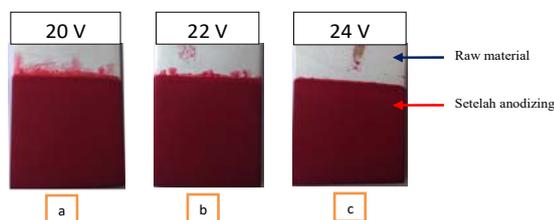
3. Hasil dan Pembahasan

Setelah dilakukam proses anodizing pada alumunium seri 1xxx, diperoleh data-data dari hasil pengujian yang akan dijabarkan melalui beberapa pembahasan dari jenis-jenis pengujian. Berikut adalah benda spesimen setelah proses anodizing pada gambar 7 dan coloring sebelum dilakukan pengujian, seperti pada Gambar 8.



Gambar 7 Spesimen aluminium 1XXX setelah proses *anodizing* sebelum dilakukan pengujian (a) anodizing pada tegangan 20 volt (b)anodizing 22 volt, (c)anodizing 24 volt.

- Raw material alumunium yang tidak dilakukan proses anodizing, blum terbentuk lapisan oksida lapisan oksida dan masih terlihat permukaan alumunium.
- Setelah proses anodizing, terlihat warna menjadi lebih dove dan pori-pori yang sudah terbuka.

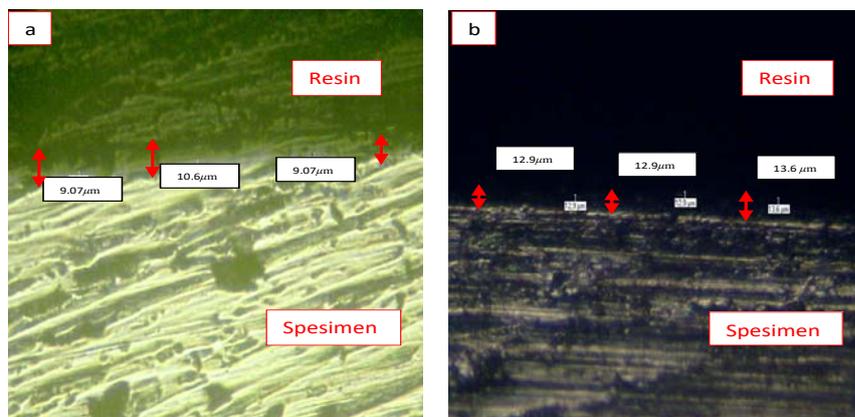


Gambar 8 Spesimen aluminium 1XXX setelah proses *anodizing* dan *colouring* sebelum dilakukan pengujian (a) anodizing pada tegangan 20 volt (b)anodizing pada tegangan 22 volt, (c) anodizing pada tegangan 24 volt.

- Raw material alumunium yang tidak dilakukan proses anodizing,blum terbentuk lapisan oksida lapisan oksida dan masih terlihat permukaan alumunium.
- setelah proses colouring dan sealing, terlihat warna sudah terposisi kedalam pori-pori dan pori-pori yang terbentuk sudah tertutup setelah proses Sealing.

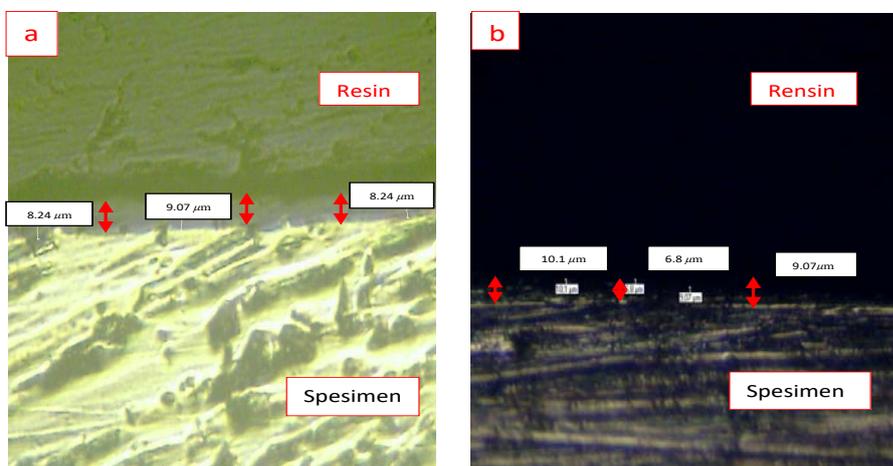
1. Hasil Pengamatan Foto Struktur Mikro

Pengujian foto struktur mikro ini adalah untuk mengetahui seberapa besar ketebalan lapisan oksida 3 spesimen aluminium 1XXX setelah proses *anodizing* dan *colouring* dengan 3 variasi tegangan.



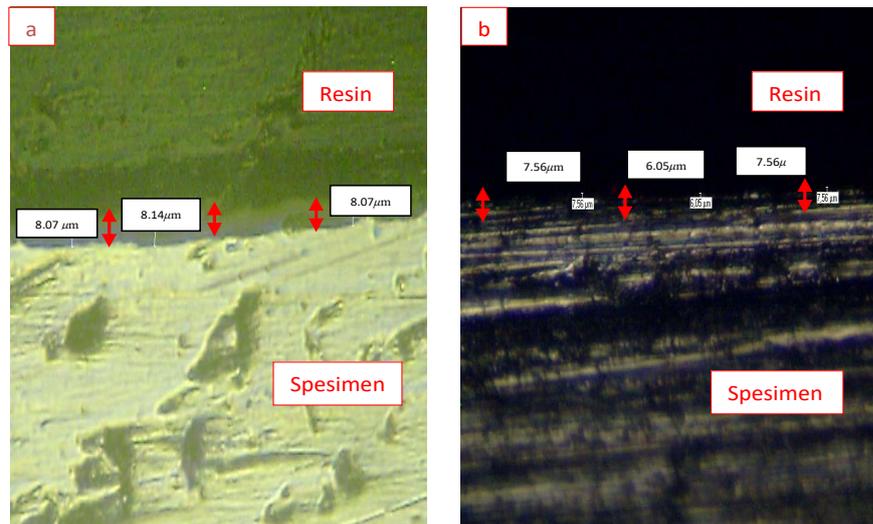
Gambar 9. Foto mikro tegangan 20 volt, (a) Setelah proses *anodizing*, (b) Setelah proses *anodizing* dan *colouring*

Pada gambar (9) menunjukkan hasil pengujian ketebalan lapisan oksida yang dihasilkan setelah proses *anodizing* dengan tegangan 20 volt , kuat arus 2 Ampere , dengan waktu pencelupan 10 menit rata-rata $9.58 \mu\text{m} \pm 0.88$ seperti yang ditunjukkan pada gambar 9 (a). Sedangkan untuk ketebalan lapisan oksida yang dihasilkan setelah proses *anodizing* dan *colouring* dengan variabel yang sudah dirata-rata menjadi $13.1 \mu\text{m} \pm 0.13$ seperti yang ditunjukkan pada Gambar 9 (b).



Gambar 10. Foto mikro tegangan 22 volt, (a) Setelah proses *anodizing*, (b) Setelah proses *anodizing* dan *colouring*

Pada gambar 10 menunjukkan hasil pengujian ketebalan lapisan oksida yang dihasilkan setelah proses *anodizing* dengan tegangan 22 volt kuat arus 2 Ampere, dan dengan waktu pencelupan 10 menit yang sudah dirata-rata menjadi $8.51 \mu\text{m} \pm 0.47$, seperti yang ditunjukkan pada gambar 10 (a). Sedangkan pada gambar 10 (b) menunjukkan bahwa ketebalan lapisan oksida yang dihasilkan setelah proses *anodizing* dan *colouring* dengan variabel yang sudah di rata-rata menjadi $8.86 \mu\text{m} \pm 0.88$.



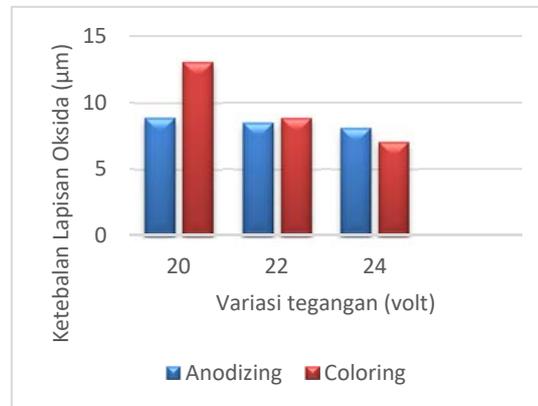
Gambar 11. Foto mikro tegangan 24 volt, (a) Setelah proses *anodizing*, (b) Setelah proses *anodizing* dan *colouring*

Pada gambar 11 hasil pengujian ketebalan lapisan oksida yang dihasilkan setelah proses *anodizing* dengan tegangan 24 volt, kuat arus 2 Ampere, dan dengan waktu pencelupan 10 menit yang sudah dirata-rata menjadi $8.09 \mu\text{m} \pm 0.04$, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 4.4 (a). Sedangkan pada Gambar 4.3 (b) menunjukkan bahwa ketebalan lapisan oksida yang dihasilkan setelah proses *anodizing* dan *coloring* dengan variabel yang sudah di rata-rata menjadi $7.05 \mu\text{m} \pm 0.70$.

Dari semua hasil pengujian foto mikro ketebalan lapisan oksida setelah proses *anodizing* dan *colouring*, dapat disimpulkan dengan menggunakan tabel dan grafik sebagai berikut:

Tabel 1 Hasil pengujian dan perhitungan ketebalan lapisan oksida setelah proses *anodizing* dan *colouring* dengan tegangan 20 v, 22 v 24 v.

Variasi Tegangan	Ketebalan Lapisan Oksida	Hasil Ketebalan Lapisan Oksida(μm)	Hasil Rata-rata Ketebalan Lapisan Oksida(mm)
20 volt	Anodizing	9,07	$8,91 \mu\text{m} \pm 0,27$
		8,6	
		9,07	
	Colouring	12,9	
		12,9	
22 volt	Anodizing	13,6	$8,51 \mu\text{m} \pm 0,47$
		8,24	
		9,07	
	Colouring	8,24	
		10,1	
		6,8	
		9,7	
24 volt	Anodizing	8,07	$8,09 \mu\text{m} \pm 0,04$
		8,14	
		8,07	
	Colouring	7,56	
		6,05	
		7,56	

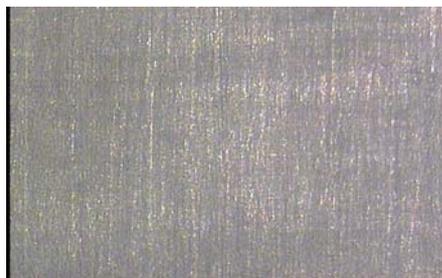


Gambar 12. Grafik perbandingan antara nilai ketebalan (μm) rata-rata dengan variasi tegangan pada proses *anodizing* dan *coloring*

Pada grafik diatas menunjukkan bahwa tegangan 20 volt, 22 volt dan 24 volt setelah proses anodizing menghasilkan lapisan oksida pada permukaan aluminium sebesar $9.58 \mu\text{m}$, $8.51 \mu\text{m}$ dan $8.09 \mu\text{m}$ secara berurutan. Sedangkan pada tegangan yang sama setelah proses anodizing dan coloring menghasilkan nilai ketebalan dari lapisan oksida sebesar $13.1 \mu\text{m}$, $8.86 \mu\text{m}$ dan $7.05 \mu\text{m}$ secara berurutan. Dan untuk ketebalan oksida paling tinggi pada tegangan 20 volt setelah proses anodizing dan colouring $13.1 \mu\text{m}$, sedangkan nilai ketebalan lapisan oksida paling rendah setelah proses anodizing yaitu pada tegangan 24 volt, $8.09 \mu\text{m}$. Sehingga dapat disimpulkan bahwa tegangan listrik dapat mempengaruhi ketebalan lapisan oksida, semakin kecil tegangan yang diberikan akan membentuk suatu lapisan oksida yang semakin tebal. Dengan demikian dari hasil pengujian pada grafik diatas maka dapat di simpulkan bahwa semakin kecil tegangan yang diberikan akan membentuk suatu lapisan oksida yang semakin tebal.

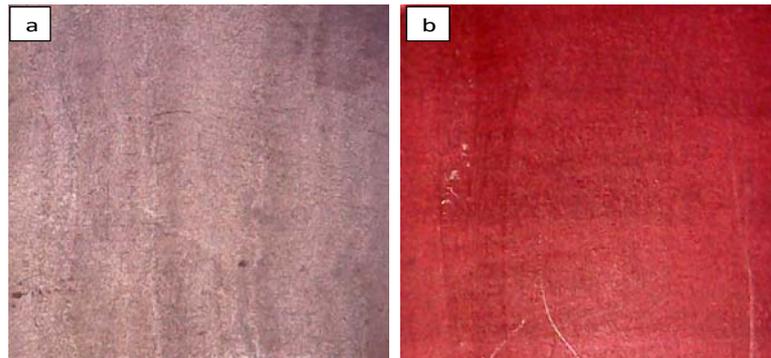
2. Hasil Pengujian Struktur Makro Permukaan

Pengujian foto struktur makro ini ditujukan untuk mengetahui struktur permukaan aluminium 1XXX setelah proses *anodizing* dan *colouring*. Berikutini adalah hasil pengujian foto makro struktur permukaan raw material, spesimen setelah proses *anodizing* dan *colouring*.



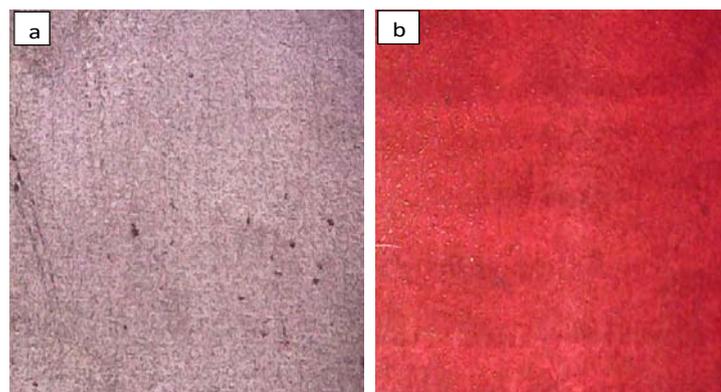
Gambar 13. Foto makro raw matrial

Gambar 13 menunjukkan hasil pengujian foto makro *raw material*, maka dapat disimpulkan bahwa struktur permukaan *raw material* lbelum terbentuk lapisan oksida dan masih terlihat permukaan alumunium yang belum dilakukan perlakuan dan proses *anodizing*. Berikut adalah hasil pengujian foto makro struktur permukaan pada proses *anodizing* dengan tegangan 20 volt,22 volt,24 volt.



Gambar 14. Foto makro tegangan 20 volt, (a). Setelah proses *anodizing*, (b). Setelah proses *anodizing* dan *colouring*

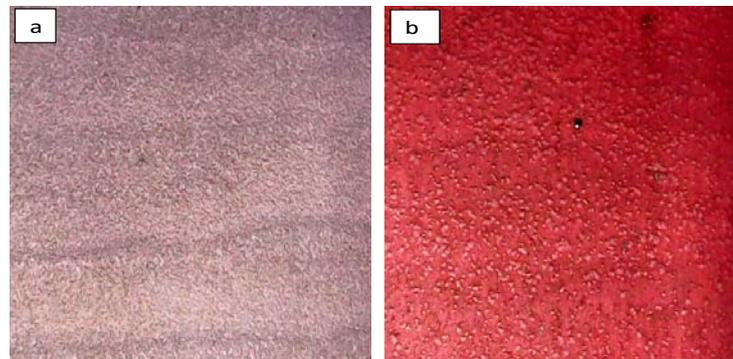
Gambar 14 menunjukkan hasil pengujian foto makro dari permukaan alumunium yang telah di *anodizing*, dari gambar di atas maka dapat disimpulkan bahwa pada Gambar 14 (a) setelah proses *anodizing* pori-pori alumunium yang terbentuk sudah sangat baik dan masih flat. Sedangkan pada Gambar 14 (b) setelah proses *anodizing* dan *colouring*, pori-pori alumunium sudah tertutup oleh larutan pewarna dan larutan *sealing*. Secara visual permukaannya terlihat lebih halus akan tetapi di beberapa bagian masih terlihat kasar.



Gambar 15. Foto makro tegangan 22 volt, (a).Setelah proses *anodizing*, (b). Setelah proses *anodizing* dan *colouring*

Gambar 15 menunjukkan hasil pengujian foto makro dari permukaan alumunium yang telah di *anodizing dan colouring*, pada Gambar 15 (a) setelah proses *anodizing* pori-pori alumunium mulai terbuka namun ukurannya tidak besar. Namun jika dibandingkan dengan jarak percobaan sebelumnya pada proses *anodizing*, dengan tegangan 20 volt pori – pori yang terbentuk lebih merata. pada Gambar 15 (b), setelah proses *anodizing* dan

colouring, pori-pori aluminium sudah tertutup namun secara visual warna yang ada di permukaannya terlihat lebih halus dan lebih homogen dibandingkan dengan dengan tegangan 20 volt.



Gambar 16. Foto makro tegangan 24 volt, (a).Setelah proses *anodizing*, (b). Setelah proses *anodizing* dan *colouring*

Gambar 16 menunjukkan hasil pengujian foto makro dari permukaan aluminium yang telah di *anodizing*, dari gambar di atas dapat di analisis bahwa pada Gambar 16 (a) setelah proses *anodizing* pori-pori aluminium terlihat mulai terbuka. Sedangkan pada Gambar 16 (b), setelah proses *anodizing* dan *colouring* pada pori-pori aluminium terlihat sudah mulai tertutup secara merata, akan tetapi dari tampilan visual permukaannya terlihat kasar, hal itu disebabkan karena tegangan yang diberikan lebih besar akan meningkatkan kemampuan larutan elektrolit untuk menyerang (*chemical attack*) lapisan oksida untuk membentuk pori yang lebih lebar pada permukaan, sehingga zat warna akan terdeposisi ke dalam pori lebih banyak. pori-pori yang terbentuk tersebut ukurannya tidak merata akan tetapi warna yang dihasilkan lebih pekat dari yang lainnya.

3. Hasil Pengujian Kekasaran permukaan pada Aluminium seri 1XXX

Pengujian kekasaran permukaan bertujuan untuk membandingkan nilai kekasaran permukaan raw material, ketebalan lapisan oksida setelah dianodizing dan *colouring* pada Aluminium seri 1XXX. Dari penelitian kekasaran dapat diketahui nilai kekasaran rata-rata (R_a), kekasaran maksimum (R_{max}) dan kekasaran total rata-rata (R_z). Berikut adalah hasil dari pengujian kekasaran raw material, spesimen setelah proses anodizing dan sealing.

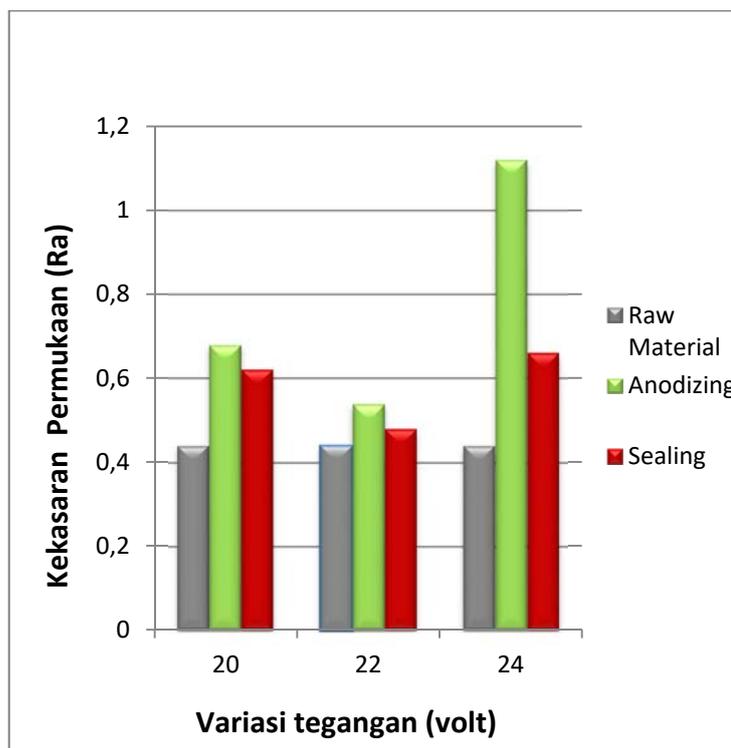
Tabel 2 menunjukkan hasil pengujian kekasaran setelah proses *anodizing* dan *colouring*, dapat disimpulkan dengan menggunakan tabel dan grafik sebagai berikut.

Tabel 2 Hasil pengujian kekasaran pada bahan Alumunium seri 1XXX

No	Variasi Tegangan	Posisi Titik Uji	Kekasaran Ra (μm)	Kekasaran Rmax (μm)	Kekasaran Rz (μm)
1	Raw Material	Acak	0.44	5.31	3.74
2	20 volt	Anodizing	0.68	9.92	5.28
		Sealing	0.62	7.42	4.24
3	22 volt	Anodizing	0.54	8.26	4.26
		Sealing	0.48	8.78	3.70
4	24 volt	Anodizing	1.12	10.02	6.94
		Sealing	0.66	8.18	4.46

Berdasarkan tabel 2 menunjukkan bahwa hasil pengujian kekasaran pada permukaan Alumunium seri 1XXX setelah *anodizing* dengan variasi tegangan 20 volt, 22 volt dan 24 volt. Nilai kekasaran pada tegangan 20 volt setelah dianodizing adalah Ra0.68 μm , Rmax 9.92 μm dan Rz 5.28 μm . Pada tegangan 22 volt menghasilkan nilai kekasaraan Ra 0.54 μm , Rmax 8.26 μm dan Rz 4.26 μm . Dan nilai kekasaran pada tegangan 24 volt dengan nilai Ra 1.12 μm , Rmax 10.02 μm dan Rz 6.94 μm . Dari tabel diatas dapat diketahui secara keseluruhan nilai kekasaran yang paling tinggi pada proses *anodizing* ada pada tegangan 24volt Ra 1.12 μm , Rmax 10.02 μm dan Rz 6.94 μm . Dan kekasaran yang terendah ada pada tegangan 22 volt Ra 0.54 μm , Rmax 8.26 μm dan Rz 4.26 μm .

Dari tabel 2 menunjukkan hasil pengujian kekasaran pada permukaan Alumunium seri 1XXX setelah *anodizing* dan *colouring* variasi tegangan 20 volt, 22 volt dan 24 volt. Nilai kekasaran pada tegangan 20 volt setelah dianodizing adalah Ra 0.62 μm , Rmax 7.42 μm dan Rz 4.24 μm . Pada tegangan 22 volt menghasilkan nilai kekasaran Ra 0.48 μm , Rmax 8.78 μm dan Rz 3.70 μm . Dan nilai kekasaran pada tegangan 24 volt dengan nilai Ra 0.66 μm , Rmax 8.18 μm dan Rz 4.46 μm . Dari tabel diatas dapat diketahui secara keseluruhan nilai kekasaran yang paling tinggi pada proses anodizing dan colouring ada pada tegangan 24 volt, Ra 0.66 μm , Rmax 8.18 μm dan Rz 4.46 μm . Dan kekasaran yang terendah ada pada tegangan 22 volt Ra 0,48 μm , Rmax 8.78 μm dan Rz 3.70 μm .



Gambar 17 Grafik perbandingan antara nilai kekasaran Ra dengan variasi tegangan setelah proses *Anodizing* dan *Sealing*.

Grafik diatas pada Gambar 17 menunjukkan pada variasi tegangan 20 volt,22 volt dan 24 volt pada proses *anodizing* menghasilkan nilai kekasaran Ra, 20 volt 0.68 μm , 22 volt 0.54 μm dan 24 volt 1.12 μm . Sedangkan nilai kekasaran Ra setelah proses *anodizing* dan *colouring* menghasilkan nilai Ra, 20 volt 0.62 μm , 22 volt 0.48 μm dan 24 volt 0,66 μm s. Kemudian nilai kekasaran Ra yang tertinggi setelah proses *anodizing* pada tegangan 24 volt sebesar 1.12 μm dan terendah pada tegangan 22 volt sebesar 0.54 μm sedangkan nilai kekasaran Ra tertinggi setelah proses *anodizing* dan *colouring* ada pada tegangan 24 volt sebesar 0.66 μm . Dan yang terendah pada tegangan 22 volt sebesar 0.48 μm . Dari hasil pengujian yang dilampirkan pada grafik diatas, maka dapat disimpulkan bahwa semakin besar tegangan yg diberikan berpengaruh terhadap kekasaran permukaan pada bahan Aluminium seri 1XXX, karena semakin besar tegangan yang diberikan maka akan semakin tinggi nilai kekasaran yang terjadi.

4. Hasil Pengujian Kekerasan (*Vickers*) Pada Permukaan Aluminium

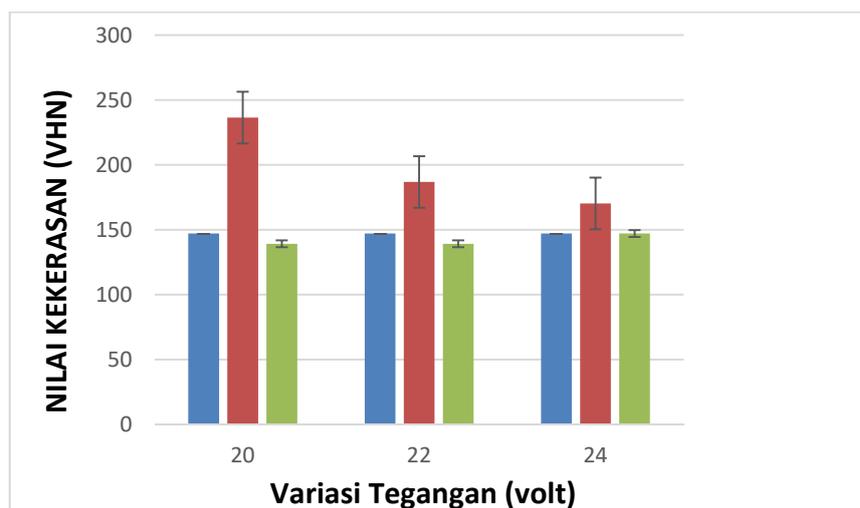
Pengujian kekerasan pada permukaan bertujuan untuk membandingkan nilai kekerasan permukaan *raw material*, ketebalan lapisan oksida setelah *anodizing, coloring dan sealing* pada aluminium 1XXX. Pengujian ini dilakukan dengan menggunakan metode *Vickers Micro Hardness (VHN)* dengan pembebanan 100 gf. Hasil dari pengujian tersebut kemudian dihitung untuk mengetahui tingkat kekerasan pada permukaan aluminium seri 1XXX yang sudah dianodizing dengan variasi asam sulfat pada larutan *anodiz*.

Berikut ini adalah hasil pengujian dan perhitungan yang telah di lakukan pada aluminium seri 1XXX sebelum dan sesudah *anodizing* serta *colouring* dengan variasi konsentrasi asam sulfat larutan *anodiz* pada proses *anodizing*.

Tabel 3 Hasil pengujian dan perhitungan kekerasan permukaan setelah proses *anodizing* dengan variasi tegangan 20 volt,22 volt,24 volt.

No	Variasi Tegangan	Posisi Titik Uji	D1	D2	D _{rata-rata} (μ m)	Kekerasan (VHN)	Kekerasan Rata-rata (VHN)
			(μ m)	(μ m)			
1	Raw Material	Acak	35	35	35	151,34	147,16 \pm 4,14
			35	36	35,5	147,11	
			36	36	36	143,05	
2	20 volt	Anodizing	29	29	29	220,45	234,02 \pm 12,53
			27,5	27,5	27,5	245,15	
			28	28	28	236,47	
		Sealing	37	37	37	135,42	136,66 \pm 2,15
			37	37	37	135,42	
			36,5	36,5	36,5	139,16	
3	22 volt	Anodizing	32	32	32	181,05	181,13 \pm 5,66
			31,5	31,5	31,5	186,84	
			32,5	32,5	32,5	175,52	
		Sealing	37,5	37,5	37,5	131,84	134,28 \pm 4,22
			37,5	37,5	37,5	131,84	
			36,5	36,6	36,5	139,16	
4	24 volt	Anodizing	35	35	35	151,34	158,51 \pm 10,23
			35	34,5	34,7	153,97	
			33	33	33	170,24	
		Sealing	35,5	35,5	35,5	147,11	143,10 \pm 3,97
			36	36	36	143,05	
			36,5	36,5	36,5	139,16	

Tabel di atas menunjukkan hasil pengujian mikro vikers pada permukaan aluminium yang telah di *anodizing* dengan variasi tegangan .Dari tabel di atas dapat di analisis bahwa setiap titik memiliki nilai yang berbeda, pada tegangan 20 volt kekerasan permukaan yang terbentuk lebih tinggi dari variasi tegangan lainnya dan terendah pada tegangan 24 volt.Nilai kekerasan tertinggi pada tegangan 20 volt meningkat signifikan dari 147.16 VHN (raw material) menjadi 234.02 (VHN),



Gambar 18 Grafik perbandingan antara nilai kekerasan (VHN) rata-rata dengan variasi tegangan setelah proses *anodizing* dan *sealing*.

Grafik diatas menunjukkan pada variasi tegangan setelah proses *anodizing* menghasilkan kekerasan rata-rata 20 volt 236.47 VHN, 22 volt 186.84 VHN, dan 24 volt 170.24 VHN secara berurutan. Sedangkan pada variasi konsentrasi yang sama setelah proses *anodizing* dan *colouring* menghasilkan nilai kekerasan rata-rata 20 volt 139.16 VHN, 22 volt 139.16 VHN, dan 24 volt 147.11 VHN . Dari hasil pengujian yang ditunjukkan pada grafik diatas, maka dapat disimpulkan bahwa tegangan pada proses *anodizing* mempengaruhi nilai kekerasan permukaan dari aluminium seri 1XXX. Kemudian untuk nilai kekerasan tertinggi pada 20 volt setelah proses *anodizing* sebesar 236.47 VHN, sedangkan nilai kekerasan tertinggi setelah proses *anodizing* dan *sealing* pada tegangan 24 volt yaitu sebesar 147.11 VHN. Dapat disimpulkan bahwa semakin besar tegangan yang diberikan akan menurunkan tingkat kekerasan yang dihasilkan.

4 Kesimpulan

Berdasarkan analisa data dan pembahasan hasil dari penelitian ini dapat disimpulkan beberapa poin penting sebagai berikut:

- a. Perbedaan variasi tegangan listrik pada proses *Anodizing* pada aluminium seri 1xxx berpengaruh terhadap ketebalan lapisan oksida yaitu, tegangan 20 volt , 22 volt dan 24 volt setelah proses anodizing menghasilkan lapisan oksida pada permukaan aluminium sebesar 8,91 μm , 8,51 μm dan 8,09 μm secara berurutan. Sedangkan pada jarak elektroda yang sama setelah proses anodizing dan *colouring* menghasilkan nilai ketebalan dari lapisan oksida sebesar 13,1 μm , 8,86 μm dan 7,05 μm secara berurutan. Dan untuk ketebalan oksida paling tinggi pada tegangan 20 volt setelah proses anodizing dan *colouring* 13.1 μm , sedangkan nilai ketebalan lapisan oksida paling rendah setelah proses anodizing yaitu pada tegangan 24 volt, 8.09 μm .
- b. Proses anodizing dengan variasi tegangan listrik mempengaruhi struktur permukaan. Dengan pengujian variasi tegangan 20 volt, 22 volt, 24 volt, tegangan 20 volt menghasilkan permukaan yang lebih halus dan lebih merata dari tegangan 22 volt dan 24 volt, pori-pori yang terbentuk lebih rata dikarenakan tegangan yang diberikan lebih kecil, sehingga pada proses *colouring*, larutan pewarna yang masuk pada pori-pori aluminium menjadi lebih baik.
- c. Material Aluminium seri 1xxx hasil *Anodizing* mengalami penurunan kekerasan dengan variasi tegangan yaitu, dengan tegangan 20 volt dan 22 volt mengalami penurunan kekerasan dari 147.16 (VHN) (raw material) menjadi 136.66 (VHN) (20 volt), dan 134.28 (VHN), pada tegangan 22 volt, sedangkan pada tegangan 24 volt mengalami peningkatan kekerasan dibandingkan dengan dua variasi tegangan 20 volt dan 22 volt.
- d. Material Aluminium seri 1xxx hasil *Anodizing* mengalami kenaikan kekasaran dengan variasi tegangan, hasil pengujian dengan tegangan 20 volt, 22 volt dan 24 volt . Nilai kekasaran pada tegangan 20 volt setelah dianodizing adalah Ra 0.68 μm , Pada tegangan 22 volt menghasilkan nilai kekasaran Ra 0.54 μm . Dan nilai kekasaran pada tegangan 24 volt dengan nilai Ra 1.12 μm .

DAFTAR PUSTAKA

- Febriyanti, E., (2011), Optimasi Proses Pelapisan Anodasi Kerasi Pada Paduan Aluminium. Jurnal. Majalah Metalurgi. Balai Besar Teknologi Kekuatan Struktur (B2TKS).
- Gazapo, J. L., J. Gea, (2009), TALAT Lecture 5203: ANODIZING of ALUMINIUM. Lecture. Training in Aluminium Application Technologies (TALAT). European Aluminium Association (EAA).

Hutasoit, R. M., (2008), Pengaruh Penambahan Konsentrasi Asam Oksalat Terhadap Ketebalan Lapisan Oksida pada Aluminium Foil Hasil Proses Anodisasi. Skripsi. tidak diterbitkan. Fakultas Teknik Universitas Indonesia.

Juhl, A. D., (2005), Pulse anodising of aluminium. Jurnal, Surface Treatment. Aluminium International Today.

Lee,J,2012.Cr203 sealing of anodized aluminum alloy by heatreatment. ELSEVIER:2012.

Sipayung, S. P. P., (2008), Pengaruh Penambahan Konsentrasi Asam Sulfat Pada Larutan Elektrolit Asam Oksalat 0,5 M Terhadap Ketebalan Lapisan Oksida Hasil Anodisasi Aluminium Foil. Skripsi. Tidak diterbitkan. Departemen Teknik Metalurgi Dan Material, Universitas Indonesia.

Yerokhin, A., Khan, R. H. U., (2010), Anodizing of Light Alloys. Woodhead Publishing Limited. Surface engineering of light alloys. University of Sheffield, UK, and University of Birmingham, UK.

Yoriya, S. 2012. Effect of Inter-Electrode spacing on Electrolyte Properties and Morphologies of Anodic TiO₂ Nanotube Array Films, Thailand. Electrochemical Science:2012.