

PENGARUH VARIASI WAKTU DAN TEGANGAN PADA PROSES ANODIZING TERHADAP KEKERASAN DAN KETEBALAN ALUMINIUM SERI 4XXX

Benardus Jonathan Indiartho¹⁾, Nani Mulyaningsih²⁾, Xander Salahudin³⁾

Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Tidar

Email: ¹⁾benardusjonathanindiartogmail.com, ²⁾nani_mulyaningsih@untidar.ac.id,

³⁾xander@untidar.ac.id.

ABSTRAK

Aluminium termasuk metal yang seringkali dipakai sesudah baja atau dapat di klasifikasi logam *non ferrous*. Untuk meningkatkan sifat fisik dan mekanis aluminium dapat dilakukan dengan proses perlakuan panas hingga proses pelapisan (*anodizing*). *Anodizing* yakni tahapan penyaduran melalui elektrokimia dimana melakukan perubahan aluminium sehingga aluminium oksida yang memiliki tujuan guna menambah keras lapisan, tahan aus maupun sifat mekanis dalam metal. Pengamatan tersebut memiliki tujuan guna mengamati dampak variasi masa dan tegangan *anodizing* bagi kekerasannya velg TDR Racing setelah dilakukan proses *anodizing*, dan mengetahui pengaruh variasi waktu dan tegangan *anodizing* terhadap ketebalan setelah dilakukan proses *anodizing*. Setelah melakukan uji kekerasan terhadap material velg aluminium seri 4xxx yang telah melalui proses anodizing mendapatkan kesimpulan semakin lama proses anodizing dilakukan, dan semakin tinggi tegangan yang diberikan dapat meningkatkan kekerasan tidak untuk bisa dibuktikan pada uji kekerasan dari sisi samping. Setelah melakukan pengamatan hasil foto mikro pada material, proses anodizing dapat mempengaruhi ketebalan lapisan oksida tidak dapat dibuktikan.

Kata kunci : tegangan, anodizing, kekerasan, ketebalan, aluminium.

ABSTRACT

Aluminum is the most widely used metal after steel or can be classified as a non-ferrous metal. To improve the physical and mechanical properties of aluminum can be done with a heat treatment process to the coating process (anodizing). Anodizing is an electrochemical coating process that converts aluminum into aluminum oxide which aims to increase the surface hardness, wear resistance, or mechanical properties of the metal. This study aims to determine the effect of variations in anodizing on the hardness of TDR Racing wheels after the anodizing process and determine the effect of variations in anodizing on the thickness after the anodizing process. After conducting a hardness test on the 4xxx series aluminum alloy wheel material that has gone through the anodizing process, it was concluded that the longer the anodizing process is carried out, and the higher the applied stress can increase the hardness, it cannot be proven on the hardness test from the side. After observing the results of micro-photographs on the material, the anodizing process that can affect the thickness of the oxide layer cannot be proven.

Keywords: stress, anodizing, hardness, thickness, aluminum.

1. PENDAHULUAN

Peningkatan tekanan listrik yang dimanfaatkan pada tahap *anodizing* sehingga angka kerasnya makin turun. Fenomena tersebut terjadi sebab permukaan oksida yang tercipta renggang sebab perpindahan ion yang menciptakan oksida akan makin laju serta bentuk pori-pori makin besar sejalan meningkatnya tekanan yang dipakai (Kusuma, 2014).

Dari data yang didapat selanjutnya dikelola serta disimpulkan pengamatan tersebut bila angka keras bahan makin bertambah sejalan pada kenaikan masa tahap *anodizing*. Peristiwa itu dialami sebab permukaan terciptanya permukaan oksida yang makin menebal, yang mana permukaan oksida mempunyai karakteristik cukup keras apabila dikomparasikan pada metal utamanya (Hermawan, 2017).

2. TINJAUAN PUSTAKA

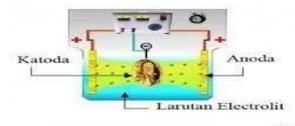
(Eka, F. 2011). Anodisasi yakni tahapan pengayaan lapisan aluminium dimana memiliki maksud guna menciptakan permukaan pasif di lapisan aluminium. Keunggulan pada tahap anodisasi yakni mampu membentuk permukaan oksida dimana mempunyai angka keras cenderung besar daripada metal induknya, bahkan dapat mencapai angka keras intan. Melalui tahapan tersebut harapannya sifat permukaan oksida yang terbentuk di lapisan aluminium misalnya ukuran tebal serta angka keras yang besar diikuti daya tahan aus serta baiknya daya tahan karat mampu tercapai.

(Pamungkas, R.S., 2017) dampak ragam masa *anodizing* bagi sifat velg racing pada pemakaian ragam masa 5 menit, 10 menit, serta 15 menit diperoleh produk keras Vickers sebelum *anodizing* pada angka rerata sebanyak 70,2 VHN, *anodizing* pada masa 5 menit rerata sebanyak 75,16 VHN, *anodizing* selama

10 menit rerata sebanyak 86,49 VHN, serta *anodizing* pada masa 15 menit rerata sebanyak 100,82 VHN, serta pula membentuk tebal permukaan oksida selama *anodizing* 5 menit sebanyak 30,6 μm , *anodizing* pada masa 10 menit sebanyak 39 μm , serta *anodizing* pada masa 15 menit sebanyak 43,42 μm .

2.1 ANODIZING

Anodizing yakni tahapan penyaduran melalui elektrokimia dimana mengubah aluminium sebagai aluminium oksida (Al_2O_3) dalam lapisan bahan yang hendak disadur yang bermaksud guna menambah keras lapisan, daya tahan aus maupun karakteristik mekanis bagi metal. Prinsip utama tahap *anodizing* yakni elektrolisis. Tahap elektrolisis yakni tahap terjadinya aktivitas kimia pada aliran listrik.



Elemen utama pada tahap elektrolisis yakni elektroda serta elektrolit. Dalam tahap elektrolisis, katoda yakni kutub negatif (menjadi penyalur barang kerja) serta anoda sebagai kutub positif (benda kerja).

2.2 KLASIFIKASI ANODIZING

Terdapat beberapa pengelompokan dalam tahap *anodizing* yakni dijelaskan berikut:

1. Elektroda

Elektroda yakni suatu konduktor dimana dipakai guna bersinggungan bersama komponen non-logam pada suatu elemen listrik, dijumpai Michael Faraday pada bahasa Yunani elektron. Dalam pengujian *anodizing* tersebut, elemen anoda serta katoda memakai tipe metal sama yakni plat aluminium. Suatu elektron pada suatu sel elektrolisis

ditunjukkan sebagai anoda atau katoda. Anoda tersebut dimaknai menjadi elektroda yang mana elektron memasuki sel selanjutnya muncul reaksi reduksi. Tiap elektroda bisa berperan sebagai anoda maupun katoda menyesuaikan voltase yang dimasukkan pada sel yang bersangkutan. Suatu elektroda bipolar yakni elektroda dimana memiliki kegunaan menjadi anoda pada suatu sel elektrokimia serta katoda, untuk sel elektrokimia lainnya.

2. Elektrolit

Elektrolit merupakan komponen yang sangat penting lainnya, yaitu suatu unsur dimana jika larut pada pelarut bisa menciptakan campuran yang mampu mengalirkan aliran listrik. Elektrolit dikelompokkan menurut kandungan ion H⁺. Elektrolit yang bisa menyalurkan aliran listrik sempurna dikelompokkan pada elektrolit kuat, misalnya yakni asam klorida (HCL), asam sulfat (H₂SO₄), serta asam nitrat (HNO₃). Di samping elektrolit kuat terdapat juga golongan elektrolit lemah seperti asam cuka encer (CH₃COOH), aluminium hidoksida, dan kalium karbonat (CaCO₃). Campuran elektrolit yang dipakai pada oksida anoda pada tahapan anodizing yakni sebagai berikut (Priyanto, A., 2012)

a. Asam Monoprotik

Asam monoprotik adalah asam yang hanya memiliki satu ion H⁺ di dalam elektrolit. Contoh dari asam monoprotik yakni asam nitrat (HNO₃).

b. Asam Diprotik

Asam diprotik yakni asam dimana mempunyai dua ion H⁺ pada suatu elektrolit. Contoh dari asam diprotik adalah asam sulfat (H₂SO₄).

c. Asam tripotik

Asam tripotik adalah asam yang mempunyai tiga ion H⁺ pada suatu elektrolit. Salah satu asam tripotik yakni asam fosfat (H₃PO₄).

Elektrolisa benda kerja yang berupa aluminium pada proses *anodizing* berlaku sebagai anoda dengan dihubungkan pada kutub positif catu daya. Logam aluminium akan berubah menjadi ion aluminium yang larut dalam larutan asam.

Total elemen yang beraktivitas dalam elektroda sel elektrolisis sebanding pada jumlah arus yang melalui sel tersebut, jika sejumlah arus tertentu mengalir melalui sejumlah elektrolisis. Sehingga dapat diperoleh total ekivalen tiap-tiap unsur.

2.3 UJI KEKERASAN

Uji kekerasan ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh proses *anodizing* terhadap kekerasan suatu material sebelum dan sesudah mengalami perlakuan *anodizing*.

$$VHN = \frac{2P \sin\left(\frac{\theta}{2}\right)}{d^2} = \frac{(1,854)P}{d^2}$$

VHN: Vickers Hardness Number

(kg/mm²)

F: berat yang

dimanfaatkan (kgf) d:

ukuran diagonal

$d = d^1 + d^2$ rata-rata

2.4 KETEBALAN LAPISAN

Untuk mengetahui ketebalan lapisan spesimen aluminium dalam penelitian ini akan dilakukan pengujian ketebalan lapisan spesimen menggunakan metode uji struktur mikro yaitu dengan foto mikro dengan menggunakan mikroskop metalografi dengan standar ASTM E3. Pengujian ini untuk mengetahui pengaruh proses *anodizing* terhadap ketebalan bahan material aluminium dengan variasi selama pencelupan.

3. METODOLOGI PENELITIAN

Dalam penelitian ini penulis akan melaksanakan penelitian tentang pengaruh variasi dan beda tegangan pada proses *anodizing* terhadap permukaan aluminium, dengan variasi waktu 5 menit, 10 menit, 15 menit, dan dengan tegangan 5 volt, 10 volt, 15 volt. Arus yang digunakan dalam proses

anodizing menggunakan 3 Aampere dan Media pada prose *anodizing* yaitu menggunakan asam sulfat (H_2SO_4) konsentrasi larutan elektrolit 16%.

3.1 ALAT DAN BAHAN

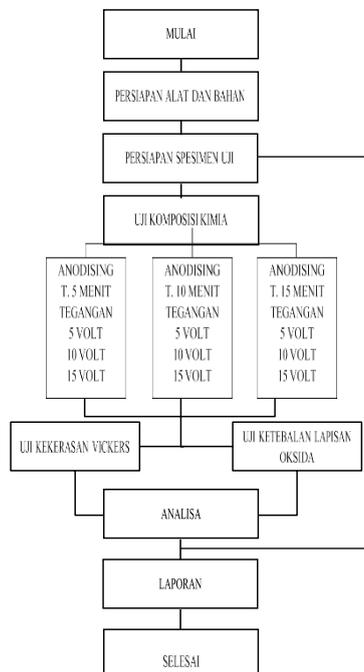
Alat Penelitian:

1. *Trafo Slide Regulator*
2. Kabel Penghubung
3. *Thermometer*
4. Bak Plastik
5. Gelas Ukur Plastik
6. Timbangan Digital
7. *Stopwatch*
8. Alat Uji Kekerasan Mikro *Vickers*
9. Mikroskop Bahan

Penelitian:

1. Spesimen
2. Asam Sulfat (H_2SO_4)
3. Asam Cuka (CH_3CO_2H)
4. Larutan *Desmut*
5. Soda Api (Na_2CO_3)
6. Plat Aluminium Penghantar

3.2 DIAGRAM ALIR PENELITIAN



4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil pengujian komposisi

Unsur	kandungan %
Si	0.7188
Fe	0.2188
Cu	0.0020
Mn	0.0401
Mg	0.4801
Cr	0.0011
Ni	0.0026
Zn	0.0011
Ti	0.0090
Ca	0.0017
p	0.0010
Pb	0.0000
Sp	0.0000
Sn	0.0000
Al	98.52

Berdasarkan tabel di atas dapat dilihat bahwa kadar tertinggi yang dimiliki oleh bahan uji adalah Aluminium (Al) dengan persentase kandungan sebesar 98,52%. Bahan lain yang terkandung di dalam bahan uji tidak memiliki persentase yang besar dengan Silicon (Si) sebagai kandungan terbanyak kedua dengan persentase kandungan sebesar 0,7%. Berdasarkan data dari table diatas dapat diketahui bahwa unsur Al sangat tinggi dan Si merupakan unsur paduan paling dominan. Dengan nilai unsur-unsur tersebut maka material Velg Racingmotor ini termasuk dalam aluminium seri 4XXX.

4.2 Uji Kekerasan

Percobaan keras lapisan ini memiliki tujuan guna mengomparsikan keras lapisan raw material sebelum proses anodizing dengan permukaan setelah proses anodizing. Pengujian kekerasan ini dilakukan dengan metode Vickers Mikro Vickers dengan beban 60 kgf dan waktu penekanan 10 detik.

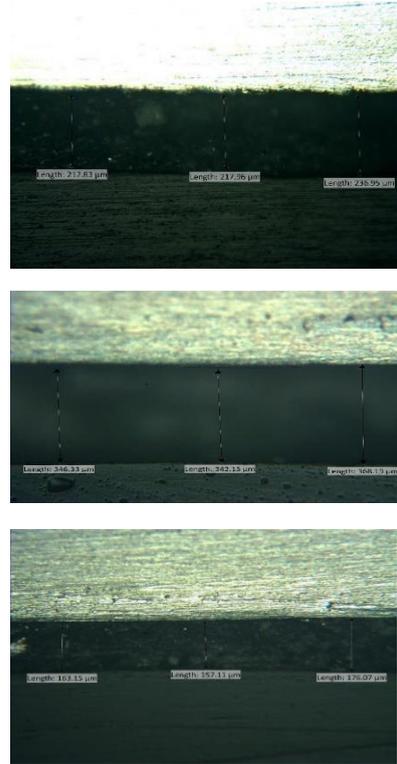
Hasil Rata-Rata Pengujian Kekerasan Raw Material Dari Arah Axial

Waktu (menit)	Volt	VHN (rata-rata)
5	5	77.250
	10	77.898
	15	79.218
10	5	69.515
	10	75.978
	15	75.978
15	5	75.354
	10	79.218
	15	83.387

Dari tabel 4. 3 di atas dapat dilihat hasil dari pengujian kekerasan menggunakan metode mikro *vickers* menggunakan beban sebesar 60 kgf. Dari hasil keseluruhan dapat dilihat perbedaan nilai kekerasan sebelum proses anodizing dan sesudah proses anodizing. Aluminium velg aluminium seri 4xxx sebelum melalui proses anodizing memiliki nilai kekerasan sebesar 76.610 HV sedangkan nilai kekerasan terkecil yang didapatkan dari material setelah melalui proses anodizing adalah sebesar 75.978 HV untuk nilai kekerasan terbesar yang didapatkan setelah melalui proses anodizing sebesar 83.387 HV pada variasi waktu 15 menit dengan menggunakan tegangan 15V.

4.3 Hasil Pengamatan Ketebalan Lapisan

Pengamatan foto mikro tersebut bermaksud guna mengamati tebalnya permukaan oksida yang terbentuk sesudah material aluminium melalui tahapan anodizing. Foto struktur mikro pada masing-masing material dapat dilihat pada gambar 4.3 berikut:



Dari hasil foto mikro di atas dapat dilihat perbedaan tebal permukaan oksida aluminium sesudah tahap anodizing dilakukan. Ketebalan lapisan rata-rata dari masing-masing variasi waktu proses anodizing dapat dilihat pada tabel dibawah:

Waktu anodizing (Menit)	Ketebalan lapisan (µm)	Ketebalan lapisan rata-rata(µm)
5	163.15	165.44
	157.11	
	176.07	
10	212.83	222.58
	217.96	
	236.95	
15	346.33	352.22
	342.15	
	368.19	

Dapat dilihat ketebalan rata-rata lapisan dari masing-masing variasi waktu proses anodizing selama 5 menit, 10 menit, serta 15 menit berurutan yakni 165.44 μm , 222.58 μm , serta 352.22 μm . Dari hasil tersebut dapat dilihat bahwa semakin lama proses anodizing dilakukan pada material aluminium maka semakin tebal lapisan oksida yang melapisi material tersebut. Hal tersebut dikarenakan perpindahan ion-ion yang semakin bertambah dan merapat

5. KESIMPULAN

1. Berdasarkan hasil pengujian komposisi, velg TDR termasuk ke dalam aluminium seri 4 dengan campuran tertinggi adalah aluminium (Al) dan *Silicon* (Si).
2. Setelah melakukan uji kekerasan dari arah axial terhadap material velg aluminium seri 4xxx yang telah melalui proses anodizing selama 5 menit, 10 menit, serta 15 menit, dengan variasi tegangan sebesar 5 volt, 10 volt dan 15 volt pada masing-masing durasi pengujian, material dengan lama proses 15 menit dan variasi tegangan 15 volt memiliki nilai kekerasan tertinggi yaitu 83.387 HV. Kemudian hasil yang didapat setelah melakukan uji kekerasan dari arah literal terhadap material velg aluminium seri 4xxx yang telah melalui proses anodizing selama 5 menit, 10 menit, dan 15 menit, dengan variasi tegangan sebesar 5 volt, 10 volt dan 15 volt pada masing-masing durasi pengujian, material dengan lama proses 5 menit dan variasi tegangan 5 volt memiliki nilai kekerasan tertinggi yaitu 64.286 HV. Hasil tersebut membuat kesimpulan semakin lama proses anodizing dilakukan, dan semakin tinggi tegangan yang diberikan dapat meningkatkan kekerasan tidak untuk bisa dibuktikan

pada uji kekerasan dari sisi samping.

3. Setelah melakukan melihat hasil foto mikro pada material velg aluminium seri 4xxx setelah proses anodizing selama 5 menit, 10 menit, dan 15 menit, ketebalan oksida didapatkan pada waktu pencelupan terlama yaitu 15 menit dengan ketebalan rata-rata sebesar 352.22 μm . Pada variasi waktu 5 menit dan 10 menit menghasilkan ketebalan lapisan rata-rata secara berturut-turut sebesar 222.58 μm dan 165.44 μm . Meskipun proses terlama menghasilkan lapisan yang lebih tebal, ketebalan yang dihasilkan material yang melalui proses selama 10 menit lebih rendah jika dibandingkan dengan material dengan proses anodizing selama 5 menit, sehingga lama proses anodizing dapat mempengaruhi ketebalan lapisan oksida tidak dapat dibuktikan.

6. SARAN

1. Dalam penelitian selanjutnya tentang pengaruh variasi waktu dan beda tegangan proses anodizing terhadap kekuatan dan kekerasan permukaan velg aluminium seri 4xxx diharapkan dilakukan pengujian kekerasan lain untuk mendapatkan data yang lebih valid dan dapat dijadikan referensi sebagai tolak ukur hasil proses anodizing terhadap material aluminium khususnya velg aluminium seri 4xxx.
2. Pada penelitian selanjutnya, variasi waktu pencelupan dan tegangan saat proses anodizing ditambahkan sehingga mendapatkan hasil yang lebih akurat dalam menentukan waktu dan tegangan terbaik.

7. REFERENSI

- Hermawan, H., Mulyaningsih, N., & Pramono, C. (2017). Pengaruh Kuat Arus Pada Proses Anodezing Terhadap Karakteristik Velg Mobil

Merk BSA. *Journal of Mechanical Engineering*, 1(1).

Kusuma, A.A., Ketut A., Karyasa, I.W., dan Suardana, I N. 2014, Anodizing Logam Aluminium dengan Variasi Beda Potensial, *Jurnal Kimia Visvitalis*, Universitas Pendidikan Ganesha, Bali

Pamungkas Satya R., 2017, Pengaruh Variasi Waktu Proses Anodizing Terhadap Karakteristik Velg Racing Merk Sprint, Skripsi, Universitas Tidar

Priyanto, 2012, Pengaruh Variasi Kuat Arus Listrik Terhadap Kekerasan Permukaan Alumunium 5XXX Pada Proses Anodizing, Tugas Akhir Jurusan Teknik Mesin Universitas Islam Indonesia