

PENGARUH VARIASI LARUTAN SULFURIC ACID DAN PHOSPHORIC ACID DENGAN VARIASI TEGANGAN DAN WAKTU ANODIZING TERHADAP KETAHANAN AUS PADA ALUMINIUM 6061

Agus Suprpto¹, Pungky Eka Setyawan², Agus Iswantoko³

Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Merdeka Malang
Jl. Terusan Raya Dieng 62-64 Malang
Email: agussuprpto@yahoo.com¹

Abstrak

Material Aluminium mempunyai banyak kelebihan sehingga banyak digunakan di industri otomotif, industri pesawat terbang, industri manufaktur dan peralatan rumah tangga, namun aluminium mempunyai kelemahan dalam hal ketahanan aus sehingga komponen dari bahan aluminium tidak tahan gesek. Pengembangan metode untuk meningkatkan ketahanan aus dapat dilakukan dengan Anodizing. Tujuan penelitian ini untuk mengetahui, menganalisa pengaruh tegangan, waktu dan jenis larutan anodizing terhadap ketahanan aus. Metode yang dipakai dalam penelitian ini menggunakan proses Anodizing dengan variasi tegangan 15 V, 20 V, 25 V dan 30 V dan temperatur pencelupan 50°C dengan variasi waktu pencelupan adalah 10, 20, 30 menit pada jenis larutan sulfuric acid, phosphoric acid, 75 % sulfuric acid + 25 % phosphoric acid, 50 % sulfuric acid + 50 % phosphoric acid dan 25 % sulfuric acid + 75 % phosphoric acid. Analisa pengujian ini dilakukan dengan metode analitis dan uji ketahanan aus. **Temuan** hasil penelitian: (1). Waktu anodizing semakin lama maka ketahanan ausnya semakin meningkat 156 %. (2). Tegangan anodizing semakin besar, ketahanan ausnya semakin meningkat 211 %. (3). Ketahanan aus hasil anodizing pada waktu pencelupan 20 menit dan tegangan 20 v dengan larutan sulfuric acid menghasilkan ketahanan aus tertinggi 24504, 42270 m/g, naiknya ketahanan aus 13 x lipat dibanding base metal.

Kata kunci: Anodizing; Ketahanan Aus; Larutan; Tegangan; Waktu

Pendahuluan

Material Aluminium mempunyai banyak kelebihan sehingga banyak digunakan di industri otomotif, industri pesawat terbang, industri manufaktur dan peralatan keperluan rumah tangga (Setyarini et al, 2015), namun aluminium mempunyai kelemahan dalam hal ketahanan aus sehingga komponen dari bahan aluminium tidak tahan gesek. Untuk mengatasi hal tersebut banyak penelitian yang dilakukan dengan proses anodizing (Ryan LB, 2009; Jude M.R and Aaron JP, 2006). Hasil penelitian Lasmana AI, et al (2017) menunjukkan Pengaruh Variasi Larutan Elektrolit terhadap Kekerasan Lapisan Hasil Proses Anodizing dengan larutan asam nitrat menghasilkan kekerasan 46,87 HV, dengan asam sulfat nilai kekerasannya 46,40 HV dan dengan dengan asam fosfat kekerasannya 41,24 HV. Kekerasan hasil anodizing menunjukkan bahwa semakin keras semakin tinggi ketahanan ausnya. Sedangkan Kusuma A.A.K.W.A. et al (2014) meneliti beda potensial terhadap ketebalan pori pada anodizing menunjukkan dengan beda potensial sebesar 25 V menghasilkan ketebalan rata-rata pori 18,33 μm . Adapun penelitian A Suprpto dan A Suyatno (2013) menunjukkan hasil anodizing, ketahanan aus tertinggi 47,33 % pada komposisi degreasing: Phosphor : 85 % ; H₂SO₄ : 15 % ; HNO₃ : 0 % dengan waktu anodizing 30 menit. Sedangkan ketahanan aus terendah 22, 54 % pada komposisi degreasing: Phosphor : 75 % ; H₂SO₄ : 20 % ; HNO₃ : 5 % dengan waktu anodizing 10 menit.

Penelitian yang dilakukan oleh F Nugroho (2014) menunjukkan Laju keausan pada aluminium paduan AA 2024-T3 dapat diturunkan dari 1,66 x 10⁻⁶ g/cm menjadi 9,21 x 10⁻⁸ g/cm dengan proses anodizing dengan rapat arus 3,00 A/dm² dan waktu pencelupan selama 60 menit.

Menindak lanjuti penelitian terdahulu yang dilakukan oleh Lasmana A.I, et al (2017);

Kusuma A.A.K.W.A. et al (2014); A Suprpto et al (2013), dan F Nugroho (2014) dalam penelitian ini ingin melihat pengaruh jenis larutan, tegangan dan waktu anodizing terhadap ketahanan aus.

Metode

- Bahan aluminium 6061 dengan berukuran 5 mm x 50 mm x 50 mm.
- Langkah selanjutnya adalah proses anodisasi yang meliputi tiga tahap, yaitu:

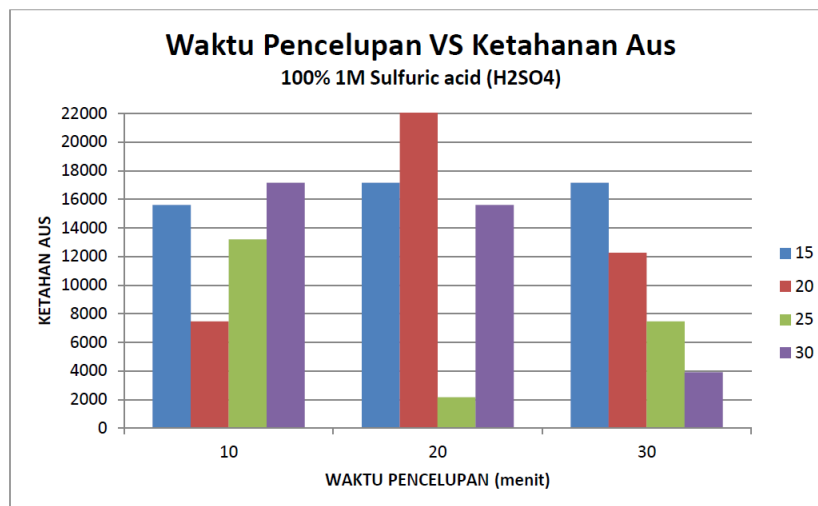
1. Perlakuan awal (*Pre-treatment*) yang terdiri dari
 - a. *Degreasing*
 - b. *Etching*
 - c. *Desmutting*
 2. Proses Anodisasi
 Proses anodisasi dilakukan dengan variasi larutan 1M sulfuric acid, phosphoric acid, 75 % sulfuric acid + 25 % phosphoric acid, 50 % sulfuric acid + 50 % phosphoric acid dan 25 % sulfuric acid + 75 % phosphoric acid pada suhu yang dijaga konstan pada suhu 50⁰ C, dan pada sisi katoda dihubungkan ke lempengan aluminium yang akan bertindak sebagai kutub negatif pada *power supply*. Selanjutnya dilakukan pengaturan tegangan dengan variasi 15 v, 20 v, 25v dan 30 v. Langkah selanjutnya adalah menyalakan *power supply* dan proses anodisasi berjalan dengan variasi waktu 10 menit, 20 menit dan 30 menit
 3. Drying
Drying adalah proses pengeringan spesimen setelah proses anodisasi.
- c. Uji Keausan
 Selanjutnya material diuji keausan permukaan hasil anodizing dengan menggunakan alat uji aus dengan metode Ogoshi, dilakukan penimbangan berat awal dan berat akhir dengan jarak luncur 171,531 m. Menghitung ketahanan aus berbanding terbalik dengan laju keausan.

Hasil dan Pembahasan

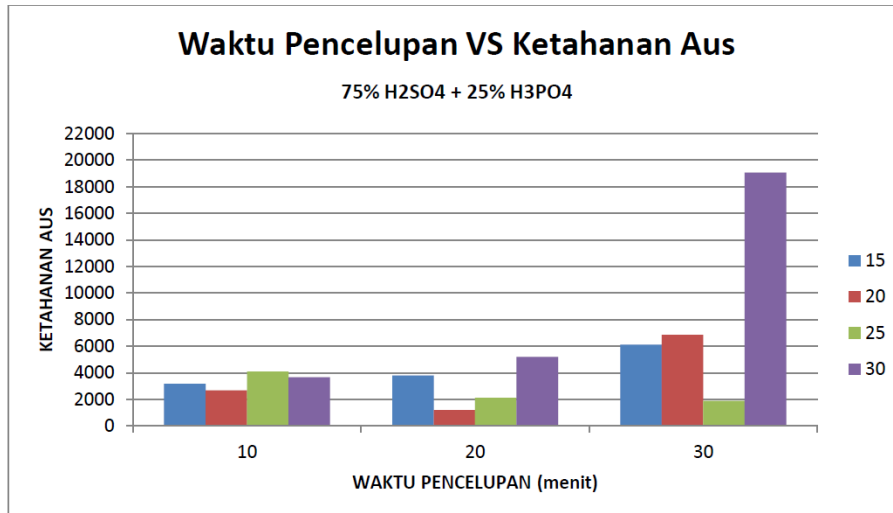
Tabel 1. Ketahanan aus hasil anodizing dengan variasi waktu, tegangan dan jenis larutan

| No | Jenis Larutan | Tegangan V | Waktu pencelupan (mnt) | Ketahanan Aus (m/g) |
|------------|--|------------|------------------------|---------------------|
| Base metal | | | | 1732,63681 |
| 1 | 100% 1M Sulfuric acid (H ₂ SO ₄) | 15 | 10 | 15593,72354 |
| 2 | | | 20 | 17153,09589 |
| 3 | | | 30 | 17153,09589 |
| 4 | | 20 | 10 | 7457,867778 |
| 5 | | | 20 | 24504,42270 |
| 6 | | | 30 | 12252,21135 |
| 7 | | 25 | 10 | 13194,68915 |
| 8 | | | 20 | 2171,277961 |
| 9 | | | 30 | 7457,867778 |
| 10 | | 30 | 10 | 17153,09589 |
| 11 | | | 20 | 15593,72354 |
| 12 | | | 30 | 3898,430884 |
| 13 | 75% 1M Sulfuric acid (H ₂ SO ₄) + 25% 1M Phosphoric acid (H ₃ PO ₄) | 15 | 10 | 3176,499239 |
| 14 | | | 20 | 3811,799086 |
| 15 | | | 30 | 6126,105674 |
| 16 | | 20 | 10 | 2680,171233 |
| 17 | | | 20 | 1191,187214 |
| 18 | | | 30 | 6861,238355 |
| 19 | | 25 | 10 | 4084,07045 |
| 20 | | | 20 | 2117,666159 |
| 21 | | | 30 | 1884,955592 |
| 22 | | 30 | 10 | 3649,59487 |
| 23 | | | 20 | 5197,907845 |
| 24 | | | 30 | 19058,99543 |
| 25 | 50% 1M Sulfuric acid (H ₂ SO ₄) + 50% 1M Phosphoric acid (H ₃ PO ₄) | 15 | 10 | 3649,59487 |
| 26 | | | 20 | 3811,799086 |
| 27 | | | 30 | 4764,748858 |
| 28 | | 20 | 10 | 4513,972602 |
| 29 | | | 20 | 7147,123287 |
| 30 | | | 30 | 3298,672286 |
| 31 | | 25 | 10 | 9027,945205 |
| 32 | | | 20 | 3500,631814 |
| 33 | | | 30 | 5045,028203 |
| 34 | | 30 | 10 | 3573,561643 |

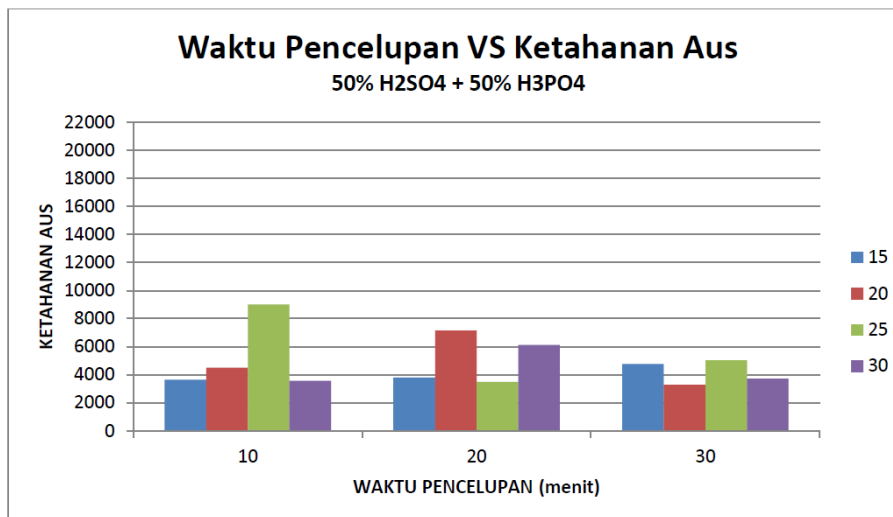
| No | Jenis Larutan | Tegangan V | Waktu pencelupan (mnt) | Ketahanan Aus (m/g) |
|----|--|------------|------------------------|---------------------|
| 35 | 25% 1M Sulfuric acid (H ₂ SO ₄) + 75% 1M Phosphoric acid (H ₃ PO ₄) | 15 | 20 | 6126,105674 |
| 36 | | | 30 | 3728,933889 |
| 37 | | | 10 | 7457,867778 |
| 38 | | 20 | 20 | 6597,344573 |
| 39 | | | 30 | 4084,07045 |
| 40 | | | 10 | 5197,907845 |
| 41 | | 25 | 20 | 8168,140899 |
| 42 | | | 30 | 3363,352135 |
| 43 | | | 10 | 5045,028203 |
| 44 | | 30 | 20 | 2957,430326 |
| 45 | | | 30 | 5533,256738 |
| 46 | | | 10 | 3573,561643 |
| 47 | 100% 1M Phosphoric acid (H ₃ PO ₄) | 15 | 20 | 2042,035225 |
| 48 | | | 30 | 5914,860651 |
| 49 | | | 10 | 3009,315068 |
| 50 | | 20 | 20 | 4635,971862 |
| 51 | | | 30 | 10090,05641 |
| 52 | | | 10 | 8168,140899 |
| 53 | | 25 | 20 | 5914,860651 |
| 54 | | | 30 | 6861,238355 |
| 55 | | | 10 | 21441,36986 |
| 56 | | 30 | 20 | 8576,547944 |
| 57 | | | 30 | 19058,99543 |
| 58 | | | 10 | 12252,21135 |
| 59 | 30 | 20 | 2287,079452 | |
| 60 | | 30 | 9529,497716 | |



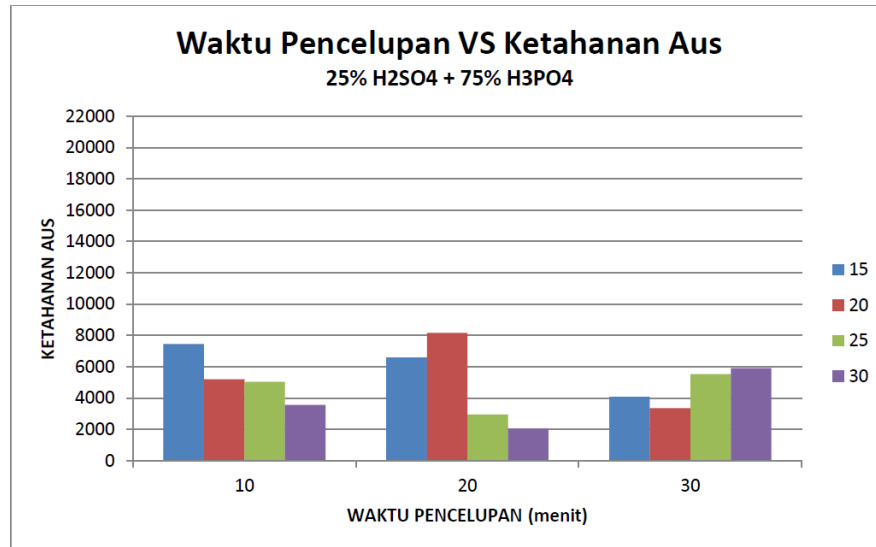
Gambar 1. Ketahanan Aus Hasil Anodizing Al 6061 dengan Variasi Waktu Pencelupan 10 Menit, 20 Menit dan 30 Menit pada Tegangan dengan Variasi 15 v, 20 v, 25 v dan 30 v dengan Menggunakan Larutan 100 % H₂SO₄



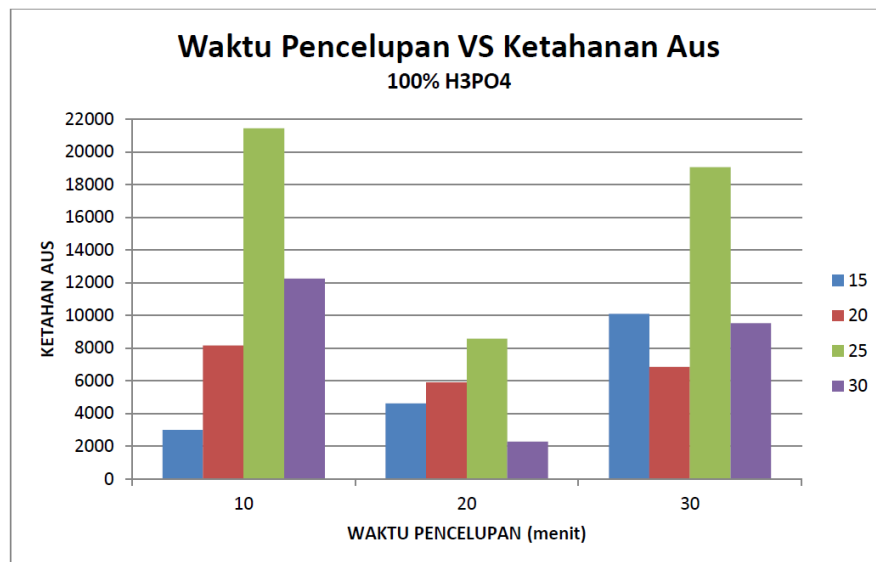
Gambar 2. Ketahanan aus hasil anodizing Al 6061 dengan variasi waktu pencelupan 10 menit, 20 menit dan 30 menit pada tegangan dengan variasi 15 v, 20 v, 25 v dan 30 v dengan menggunakan larutan 75 % H₂SO₄ + 25 % H₃PO₄



Gambar 3. Ketahanan Aus Hasil Anodizing Al 6061 dengan Variasi Waktu Pencelupan 10 Menit, 20 Menit dan 30 Menit pada Tegangan dengan Variasi 15 V, 20 V, 25 V Dan 30 V dengan Menggunakan Larutan 50 % H₂SO₄ + 50 % H₃PO₄



Gambar 4. Ketahanan aus hasil anodizing Al 6061 dengan variasi waktu pencelupan 10 menit, 20 menit dan 30 menit pada tegangan dengan variasi 15 v, 20 v, 25 v dan 30 v dengan menggunakan larutan 25 % H₂SO₄ + 75 % H₃PO₄



Gambar 5. Ketahanan Aus Hasil Anodizing Al 6061 dengan Variasi Waktu Pencelupan 10 Menit, 20 Menit dan 30 Menit pada Tegangan dengan Variasi 15 v, 20 v, 25 v dan 30 v dengan Menggunakan Larutan 100 % H₃PO₄

Pengaruh larutan anodizing

Berdasarkan Tabel 1 dan Gambar 1 dan 5 serta Gambar 2 menunjukkan ketahanan aus hasil anodizing pada waktu pencelupan 20 menit dan tegangan 20 v dengan larutan 100 % sulfuric acid menghasilkan ketahanan aus tertinggi 24504, 42270 m/g dibanding dengan waktu pencelupan dan tegangan lainnya, naiknya ketahanan aus 13 x lipat dibanding base metal. Untuk larutan 100 % phosphoric acid, ketahanan ausnya sebesar 21441, 36986 m/g naik 11 x lipat dibanding base metal. Untuk pengaruh paduan larutan anodizing terbesar terhadap ketahanan aus pada larutan 75 % sulfuric acid dengan 25 % phosphoric acid pada tegangan anodizing 30 v dengan waktu 30 menit sebesar 19058,98180 m/g, naiknya 10 x lipat dibanding dengan base metal.

Pengaruh waktu anodizing

Berdasarkan Tabel 1 dan Gambar 2 Paduan larutan 75 % sulfuric acid dengan 25 % phosphoric acid pada tegangan 15 volt menunjukkan waktu pencelupan anodizing semakin lama (30 menit) semakin meningkat ketahanan ausnya sebesar 92% dibanding dengan waktu pencelupan 10 menit, bila dibandingkan dengan base metal terjadi peningkatan ketahanan aus sebesar 254 %. Waktu pencelupan 30 menit pada tegangan 20 v dengan paduan larutan 75 % sulfuric acid dan 25 % phosphoric acid menunjukkan ketahanan ausnya meningkat 156 % dibanding dengan waktu pencelupan 10 menit, bila dibandingkan dengan base metal meningkat sebesar 296 %. Pada tegangan 25 v dengan

paduan larutan 75 % sulfuric acid dan 25 % phosphoric acid dengan waktu pencelupan 30 menit dibanding 10 menit terjadi penurunan ketahanan aus sebesar 53 %, bila dibanding dengan base metal ketahanan ausnya masih lebih tinggi 9 %. Paduan larutan 75 % sulfuric acid dengan 25 % phosphoric acid pada tegangan 30 volt menunjukkan waktu pencelupan anodizing semakin lama (30 menit) semakin meningkat ketahanan ausnya sebesar 422% dibanding dengan waktu pencelupan 10 menit, bila dibandingkan dengan base metal terjadi peningkatan ketahanan aus sebesar 10 x.

Berdasarkan Tabel 1 dan Gambar 3 Paduan larutan 50 % sulfuric acid dengan 50 % phosphoric acid pada tegangan 15 v dengan waktu pencelupan anodizing 30 menit terjadi peningkatan ketahanan ausnya sebesar 30 % dibanding waktu pencelupan 10 menit, bila dibandingkan dengan base metal ketahanan ausnya naik 175 %. Dengan larutan yang sama pada tegangan 20 v dengan waktu pencelupan anodizing 30 menit terjadi penurunan ketahanan ausnya sebesar 28 % dibanding waktu pencelupan 10 menit, bila dibanding dengan base metal ketahanan ausnya bertambah 90 %. Penurunan ketahanan aus juga terjadi pada tegangan 25 v sebesar 44 %. Untuk tegangan 30 v terjadi peningkatan ketahanan aus sebesar 4 %, dibanding base metal bertambah 115 %.

Berdasarkan Tabel 1 dan Gambar 4 Paduan larutan 25 % sulfuric acid dengan 75 % phosphoric acid pada tegangan 15 v dengan waktu pencelupan anodizing 30 menit terjadi penurunan ketahanan ausnya sebesar 45 % dibanding waktu pencelupan 10 menit, bila dibandingkan dengan base metal ketahanan ausnya naik 135 %. Begitu juga pada tegangan 20 v terjadi penurunan ketahanan aus sebesar 35 %, bila dibanding dengan base metal terjadi kenaikan ketahanan aus sebesar 94 %. Untuk tegangan 25 v dengan waktu anodizing 30 menit terjadi kenaikan ketahanan aus sebesar 10 % dibanding dengan waktu 10 menit. Bila dibanding dengan base metal bertambah 219 %. Dengan larutan yang sama pada tegangan 30 v dengan 30 menit juga terjadi kenaikan 65 % dibanding waktu anodizing 10 menit. Bila dibandingkan dengan base metal naik 241 %.

Pengaruh waktu anodizing terbesar pada waktu pencelupan 30 menit, tegangan 20 v dengan paduan larutan 75 % sulfuric acid dan 25 % phosphoric acid menunjukkan ketahanan ausnya meningkat 156 % dibanding dengan waktu pencelupan 10 menit, bila dibandingkan dengan base metal meningkat sebesar 296 %.

Pengaruh tegangan anodizing

Berdasarkan Tabel 1 dan Gambar 2 menunjukkan bahwa pengaruh tegangan anodizing semakin besar maka ketahanan ausnya semakin tinggi

Paduan larutan 75 % sulfuric acid dengan 25 % phosphoric acid dengan waktu anodizing 10 menit, ketahanan aus untuk tegangan 30 v naik 15 % dibanding dengan tegangan 15 v, bila dibandingkan dengan base metal terjadi kenaikan ketahanan aus sebesar 110 %. Untuk waktu anodizing 30 menit dengan jenis larutan yang sama, ketahanan aus terjadi kenaikan untuk tegangan 30 v sebesar 211 % dibanding dengan tegangan 15 v, bila dibandingkan dengan base metal terjadi kenaikan 1000 %.

Berdasarkan Tabel 1 dan Gambar 3 Paduan larutan 50 % sulfuric acid dengan 50 % phosphoric acid dengan waktu anodizing 10 menit, ketahanan aus untuk tegangan 30 v terjadi penurunan 2 % dibanding dengan tegangan 15 v, bila dibandingkan dengan base metal terjadi kenaikan ketahanan aus sebesar 106 %. Untuk waktu anodizing 30 menit dengan jenis larutan yang sama, ketahanan aus terjadi penurunan untuk tegangan 30 v sebesar 21 % dibanding dengan tegangan 15 v, bila dibandingkan dengan base metal terjadi kenaikan 115 %.

Berdasarkan Tabel 1 dan Gambar 4 Paduan larutan 25 % sulfuric acid dengan 75 % phosphoric acid dengan waktu anodizing 10 menit, ketahanan aus untuk tegangan 30 v terjadi penurunan 52 % dibanding dengan tegangan 15 v, bila dibandingkan dengan base metal terjadi kenaikan ketahanan aus sebesar 106 %. Untuk waktu anodizing 30 menit dengan jenis larutan yang sama, ketahanan aus terjadi kenaikan untuk tegangan 30 v sebesar 45 % dibanding dengan tegangan 15 v, bila dibandingkan dengan base metal terjadi kenaikan 241 %.

Pengaruh tegangan anodizing yang terbesar pada tegangan 30 v dengan waktu 30 menit pada paduan larutan 75 % sulfuric acid dengan 25 % phosphoric acid terjadi kenaikan ketahanan aus sebesar 211 % dibanding dengan waktu anodizing 10 menit dan dibandingkan dengan base metal ketahanan ausnya bertambah 1000%.

Kesimpulan

1. Ketahanan aus hasil anodizing pada waktu pencelupan 20 menit dan tegangan 20 v dengan larutan sulfuric acid menghasilkan ketahanan aus tertinggi 24504, 42270 m/g, naiknya ketahanan aus 13 x lipat dibanding base metal
2. Hasil anodizing pada tegangan 30 v dan waktu 30 menit dengan paduan larutan sulfuric acid 75 % dan phosphoric acid 25 % menunjukkan ketahanan aus sebesar 19058,98180 m/g .
3. Waktu anodizing semakin lama maka ketahanan ausnya semakin meningkat 156 %.
4. Tegangan anodizing semakin besar, ketahanan ausnya semakin meningkat 211 %.

Daftar Pustaka

- Ryan LB., (2009), "The Effect of Anodizing to Minimize Friction and Wear of Aluminum Surfaces", *Rensselaer Polytechnic Institute MANE - 6960 Friction and Wear of Materials*, December 15, 2009, <http://www.ewp.rpi.edu/hartford/~leblar2/FWM/Project/FWM%20Final%20Project.pdf>. Diakses tahun 2012
- Agus Suprpto dan Agus Suyatno (2013), "Pengaruh variasi komposisi degreasing dan waktu anodizing terhadap laju keausan dan ketahanan aus", *TRANSMISI*, Vol-IX Edisi-1/ Hal. 893-902
- Andrea Indra Lasmana, Wahono, Maftuchin Romlie (2017), "Pengaruh Variasi Larutan Elektrolit terhadap warna dan kekerasan lapiran hasil Proses Anodizing", *Jurnal Teknik Mesin*, Vol. 25, No 1, April 2017, p. 24-31
- A.A. Ketut Wisnu Arisudana Kusuma, I Wayan Karyasa, dan I Nyoman Suardana (2014), "Anodizing Logam Aluminium Dengan Variasi Beda Potensial", *e-Jurnal Kimia Visvitalis*, Universitas Pendidikan Ganesha, Jurusan Pendidikan Kimia, Vol. 2, p.138-145
- Fajar Nugroho (2014), "Pengaruh rapat arus dan waktu anodizing terhadap laju keausan permukaan pada Aluminium Paduan AA 2024-T3", *Jurnal Foundry*, Vol 4, No 1, April 2014, p. 1-8