

## Pengaruh Konsentrasi Elektrolit Asam Sitrat ( $C_6H_8O_7$ ) terhadap Laju Korosi Aluminium 2024 Hasil Proses Anodizing

MOCH. SYAMSUL MA'ARIF, MUHAMMAD YUSUF FEBRIYANTO, RUDY SOENOKO

### ABSTRACT

Aluminum is the most common material for industrial applications starting from household to aircraft construction. One type of aluminum which has become sought after for industrial application is Al2024 series which contains copper (Cu). The Al2024 offers high strength, heat and electric conductivity, non-toxic, and easy to shape. Apart from those advantages, the Al2024 is known to have lower corrosion resistance than other aluminum alloys. Therefore, many industrial applications of the series need to be followed by corrosion resistance processes such as anodizing. One of the most important components in anodizing is electrolyte which contributes to film thickness and structure beside influencing on color, opacity and uniformity. Concentration of electrolyte (i.e. Citric Acid) gives different thickness and structure. In this research, three different electrolyte concentrations of 1M, 2M, and 3M of Citric Acid were given to anodizing bath. After anodizing, the specimen was photographed to show its structure and then pore size was measured by using ImageJ software. Also, the specimen was measured for its corrosion rate using AUTOLAB PGSTAT204. From SEM, it can be concluded that higher concentration of electrolyte produces larger pore diameter. Corrosion rate tests show that higher Citric Acid produces anodized layer which has better corrosion resistance. The conclusion for this research is, given higher concentration of electrolyte (Citric Acid) will produce better corrosion resistance.

**Keyword:** citric acid, anodizing, Al2024, corrosion rate, pore size

### PENDAHULUAN

Pembuatan komponen bermaterial Aluminium untuk saat ini sudah bukan menjadi suatu masalah yang besar. Namun dibutuhkan suatu perlakuan khusus untuk mencapai sifat-sifat yang diharapkan. Salah satunya adalah proses anodizing yang bisa digunakan untuk meningkatkan ketahanan korosi aluminium dan menurunkan nilai laju korosinya. Hasil ini didapatkan dengan membentuk lapisan oksida berpori pada permukaan aluminium yang memiliki ketahanan korosi lebih baik. Pada penelitian kali ini digunakan elektrolit berupa asam sitrat dengan konsentrasi 1M, 2M dan 3M.

Pada penelitian ini digunakan tegangan sebesar 5V dan kuat arus sebesar 1A. Jarak antar katoda-anoda sebesar 3 cm dan katoda yang digunakan adalah batang karbon. dan waktu proses *anodizing* adalah 10 menit.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh *anodizing* dengan menggunakan

elektrolit asam sitrat terhadap laju korosi Aluminium paduan seri 2024 dengan variasi konsentrasi asam sitrat sebesar 1M, 2M dan 3M. dan hasil dari penelitian ini dapat dijadikan masukan terhadap penelitian selanjutnya dan industri yang berhubungan dengan bidang ini.

Sulistijono (2006) meneliti tentang pengaruh densitas arus dan konsentrasi asam sulfat terhadap ketebalan dan kualitas pewarnaan lapisan oksida pada anodizing aluminium 6063. Dalam penelitiannya, Sulistijono menggunakan variasi konsentrasi asam sulfat sebesar 5%, 10%, 15% dan 20% dan juga menggunakan variasi arus sebesar 12-24 dengan range 4 A/ft<sup>2</sup>. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa dengan konsentrasi asam sulfat 5% tebal lapisan optimum didapat adalah 21.6  $\mu\text{m}$  dengan menggunakan densitas arus 20 A/ft<sup>2</sup>. Pada konsentrasi asam sulfat 10% tebal lapisan optimum didapat adalah 22.6  $\mu\text{m}$  dengan menggunakan densitas arus 16 A/ft<sup>2</sup>. Pada konsentrasi asam sulfat 15% tebal lapisan optimum didapat adalah 13,8  $\mu\text{m}$  dengan menggunakan densitas arus 16 A/ft<sup>2</sup>. Pada

konsentrasi asam sulfat 20% tebal lapisan optimum didapat adalah 15,4  $\mu\text{m}$  dengan menggunakan densitas arus 20 A/ft<sup>2</sup>.

Sulistijono dan Aviriano (2007) meneliti tentang pengaruh konsentrasi asam dan waktu proses *anodizing* terhadap sifat mekanik dan fisik oksida aluminium. Variasi yang digunakan adalah konsentrasi asam sulfat 5%, 10%, 15% dan 20% dan waktu pengerjaan 30, 45, dan 60 menit. Ketebalan lapisan oksida optimum yang didapat pada konsentrasi asam sulfat 5% adalah 11,4  $\mu\text{m}$  dengan waktu 60 menit. Pada konsentrasi asam sulfat 10% ketebalan lapisan oksida maksimumnya yaitu 8,6  $\mu\text{m}$  yang didapat pada waktu 60 menit. Pada konsentrasi asam sulfat 15% ketebalan lapisan oksida optimumnya adalah 6,8  $\mu\text{m}$  dengan waktu pengerjaan 45 menit. Dan pada konsentrasi asam sulfat 20% didapat ketebalan optimum sebesar 4,6  $\mu\text{m}$  pada waktu pengerjaan 45 menit. Sedangkan pada ketahanan abrasi baik spesimen dengan konsentrasi asam sulfat 5% , 10%, 15% dan 20% optimum sama-sama didapat dengan waktu anodizing 60 menit. Yaitu dengan berat yang hilang pada spesimen dengan konsentrasi asam sulfat 10%, 15% dan 20% secara berurutan adalah 0,0648 gram, 0,0626 gram dan 0,04 gram

Shidarta, dkk. (2012) meneliti tentang Pengaruh konsentrasi elektrolit dan waktu anodasi terhadap ketahanan aus dan kekerasan pada lapisan oksida paduan aluminium ADC12. Spesimen yang digunakan disini adalah aluminium ADC12 dengan dimensi 20 X 20 X 4 mm, tegangan listrik yang digunakan sebesar 24 volt, menggunakan variasi asam sulfat sebesar 15%, 20%, dan 25%. Konsentrasi asam oksalat yang digunakan 6% vol dan waktu pencelupan selama 3, 5 dan 7 menit. Hasil dari penelitian ini menunjukkan bahwa dengan konsentrasi elektrolit 15% dengan variasi waktu 3, 5 dan 7 menit menghasilkan kekerasan permukaan sebesar 117 VHN, 119 VHN dan 189 VHN. dengan konsentrasi elektrolit 10% dengan variasi waktu yang sama menghasilkan kekerasan permukaan sebesar 168 VHN, 106 VHN dan 153 VHN. dengan konsentrasi elektrolit 25% dengan variasi waktu yang sama pula menghasilkan kekerasan permukaan sebesar 168 VHN, 179 VHN dan 166 VHN.

Arifin (2016) meneliti tentang pengaruh variasi konsentrasi larutan asam sulfat ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ ) pada proses anodizing dengan bahan aluminium seri 1xxx. Variasi Konsentrasi Larutan anodizing

yang digunakan yaitu 30%  $\text{H}_2\text{SO}_4$  + 70% Air RO, 40%  $\text{H}_2\text{SO}_4$  + 60% Air RO, 50%  $\text{H}_2\text{SO}_4$  + 50% Air RO. Hasil dari penelitian ini menunjukkan bahwa kekerasan pada variasi konsentrasi 30% pada permukaan anodizing sebesar  $52,07 \pm 2,233$  VHN dan pada permukaan sealing sebesar  $54,19 \pm 5,253$  VHN. Kekerasan pada variasi konsentrasi 40% pada permukaan anodizing adalah sebesar  $85,41 \pm 7,104$  VHN dan pada permukaan sealing sebesar  $59,82 \pm 3,942$  VHN. Kekerasan pada variasi konsentrasi 50% pada permukaan anodizing adalah sebesar  $58,98 \pm 6,783$  VHN dan pada permukaan sealing sebesar  $50,61 \pm 3,947$  VHN.

Budyanto dan Yuono (2018) meneliti tentang peranan aerasi sel elektrolisis dalam pembentukan pori pada proses anodizing logam aluminium. Variasi debit aerasi yang digunakan yaitu 10 lpm, 15 lpm, dan 20 lpm. Hasil dari penelitian ini adalah dengan debit aerasi 10 lpm akan menghasilkan ketinggian pori sebesar 230 nm, dengan debit aerasi 15 lpm akan menghasilkan ketinggian pori sebesar 150 nm dan dengan menggunakan debit aerasi sebesar 20 lpm akan menghasilkan ketinggian pori pada permukaan aluminium sebesar 310 nm. Namun jarak antar pori pada spesimen yang menggunakan debit aerasi 10 lpm cenderung lebih besar jika dibandingkan dengan spesimen yang menggunakan debit aerasi sebesar 15 lpm dan 20 lpm

## METODE DAN BAHAN

Bahan penelitian ini adalah aluminium paduan seri 2024 yang dipotong menjadi ukuran  $p \times l \times t = 40 \times 10 \times 3$  mm. pada spesimen lalu diampelas permukaannya untuk menghilangkan lapisan oksida aluminium  $\text{Al}_2\text{O}_3$  yang terdapat pada permukaan spesimen secara alami. Lalu dilakukan proses foto SEM untuk spesimen tanpa perlakuan.

Pada penelitian ini spesimen diberi perlakuan anodizing dengan variabel bebas berupa konsentrasi asam sitrat ( $\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_7$ ) yaitu sebesar 1M, 2M dan 3M. setelah dilakukan proses anodizing pada spesimen lalu dilakukan pengambilan foto SEM (*scanning electron microscope*) untuk mengetahui ukuran diameter pori yang terbentuk pada permukaan Aluminium paduan seri 2024 hasil anodizing dan juga dilakukan uji laju korosi elektrokimia

dengan menggunakan air hujan sebagai media pengkorosi untuk mengetahui laju korosi dari setiap spesimen hasil anodizing. Data yang dihasilkan lalu dibahas dan diambil kesimpulan mengenai hasil penelitian ini.

### Skema Pengujian



GAMBAR 1 Skema Pengujian

### Prosedur Pengujian

#### 1. Prosedur persiapan spesimen

Langkah pertama adalah menyiapkan spesimen aluminium paduan Seri 2024 dengan dimensi 40 mm x 10 mm x 30 mm, kemudian dilakukan pengamplasan permukaan spesimen agar permukaan spesimen menjadi halus dan terakhir membersihkan permukaan spesimen dengan menggunakan *metal polish*.

Selanjutnya dilakukan prosedur *Pre-treatment Anodizing* yang terdiri dari *Proses Cleaning* dengan larutan  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  10%. Kemudian dilakukan proses *Etching* dengan larutan  $\text{NaOH}$  5% yang dilanjutkan dengan proses *Desmut* menggunakan larutan  $\text{HNO}_3$  10%.

#### 2. Prosedur Anodizing

Dilakukan dengan menyiapkan spesimen yang sudah di pretreatment, larutan asam sitrat 5%, 10%, dan 15% dalam gelas ukur, DC power supply dan kabel yang telah terhubung ke penjepit. Spesimen dan batang karbon dalam gelas ukur berisi larutan asam sitrat dengan jarak

3 cm. DC power supply kemudian diatur kuat arusnya sebesar 1 Ampere dan proses anodizing akan berlangsung selama 10 menit.

#### 3. Prosedur foto SEM (Scanning Electron Microscope)

Spesimen pasca-anodizing diletakan di holder. Agar tidak menabrak *electron source* maka permukaan spesimen harus berada pada jarak 2 mm dibawah permukaan holder. Gambar diambil dengan pembesaran 80.000x dan 160.000x hingga pori hasil *anodizing* terlihat.

#### 4. Prosedur pengujian laju korosi elektrokimia

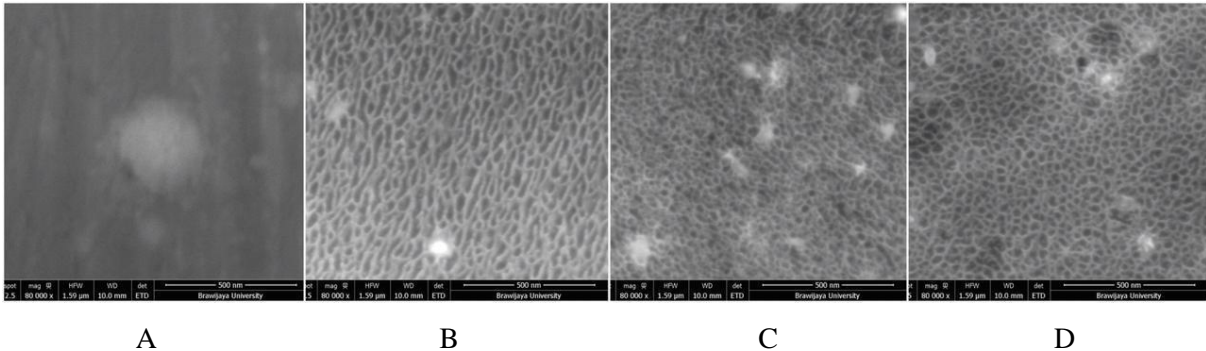
Spesimen diampelas sampai halus dan specimen diberikan dari kotoran. Spesimen kemudian di keringkan. Selanjutnya spesimen dilapisi dengan dengan lem besi (sebagai isolator) hingga permukaan uji yang tersisa 10 mm x 10mm. Kemudian disiapkan 200ml larutan untuk pengujian laju korosi dengan konsentrasi 2M. Spesimen kemudian dilakukan pengujian dengan alat uji korosi AUTOLAB PGSTAT204.

HASIL DAN DISKUSI

Hasil Pengamatan Foto SEM (Scanning Electron Microscope)

Pengamatan foto SEM (Scanning Electron Microscope) dilakukan untuk mengetahui

ukuran pori yang terbentuk pada aluminium paduan seri 2024 sebelum dilakukan perlakuan dan setelah dilakukan anodizing dengan variasi konsentrasi asam sitrat ( $C_6H_8O_7$ ) sebesar 1M, 2M, dan 3M.



GAMBAR 2 Foto SEM Perbesaran 80.000x Aluminium Paduan Seri 2024 Hasil Anodizing (A) Tanpa Perlakuan (B) Konsentrasi  $C_6H_8O_7$  1M (C) Konsentrasi  $C_6H_8O_7$  2M (D) Konsentrasi  $C_6H_8O_7$  3M

Gambar 2 menunjukkan gambar foto SEM (Scanning Electron Microscope) dari spesimen Aluminium paduan seri 2024 dengan berbagai

macam perlakuan. Aluminium paduan seri 2024 tanpa perlakuan ditampilkan pada gambar 4.1 (A), gambar 4.1 (B) menunjukkan aluminium paduan seri 2024 hasil anodizing dengan konsentrasi  $C_6H_8O_7$  1M, gambar 4.1 (C) menunjukkan aluminium paduan seri 2024 hasil anodizing dengan konsentrasi  $C_6H_8O_7$  2M, dan gambar 4.1 (D) menunjukkan aluminium paduan seri 2024 hasil anodizing dengan konsentrasi  $C_6H_8O_7$  3M.

Proses anodizing ini dilaksanakan dengan menggunakan spesimen Aluminium paduan seri 2024 dengan variable bebas yang digunakan adalah konsentrasi  $C_6H_8O_7$ . katoda yang digunakan adalah batang karbon, jarak antara anoda dan katoda sebesar 3 cm, kuat arus yang digunakan sebesar 1A dan waktu pengerjaan selama 10 menit.

Tabel 1 menunjukkan hasil pengukuran diameter pori yang terbentuk pada permukaan Aluminium paduan seri 2024 hasil anodizing dengan berbagai perlakuan. Pengukuran ini menggunakan fitur pengukuran jarak hasil foto SEM dari alat *Field Emission Scanning Electron Microscope: FEI Quanta FEG 650*, Laboratorium Sentral Ilmu Hayati, Universitas Brawijaya, Malang.

TABEL 1 Data Pengukuran Diameter Pori Hasil Anodizing Aluminium Paduan Seri 2024

Konsentrasi $C_6H_8O_7$	Diameter Pori
1 M	Belum terbentuk
2 M	23,544 nm
3 M	27,007 nm

Dapat dilihat pada hasil anodizing dengan menggunakan konsentrasi asam sitrat 1M pori belum terbentuk. Pada hasil anodizing dengan menggunakan konsentrasi asam sitrat 2M ukuran pori yang terbentuk sebesar 23,544 nm. Dan pada hasil anodizing dengan menggunakan konsentrasi asam sitrat 3M dihasilkan ukuran pori sebesar 27,007 nm.

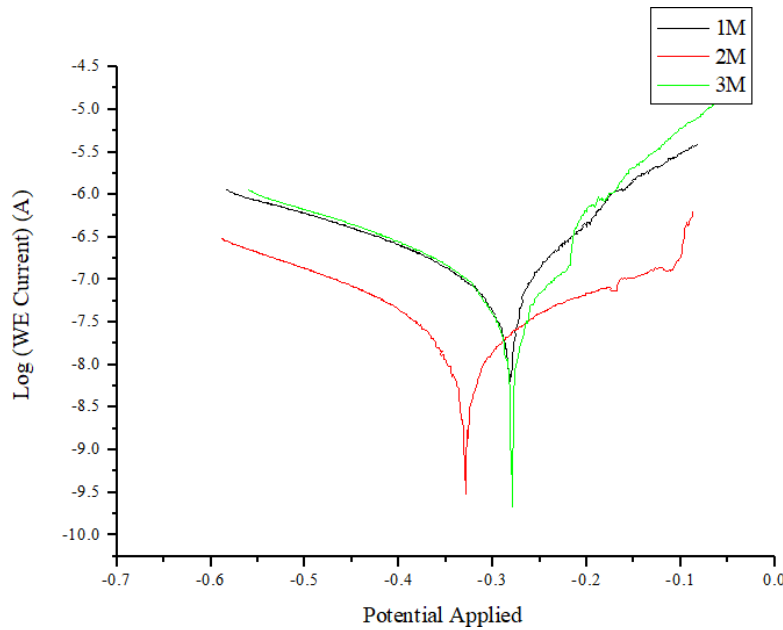
Hasil Pengujian Laju Korosi Elektrokimia

Pengujian laju korosi elektrokimia bertujuan untuk menguji nilai laju korosi pada aluminium paduan seri 2024 setelah dilakukan anodizing dengan variasi konsentrasi asam sitrat sebesar 1M, 2M dan 3M.

TABEL 2 Data Pengukuran Diameter Pori Hasil Anodizing Aluminium Paduan Seri 2024

Konsentrasi C <sub>6</sub> H <sub>8</sub> O <sub>7</sub>	Corrosion rate (mm/year)
1 M	0,002363
2 M	0,001294
3 M	0,000905

Tabel 4.2 menunjukkan hasil pengujian laju korosi pada hasil *anodizing* aluminium paduan seri 2024. Dapat dilihat bahwa aluminium paduan seri 2024 dengan perlakuan *anodizing* konsentrasi C<sub>6</sub>H<sub>8</sub>O<sub>7</sub> 1M memiliki *corrosion rate* sebesar 0,0023628 mm/year, aluminium paduan seri 2024 dengan perlakuan *anodizing* konsentrasi C<sub>6</sub>H<sub>8</sub>O<sub>7</sub> 2M memiliki *corrosion rate* sebesar 0,0012935 mm/year, dan aluminium paduan seri 2024 dengan perlakuan *anodizing* konsentrasi C<sub>6</sub>H<sub>8</sub>O<sub>7</sub> 3M memiliki *corrosion rate* sebesar 0,0009049 mm/year.



GAMBAR 3 Grafik Pengaruh Konsentrasi Asam Sitrat Terhadap Diameter Pori Permukaan Aluminium Paduan Seri 2024 Hasil *Anodizing*

Gambar 3 menunjukkan grafik Tafel hasil pengujian korosi pada hasil *anodizing* Aluminium paduan seri 2024. Pengujian Korosi

pada hasil *anodizing* Aluminium paduan seri 2024 ini menggunakan potensiostat. Pengujian ini juga menggunakan 3 macam elektroda yaitu *counter electrode*, *reference electrode*, dan

*working electrode*.

Untuk menentukan nilai laju korosi hal yang dapat dilakukan adalah menentukan nilai  $I_{corr}$  yang diketahui dengan melakukan ekstrapolasi terhadap kurva log arus potensial (Fontana, 1987). Perpotongan kurva hasil ekstrapolasi menunjukkan suatu titik dengan koordinat ( $I_{corr}, E_{corr}$ ). Dengan demikian nilai arus korosi dapat diketahui. Arus korosi yang didapat dari pertemuan garis ekstrapolasi dapat

digunakan untuk menghitung nilai laju korosi dengan rumus:

$$CR(mm \text{ year}) = K_1 I_{corr} \frac{EW}{A\rho} \text{ mm per year}$$

Dimana:

K = Konstanta (0,129)

$I_{corr}$  = rapat arus ( $\mu A/cm^2$ )

EW = Berat ekuvalen

A = Luas penampang ( $cm^3$ )

$\rho$  = densitas logam terkorosi ( $gram/cm^3$ )

## KESIMPULAN

Hasil foto SEM (*Scanning Electron Microscope*) pada aluminium paduan seri 2024 dengan pelakuan anodizing dengan konsentrasi asam sitrat ( $C_6H_8O_7$ ) 1M pori masih belum terbentuk. Sedangkan Pada aluminium paduan seri 2024 dengan pelakuan anodizing dengan konsentrasi asam sitrat ( $C_6H_8O_7$ ) dengan konsentrasi 2M dan 3M menghasilkan pori dengan ukuran berturut-turut adalah sebesar 23,544 nm dan 27,007 nm.

Hasil pengujian laju korosi elektrokimia menghasilkan nilai *corrossion rate* pada aluminium paduan seri 2024 hasil anodizing dengan menggunakan konsentrasi asam sitrat ( $C_6H_8O_7$ ) 1M, 2M dan 3M secara berturut-turut sebesar 0,002363 mmpy, 0,001294 mmpy dan 0,000905 mmpy.

## DAFTAR PUSTAKA

- Afandi, Y.K., Irfan, S.A. dan Amiadji, 2015, Analisa Laju Korosi Pada Pelat Baja Karbon Dengan Variasi Ketebalan Coating, Jurnal Ilmiah Jurusan Teknik Sistem Perkapalan Institut Teknologi Sepuluh November.
- Arifin, 2016, pengaruh variasi konsentrasi larutan asam sulfat ( $H_2SO_4$ ) pada proses anodizing dengan bahan aluminium seri 1xxx, Tugas Akhir Jurusan Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Yogyakarta. 9
- BPPT. 1998. Teknologi Pelapisan Logam Secara Listrik. Program Penerapan IPTEK di Daerah: Jakarta.
- Fontana, M. C., dan Greene, M. D. 1986. Corrosion Engineering Hand Book. Mc Graw Hill Book Company, New York.
- Juhl, A. D., (2005), Pulse anodising of aluminium. Jurnal, Surface Treatment. Aluminium International Today.
- Munib, 2019, Akselerasi Pembangunan Industri Smelter Alumina. <https://kemenperin.go.id/artikel/20547/Akselerasi-Pembangunan-Industri-Smelter-Alumina> (diakses tanggal 15 november 2019).
- Pariona, Amber, 2018, Top Pineapple Producing Countries. <https://www.worldatlas.com/articles/top-pineapple-producing-countries.html> (diakses tanggal 15 november 2019).
- Rusydi, N.E., 2013, Penentuan Faktor Produksi Dominan PT Great Giant Pineapple dan Pola Hubungannya Pada Perkebunan Nanas. Tugas Akhir Jurusan Teknologi Industri Pertanian Universitas Gadjah Mada.
- Santhiarsa, N.N, 2009, Pengaruh Kuat Arus Listrik dan Waktu Proses Hard Anodizing pada Aluminium terhadap Kekerasan dan Ketebalan Lapisan, Jurnal Ilmiah Jurusan Teknik Mesin Universitas Udayana.
- Santhiarsa, N.N, 2010, Pengaruh Kuat Arus Listrik dan Waktu Proses Anodizing pada Aluminium terhadap Kecerahan dan Ketebalan Lapisan, Jurnal Ilmiah Jurusan Teknik Mesin Universitas Udayana.
- Sidharta, B. W., Soekrisno, R., Iswanto, P. T., (2012), Pengaruh Konsentrasi Elektrolit Dan Waktu Anodisasi Terhadap Ketahanan Aus Dan Kekerasan Pada Lapisan Oksida Paduan Aluminium ADC12. Jurnal. Seminar Nasional Aplikasi Sains dan Teknologi (SNAST) periode III.
- Sulistijono, 2006, Pengaruh Densitas Arus Dan Konsentrasi Asam Sulfat Terhadap Ketebalan Dan Kualitas Pewarnaan Lapisan Oksida Pada Anodizing Aluminium, Jurnal Ilmiah Jurusan Teknik Material Fakultas Teknologi Industri Institut Teknologi Sepuluh November.
- Surdia, T., Saito, S. 2013, Pengetahuan Bahan Teknik, Cetakan Ke-7 , Balai Pustaka.
- Sydney, H.A.,1974, Introduction to Physical Metallurgy. Mc Graw Hill Inc.
- Taufik, Tania. (2011), Anodizing Pada Logam Aluminium dan Paduannya, Makalah, Institut Teknologi Bandung.
- Untung, A.Y., Pengaruh Variasi Kuat Arus Listrik Pada Proses Anodizing Terhadap Kekerasan Permukaan Logam Aluminium Seri 2xxx, Tugas Akhir Jurusan Teknik Mesin Universitas Yogyakarta.
- Utomo, B., 2012, Jenis Korosi Dan Penanggulangannya, Jurnal Ilmu Pengetahuan Dan Teknologi Kelautan Universitas Diponegoro
- Wielage, B., et. al., Anodizing – a Key For Surface Treatment Of Aluminium, Key Engineering Materials Vol. 384 (2008) pp 263-281

---

PENULIS:

MOCH. SYAMSUL MA'ARIF,

Departemen Teknik Mesin, Program Sarjana,  
Fakultas Teknik, Universitas Brawijaya,  
Malang.

Email: syamsulm@ub.ac.id

MUHAMMAD YUSUF FEBRIYANTO,

Departemen Teknik Mesin, Program Sarjana,  
Fakultas Teknik, Universitas Brawijaya,  
Malang.

RUDY SOENOKO,

Departemen Teknik Mesin, Program Doktor  
Ilmu Teknik Mesin, Fakultas Teknik,  
Universitas Brawijaya, Malang.