

TINTA PRINTER SEBAGAI PEWARNA ALUMINIUM OKSIDA YANG STABIL PADA PROSES ANODISASI *COLORING*

Haris Puspito Buwono¹, Eko Yudiyanto², Mochamad Muzaki³, Utsman Syah Amrullah⁴, Pondi Udianto⁵, dan Syamsul Hadi⁶

Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Malang
Jl. Soekarno Hatta No.09, Jatimulyo, Kec. Lowokwaru, Kota Malang, Jawa Timur 65141

email: haris.puspito@polinema.ac.id

Naskah diterima: 18 November 2018 ; Naskah disetujui: 31 Desember 2018

ABSTRAK

Pewarnaan pada permukaan aluminium oksida melalui proses anodisasi coloring diperlukan untuk memperbaiki estetika. Proses anodisasi coloring meliputi pembersihan, pembentukan pori-pori, pewarnaan dan penutupan pori-pori aluminium oksida. Proses pembersihan terdiri dari 8 langkah yang semuanya merupakan pembersihan kimiawi. Aluminium AA1100 dianodisasi dalam larutan asam sulfat kemudian diwarnai. Sebagai pewarna digunakan tinta printer (merk Exxxx) yang tersedia secara komersial. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pada waktu anodisasi 30 menit, warna yang dihasilkan mempunyai kelekatan yang baik namun kurang merata dan cenderung tipis. Sedangkan pada waktu 45 menit, warna yang dihasilkan mempunyai kelekatan yang baik, dan merata yang cukup memadai. Karenanya waktu proses anodisasi harus lebih lama atau sama dengan 45 menit. Pengaruh kondisi anodisasi lainnya seperti konsentrasi asam sulfat dan rapat arus juga telah diteliti. Warna yang dihasilkan tinta printer pada oksida aluminium yang telah digunakan berulang kali dan mengalami pemanasan dan pendinginan menunjukkan warna yang setara dengan warna pada kondisi awal. Kondisi ini memunculkan dugaan bahwa tinta printer tersebut dapat dimanfaatkan sebagai pewarna aluminium oksida pada proses anodisasi coloring dan mempunyai stabilitas warna yang baik.

Kata Kunci: anodisasi coloring, tinta printer, waktu, arus, pewarna

PENDAHULUAN

Proses anodisasi dengan tujuan pewarnaan berupaya untuk memberikan hasil warna yang merata, cerah dan mampu melekat dengan baik. Seiring dengan hal tersebut, saat ini bermunculan produk-produk rumah tangga seperti peralatan dapur yang memanfaatkan proses anodisasi tersebut. Peralatan-peralatan tersebut, pada saat digunakan, mengalami berbagai kondisi bergantung pada penggunaannya; seperti mengalami gesekan dan pemanasan. Karena adanya hal-hal tersebut, lapisan aluminium oksida mengalami penipisan. Warna yang berada di lapisan aluminium oksida adalah salah satu indikator penipisan lapisan aluminium oksida. Sehingga warna pada lapisan aluminium oksida dapat digunakan sebagai parameter degradasi.

Proses anodisasi tersebut merupakan proses korosi yang dikendalikan. Proses ini berlangsung dalam media elektrolit dengan menerapkan arus dalam jangka waktu dan pada temperatur tertentu; dengan benda kerja dialiri arus positif yang memungkinkan terjadi proses oksidasi logam

aluminium. Proses oksidasi tersebut menyebabkan terbentuknya pori-pori pada permukaan aluminium oksida. Sedangkan pada kutub negatif, yang diperlukan sebagai syarat reaksi, terjadi proses reduksi. Hasil anodisasi tersebut ditentukan oleh banyak faktor.

Ketebalan aluminium oksida umumnya ditentukan oleh durasi proses anodisasi. Ketebalan lapisan oksida meningkat seiring dengan meningkatnya durasi waktu proses anodisasi dan mencapai 8-10 μm ketika tegangan listrik meningkat dari 20 V menjadi 35 V [1]. Ketebalan lapisan aluminium oksida meningkat secara linier seiring dengan durasi waktu proses anodisasi [2]. Pembentukan pori-pori juga dipengaruhi oleh temperature. Pada temperature yang meningkat, lapisan aluminium oksida meningkat dan mencapai ketebalan maksimum sekitar 33 - 35 μm pada suhu 30 °C. Di atas temperature ini, ketebalan lapisan aluminium oksida cenderung turun [3]. Tegangan (*voltage*) mempengaruhi jarak antara pori-pori dan densitas pori-pori [4] dan tegangan tersebut meningkat secara eksponensial dengan

meningkatnya arus [5], [6]. Ionisasi logam aluminium juga dipengaruhi oleh rapat arus dan konsentrasi larutan asam sulfat. Semakin tinggi kerapatan arus yang digunakan maka semakin tinggi laju pertumbuhan aluminium oksida [7]. Untuk meningkatkan kekerasan lapisan oksida dapat digunakan tegangan tinggi. Hanya saja tegangan tinggi lebih sesuai untuk jenis anodisasi keras. Dalam kasus anodizing keras, diameter pori-pori yang dihasilkan mempunyai ukuran kecil sehingga sulit dapat diisi oleh material lain seperti warna.

Artikel ini mendiskusikan kemungkinan penerapan tinta *printer* untuk mewarnai aluminium oksida untuk pewarnaan secara anodisasi dan menganalisis kemampuan pewarna untuk mengisi pori-pori pada kondisi baru dan kondisi setelah pewarna mengalami pemanasan dan pendinginan berulang kali yang dipaparkan pada ruangan terbuka.

METODOLOGI

Proses anodisasi ini menggunakan benda kerja aluminium AA1100 berukuran 80mm x 20mm x 3mm. Dari benda kerja tersebut, bagian yang diproses anodisasi/masuk dalam larutan asam sulfat berukuran 60mm x 20mm x 3mm dan 20mm x 20mm x 3mm berada di atas larutan. Pada benda kerja diberikan lubang sebagai pengait kawat konduktor listrik. Benda kerja dibersihkan melalui delapan tahap pembersihan secara kimiawi. Zat-zat pembersih merupakan zat-zat dengan grade teknis yang digunakan tanpa perlakuan pemurnian tambahan. Tahap pembersihan meliputi pembersihan menggunakan sabun, 10% larutan NaOH, 10% larutan HCl, campuran 5% larutan HNO₃ dan 80% larutan H₃PO₄. Masing-masing proses pembersihan memakan waktu 3 menit, kecuali pada pembersihan terakhir yang memakan waktu 15 menit. Setiap selesai satu langkah pembersihan, benda kerja dibilas menggunakan air bersih.

Setelah pembersihan, benda kerja diproses anodisasi dalam larutan asam sulfat dengan konsentrasi, arus dan waktu sesuai dengan variabel yang telah ditentukan. Sebagai contoh, proses anodisasi dijalankan dalam 15% larutan asam sulfat, dengan rapat arus 0,005 A/cm², selama 30 menit. Perbandingan katoda terhadap anoda adalah 1:1 dan jarak antar keduanya adalah 8 cm. Proses anodisasi dilangsungkan pada temperatur kamar (30 °C) tanpa pengadukan, dan aerasi. Setelah proses anodisasi, benda kerja dibersihkan menggunakan air bersih kemudian diwarnai dalam larutan pewarna yang menggunakan tinta Exxxx pada temperatur 50 °C selama 5 menit. Kemudian benda kerja dibilas menggunakan air bersih dan dimasukkan dalam air panas untuk penutupan pori-pori.

Pengujian kestabilan warna dilaksanakan melalui gesekan secara sederhana menggunakan pengusapan dengan kain, dan uji kelekatan warna dilaksanakan menggunakan pendesak indenter Brinell yang menggunakan indenter 5 mm dan beban 150 kg. Identifikasi warna standar RGB dan HEX dilakukan menggunakan software *color identifier* dengan menggunakan jenis warna yang paling dominan.

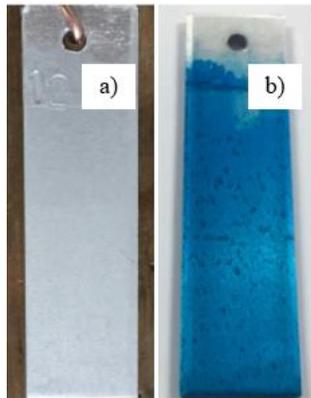
HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil penelitian menunjukkan bahwa tinta *printer* yang tersedia secara komersial dapat dimanfaatkan sebagai pewarna aluminium oksida yang diperoleh dari proses anodisasi. Untuk mendapatkan pemahaman yang lebih baik mengenai proses pewarnaan pada aluminium oksida menggunakan tinta *printer* melalui proses anodisasi, didiskusikan pengaruh waktu, kelekatan warna, dan pengaruh penggunaan larutan warna yang telah digunakan berulang kali terhadap hasil pewarnaan yang diperoleh.

1. Pengaruh waktu pada pewarnaan.

Gambar 1 menunjukkan benda kerja yang telah diproses anodisasi dalam larutan 15% H₂SO₄, 0,005 A/cm² selama 45 menit sebelum, dan sesudah pewarnaan. Sebelum pewarnaan, benda kerja mempunyai warna putih cenderung kusam seperti warna logam aluminium pada umumnya. Setelah pewarnaan, warna aluminium berubah menjadi biru sebagaimana warna tinta *printer* yang digunakan. Identitas warna berdasarkan standar RGB dan HEX disajikan pada Tabel 1 yang diperoleh menggunakan *color identifier* dengan jenis warna mayoritas.

Gambar 2 dan Gambar 3 menunjukkan pengaruh waktu anodisasi pada dua jenis konsentrasi larutan asam sulfat yaitu 15% dan 20%. Gambar-gambar tersebut menunjukkan bahwa, pada masing-masing konsentrasi larutan, semakin lama proses anodisasi maka warna yang diperoleh berubah dari biru muda menjadi biru gelap. Hal tersebut mengindikasikan bahwa durasi waktu proses anodisasi mempengaruhi tingkat warna yang dihasilkan. Hasil tersebut kemungkinan disebabkan pada durasi waktu proses yang lebih lama, pori-pori aluminium oksida terbentuk secara lebih merata dan lebih dalam. Identitas warna berdasarkan standar RGB dan HEX disajikan pada Tabel 2 yang diperoleh menggunakan *color identifier* dengan jenis warna mayoritas. Dari tabel tersebut terlihat bahwa warna yang diperoleh pada durasi proses anodisasi yang lebih lama dari atau sama dengan 45 menit menunjukkan warna biru yang cenderung tetap. Hal tersebut mengindikasikan bahwa waktu anodisasi terpendek yang diperlukan untuk mendapatkan warna yang tetap adalah 45 menit.



Gambar 1. Benda kerja setelah proses anodisasi dalam larutan 15% H₂SO₄, 0,005 A/cm² selama 45 menit a). sebelum pewarnaan, dan b) sesudah pewarnaan.

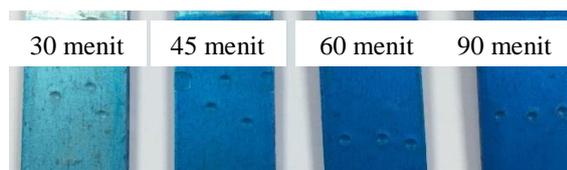
Tabel 1. Warna lapisan oksida aluminium setelah proses anodisasi dalam larutan 15% H₂SO₄, 0,005 A/cm² selama 45 menit sebelum, dan sesudah pewarnaan.

Waktu (menit)	RGB		HEX	
	Sebelum	Sesudah	Sebelum	Sesudah
45	188, 199, 208	4, 103, 153	#bcc7d0	#046799

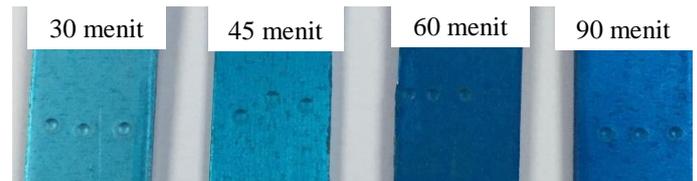
2. Kelekatan Lapisan

Gambar 1 menunjukkan hasil anodisasi sebelum dan sesudah pewarnaan. Sesudah pewarnaan dan penutupan pori-pori melalui pencelupan benda kerja dalam air panas (*sealing*), selanjutnya benda kerja diuji kelekatan secara sederhana menggunakan pengusapan dengan kain. Hasil pengujian menunjukkan bahwa warna pada aluminium oksida tidak mengalami kerusakan dan tetap memberikan warna biru. Warna yang diperoleh juga tidak mengalami penurunan kualitas.

Gambar 2 dan Gambar 3 menunjukkan benda kerja yang telah melewati proses pewarnaan secara anodisasi pada konsentrasi larutan asam sulfat 15% dan 20% dan telah mengalami indentasi yang masing masing benda kerja mendapat 3 (tiga) kali indentasi. Pada semua benda kerja, proses indentasi tidak menyebabkan kerusakan pada warna biru yang menempel pada benda kerja. Hal tersebut menunjukkan bahwa warna biru pada aluminium oksida dapat melekat dengan baik.



Gambar 2. Bekas indentasi hasil pewarnaan secara anodisasi dalam larutan 15% H₂SO₄, 0,005 A/cm² sebagai variasi waktu anodisasi secara berturut-turut 30, 45, 60 dan 90 menit.



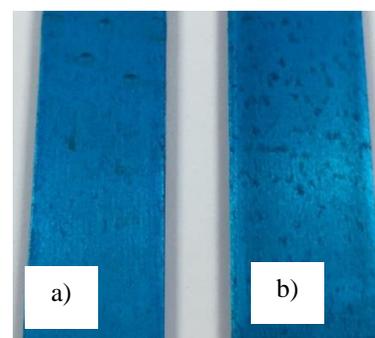
Gambar 3. Bekas indentasi hasil pewarnaan secara anodisasi dalam larutan 20% H₂SO₄, 0,005 A/cm² sebagai variasi waktu anodisasi secara berturut-turut 30, 45, 60 dan 90 menit.

Tabel 2 Warna lapisan oksida aluminium setelah proses anodisasi dengan rapat arus 0,005 A/cm² sesudah pewarnaan.

Waktu (menit)	RGB		HEX	
	15% H ₂ SO ₄	20% H ₂ SO ₄	15%	20%
30	53, 124, 145	51, 142, 164	#357c91	#338ea4
45	4, 81, 130	4, 80, 141	#045182	#04508d
60	4, 69, 127	4, 69, 115	#04457f	#044573
90	4, 65, 125	4, 83, 143	#04417d	#04538f

3. Kestabilan Warna

Selanjutnya, untuk mengetahui kemampuan tinta *printer* untuk mewarnai aluminium oksida pada kondisi larutan warna masih baru dan telah lama dilakukan pengujian kestabilan kemampuan warna. Gambar 4 menunjukkan hasil pewarnaan benda kerja setelah anodisasi menggunakan larutan pewarna tinta *printer* yang masih baru dan yang telah dipaparkan pada udara terbuka selama 6 minggu dan mengalami pemanasan maksimal pada temperatur 50 °C dan pendinginan secara berulang kali. Secara visual, gambar tersebut tidak menunjukkan perbedaan warna biru yang mencolok dan cenderung setara. Identifikasi warna menggunakan *color identifier* sebagaimana disajikan pada Tabel 3 menunjukkan bahwa identitas warna RGB maupun HEX cenderung mempunyai nilai yang sama. Sehingga, larutan tinta *printer* yang tersedia secara komersial tersebut dapat dimanfaatkan sebagai pewarna melalui proses anodisasi dan larutan tersebut mempunyai kestabilan yang baik dalam memberikan warna pada aluminium oksida.



Gambar 4. Foto hasil pewarnaan secara anodisasi pada 45 menit larutan 15% H₂SO₄, 0,005 A/cm² menggunakan a). larutan pewarna baru, dan b). larutan pewarna yang telah mengalami pemanasan

dan pendinginan berulang kali dan dipaparkan pada udara terbuka dalam jangka waktu 6 minggu.

Tabel 3 Warna lapisan aluminium oksida setelah proses anodisasi dengan rapat arus $0,005 \text{ A/cm}^2$ selama 45 menit dan pewarnaan menggunakan tinta warna baru dan tinta warna yang telah dipaparkan pada udara terbuka dan mengalami pemanasan dan pendinginan secara berulang kali.

Waktu (menit)	RGB		HEX	
	awal	akhir	awal	akhir
45	4, 103, 156	4, 101, 150	#04679c	#046596

KESIMPULAN

Dari hasil penelitian ini dapat disimpulkan bahwa tinta *printer* yang tersedia secara komersial dapat dimanfaatkan sebagai pewarna pada proses anodisasi aluminium. Waktu anodisasi yang diperlukan untuk mendapatkan warna biru yang memadai adalah 45 menit. Pada durasi anodisasi kurang dari 45 menit, warna biru yang diperoleh cenderung berwarna biru muda. Identifikasi warna menggunakan *color identifier* menunjukkan bahwa pada durasi anodisasi lebih dari atau sama dengan 45 menit, warna yang dihasilkan cenderung tetap. Warna yang melekat pada aluminium oksida juga tidak mengalami kerusakan karena proses gesekan dengan kain maupun indentasi. Hal tersebut dimungkinkan karena tinta *printer* dapat masuk ke dalam pori-pori aluminium oksida dan pori-pori yang dibentuk dalam proses anodisasi ini dapat dimasuki pewarna dan pori-pori tersebut dapat ditutup dengan baik. Warna tinta *printer* juga menunjukkan kemampuan yang setara untuk mewarnai aluminium oksida baik pada kondisi baru maupun kondisi yang telah lama.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penelitian ini didanai oleh UPT P2M Politeknik Negeri Malang DIPA No. 042.01.2.401004/2018 dengan surat perjanjian no. 6147/PL2.1/HK/2018. Penulis mengucapkan terimakasih atas bantuan yang diberikan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] D. A. L. Nicklen and D. R. Gabe, "No Title," vol. 7, pp. 353–359, 1978.
- [2] D. Veys-Renaux, N. Chahboun, and E. Rocca, "Anodizing of multiphase aluminium alloys in sulfuric acid: in-situ electrochemical behaviour and oxide properties," *Electrochim. Acta*, vol. 211, pp. 1056–1065, 2016.
- [3] S. Theohari and C. Kontogeorgou, "Effect of temperature on the anodizing process of aluminum alloy AA 5052," *Appl. Surf. Sci.*, vol. 284, pp. 611–618, 2013.
- [4] W. J. Stepniowski and Z. Bojar, "Synthesis of anodic aluminum oxide (AAO) at relatively high temperatures. Study of the influence of anodization conditions on the alumina structural features," *Surf. Coatings Technol.*, vol. 206, no. 2–3, pp. 265–272, 2011.
- [5] G. D. Sulka, *Highly Ordered Anodic Porous Alumina Formation by Self-Organized Anodizing*. 2008.
- [6] G. D. Sulka and K. G. Parkoła, "Temperature influence on well-ordered nanopore structures grown by anodization of aluminium in sulphuric acid," vol. 52, pp. 1880–1888, 2007.
- [7] I. C. Chung, C. K. Chung, and Y. K. Su, "Surface & Coatings Technology Effect of current density and concentration on microstructure and corrosion behavior of 6061 Al alloy in sulfuric acid," vol. 313, pp. 299–306, 2017.