

PENGARUH JENIS PEWARNA PADA PROSES ANODIZING ALUMINIUM T6 6061 TERHADAP HASIL PELAPISAN

1,2,3) Program Studi Teknik
Mesin, Universitas Tidar

Syarif Hidayat^{1*}, Adityo Noor Setyo Hadi Darmo²⁾,
Sigit Iswahyudi³⁾

Corresponding email ^{1*)} :
hidayatsyarif0603@gmail.com

Received: 18.12.2024
Accepted: 17.06.2025
Published: 28.06.2025

©2025 Politala Press.
All Rights Reserved.

Abstrak. Penelitian ini membahas anodizing pada aluminium 6061 menggunakan pewarna kimia (tinta printer dan pewarna pakaian) dan pewarna alami (kunyit) dengan variasi konsentrasi 5%, 10%, dan 15% w/v. Proses anodizing dilakukan pada tegangan 12 volt, arus 2,5 amper, dan durasi 30 menit. Tujuan penelitian adalah mengevaluasi pengaruh jenis dan konsentrasi pewarna terhadap kecerahan warna, ketebalan lapisan oksida, dan laju keausan. Hasil menunjukkan bahwa konsentrasi larutan pewarna mempengaruhi kecerahan, dengan nilai terbaik diperoleh pada tinta printer 10% w/v (5,4). Pengujian keausan menunjukkan bahwa pewarna tidak berpengaruh signifikan terhadap ketahanan aus, dengan nilai keausan spesifik tertinggi pada raw material ($11,01 \times 10^{-4} \text{ mm}^3/\text{kg.m}$) dan terendah pada pewarna tinta printer 10% w/v ($7,63 \times 10^{-4} \text{ mm}^3/\text{kg.m}$).

Kata Kunci: konsentrasi, pewarna kimia, pewarna alami, anodizing.

Abstract. This study examines anodizing on aluminum 6061 using chemical dyes (printer ink and clothing dye) and a natural dye (turmeric) at concentrations of 5%, 10%, and 15% w/v. The anodizing process was conducted at 12 volts, 2.5 amps, for 30 minutes. The research aims to evaluate the effects of dye type and concentration on color brightness, oxide layer thickness, and wear rate. Results indicate that dye concentration influences brightness, with the best outcome at 10% w/v printer ink (brightness level 5.4). Oxide layer thickness was unaffected by the type or concentration of dye used. Wear testing revealed that dyeing did not significantly affect wear resistance, with the highest specific wear rate on untreated material ($11.01 \times 10^{-4} \text{ mm}^3/\text{kg.m}$) and the lowest on 10% w/v printer ink ($7.63 \times 10^{-4} \text{ mm}^3/\text{kg.m}$). Overall, the findings suggest a limited impact of dye on the anodized aluminum's wear properties.

Keywords: concentration, chemical dye, natural dye, anodizing.

To cite this article: <https://doi.org/10.34128/je.v12i1.321>

1. Pendahuluan

Aluminium merupakan unsur logam paling banyak setelah besi (Fe), aluminium memiliki karakteristik mencolok berupa sifat fisis dan mekanik beragam sehingga memungkinkan pengaplikasiannya dalam bidang yang luas. Aluminium banyak digunakan karena memiliki nilai ekonomis dan menarik dari segi penampilan, bobot ringan, kemampuan fabrikasi, dan ketahanan terhadap korosi. Anodizing merupakan proses pelapisan menggunakan metode elektrolisis dengan merubah aluminium menjadi Aluminium Oksida (Al_2O_3) pada permukaan yang akan dilakukan pelapisan. Proses elektrokimia anodizing mulai dikembangkan pada abad ke-20 dengan pembentukan lapisan pelindung aluminium oksida permukaan aluminium. Lapisan oksida tipis yang dihasilkan memiliki pori pori dengan sifat keras dan tahan korosi. Lapisan pori pori yang timbul dimanfaatkan untuk memberikan pewarnaan apabila diisi dengan zat pewarna [1].

Pada penelitian yang telah dilakukan [2] pewarnaan dengan metode anodizing menggunakan tinta printer sebagai larutan pewarna dengan perlakuan rapat arus dari $0,01 \text{ A/cm}^2$ menjadi $0,02 \text{ A/cm}^2$ memberikan kontribusi

hasil pewarnaan yang lebih baik. Nilai rapat arus yang digunakan berpengaruh terhadap laju korosi yang terjadi, pada peningkatan nilai rapat arus dari 2,5 Amp/dm² sampai 3 Amp/dm² terjadi penurunan laju korosi, namun ketika diatas 3 Amp/dm² laju korosi meningkat dikarenakan besarnya reaksi peluruhan [3]. Selain itu penelitian tentang pewarnaan juga dilakukan [4] dengan hasil penelitiannya menyatakan bahwa kualitas warna yang dihasilkan dalam proses anodizing dapat dipengaruhi oleh rapat arus dan jenis pewarna yang digunakan. Pada pewarnaan dengan warna biru, peningkatan kepadatan arus menyebabkan peningkatan kualitas warna yang dihasilkan, sedangkan pada penggunaan warna magenta dan hitam, kualitas warna menurun, hal ini dibuktikan dengan hilangnya warna yang terbentuk pada arus lebih rendah. Benda hasil pengujian juga mempunyai sifat permukaan isolator yang berarti tahan listrik pada seluruh permukaannya yang ditunjukkan bahwa pembentukan pori-pori pada aluminium terjadi secara merata pada rapat arus 0,03A/cm² dalam waktu 90 menit.

Berdasarkan beberapa penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa besaran konsentrasi larutan berpengaruh terhadap hasil kecerahan warna, laju keausan, dan ketebalan lapisan oksida hasil pewarnaan *anodizing*. Namun dari penelitian sebelumnya belum dilakukan perbandingan antara penggunaan pewarna kimia dan pewarna alami. Karena penggunaan pewarna kimia ataupun alami dimaksudkan untuk menemukan alternatif pewarna pada proses anodizing. Oleh sebab itu untuk mengetahuinya maka diperlukan penelitian lanjutan terhadap anodizing aluminium dengan pewarna kunyit, pewarna pakaian, dan juga tinta printer. Pemilihan variasi jenis pewarna yang digunakan dalam proses dilakukan untuk mengetahui jenis pewarna mana yang lebih baik. Perbandingan juga dimaksudkan untuk melihat kekurangan dan kelebihan masing-masing pewarna dari segi kecerahan warna, laju keausan, dan ketebalan lapisan oksida yang dihasilkan

2. Tinjauan Pustaka

Anodizing merupakan proses terbentuknya lapisan oksida tipis dengan adanya proses elektrolisis pada permukaan aluminium, lapisan ini dapat memberikan perlindungan terhadap percepatan laju korosi. Dalam proses anodizing benda kerja (aluminium) dapat diartikan sebagai anoda dan elektroda lain sebagai katoda [3]. Tinta printer komersial dapat digunakan sebagai pewarna dalam proses anodizing, di mana hasil warna yang diperoleh dipengaruhi oleh durasi proses pewarnaan serta konsentrasi larutan yang diaplikasikan. Berdasarkan penelitian, warna yang dihasilkan dari anodizing memiliki daya tahan yang baik karena tinta printer mampu meresap ke dalam pori-pori lapisan aluminium oksida. Selain itu, tinta printer memiliki kemampuan yang sebanding dalam mewarnai permukaan aluminium oksida, baik dalam kondisi baru maupun lama [4].

Dalam penelitian anodizing dengan spesimen aluminium berukuran 1,5 mm tebal, 50 x 30 mm dimensi, arus 2 ampere, tegangan 12 volt, dan durasi 30 menit, digunakan pewarna bubuk kunyit dengan konsentrasi 10 gram/liter, 20 gram/liter, dan 30 gram/liter. Hasil penelitian menunjukkan bahwa konsentrasi larutan berpengaruh terhadap tingkat kecerahan warna. Konsentrasi 10 gram/liter menghasilkan warna dengan tingkat kecerahan tertinggi (RGB). Peneliti menyimpulkan bahwa semakin tinggi konsentrasi pewarna yang digunakan, warna yang dihasilkan cenderung semakin gelap [5]. Penelitian lain mengenai pewarnaan aluminium menggunakan pewarna alami dari daun pandan wangi melalui proses anodizing menunjukkan bahwa hasil pewarnaan dipengaruhi oleh konsentrasi larutan pandan wangi. Semakin tinggi konsentrasi larutan, warna yang dihasilkan akan semakin cerah [6]. Penelitian lainnya menggunakan bahan pewarna alami berupa kunyit dalam pewarnaan anodizing dengan konsentrasi larutan 5 gram/liter, 10 gram/liter, dan 20 gram/liter. Hasil penelitian menunjukkan keseragaman warna yang belum tercapai dan bervariasi. Beberapa faktor penyebab hal tersebut meliputi (1) arus yang tidak stabil, (2) tidak larutnya partikel pewarna, (3) permukaan spesimen yang kurang bersih, dan (4) komposisi aluminium yang tidak sesuai. Jika faktor-faktor penyebab kegagalan tersebut dapat diatasi, maka kualitas pewarnaan yang lebih baik dapat dicapai [7].

Penelitian tentang pengaruh larutan elektrolit terhadap warna dan kekerasan lapisan hasil anodizing meneliti warna yang paling sesuai dengan ketentuan menggunakan acuan nilai standar CIE derajat dan menghitung nilai ΔE^* (total perbedaan warna) [8]. Berikut merupakan nilai CIE derajat L*, a*, dan b* warna kuning sesuai standar yang berlaku;

Tabel 1. Yellow Color codes

Hex color code	#ffc40d	CIE-LAB	82.256, 7.897, 82.625
RGB decimal	225,196,13	XYZ	61.054, 60.772, 8.895
RGB percent	rgb(100%,76.9%,5.1%)	xyY	0.467, 0.465, 60.772
CMYK	0, 23, 95,0	CIE-LUV	82.256, 49.768, 84.46
HSL	hsl(45.4,100%,52.5%)	CIE-LCH	82.256, 83.001, 84.541
HSV(or HSB)	45.4°, 94.9, 100	Hunter -Lab	77.957, 3.373, 47.804
Web safe	#ffcc00	RGB Binary	11111111, 11000100, 00001101

(sumber: <https://colorlib.com/etc/metro-colors/>)

Dari beberapa penelitian yang telah disampaikan, menunjukkan bahwa konsentrasi larutan pewarna yang digunakan memiliki pengaruh terhadap hasil kecerahan warna dan laju keausan setelah proses *anodizing*. Namun belum ada perbandingan antara masing-masing jenis pewarna alternatif, baik dari segi kecerahan warna, laju keausan, maupun ketebalan lapisan oksida. Oleh sebab itu untuk mengetahui diperlukan penelitian lanjutan terhadap *anodizing* aluminium menggunakan pewarna kimia dan alami.

3. Metodologi

Penelitian ini menggunakan metode penelitian eksperimen guna mencari pengaruh perbedaan jenis pewarna dalam proses anodisasi. Proses pengujian yang dilakukan peneliti pada laporan ini meliputi pengujian kecerahan warna, pengujian ketebalan lapisan oksida, dan pengujian laju keausan dengan menggunakan berbagai variasi jenis pewarna berupa pewarna pakaian, pewarna tinta printer, dan ekstrak kunyit. Penelitian ini menggunakan teknik analisis data deskriptif yaitu menggambarkan hasil penelitian secara tabel dan grafik.

Tahapan Tahapan Proses Anodizing Aluminium:

a. Pembuatan Spesimen

Plat aluminium T6 6061 dipotong dengan ukuran panjang 30mm, 25mm, dengan tebal 5mm menggunakan gerinda potong sehingga menjadi bentuk potongan plat. Spesimen diperhalus menggunakan amplas seri P80, P120, P500, P1000, dan P2000 guna menghaluskan permukaan aluminium. Selanjutnya dilakukan polishing agar permukaan lebih halus

b. Proses *Cleaning*

Proses ini dilakukan untuk membersihkan spesimen menggunakan Na_2CO_3 agar permukaan spesimen lebih bersih. Dalam melakukan proses ini digunakan konsentrasi sebesar 10gr/liiter dengan waktu *cleaning* dilakukan selama 5 menit, sehingga spesimen bebas dari sisa residu pengamplasan dan proses polishing.

c. Proses *Etching*

Tahapan ini dilakukan untuk mengelupas lapisan oksida yang pada proses sebelumnya tidak bisa larut. Proses *etching* menggunakan soda api dengan konsentrasi (100 gr/liter) air. Dengan direndam selama 5 menit, kemudian spesimen di *rinsing* dalam wadah air.

d. Proses *Desmut*

Dalam tahap ini dilakukan pembersihan lanjutan pada spesimen dengan menggunakan larutan campuran dari asam fosfat (H_3PO_4) sebanyak 75%, asam sulfat (H_2SO_4) sebanyak 15%, dan asam asetat 10%. Proses ini dilakukan untuk menghilangkan jelaga atau lapisan tipis abu-abu bahan pembentuk paduan aluminium yang tidak larut dan menjadi hitam, selain untuk mengets, juga berfungsi sebagai pemoles permukaan aluminium. Sampel direndam selama ± 5 menit dan setelahnya di cuci dengan bak air bersih.

e. Proses *Anodic Oxidation*

Proses *Anodic Oxidation* merupakan proses oksidasi *anodizing* dengan mencelupkan spesimen dalam bak yang berisi air aquades dan asam sulfat. Proses ini bertujuan untuk pelapisan aluminium secara elektrokimia menjadi aluminium oksida menggunakan metode elektrolisis. Pada proses ini spesimen berfungsi sebagai anoda (+) dan katodanya (-) adalah aluminium. Jarak antar katoda dan anodanya adalah 16 cm. kemudian kuat arus menggunakan 2,5 ampere, serta menggunakan tegangan 12 volt. Lama proses ini memerlukan waktu selama 30 menit.

f. Proses *Dyeing*

Proses *dyeing* merupakan proses pemberian warna pada spesimen aluminium guna meningkatkan nilai estetika. Pemberian warna terjadi pada pori-pori lapisan oksida yang terbentuk karena proses oksidasi *anodizing*. Proses pewarnaan ini menggunakan 3 variasi warna berbeda yaitu pewarna kain, pewarna tinta printer, dan juga pewarna dari ekstrak kunyit. Untuk nilai konsentrasi larutan yang dipakai semua di konsentrasi 5% w/v, 10% w/v, dan 15% w/v. Dengan waktu pelaksanaan 10 menit.

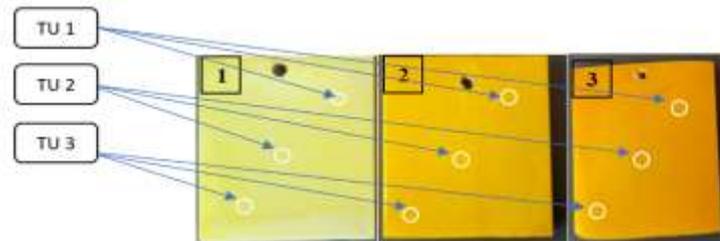
g. Proses *Sealing*

Proses *sealing* merupakan tahap akhir guna menutup kembali pori-pori lapisan aluminium oksida yang telah terbentuk sebelumnya, *sealing* bertujuan untuk mengancing warna yang telah diberikan kedalam spesimen sehingga warna tidak pudar. Larutan aquadest digunakan untuk proses *sealing* sebanyak 200 mili liter dengan dipanaskan mencapai titik didih air selama 10 menit.

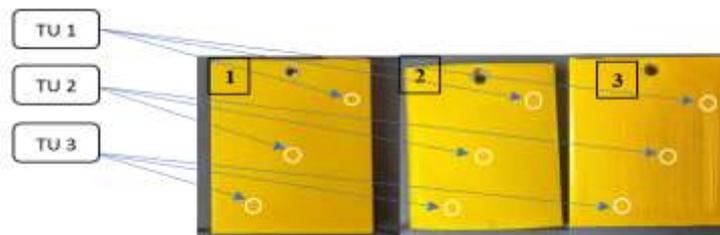
4. Hasil dan Pembahasan

1. Kecerahan

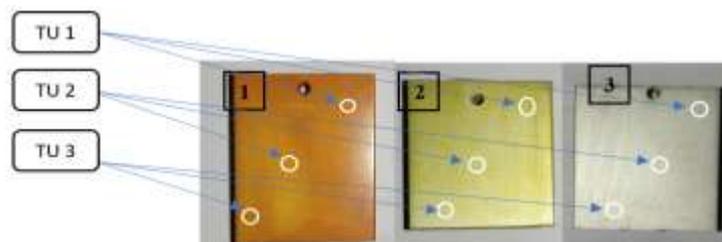
Setelah proses anodizing dan Dyeing dilakukan, selanjutnya dilakukan pengujian kecerahan warna menggunakan koordinat warna CIE-LAB dengan menggunakan software adobe photoshop Cs6, perbandingan didapatkan dalam pengujian ini adalah berdasarkan variasi konsentrasi larutan pewarna 5% w/v, 10% w/v, 15% w/v. dalam pengujian ini digunakan kamera handphone POCO X3 NFC. Berikut ini hasil pengujian menggunakan software Adobe Photoshop Cs6.



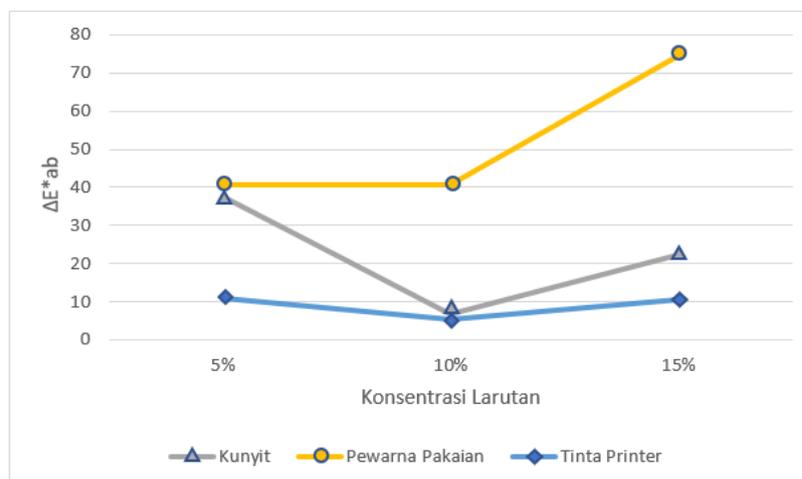
Gambar 1. Titik uji pewarnaan kunyit, (1) Konsentrasi 5% w/v, (2) konsentrasi 10% w/v, (3) konsentrasi 15% w/v



Gambar 2. Titik uji pewarnaan tinta printer, (1) Konsentrasi 5% w/v, (2) konsentrasi 10% w/v, (3) konsentrasi 15% w/v



Gambar 3. Titik uji pewarnaan pewarna pakaian, (1) Konsentrasi 5% w/v, (2) konsentrasi 10% w/v, (3) konsentrasi 15% w/v

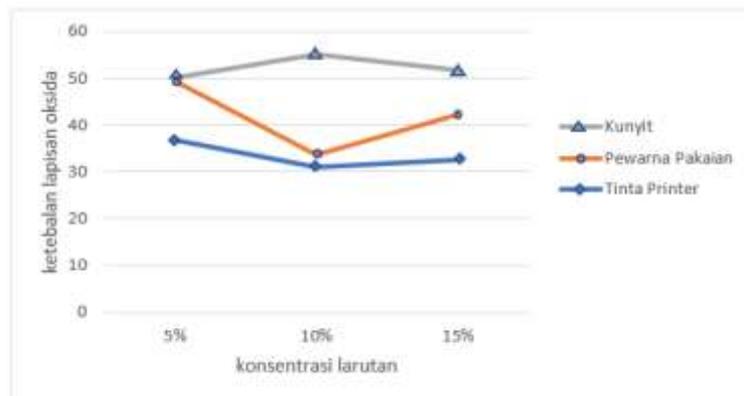


Gambar 4. Grafik hubungan konsentrasi larutan pewarna dengan nilai kecerahan

Gambar 4 menunjukkan hubungan antara jenis dan presentase pewarna yang dipakai dengan nilai ΔE^*_{ab} (perbedaan warna), semakin kecil nilai ΔE^*_{ab} dapat dipastikan bahwa semakin kecil juga perbedaan warna dan kecerahan terhadap nilai standar warna menurut CIE-LAB. Pada proses anodizing menggunakan pewarna kunyit, konsentrasi 5% w/v ($\Delta E^*_{ab} = 37,5$), konsentrasi 10% w/v ($\Delta E^*_{ab} = 6,7$), konsentrasi 15% w/v ($\Delta E^*_{ab} = 22,39$), untuk pewarna pakaian konsentrasi 5% w/v ($\Delta E^*_{ab} = 40,52$), konsentrasi 10% w/v ($\Delta E^*_{ab} = 46,66$), konsentrasi 15% w/v ($\Delta E^*_{ab} = 74,65$), dan untuk pewarna tinta printer dengan konsentrasi 5% w/v ($\Delta E^*_{ab} = 11,01$), konsentrasi 10% w/v ($\Delta E^*_{ab} = 5,4$) dan untuk konsentrasi 15% w/v ($\Delta E^*_{ab} = 10,47$). Perbedaan nilai ΔE^*_{ab} dipengaruhi oleh presentase dan jenis larutan yang dipakai. Nilai kecerahan dan perbedaan warna yang paling mendekati warna kuning sesuai standar adalah pada pewarna tinta printer dengan konsentrasi 10% nilai ΔE^*_{ab} sebesar 5,4 yang menandakan bahwa konsentrasi pewarna berpengaruh terhadap nilai kecerahan. Pada konsentrasi 5% w/v menghasilkan warna yang terlalu cerah dan ketika konsentrasi dinaikkan menjadi 15% w/v, pewarna menjadi terlihat lebih gelap. Perbedaan terjadi pada penggunaan pewarna kain, dimana warna yang dihasilkan paling pekat saat menggunakan konsentrasi 5% w/v, ketika pewarna naik ke konsentrasi 10% w/v dan 15% w/v pewarna kain justru menghasilkan warna pada aluminium menjadi semakin terang diduga karena jumlah konsentrasi pewarna yang terlalu banyak mengakibatkan terjadinya penumpukan residu pada permukaan aluminium saat proses *dyeing*.

4.2 Tebal Lapisan Oksida

Foto struktur mikro dilakukan dengan tujuan agar diketahui seberapa besar lapisan oksida yang terbentuk pada permukaan aluminium setelah anodizing dan *dyeing* menggunakan pewarna (kunyit, pewarna pakaian, dan tinta printer). Pengujian dilakukan menggunakan pembesaran 50 kali

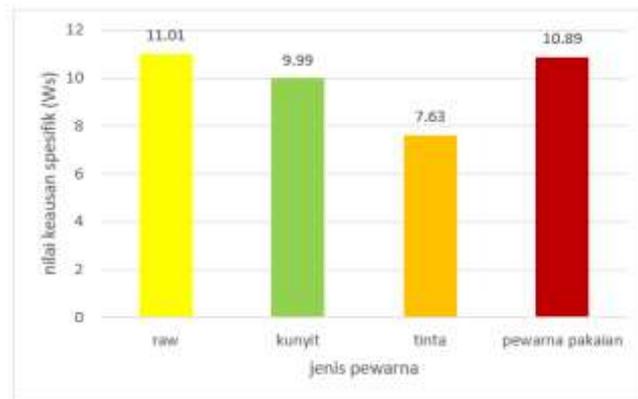


Gambar 5. Grafik ketebalan lapisan oksida

Gambar 5 menunjukkan hubungan antara jenis larutan dan variasi konsentrasi larutan pewarna terhadap lapisan oksida yang terbentuk pada permukaan aluminium setelah proses anodizing. Pada pewarnaan anodizing menggunakan pewarna kunyit dengan konsentrasi 5% w/v menghasilkan ketebalan oksida sebesar 50.25 μm , pada konsentrasi 10% w/v sebesar 55.17 μm , dan pada konsentrasi 15% w/v sebesar 51.63 μm . Pada pewarnaan anodizing menggunakan pewarna pakaian dengan konsentrasi 5% w/v menghasilkan ketebalan oksida sebesar 49.34 μm , pada konsentrasi 10% w/v sebesar 33.65 μm , dan pada konsentrasi 15% w/v sebesar 42.34 μm . Kemudian untuk pewarnaan anodizing menggunakan pewarna tinta printer dengan konsentrasi 5% w/v menghasilkan ketebalan oksida sebesar 36.79 μm , pada konsentrasi 10% w/v sebesar 31.08 μm , dan pada konsentrasi 15% w/v sebesar 32.61 μm . Variasi konsentrasi larutan pewarna tidak memiliki pengaruh signifikan terhadap ketebalan lapisan oksida yang dihasilkan, ketebalan lapisan oksida yang dihasilkan memiliki perbedaan dikarenakan terdapat endapan pewarna yang berada didalamnya sehingga mempengaruhi ukurannya. Berdasarkan analisis yang telah dilakukan ketebalan lapisan oksida juga tidak berpengaruh terhadap hasil warna *anodizing*.

4.3 Keausan (*Ogoshi*)

Pengujian keausan metode *ogoshi* dilakukan bertujuan untuk mengetahui nilai keausan terhadap raw material dan spesimen setelah dilakukan pewarnaan dengan metode anodizing. Pengujian yang dilakukan hanya pada spesimen hasil pewarnaan terbaik dan paling buruk, yaitu pada hasil pewarnaan terbaik menggunakan konsentrasi kunyit 10% w/v, tinta printer 10% w/v, dan pewarnaan terburuk pada pewarna pakaian 15% w/v. Alat yang digunakan dalam pengujian ini adalah mesin uji Keausan *Ogoshi* High Speed OAT-U. dengan jarak pengausan 20 meter. Setelah dilakukan pengujian selanjutnya ukur nilai keausan menggunakan microscope agar diketahui nilai keausan spesifik (Ws)



Gambar 6. Hubungan variasi jenis larutan dengan nilai keausan spesifik

Dari Gambar 6 diketahui nilai keausan spesimen mengalami fluktuasi, untuk raw material sebesar $11.01 \times 10^{-4} \text{ mm}^3/\text{kg.m}$, aluminium dengan perlakuan anodizing dan dilakukan pewarnaan menggunakan pewarna kunyit konsentrasi 10% w/v sebesar $9.99 \times 10^{-4} \text{ mm}^3/\text{kg.m}$, dan untuk aluminium dengan perlakuan anodizing dan dilakukan pewarnaan menggunakan tinta printer konsentrasi 10% w/v sebesar $7.63 \times 10^{-4} \text{ mm}^3/\text{kg.m}$. Begitu juga untuk aluminium dengan perlakuan anodizing dan dilakukan pewarnaan menggunakan pewarna pakaian konsentrasi 10% w/v menghasilkan nilai keausan sebesar $10.89 \times 10^{-4} \text{ mm}^3/\text{kg}$. Berdasarkan pengujian yang telah dilakukan, keausan tertinggi terjadi pada spesimen raw material dengan nilai $11.01 \times 10^{-4} \text{ mm}^3/\text{kg.m}$, dan untuk keausan paling rendah adalah pada pewarnaan dengan tinta printer konsentrasi 10% w/v yaitu sebesar $7.63 \times 10^{-4} \text{ mm}^3/\text{kg.m}$. Nilai ketahanan aus yang dihasilkan disetiap variasi jenis pewarna mengalami perbedaan,

Beberapa faktor yang mempengaruhi nilai keausan hasil anodizing adalah ketebalan lapisan oksida dan juga kekerasan permukaan, dalam penelitian ini ketebalan lapisan oksida tidak berpengaruh terhadap nilai keausan dikarenakan ketebalan lapisan yang dihasilkan memiliki nilai kekerasan yang berbeda. Spesimen uji keausan dilakukan pengujian kekerasan mikro vickers dan menghasilkan nilai kekerasan pada konsentrasi pewarna tinta printer 10% w/v sebesar 180 VHN, konsentrasi pewarna kunyit 10% w/v sebesar 152 VHN, konsentrasi pewarna pakaian 10% w/v sebesar 134 VHN, dan pada raw material sebesar 110 VHN. Perbedaan yang terjadi antara ketebalan lapisan oksida dengan nilai kekerasan dikarenakan saat proses sealing pewarna mengalami kelunturan yang berbeda disetiap jenis pewarna. Sehingga dapat disimpulkan bahwa jenis pewarna dapat berpengaruh pada nilai keausan dikarenakan larutan pewarna mempengaruhi kepadatan lapisan oksida yang dihasilkan. Pemilihan jenis pewarna alternatif mempengaruhi ketebalan lapisan oksida dan nilai kekerasan hasil anodizing yang berdampak pada nilai keausan spesifik walaupun tidak begitu signifikan.

5. Kesimpulan

Penggunaan pewarna tinta printer dengan konsentrasi 10% menghasilkan kecerahan dan kemiripan warna terbaik, dengan selisih perbandingan warna 5,4. Peningkatan konsentrasi pewarna cenderung menghasilkan warna lebih gelap hingga mencapai titik jenuh, setelah itu warna akan cenderung lebih terang. Jenis dan konsentrasi pewarna tidak mempengaruhi ketebalan lapisan oksida, yang lebih dipengaruhi oleh arus, tegangan, dan waktu. Jenis pewarna anodizing sedikit berpengaruh pada ketahanan aus, tetapi tidak signifikan, karena pewarna hanya berfungsi untuk nilai estetika..

6. Saran

Berdasarkan hasil yang telah peneliti dapat pada penelitian ini, maka terdapat beberapa hal yang harus diperhatikan dalam pelaksanaan penelitian selanjutnya:

- Dilakukan pengujian lebih lanjut dengan variabel nilai viskositas yang sama diantara masing masing jenis pewarna.
- penelitian menggunakan variasi konsentrasi larutan yang lebih tinggi pada pewarna kunyit dan tinta printer untuk mengetahui nilai titik jenuh dari larutan pewarna terhadap pelarutnya.

Daftar Pustaka

- [1] P. E. Setyawan, E. Sonalitha, dan D. I. Tsamroh, "Analisis Pewarnaan dari Limbah Sayur dan Buah pada Material Aluminium 6061 Hasil Anodizing." 2020.
- [2] U. S. Amrullah, M. Muzakki, E. L. Nur'aini, dan H. P. Buwono, "Pengaruh Pembersihan Permukaan Aluminium Secara Elektrolisis Dan Jenis Konduktor Pada Anodisasi Terhadap Kualitas Warna Dan Konduktifitas Permukaan," *Elem. J. Tek. Mesin*, vol. 7, no. 2, hal. 093–098, 2020, doi: 10.34128/je.v7i2.135.
- [3] S. U. Mariam, A. Ibrahim, Y. Yuniati, dan N. Nazirudin, "Pengaruh Variasi Rapat Arus Hard Anodizing

- Terhadap Laju Korosi Pada Aluminium 6061,” *J. Mesin Sains Terap.*, vol. 4, no. 2, hal. 99, 2020, doi: 10.30811/jmst.v4i2.2014.
- [4] Eko Yudiyanto, Muhammad Akhlis Rizza, dan Haris Puspito Buwono, “Pengaruh Rapat Arus Pada Anodize Coloring Aluminium Dengan Pewarna Tinta Printer,” *J. Tek. Ilmu Dan Apl.*, vol. 9, no. 2, hal. 17–21, 2021, doi: 10.33795/jtia.v9i2.28.
- [5] A. Muslim dan A. Widy Nugroho, “Karakterisasi Permukaan Pada Aluminium Anodized-Dyed dengan Pewarna Alami Kunyit,” *JMPM (Jurnal Mater. dan Proses Manufaktur)*, vol. 2, no. 1, 2018, doi: 10.18196/jmpm.2117.
- [6] O. : E. Rudiyanto, “KAJIAN PEWARNA DAUN PANDAN WANGI PADA PROSES PENCELUPAN KOMPONEN OTOMOTIF.” 2012.
- [7] Fres, *No Title* העניינים לנגד שבאמת את מה קשה לראות את מה, no. 8.5.2017. 2022. [Daring]. Tersedia pada: <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/autism-spectrum-disorders>
- [8] A. I. Lasmana, M. Romlie, J. Teknik, M. Fakultas, T. Universitas, dan N. Malang, “PENGARUH VARIASI LARUTAN ELEKTROLIT TERHADAP WARNA,” hal. 24–31, 2008.
- [9] Suyitno, *Bahan Teknik untuk Rekayasawan (Polimer, Keramik, Kayu, dan Komposit)*, 1 ed., vol. 1. Yogyakarta: Penerbit Pustaka Pranala, 2021.
- [10] Fahd Riyal Pris, Budhi M Suyitno, & Amin Suhadi. Analisis Kekuatan Velg Aluminium Alloy 17 Inc Dari Berbagai Desain Menggunakan Metode Finite Element Analysis (Fea). *Teknobiz : Jurnal Ilmiah Program Studi Magister Teknik Mesin*, 9(2), 33–39, 2019. <https://doi.org/10.35814/teknobiz.v9i2.558>
- [11] Mariam, S. U., Ibrahim, A., Yuniati, Y., & Nazirudin, N. Pengaruh Variasi Rapat Arus Hard Anodizing Terhadap Laju Korosi Pada Aluminium 6061. *Jurnal Mesin Sains Terapan*, 4(2), 99, 2020. <https://doi.org/10.30811/jmst.v4i2.2014>
- [12] Tsamroh, D. I., & Riza Fauzy, M. Peningkatan Sifat Mekanik Al6061 Melalui Heat Treatment Natural-Artificial Aging. *G-Tech: Jurnal Teknologi Terapan*, 6(1), 8–13, 2022. <https://doi.org/10.33379/gtech.v6i1.1217>
- [13] Setyawan, P. E., Sonalitha, E., & Tsamroh, D. I. Analisis Pewarnaan dari Limbah Sayur dan Buah pada Material Aluminium 6061 Hasil Anodizing. 84–93, 2020.
- [14] Fatkhurouf, M., Mulyaningsih, N., Pramono, C., Teknik, F., & Tidar, U. Pengaruh Ekstrak Kulit Manggis Terhadap Pewarnaan Aluminium Hasil Anodizing. *Jurnal MER-C*, 1(2), 2019.
- [15] Muslim, A., Aris, I., Nugroho, W., Budi, M., Rahman, N., & Eng, M. PENGARUH VARIASI KONSENTRASI LARUTAN PEWARNA KUNYIT TERHADAP SIFAT FISIK PADA HASIL ANODIZING ALUMINIUM: Vol. XXX, No.XXX, 2022. <http://journal.umy.ac.id/index.php/jmpm>
- [16] Anggara, A.D. Penggunaan Kunyit Sebagai Alternatif Pewarnaan Pada Anodizing pada Aluminium Ramah Lingkungan, PKM. Malang : Universitas Negri Malang. 2010.