

TUGAS AKHIR

PENGARUH VARIASI KONSENTRASI LARUTAN ASAM SULFAT (H₂SO₄) PADA PROSES ANODIZING DENGAN BAHAN ALUMINIUM SERI 1XXX

Ahmad Zainal Arifin

Program Studi S-1 Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta
Jl. Lingkar Barat, Tamantirto, Kasihan, Bantul 55183

Email: Ahmad.Zainal.Arifin_93@outlook.com

Intisari

Anodizing atau yang dikenal dengan nama pelapisan logam (*plating*) atau (*surface treatment*), adalah suatu perlakuan permukaan untuk melapisi permukaan logam dengan lapisan oksida protektif hingga ketebalan tertentu agar terlindungi dari pengaruh destruktif lingkungan yang menyebabkan korosi, keausan, dan meningkatkan daya tahan abrasi disamping itu metode anodizing juga menghasilkan tampilan logam yang lebih menarik, bertekstur, dan berwarna. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui bagaimana pengaruh Variasi konsentrasi asam sulfat pada larutan anodiz dalam proses anodizing terhadap ketebalan lapisan oksida, struktur permukaan lapisan oksida, dan kekerasan pada permukaan aluminium 1XXX.

Pada proses anodizing, menggunakan power supply dengan tegangan listrik 18 Volt. Plat yang digunakan aluminium seri 1XXX lalu diampelas secara bertahap hingga permukaan aluminium bersih dan tidak terdapat goresan goresan yang dapat mengganggu hasil anodizing, kemudian dilakukan proses *cleaning*, *etching*, *desmut*, *anodizing*, *dyeing*, *sealing*, dan *rinsing* pada setiap prosesnya. Pada proses anodiz dilakukan menggunakan variasi konsentrasi larutan asam sulfat 30%, 40 %, dan 50% serta waktu pencelupan 10 menit. Pengujian yang dilakukan meliputi pengujian foto mikro dan makro stereo, serta kekerasan (*vickers*).

Dari hasil pengujian menunjukkan bahwa penambahan konsentrasi asam sulfat pada larutan anodiz selama proses anodizing berpengaruh terhadap ketebalan lapisan oksida, struktur permukaan, dan kekerasan permukaan aluminium 1XXX, dimana ketebalan tertinggi setelah melalui proses anodizing dan *sealing* sebesar 4 µm pada variasi larutan elektrolit dengan konsentrasi 40%, dan kekerasan lapisan oksida tertinggi terdapat pada tingkat konsentrasi yang sama dengan kekerasan rata-rata sebesar $59,82 \pm 3,942$ VHN setelah proses anododiz dan *dyeing*.

Kata kunci: anodizing, aluminium, konsentrasi larutan anodiz, ketebalan, kekerasan.

PENDAHULUAN

Anodizing atau yang dikenal dengan nama pelapisan logam (*plating*) atau (*surface treatment*), adalah suatu perlakuan permukaan untuk melapisi permukaan logam agar terlindungi dari pengaruh destruktif lingkungan yang menyebabkan korosi. Disamping itu, metode anodizing juga menghasilkan tampilan logam yang lebih menarik, bertekstur dan berwarna, serta tahan terhadap gesekan permukaan. Pada rekayasa material, proses anodizing sering diaplikasikan pada bahan aluminium.

Pada permukaan aluminium yang di-anodizing terbentuk lapisan oksida protektif alumina (Al₂O₃). Lapisan oksida (Al₂O₃) yang sudah terbentuk melalui proses anodizing memiliki ketebalan yang jauh lebih tinggi dari pembentukan lapisan oksida secara alami, dan juga memiliki kekerasan yang lebih tinggi. Selain itu peningkatan nilai estetika, juga dapat dilakukan dengan proses anodizing ini. Karena anodizing dapat digunakan untuk mengkilapkan dan memberi warna pada permukaan aluminium.

Tingkat keberhasilan proses anodizing berupa lapisan oksida yang optimal dipengaruhi beberapa faktor yaitu arus, tegangan, jenis material yang digunakan, suhu selama proses, waktu pencelupan, jenis larutan elektrolit yang digunakan dan konsentrasi larutan elektrolit pada proses anodiz. Pada penelitian yang pernah dilakukan oleh Sipayung (2008), menunjukkan bahwa semakin tinggi tingkat konsentrasi asam sulfat pada larutan anodiz maka akan menaikkan ketebalan lapisan oksida, ketebalan lapisan oksida tertinggi hingga 14,51 µm di dapat pada konsentrasi 0,36 M namun pada konsentrasi 0,48 M ketebalan yang dihasilkan hanya 9,95 µm. Kemudian dengan meningkatnya konsentrasi larutan menghasilkan permukaan dengan pori yang lebih padat ini di tandai dengan bertambah pekatnya warna kelabu setelah proses anodiz.

Hasil penelitian lain yang telah dilakukan oleh Rohman (2012) dengan variasi konsentrasi larutan asam sulfat 10, 15, 20 dan 25%, bahwa pengaruh variasi konsentrasi elektrolit asam sulfat yang

digunakan dalam proses *anodizing*, mempengaruhi kekerasan material dengan kekerasan tertinggi di dapat pada konsentrasi 10% sebesar 100,2 (VHN) dan kekerasan terendah berada pada konsentrasi 25% dengan 95,5 (VHN). Hal ini berhubungan dengan ketebalan lapisan yang terbentuk pada penambahan konsentrasi asam sulfat, selain itu pada setiap penambahan konsentrasi elektrolit yang diberikan menyebabkan semakin tebalnya lapisan oksida yang terbentuk setelah proses *anodizing*. Dikarenakan semakin tinggi konsentrasi asam sulfat, hambatan yang terjadi pada larutan elektrolit semakin menurun. Hal ini mengakibatkan arus listrik yang mengalir lebih besar pada tegangan yang sama, akibatnya reaksi yang terjadi semakin cepat, maka didapat tebal lapisan yang semakin meningkat. Dan pada penelitian yang dilakukan Sidharta (2014), didapatkan kesimpulan bahwa semakin tingginya konsentrasi asam sulfat yang di gunakan maka akan semakin menurunkan tingkat kekerasan dari logam aluminium ADC12, dan konsentasi yang terbaik terdapat pada konsentrasi 15% Vol karena dapat meningkatkan kekerasan material dari 155 (VHN) menjadi 190 (VHN).

Dari hasil penelitian yang dilakukan tersebut, menunjukkan bahwa hasil dari pengaruh konsentasi larutan elektrolit terhadap ketebalan lapisan oksida dan kekerasan rata-rata permukaan aluminium berbeda-beda. Hal itu diduga karena komposisi paduan aluminium, konsentasi larutan yang tidak seragam dan perbedaan komposisi larutan *anodiz* pada proses *anodizing*, yang kemungkinan besar berpengaruh terhadap perbedaan hasil penelitian tersebut. Namun dari semua penelitian yang sudah pernah dilakukan terdapat sebuah kesamaan, yakni jika konsentrasi asam sulfat yang di gunakan terlalu tinggi atau terlalu rendah akan menghasilkan ketebalan lapisan oksida yang rendah pada aluminium. Lapisan oksida yang rendah ini disebabkan oleh dua hal, yakni jika penggunaan asam sulfat terlalu rendah maka akan mengurangi kemampuan elektrolit dalam menghantarkan listrik sehingga menurangi kecepatan pertumbuhan lapisan oksida. Penggunaan asam sulfat terlalu tinggi akan mempercepat terbentuknya lapisan oksida namun lapisan oksida yang sudah terbentuk akan segera dilarutkan kembali oleh asam sulfat sehingga lapisan oksida yang terbentuk lebih tipis dan kekerasan lapisan oksida yang ada juga akan semakin berkurang.

Tujuan dari penelitian ini adalah Untuk Mengetahui tebal lapisan oksida, struktur permukaan, dan kekerasan lapisan hasil proses *anodizing* dengan pengaruh variasi konsentasi asam sulfat dengan air *reverse osmosis* (RO) dengan bahan aluminium 1xxx.

DASAR TEORI

Aluminium *anodizing* adalah proses pelapisan secara elektrokimia yang mengkonversi aluminium menjadi aluminium oksida (Al_2O_3) pada permukaan

material yang akan dilapisi. Proses elektrolisis merupakan peristiwa berlangsungnya reaksi kimia oleh arus listrik. Komponen yang terpenting dari proses elektrolisis adalah elektroda dan elektrolit. Pada proses elektrolisis, katoda merupakan kutub negatif (sebagai penghantar benda kerja) dan anoda merupakan kutub positif (benda kerja).

Dari definisi tersebut diketahui bahwa prinsip dasar proses *anodizing* adalah elektrolisis. Proses elektrolisis yang merupakan peristiwa berlangsungnya reaksi kimia oleh arus listrik. Pada proses *anodizing* komponen yang terpenting dari proses elektrolisis ini adalah elektroda dan elektrolit. Pada proses elektrolisis, katoda merupakan kutub negatif (-) dan anoda merupakan kutub positif (+).

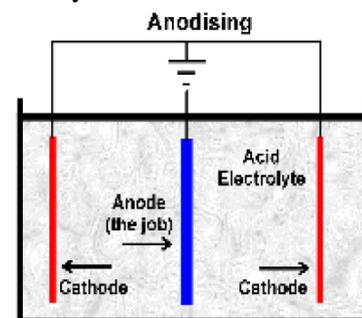
Keunggulan dalam lapisan *anodizing* menghasilkan suatu lapisan tipis oksida yang baik terhadap logam dasarnya. Lapisan tersebut Keras, (mendekati kekerasan *sapphire*), Transparan, Terintegrasi dengan baik pada logam dasarnya, dan tidak dapat mengelupas.

Klasifikasi Anodizing

Adapun klasifikasi yang ada dalam proses *anodizing* adalah sebagai berikut:

1. Elektroda

Elektroda adalah sebuah konduktor yang digunakan untuk bersentuhan dengan bagian non-logam dari sebuah rangkaian listrik, ditemukan oleh Michael Faraday dari bahasa yunani elektron. Pada percobaan *anodizing* ini, digunakan elektron aluminium sebagai anoda sedangkan katodanya adalah timbal (Pb). Sebuah elektron dalam sebuah sel elektrolisis ditunjukkan sebagai anoda atau katoda. Anoda ini didefinisikan sebagai elektroda dimana elektron memasuki sel kemudian menimbulkan reduksi. Sebuah elektroda bipolar adalah elektroda yang berfungsi sebagai anoda dari sebuah sel elektrokimia dan katoda, bagi sel elektrokimia lainnya.



Gambar 1. Elektroda pada proses *anodic oxidation*.

Sumber: Febriyanti (2011).

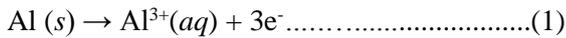
2. Elektrolit

Elektrolit sering diklasifikasikan berdasarkan kemampuannya dalam menghantarkan arus listrik. Elektrolit yang dapat menghantarkan dengan baik

digolongkan kedalam elektrolit kuat, contohnya yaitu asam klorida (HCl), asam sulfat (H₂SO₄), dan asam nitrat (HNO₃). Selain elektrolit kuat, ada pula golongan elektrolit lemah seperti asam cuka encer (CH₃CO₂H), aluminium hidroksida, kalium karbonat (CaCO₃).

3. Elektrolisa

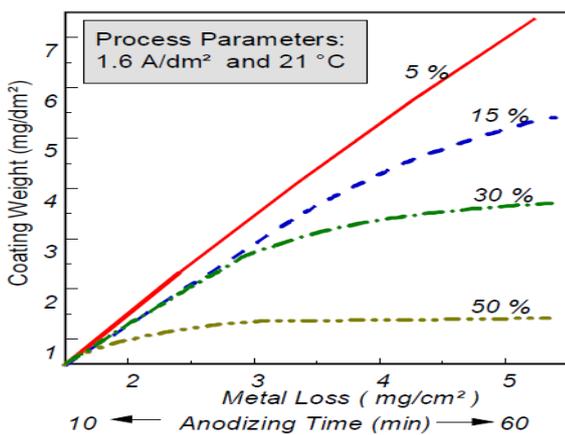
Elektrolisa benda kerja yang berupa aluminium pada proses *anodizing* berlaku sebagai anoda dengan dihubungkan pada kutub positif catu daya. Logam aluminium akan berubah menjadi ion aluminium yang larut dalam larutan asam sesuai dengan rumus (1) berikut:



Jumlah zat yang bereaksi pada elektroda sel elektrolisis berbanding lurus dengan jumlah arus yang melalui sel tersebut.

Konsentrasi Elektrolit pada Proses *anodizing*

Umumnya larutan elektrolit yang digunakan dalam proses *anodizing* adalah asam sulfat dan asam kromat, namun beberapa jenis asam lain seperti asam oksalat, asam fosfat, dan *sulphosalicylic acid* juga dapat digunakan untuk proses *anodizing*. Peningkatan konsentrasi dalam hubungannya dengan karakteristik lapisan, mempengaruhi kehilangan logam (*metal loss*) yang terjadi pada proses *anodizing*. Peningkatan konsentrasi yang lebih akan mengakibatkan terjadinya pelarutan lapisan film, untuk itu konsentrasi perlu diatur dengan tepat agar menghasilkan lapisan film yang optimal. Grafik konsentrasi elektrolit terhadap ketebalan lapisan oksida dapat ditunjukkan pada Gambar 2



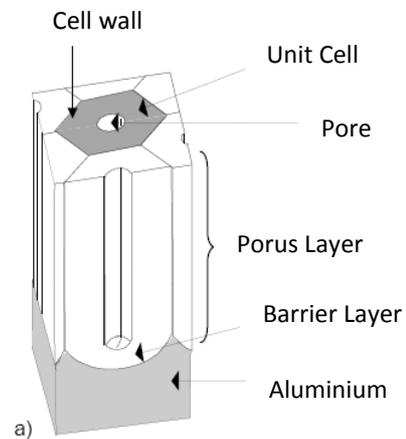
Gambar 2. Grafik waktu pencelupan *anodizing* terhadap berat lapisan oksida yang terbentuk dengan variasi konsentrasi elektrolit. Sumber : Gazapo & Gea. (2009)

Pembentukan Lapisan Oksida

Lapisan hasil *anodizing* memiliki struktur yang berbeda dari lapisan oksida yang terbentuk

secara alami, dimana lapisannya memiliki struktur pilar hexagonal berpori yang memiliki karakteristik yang unik sehingga meningkatkan sifat mekanis permukaan aluminium. Secara umum lapisan oksida hasil dari proses anodisasi memiliki karakteristik yang keras (sebanding dengan *sapphire*), insulatif dan tahan terhadap beban, transparan, tidak ada serpihan.

Lapisan oksida yang terbentuk dari proses ini akan meningkatkan ketahanan *abrasive*, kemampuan insulator elektrik logam, serta kemampuan untuk menyerap zat pewarna untuk menghasilkan variasi tampilan warna pada permukaan hasil *anodizing*. Aluminium serta paduan-paduannya mempunyai sifat tahan terhadap korosi karena adanya lapisan oksida protektif. Tebal dari lapisan oksida sekitar 0,005-0,01 µm, atau 0,1-0,4x10⁻⁶ inch atau 0,25-1x10⁻² mikron. Struktur lapisan aluminium oksida ditunjukkan pada Gambar 3.



Gambar 3. Struktur pori pada lapisan hasil *anodizing* dan penampang lapisan oksida. Sumber: Juhl (2005)

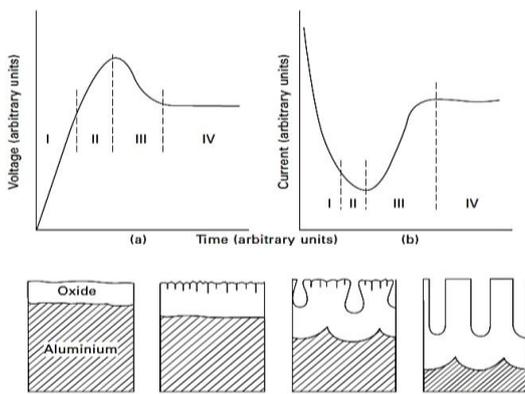
Terbentuknya lapisan oksida pada permukaan logam yang di anodisasi bergantung pada jenis elektrolit yang digunakan, lapisan dasar oksida (*barrier type oxide film*) dan lapisan pori oksida (*porous oxide film*) dapat terbentuk selama proses anodisasi. Lapisan oksida yang dihasilkan mempunyai struktur yang porous atau berpori dengan bentuk strukturnya heksagonal, dengan pori yang terdapat di tengah.

Lapisan dasar merupakan lapisan yang tipis dan padat, yang berfungsi sebagai lapisan antara lapisan pori dan logam dasar (*base metal*). Lapisan tersebut memiliki sifat yang melindungi dari korosi lebih lanjut dan tahan terhadap arus listrik. Struktur berpori yang timbul pada lapisan oksida merupakan hasil dari kesetimbangan antara reaksi pembentukan dari pelarutan lapisan oksida. Pada awalnya lapisan pori yang terbentuk selinder memanjang namun karena kemudian bersinggungan dengan oksida-oksida lainnya yang berada disisi-sisinya, maka lapisan oksida

tersebut bertransformasi menjadi bentuk saluran heksagonal yang memanjang.

Proses pembentukan lapisan oksida dapat dipelajari dengan memperhatikan dan mengamati perubahan arus pada tegangan anodisasi yang tetap atau perubahan tegangan pada arus tetap. Proses pembentukan lapisan oksida dapat dibagi dalam 4 tahapan, antara lain:

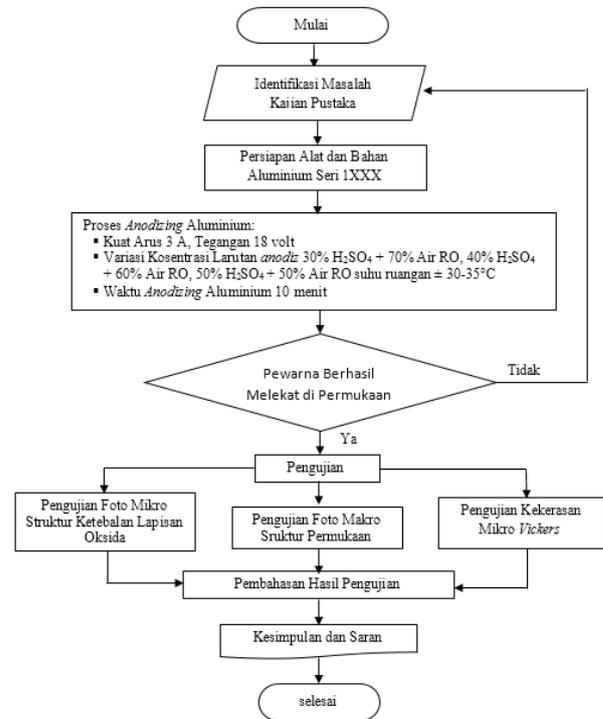
1. Penambahan *barrier layer* yang ditandai dengan penurunan arus yang mengalir. *Barrier layer* ini merupakan lapisan oksida aluminium yang menebal akibat adanya reaksi oksidasi pada permukaan logam. Akibat adanya penebalan maka hambatan yang ditimbulkan menjadi lebih besar. Hal itulah yang menimbulkan penurunan arus selama pembentukan *barrier layer*.
2. Setelah *barrier layer* menebal, mulai muncul benih-benih pori dekat batas antara oksida dan larutan. Pada tahapan ini terjadi penurunan arus pada sistem dan akan mencapai titik minimum saat tahapan ini berhenti.
3. Inisiasi pori yang terbentuk menjadi awal pembentukan struktur oksida berpori. Bentuk pori pada tahapan ini tidak sempurna dan terjadi peningkatan arus yang mengalir pada sistem.
4. Arus yang mengalir pada sistem akan terus meningkat dengan semakin sempurnanya morfologi lapisan oksida. Peningkatan ini terjadi hingga pada suatu saat arus yang mengalir akan konstan saat struktur berpori telah terbentuk sempurna. Seperti ditunjukkan pada Gambar 4



Gambar 4. Tegangan dan arus yang terjadi pada pembentukan lapisan oksida *anodizing*. 1) Pembentukan *barrier layer*, 2) Awal pembentukan pori-pori, 3) Pori terbentuk dan berkembang, 4) Pori yang terbentuk semakin stabil.
Sumber : Yerokhin (2010).

METODE PENELITIAN

Untuk memperjelas tahapan-tahapan penelitian *anodizing* yang akan dilakukan di buat diagram alir proses *anodizing*, yang ditunjukkan pada gambar 5

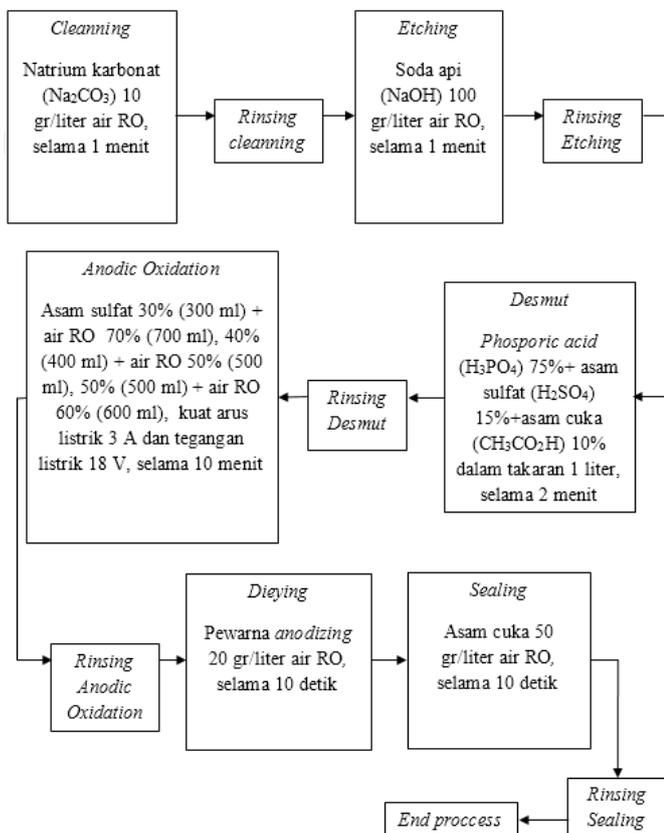


Gambar 5. Diagram Alir Penelitian

Tahapan Proses *Anodizing*

Adapun tahapan-tahapan dalam melakukan proses *anodizing* yang pertama dilakukan yaitu menyiapkan alat dan bahan disiapkan, memakai perlengkapan penunjang keselamatan. Plat Aluminium seri 1XXX dipotong dengan ukuran 50 mm x 30 mm menggunakan gergaji tangan. Setelah proses pemotongan bahan, dilakukan pengamplasan secara manual dan bertahap dengan amplas seri P1000, P2000, dan C5000. Lalu dibilas menggunakan air. Setelah itu di lanjutkan proses *cleaning*, larutan yang digunakan pada proses ini adalah natrium karbonat (Na_2CO_3) dengan konsentrasi (10 gr/liter) air, selama 1 menit dengan suhu ruangan bak plastik $\pm 30\text{-}35^\circ\text{C}$. Setelah proses ini selesai, spesimen *dirinsing* menggunakan air. Selanjutnya adalah proses *etching*, menggunakan larutan soda api (NaOH) dengan konsentrasi (100 gr/liter) air, selama 1 menit dengan suhu ruangan bak plastik $\pm 30\text{-}35^\circ\text{C}$. Setelah proses ini selesai, spesimen *dirinsing* menggunakan air. Kemudian, proses *desmut* menggunakan larutan campuran *phosphoric acid* (H_3PO_4) 75% dan asam sulfat (H_2SO_4) 15% serta asam cuka ($\text{CH}_3\text{CO}_2\text{H}$) 10%, selama 2 menit dengan suhu ruangan bak plastik $\pm 30\text{-}$

35°C. Proses ini ditujukan untuk menghilangkan lapisan tipis yang berwarna abu-abu hingga hitam yang berasal dari bahan-bahan paduan pembentuk logam aluminium yang tidak dapat larut dalam larutan *etching*. Selain itu juga berfungsi untuk pengkilapan (*bright deep*). Kemudian, spesimen *dirinsing* menggunakan air. Setelah proses *desmut* selesai, selanjutnya proses *anodizing* atau *anodic oxidation*, dilakukan menggunakan variasi konsentrasi asam sulfat 30%, 40%, dan 50% dengan tegangan listrik 18 Volt, kuat arus 3 Ampere selama 10 menit dengan suhu ruangan bak plastik ± 35-45°C. Kemudian, spesimen *dirinsing* menggunakan air. Setelah lapisan oksida terbentuk melalui proses *anodic oxidation*, selanjutnya adalah proses pewarnaan (*dyeing*). Pada proses ini material dicelupkan kedalam larutan pewarna (20 gr/liter) air selama ± 10 detik, dengan suhu ruangan bak plastik pewarna (*dyeing*) ± 30-35°C. Tahap terakhir yaitu proses *sealing* ditujukan untuk menutup kembali pori-pori lapisan oksida yang terbentuk pada proses *anodic oxidation*, selain itu, juga sebagai pengunci warna. Pada proses ini menggunakan larutan asam cuka (50 gr/liter) air, selama ± 10 detik, dan menggunakan suhu ruangan bak plastik larutan *sealing* ± 30-35°C. Kemudian, spesimen *dirinsing* menggunakan air. Untuk lebih jelasnya tahapan akan di tampilkan pada bagan. (Gambar 6)



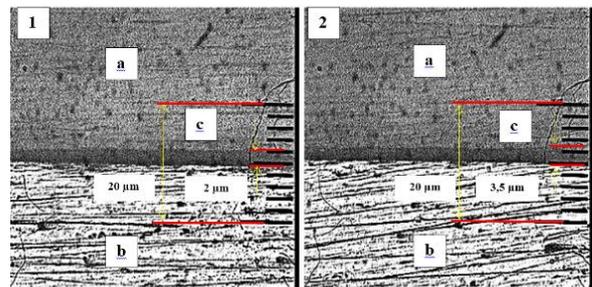
Gambar 6. Bagan Proses Anodizing

HASIL DAN PEMBAHASAN

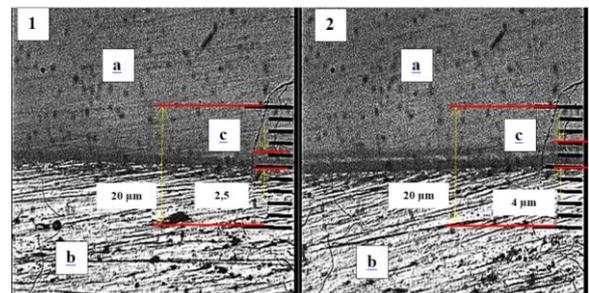
Setelah dilakukan pengujian, maka diperoleh data-data pengujian. Kemudian data-data tersebut dijabarkan melalui beberapa sub-sub pembahasan dari masing-masing jenis pengujian.

Hasil Pengujian Foto Struktur Mikro

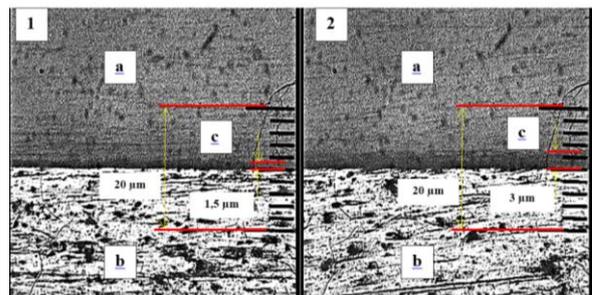
Pengujian foto struktur mikro ini ditujukan untuk mengetahui seberapa besar ketebalan lapisan oksida aluminium 1XXX setelah proses *anodizing* dan *dyeing*. Pengujian ini dilakukan dengan pembesaran 50 kali, dimana ada 10 strip dan setiap strip mempunyai nilai 2 μm.



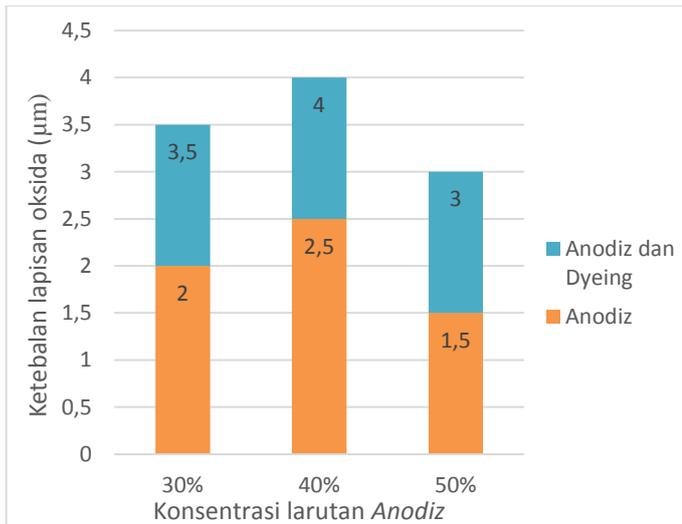
Gambar 7. Foto mikro variasi konsentrasi *anodiz* 30%, (1). Setelah proses *anodizing*, (2). Setelah proses *anodizing* dan *dyeing*, (a). Resin, (b). Raw material, (c). Ketebalan lapisan oksida.



Gambar 8. Foto mikro variasi konsentrasi *anodiz* 40%, (1). Setelah proses *anodizing*, (2). Setelah proses *anodizing* dan *dyeing*, (a). Resin, (b). Raw material, (c). Ketebalan lapisan oksida.



Gambar 9. Foto mikro variasi konsentrasi *anodiz* 50%, (1). Setelah proses *anodizing*, (2). Setelah proses *anodizing* dan *dyeing*, (a). Resin, (b). Raw material, (c). Ketebalan lapisan oksida.



Gambar 10. Grafik hubungan antara konsentrasi larutan *Anodiz* dengan ketebalan lapisan oksida (μm) setelah proses *anodizing* dan *dyeing*.

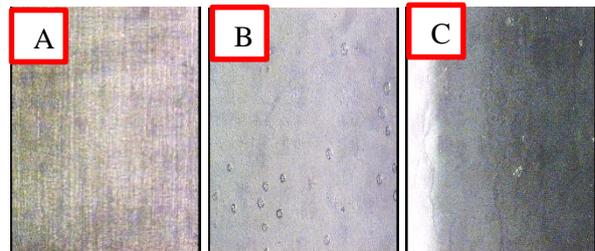
Dari grafik diatas menunjukkan pada variasi konsentrasi asam sulfat pada larutan *anodiz* 30%, 40%, dan 50% setelah proses *anodizing* menghasilkan ketebalan lapisan oksida pada permukaan aluminium sebesar 2 μm , 2,5 μm , dan 1,5 μm secara berurutan. Sedangkan pada variasi konsentrasi asam sulfat yang sama setelah proses *anodizing* dan *dyeing* menghasilkan nilai ketebalan lapisan oksida sebesar 3,5 μm , 4 μm , dan 3 μm secara berurutan. Dari hasil pengujian yang dijabarkan pada grafik diatas, maka dapat disimpulkan bahwa variasi konsentrasi asam sulfat pada larutan anodiz dalam proses *anodizing* mempengaruhi ketebalan lapisan oksida dari aluminium seri 1XXX. Kemudian untuk ketebalan lapisan oksida tertinggi pada konsentrasi larutan 40% setelah proses *anodizing* sebesar 2,5 μm , sedangkan nilai ketebalan lapisan oksida yang paling kecil setelah proses *anodizing* pada konsentrasi larutan *anodiz* 50% adalah sebesar 1,5 μm . Maka dari itu dapat disimpulkan bahwa variasi konsentrasi larutan *anodiz* pada proses *anodizing* sangat mempengaruhi ketebalan lapisan oksida yang terbentuk pada permukaan aluminium seri 1XXX. Hasil yang di dapatkan pada penelitian ini sudah sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh Rohman, karena dari setiap penambahan konsentrasi elektrolit yang diberikan menyebabkan semakin tebalnya lapisan oksida yang terbentuk setelah proses *anodizing*. Dikarenakan semakin tinggi konsentrasi asam sulfat, hambatan yang terjadi pada larutan elektrolit semakin menurun. Hal ini mengakibatkan arus listrik yang mengalir lebih besar pada tegangan yang sama, akibatnya reaksi yang terjadi semakin cepat, maka didapat tebal lapisan yang semakin meningkat.

Sementara hasil penelitian lainnya menyebutkan bahwa bahwa Pengurangan tebal lapisan

yang terjadi di sebabkan cepatnya reaksi oksidasi yang terjadi sehingga lapisan oksida yang sudah terbentuk akan lebih cepat meluluh dan menyebabkan penipisan lapisan oksida yang sudah terbentuk (Sulistijono, 2006).

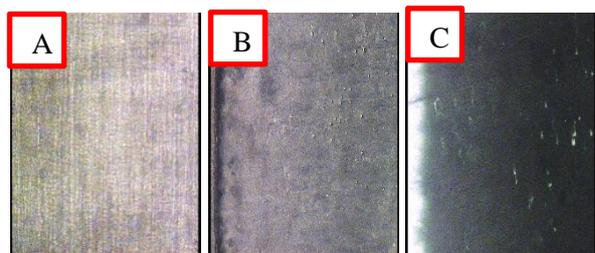
Hasil Pengujian Foto Struktur Makro Permukaan

Berdasarkan pengujian foto struktur makro yang dilakukan dengan pembesaran 50 kali, diperoleh data sebagai berikut.



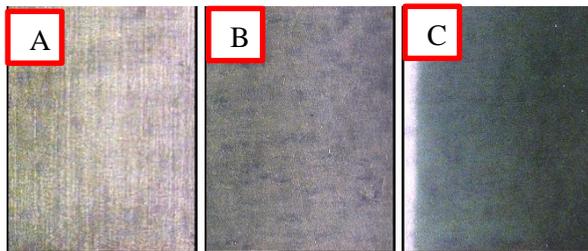
Gambar 11. Foto makro variasi konsentrasi larutan anodiz 30% asam sulfat, (a). Raw material, (b). Setelah proses *anodizing*, (c). Setelah proses *anodizing* dan *dyeing*

Gambar 11 menunjukkan hasil pengujian foto makro dari permukaan aluminium yang telah di-*anodizing*, dari gambar di atas dapat di analisis bahwa pada Gambar 11 (b) setelah proses *anodizing* pori-pori aluminium terbuka namun masih kurang homogen, sebagian juga terlihat pori-pori yang besar, serta beberapa bulatan-bulatan kecil yang di sebabkan ketidak murnian asam sulfat pada konsentrasi 30% dan masih terlihat goresan bekas proses pengamplasan. Sedangkan pada Gambar 11 (c) setelah proses *anodizing* dan *dyeing*, pori-pori aluminium sudah mulai tertutup secara merata, akan tetapi dari tampilan visual permukaannya masih terlihat kasar pada beberapa bagian, hal itu disebabkan karena larutan asam sulfat yang di gunakan bukan asam sulfat murni sehingga terdapat zat-zat pengotor yang menyebabkan pori-pori yang terbentuk ukurannya tidak merata, maka menyebabkan pada proses *dyeing*, larutan pewarna yang masuk pori-pori aluminium kurang maksimum dan tidak merata.



Gambar 12. Foto makro variasi konsentrasi larutan anodiz 40% asam sulfat, (a). Raw material, (b). Setelah proses *anodizing*, (c). Setelah proses *anodizing* dan *dyeing*

Gambar 12 menunjukkan hasil pengujian foto makro dari permukaan aluminium yang telah di-*anodizing*, dari gambar di atas maka dapat disimpulkan bahwa pada Gambar 12 (b) setelah proses *anodizing* pori-pori aluminium mulai terbuka namun ukurannya masih kurang besar dan merata karena proses anodiz terhalang zat pengotor yang berasal dari asam sulfat yang tidak murni, sehingga pori-pori yang terbentuk pada bagian tertentu masih belum sempurna namun jika dibandingkan dengan variasi konsentrasi larutan asam sulfat pada *anodiz* di proses *anodizing* 30% pori yang terbentuk sudah lebih baik karena zat pengotor yang ada konsentrasinya lebih sedikit. Sedangkan pada Gambar 12 (c) setelah proses *anodizing* dan *dyeing*, pori-pori aluminium sudah tertutup, namun pada beberapa bagian terdapat pori yang belum terbuka karena pada proses *anodiz* bagian tersebut terhalang oleh gelembung yang terbentuk selama proses anodiz, namun secara visual warna yang ada di permukaannya terlihat lebih halus dan lebih homogen dibandingkan dengan variasi konsentrasi 30%. Hal itu diduga karena pori-pori yang terbentuk lebih besar dan lebih merata, sehingga pada proses *dyeing*, larutan pewarna yang masuk pada pori-pori aluminium lebih baik.



Gambar 13. Foto makro variasi konsentrasi larutan anodiz 50% asam sulfat, (a). Raw material, (b). Setelah proses *anodizing*, (c). Setelah proses *anodizing* dan *dyeing*

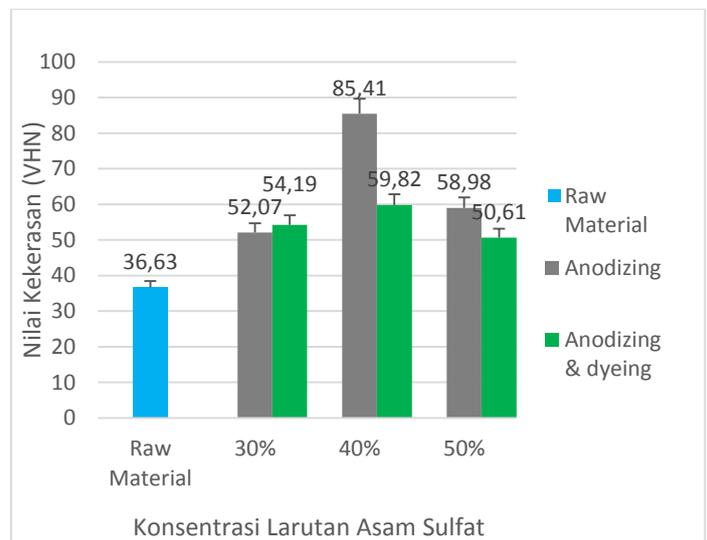
Gambar 13 menunjukkan hasil pengujian foto makro dari permukaan aluminium yang telah di-*anodizing*, dari gambar di atas maka dapat disimpulkan bahwa pada Gambar 13 (b) setelah proses *anodizing* pori-pori aluminium yang terbentuk sudah sangat baik karena lebih homogen daripada konsentrasi larutan asam sulfat 30% dan 40%, akan tetapi pada permukaannya terlihat goresan-goresan bekas pengamplasan. Sedangkan pada Gambar 13 (c) setelah proses *anodizing* dan *dyeing*, pori-pori aluminium sudah tertutup oleh larutan pewarna dan larutan *sealing*. Secara visual permukaannya terlihat lebih halus dan sangat pekat jika di bandingkan pada konsentrasi 30% dan 40%, namun hasil dari proses *dyeing* terlihat lebih tipis dibandingkan dengan variasi konsentrasi 30% dan 40%. Hal itu disebabkan karena

pori-pori yang terbentuk pada permukaan aluminium sudah mulai terlarut oleh larutan *anodiz* yang lebih keras, sehingga pada proses *dyeing*, cairan warna yang masuk pada pori-pori aluminium lebih tipis karena kedalaman pori-pori yang ada lebih kecil dibandingkan dengan pori-pori yang terdapat pada konsentrasi 30% dan 40%.

Sementara itu dari pengamatan visual yang telah dilakukan oleh Rohman didapatkan hasil *anodizing* yang serupa, dengan menggunakan variasi konsentrasi asam sulfat pada larutan elektrolit akan menghasilkan benda kerja dengan lapisan oksida yang terlihat cenderung lebih pekat dan terlihat lebih mengkilap pada lapisan aluminium oksida seiring dengan bertambahnya konsentrasi asam sulfat pada larutan elektrolit. Selain itu pada pengamatan yang dilakukan oleh Sulistijono (2006), menghasilkan kualitas *dyeing* yang akan semakin baik dengan semakin tebalnya lapisan oksida yang ada. Itu karena dengan semakin baiknya pori yang ada pada permukaan akan memudahkan penyerapan larutan pewarna, sedangkan jika tekstur pori yang terbentuk kurang memadai maka akan mengurangi daya serap pewarna yang ada.

Hasil Pengujian Kekerasan/Vickers Permukaan

Pengujian kekerasan permukaan dilakukan menggunakan metode *Vickers Micro Hardness (VHN)* dengan pembebanan 25 gf. Dari hasil pengujian tersebut, diperoleh data seperti yang terlihat dibawah ini.



Gambar 14. Grafik perbandingan antara nilai kekerasan (VHN) rata-rata dengan konsentrasi asam sulfat pada larutan *anodiz* setelah proses *anodizing* dan *dyeing*.

Gambar 14 diatas menunjukkan pada variasi konsentrasi asam sulfat larutan *anodiz* pada proses *anodizing* dengan konsentrasi 30%, 40%, dan 50%

setelah proses *anodizing* menghasilkan kekerasan rata-rata sebesar $52,07 \pm 2,233$ VHN, $85,41 \pm 7,104$ VHN, dan $58,98 \pm 6,783$ VHN secara berurutan. Sedangkan pada variasi konsentrasi yang sama setelah proses *anodizing* dan *dyeing* menghasilkan nilai kekerasan rata-rata sebesar $54,19 \pm 5,253$ VHN, $59,82 \pm 3,942$ VHN, dan $50,61 \pm 3,947$ VHN secara berurutan. Dari hasil pengujian yang dijabarkan pada grafik diatas, maka dapat disimpulkan bahwa konsentrasi asam sulfat larutan *anodiz* pada proses *anodizing* mempengaruhi nilai kekerasan permukaan dari aluminium seri 1XXX. Kemudian untuk nilai kekerasan tertinggi pada konsentrasi asam sulfat 40% setelah proses *anodizing* sebesar $85,41 \pm 7,104$ VHN, sedangkan nilai kekerasan tertinggi setelah proses *anodizing* dan *dyeing* pada konsentrasi larutan yang sama yaitu sebesar $59,82 \pm 3,942$ VHN, untuk nilai kekerasan terendah ada pada konsentrasi asam sulfat 30% setelah proses *anodizing* sebesar $52,07 \pm 2,233$ VHN, sedangkan nilai kekerasan terendah setelah proses *anodizing* dan *dyeing* terdapat pada konsentrasi 50% yaitu sebesar $50,61 \pm 3,947$ VHN. Hasil pengujian tersebut sesuai dengan penelitian sebelumnya yang telah dilakukan oleh Rohman, yang menyatakan bahwa pengaruh variasi konsentrasi elektrolit asam sulfat yang digunakan dalam proses *anodizing*, mempengaruhi kekerasan material. Hal ini berhubungan dengan ketebalan lapisan yang terbentuk pada penambahan konsentrasi asam sulfat, karena semakin tebal lapisan yang dihasilkan mempunyai struktur poros yang tinggi, sehingga mengalami penurunan kekerasan terhadap lapisan yang terbentuk. Sementara pada penelitian *anodizing* yang dilakukan oleh Sidharta (2014), didapatkan kesimpulan bahwa semakin tingginya konsentrasi asam sulfat yang di gunakan maka akan semakin menurunkan tingkat kekerasan dari logam aluminium.

KESIMPULAN

Dari penelitian, analisa dan pembahasan data yang telah dilakukan pada pengaruh variasi konsentrasi asam sulfat larutan anodiz pada proses *anodizing* kemudian dilakukan beberapa pengujian, yaitu pengujian foto struktur mikro dan struktur makro dan pengujian kekerasan mikro *vickers*, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Foto struktur mikro yang menunjukkan tebal lapisan oksida yang terbentuk pada spesimen dengan variasi konsentrasi 30%, 40%, dan 50% asam sulfat larutan *anodiz* pada proses *anodizing* menunjukkan ketebalan lapisan oksida memiliki suatu besaran yang optimum dalam hal ini konsentrasi yang paling optimum adalah 40% dengan ketebalan lapisan

oksida sebesar 4 μ m. Sedangkan larutan anodiz pada konsentrasi asam sulfat 30% elektrolit yang ada tidak mampu menghantarkan elektron dengan baik sehingga akan menghasilkan lapisan oksida sebesar 5,5 μ m pada waktu pencelupan yang sama.

2. Pada pengujian foto struktur makro yang dilakukan dengan perbesaran 20 kali didapatkan tampilan visual pada konsentrasi 50% permukaan yang di hasilkan terlihat lebih halus dan lebih cerah dan tidak sepekat aluminium dengan variasi konsentrasi asam sulfat 30% dan 40% ini di sebabkan pada konsentrasi 50% pori yang terbentuk sudah mulai terlarut oleh larutan elektrolit akibat tinginya konsentrasi asam sulfat yang digunakan sehingga pewarna yang terserap oleh permukaan aluminium lebih sedikit.
3. Pada pengujian kekerasan pada permukaan spesimen *anodizing* dengan variasi konsentrasi larutan *anodiz* di dapatkan kekerasan tertinggi pada proses *anodizing* sebesar 40% yaitu sebesar $85,41 \pm 7,104$ VHN dengan nilai kekerasan tinggi pada permukaan sealing sebesar $59,82 \pm 3,942$ VHN. Dari pengujian tersebut dapat disimpulkan bahwa konsentrasi elektrolit pada larutan anodiz memiliki titik optimum tertentu namun pada penelitian ini titik optimum didapatkan pada konsentrasi 40%, jika konsentrasi asam sulfat kurang atau lebih dari 40% maka akan menurunkan nilai kekerasan permukaan dari spesimen aluminium 1XXX yang di-*anodizing* dan di *sealing*.

DAFTAR PUSTAKA

- Febriyanti, E., (2011), *Optimasi Proses Pelapisan Anodasi Kerasi Pada Paduan Aluminium*. Jurnal. Majalah Metalurgi. Balai Besar Teknologi Kekuatan Struktur (B2TKS).
- Gazapo, J. L., J. Gea, (2009), TALAT Lecture 5203: *ANODIZING* of ALUMINIUM. Lecture. Training in Aluminium Application Technologies (TALAT). European Aluminium Association (EAA).
- Juhl, A. D., (2005), *Pulse anodising of aluminium*. Jurnal, Surface Treatment. Aluminium International Today.
- Rohman, A. K., (2012), *Pengaruh Variasi Konsentrasi Elektrolit Terhadap Kekerasan Permukaan Pada Proses Anodizing Aluminium 6xxx*. Skripsi. Tidak diterbitkan. Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia.

Sipayung, S. P. P., (2008), *Pengaruh Penambahan Konsentrasi Asam Sulfat Pada Larutan Elektrolit Asam Oksalat 0,5 M Terhadap Ketebalan Lapisan Oksida Hasil Anodisasi Aluminium Foil*. Skripsi. Tidak diterbitkan. Departemen Teknik Metalurgi Dan Material, Universitas Indonesia.

Sulistijono., (2006), *Pengaruh Densitas Arus Dan Konsentrasi Asam Sulfat Terhadap Ketebalan Dan Kualitas Pewarna Lapisan Oksida Pada Anodizing Aluminium*. Jurnal. Jurnal Teknik Mesin. Jurusan Teknik Material FTI-ITS.

Yerokhin, A., Khan, R. H. U., (2010), *Anodizing of Light Alloys*. Woodhead Publishing Limited. Surface engineering of light alloys. University of Sheffield, UK, and University of Birmingham, UK.